



“MANUAL PARA LA CONSTRUCCION Y SUPERVISION DE REFORZAMIENTOS Y GUIA DE CONTROL DE CALIDAD”



- I. Introducción.
- II. Procesos generales utilizados en los proyectos de reforzamiento sísmico.
- III. Procesos Constructivos de los métodos de reforzamiento
 - a) Reforzamiento con encamisado de concreto en vigas y columnas.
 - b) Reforzamiento con paredes de cortante de concreto reforzado.
 - c) Reforzamiento con marcos de arriostramiento de acero.
 - d) Reforzamiento con envoltura de fibra de carbono.
 - e) Reforzamiento por medio de laminado de ferrocemento.
- IV. Materiales para trabajos de reforzamiento.
- V. Verificación y Control durante la construcción.

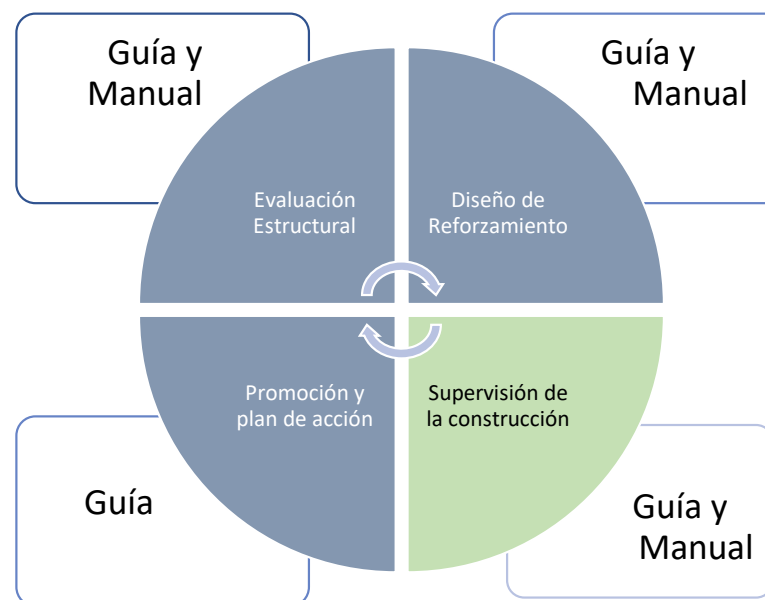


En el marco del “Proyecto para el desarrollo de capacidades para la evaluación y reforzamiento sísmico de edificios en el Área Metropolitana de San Salvador” denominado HOKYO, el cual tiene como objetivo promover la evaluación sísmica, el diseño de reforzamiento y la supervisión de los procesos constructivos en las edificaciones del AMSS, mediante la creación de Manuales y Guías, dentro de la cuales esta el **“MANUAL PARA LA CONSTRUCCION Y SUPERVISION DE REFORZAMIENTOS EN EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO”**.

Objetivo

El proyecto HOKYO contempla la creación de 3 manuales y guías enfocadas a la evaluación, diseño y supervisión de obras de reforzamiento sísmico. Adicional a lo anterior una guía para que los propietarios de edificios públicos puedan generar un plan de acción para el reforzamiento sísmico.

Estas herramientas se están desarrollando con la participación de profesionales nacionales y japoneses, mejorando la resiliencia no solo del Área Metropolitana de San Salvador sino también a nivel nacional.





“MANUAL PARA LA CONSTRUCCION Y SUPERVISION DE REFORZAMIENTOS EN EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO”.

El Manual contiene las recomendaciones específicas para los trabajos de control de calidad y supervisión de los procesos constructivos de los refuerzos estructurales en las edificaciones, considerando desde las evaluaciones y preparación del sitio de trabajo, seguimiento de las especificaciones técnicas de cada método de refuerzo estructural, condiciones de seguridad, limpieza y habilitación de la edificación.

Plan de Construcción: aspectos de horarios, limpieza, control de ruido y polvo, delimitación del área de trabajo, seguridad industrial interna y para las colindancias, **este plan debe ser integrado como parte de los documentos contractuales.**



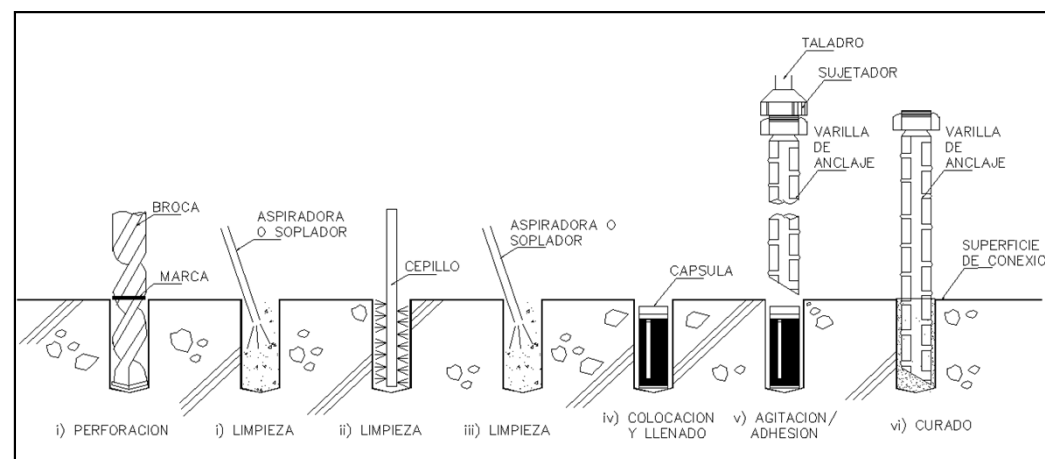
PROCESOS GENERALES UTILIZADOS EN LOS PROYECTOS DE REFORZAMIENTO SÍSMICO



PROCESOS TÍPICOS Y COMUNES UTILIZADOS EN LAS OBRAS DE REFORZAMIENTO

-Preparación para las obras de reforzamiento: desmontaje y remoción.

-Obras de anclajes post-instalados



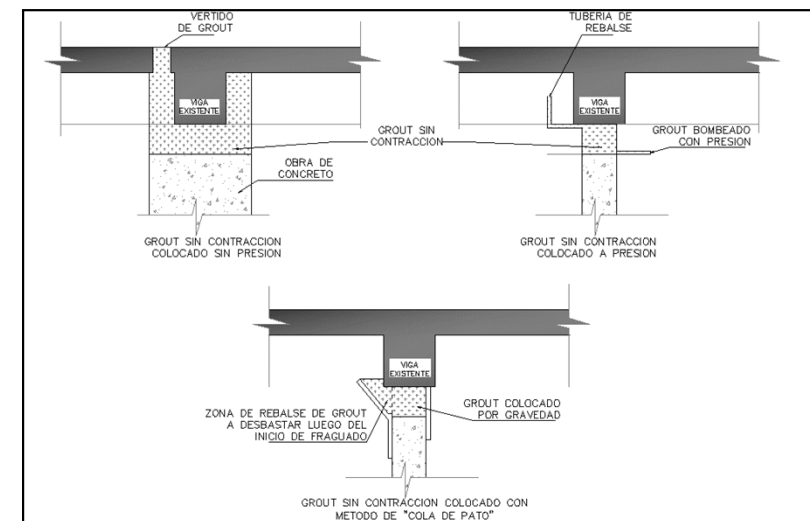
-Obras de concreto

Debido a que el reforzamiento se pudiera realizar en varias partes de un edificio y se utilizaran pequeñas cantidades de concreto en cada reforzamiento, se debe de utilizar una maquina mezcladora con una capacidad y especificaciones acorde a las obras a realizar, el concreto debe de ser mezclado de acuerdo a las normativas correspondientes (según las especificaciones del diseñador) y colocado cuidadosamente para asegurar la calidad requerida en cada colado.



-Obras con grout sin contracción

En las obras de reforzamiento el concreto primero debe de colocarse hasta unos 20 cm por debajo de la viga, luego la porción restante debe de realizarse con grout sin contracción colocado con presión para no dejar espacios sin llenar y/o aberturas entre el concreto nuevo y el viejo. Se sugiere utilizar grout sin contracción premezclado según normativa ASTM C1107 de acuerdo a las instrucciones del fabricante; solamente cierta cantidad de agua se requiere para preparar el grout. En nuestro país actualmente existen algunos proveedores que ofrecen grout sin contracción premezclado



-Obras en acero estructural para arriostramiento de marco de acero

- Típicamente la construcción del reforzamiento con arriostramiento de marcos son realizados con secciones laminadas en caliente como perfiles H, I, Chanel o tubo según diseño del Ingeniero Estructuralista.
- En caso de no existir la disponibilidad de secciones laminadas en caliente, se podrá utilizar secciones fabricadas (secciones hechas con placas de acero soldadas/dobladas a una forma deseada) esta opción debe de ser avalada por el ingeniero estructuralista e ingeniero a cargo del proyecto. En cualquiera de los casos, el arriostramiento del marco debe de ser fabricado en un taller de fabricación adecuado. Situaciones importantes que requieren atención del ingeniero a cargo del proyecto

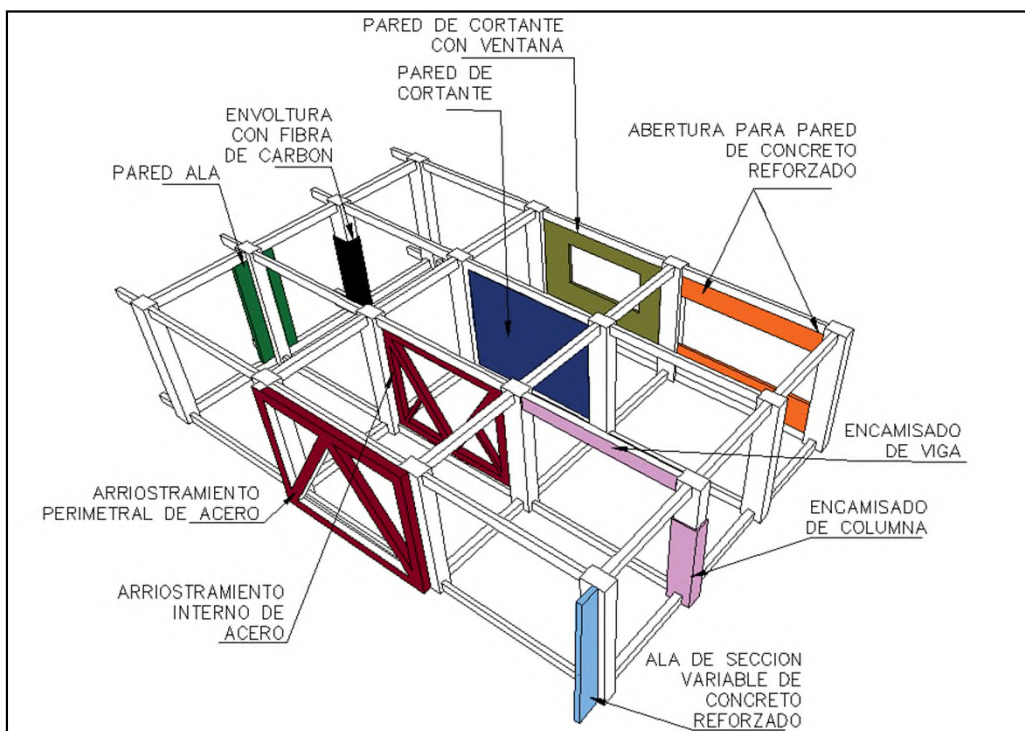




PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LOS MÉTODOS DE REFORZAMIENTO



PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LOS METODOS DE REFORZAMIENTO.



Tipos de Métodos de Reforzamiento

	Descripción de los Métodos de Reforzamiento	Mejora de la resistencia	Mejora de la ductilidad	Mejora del balance estructural
1	Encamisado de concreto reforzado en columna	✓	✓	
2	Instalación de pared de corte de concreto reforzado	✓		
3	Construcción de pared lateral de concreto reforzado	✓		✓
4	Arriostramiento de marco de acero	✓	✓	
5	Envoltura de fibra de carbono		✓	
6	Corte estructural		✓	✓
7	Encamisado de concreto reforzado en viga		✓	
8	Laminación en ladrillo de obra con ferrocemento	✓		
9	Encamisado de placa de acero		✓	
10	Construcción de contrafuertes externos	✓		
11	Aislamiento de base*			
12	Arriostramiento con elementos de concreto reforzado	✓		

Encamisado de concreto en vigas y columnas.

Este método se utiliza para mejorar la resistencia a la flexión y la resistencia axial, así como la ductilidad

Utiliza materiales básicos de construcción como el concreto y el acero de refuerzo y materiales de construcción para fines especiales, como: mortero sin contracción, anclajes post instalados, agentes adhesivos epóxicos, según diseño y especificación técnicas aprobadas.

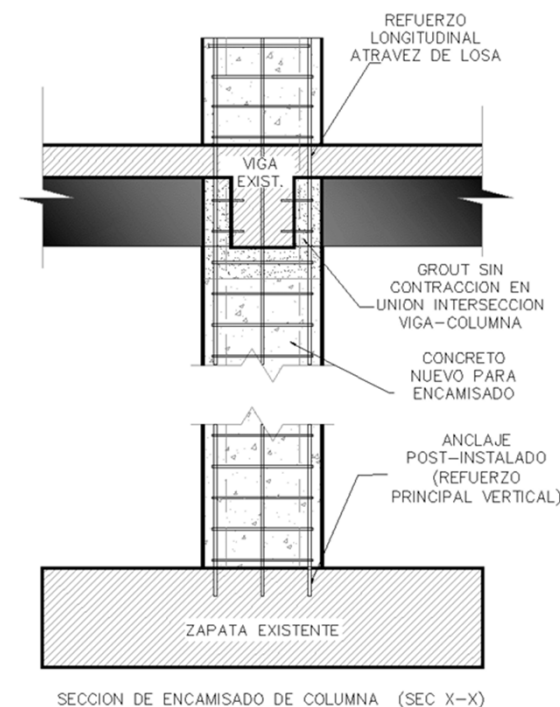
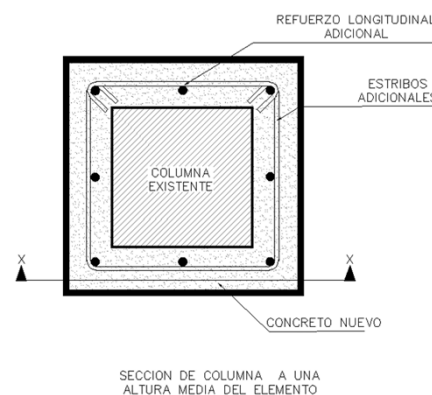


Proceso Constructivo

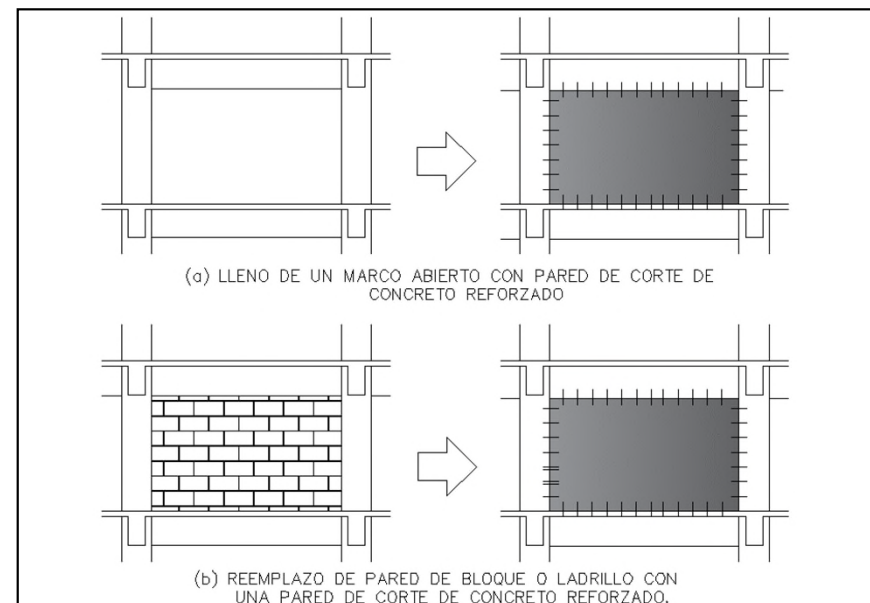
- Detección del acero de refuerzo existente con detector de refuerzo marcando la posición y el diámetro de acero.
- Si se descubre que los esfuerzos existentes están corroídos, deben limpiarse con un cepillo de alambre o un compresor de arena.
- Posteriormente se recubrirá con un epóxico que prevenga la corrosión si es necesario.
- Se sugiere complementar con un ensayo de corrosión al acero ASTM262.
- Se instalarán en todas las caras de la columna, pines para anclajes usando un aditivo apropiado de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño.



- Recubrimiento de la columna con material aditivo apropiado que unirá el concreto viejo con el nuevo.
- Verter el concreto de la camisa antes que se seque el aditivo.
- El concreto utilizado debe ser de baja retracción y estar compuesto por pequeños agregados que la eviten (arena, cemento, materiales adicionales).
- El concreto se vaciará primero unos 10 cm por debajo de la viga.
- El resto en la unión viga columna se realizará mediante mortero sin contracción. (Se recomienda utilizar una máquina de mortero sin contracción).
- El espesor del concreto reforzado no será inferior a los 10 cm y 6 cm para mortero.
- El curado se realizará utilizándose un aditivo de acuerdo con las especificaciones del diseño.



Reforzamiento con pared de concreto reforzado.



- El reforzamiento con pared de corte de concreto reforzada mejora la resistencia al corte y el equilibrio estructural. Con este método, cualquier pared de ladrillos existente puede ser reemplazada por una pared de corte de concreto reforzado
- La instalación de Muros de Corte es un método de reforzamiento que es adecuado para aumentar la resistencia del edificio existente, rellenando nuevas paredes de corte en el marco abierto de un edificio existente o reemplazando el muro de ladrillo relleno existente por paredes de corte de concreto reforzado

III. Procesos Constructivos

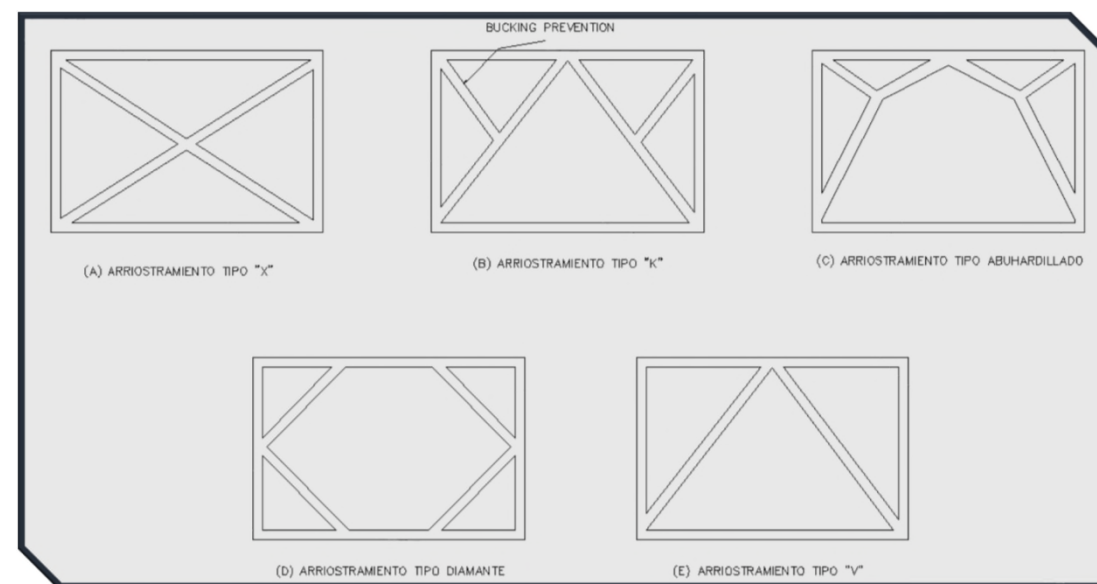
Reforzamiento con pared de concreto reforzado



Reforzamiento con arriostramiento de marco de acero.

Este método se utiliza para mejorar la resistencia, así como la ductilidad

Utiliza materiales como perfiles de acero tubulares o Chanel, varillar de acero para anclajes al marco de concreto, perno prefabricados tipo nelson stud, aditivos químicos para anclajes, placas de acero, electrodos, etc.



Proceso Constructivo

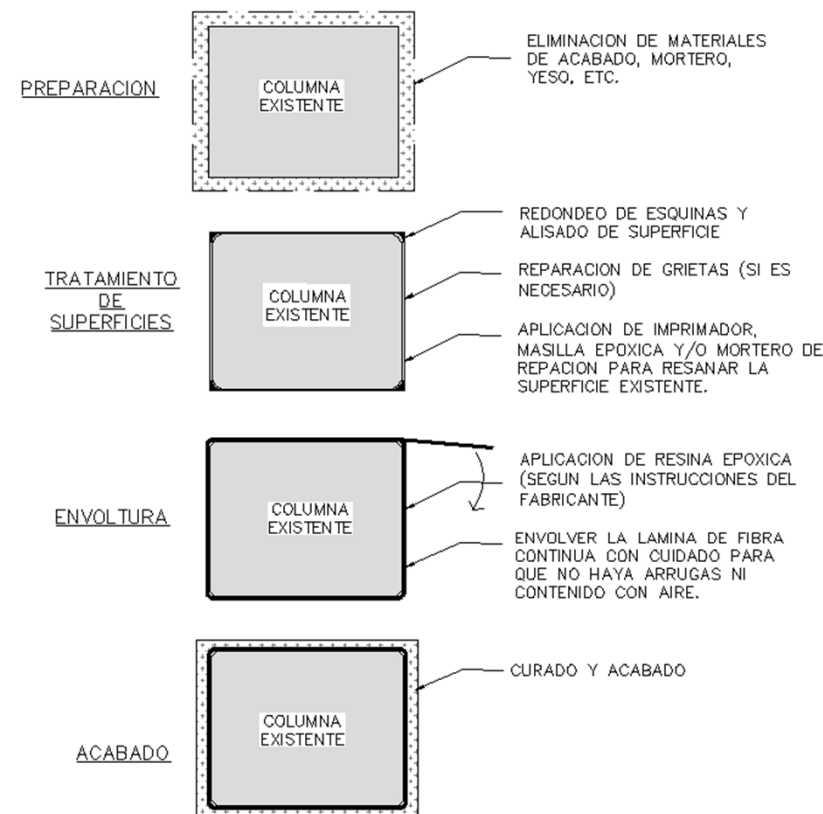
- Detección del acero de refuerzo existente con detector de refuerzo marcando la posición y el diámetro de acero.
- Trazo y corte.
- Soldadura de banco.
- Trazo y nivelación.
- Instalación de anclajes.
- Instalación de arriostramiento.
- Encofrado de perímetro
- Lleno de grout sin contracción.
- Retoques de pintura



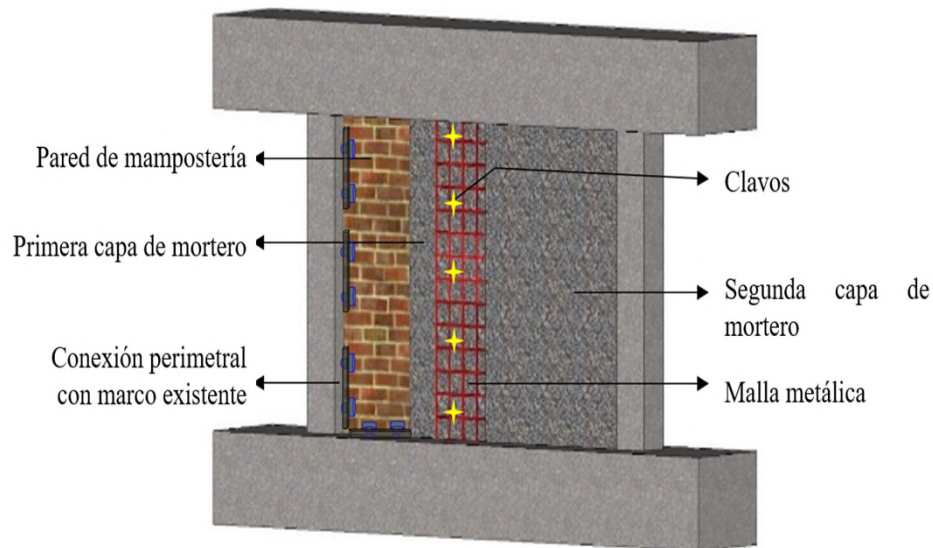
Reforzamiento con envoltura de fibra de carbono



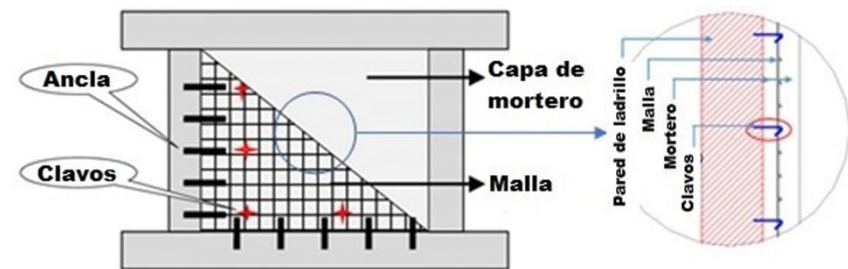
La envoltura de fibra de carbono es un nuevo tipo de tecnología de reforzamiento estructural. Se refiere al uso de adhesivos de resina de alto rendimiento para pegar tela de fibra de carbono en la superficie de un componente estructural de un edificio para que ambos trabajen juntos con el fin de mejorar la capacidad de carga de ese componente estructural (flexión, cortante) para lograr el propósito de fortalecer el edificio.



Reforzamiento por medio de laminado de ferrocemento

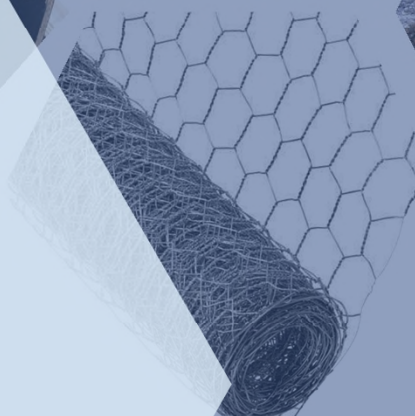


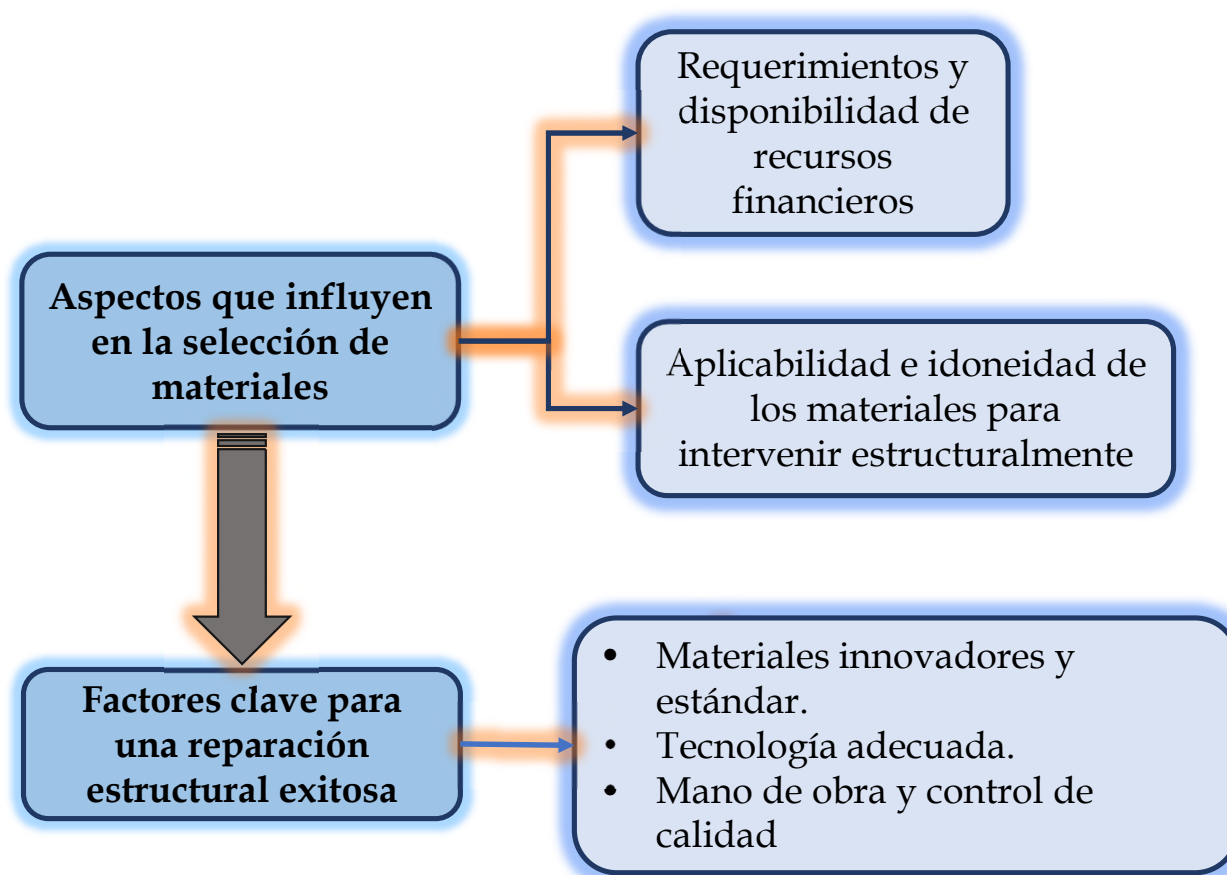
La laminación con ferrocemento (ferro-cemento) es un sistema constructivo que utiliza mortero o repello (cemento, arena y agua) armado aplicado en ambos lados de una capa de refuerzo delgada y bien distribuida (una o varias capas de malla metálica). El mortero típicamente es una mezcla de cemento y arena en una proporción 1:2 a 1:3. Al no utilizar agregado grueso en la mezcla esta no se reconoce como concreto. El acero comúnmente utilizado para la malla es galvanizado con un diámetro entre 0.5 a 1mm.





MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA REFORZAMIENTOS





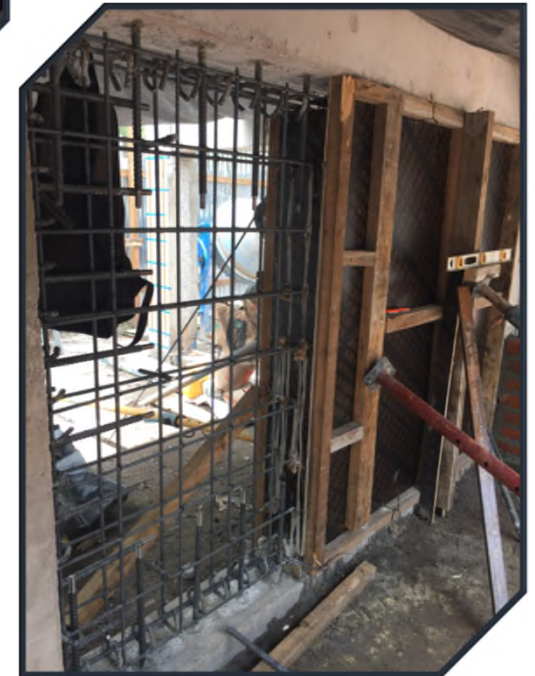
Materiales

Concreto

Varillas para
Acero de Refuerzo

Pernos de Conexión

Placas de Acero
(ASTM 36 o ASTM
A572)



**Adhesivo de anclaje para anclajes
post-instalados:**

Son adhesivos epóxicos de acuerdo a las ASTM C881 Tipo I, II, IV y , clase B y C.

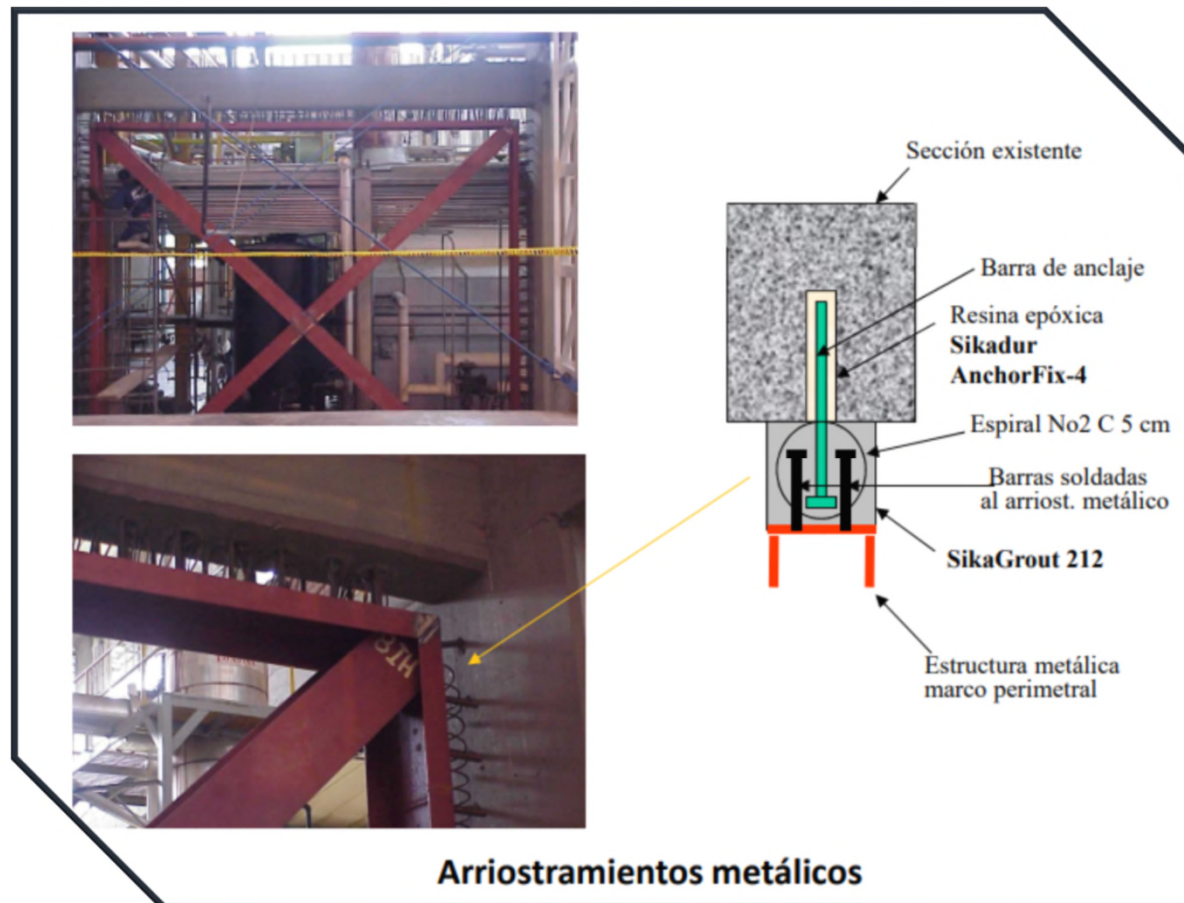
Son cartuchos de dos componentes a base de epóxido dosificado y mezclado por medio de una boquilla mezcladora.



GROUT sin contracción:

- Mortero de alta resistencia.
- No se contrae en estado plástico.
- Es estable dimensionalmente cuando endurece.
- Permanente adherencia a una placa limpia y al sustrato de concreto.

ASTM C1107 (soporte de cargas pesadas), ASTM 827 (contracción a los 28 días, sin contracción antes de endurecer y sin contracción después de endurecer).



Fibra de Carbono (CFRP):

Los materiales comúnmente usados: fibra de carbono, fibra de aramida y fibra de vidrio estos como fibras continuas de refuerzo y resina epóxica como adhesivo para impregnación.

Se usa comúnmente en vigas y columnas.

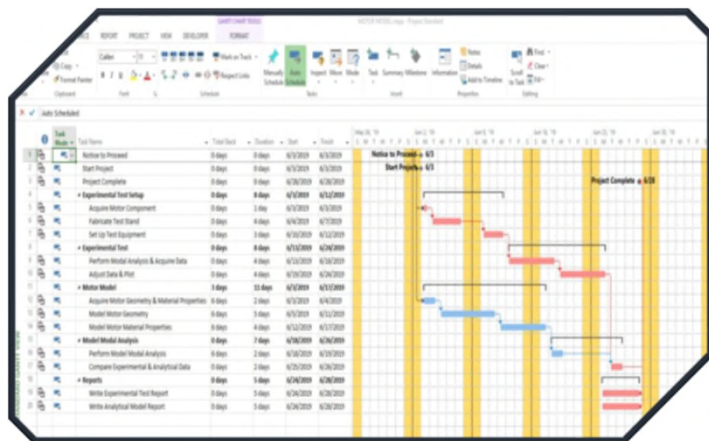


- **ASTM D7565**, Método de Ensayo Estándar para Determinar las propiedades de tracción de los Compuestos de matriz de Polímeros Reforzados con Fibra usados para reforzar estructuras de obra civil.
- **ASTM D3039**, Ensayo de tracción para Compuestos de Matriz de Polímeros Reforzados con Fibra.
- **ASTM D7522**, Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la tracción para FRP adherido a sustrato de concreto.
- **ASTM D4541**, Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la tracción de Recubrimientos usando probadores de adherencia portátiles.



VERIFICACIONES Y CONTROLES EN LA CONSTRUCCION





Para ejecutar eficientemente las obras de construcción planificadas y minimizar errores, es fundamental **verificar las especificaciones técnicas aplicables y analizar detalladamente los documentos y planes de trabajo.**



Puntos clave a confirmar:

- Confirmar la estructura de gestión de proyecto, representada gráficamente, incluyendo al cliente, consultores, contratistas principales y subcontratistas.
- El organigrama del proyecto debe ir acompañado de un documento que especifique las funciones asignadas a cada persona, incluyendo sus respectivos nombres.
- Además, el supervisor debe coordinar con los contratistas los siguientes aspectos administrativos antes del inicio de las obras:
 - Confirmar las líneas de reporte (quién reporta a quién) y su frecuencia.
 - Verificar los formatos que se utilizarán para los reportes, informes y bitácora.
 - Familiarizarse con las reuniones y conferencias relacionadas, considerando la agenda, las obligaciones derivadas de los acuerdos y resoluciones, los participantes, la frecuencia, el lugar y la documentación o grabación de las reuniones



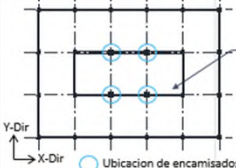
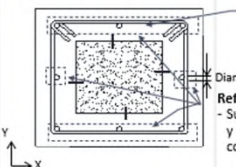
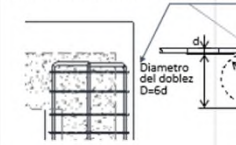


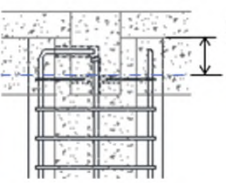
- Obras de excavación y relleno.
- Fundaciones
- Obras de reforzamiento.
- Obras de anclajes post-instalados.
- Obras metálicas.
- Obras con ladrillo y bloque.
- Obras con mortero.
- Obras de envoltura con fibra.
- Obras de impermeabilización.
- Obras de repellos.
- Obras de pintura

V. Verificación y controles en la construcción

Puntos para revisar métodos constructivos



<div></div> Encamisado de columna de Concreto Reforzado			
Planta de ubicación			
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios	
	<p>Plano</p> <p>-Ubicación de elementos</p>		
Reforzo (nuevo)			
Detalle/esquema	Descripción	Comentarios	
	<p>Reforzo longitudinal /principal</p> <p>-Diametro</p> <p>-Cantidad de varillas</p>	Si existe una diferencia en la cantidad de varillas en direccion X o direccion Y, se debe de confirmar la ubicación de la columna y su ejes.	
	<p>Reforzo longitudinal /principal</p> <p>-Diametro del dobléz</p>		



Medir la dimension del grout.

Grout

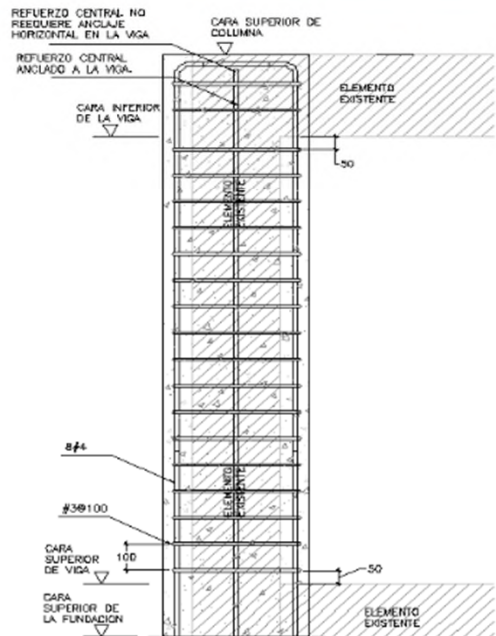
Rectificar el espesor que va desde la losa del piso superior hasta la parte superior del concreto colado.

Grout

- Ubicación.
- Espesores.

Los materiales nocivos en las varillas como tierra, grasa lechada u otros pueden afectar la adherencia, estos deben ser removidos antes de la colocación del concreto y grout.

Detalles tipicos del reforzamiento



REFUERZO CENTRAL NO REQUIERE ANCLAJE HORIZONTAL EN LA VIGA

REFUERZO CENTRAL ANCLAJE A LA VIGA

CARA SUPERIOR DE COLUMNA

CARA INFERIOR DE LA VIGA

ELEMENTO EXISTENTE

ARMADO DE ESTRIBO PARA ENCAMISADO DE COLUMNA

SECCION TRANSVERSAL DE LA COLUMNA EN INTERSECCION CON VIGA

CONCRETO: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

REFUERZO PRINCIPAL: $8 \# 5$ (15.9 mm)

ESTRIBO: $4 \# 3$ (9.5 mm)

$\phi 100$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

DOVELA $\# 3 \phi 100$

COLUMNA EXIST.

CARA SUPERIOR DE VIGA

CARA SUPERIOR DE LA FUNDACION

ELEMENTO EXISTENTE

ESCAMPIAR LA SUPERFICIE

- Informe Mensual.
- Control del avance de la obra según programación.
- Cambios de diseño [orden de cambio] e imprevistos.
- Comunicación de situaciones y correspondencia de documentos.
- Control de Seguridad y vigilancia.



