Bogotá D.C., 23 de julio de 2019 PY625-OF54-2019

Señores
Consorcio 49-2019
Atn. Arq. Patricia Molina Fonseca
Interventor
Atn. Arq. Jose David Hidalgo
Profesional de Apoyo
Carrera 7 # 70A-21 Edificio Inparpi, Oficina 401
Ciudad

Referencia: Contrato No 319 de 2018 con objeto: "Realizar el estudio de patología, análisis de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural del salón comunal Los Monjes, en la localidad de Engativá, Bogotá D.C.".

Asunto: ENTREGA INFORME ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

Por medio del presente se hace entrega del informe alternativas de reforzamiento estructural, para su respectiva revisión y/o aprobación.

Quedamos atentos a sus comentarios.

Cordialmente,

NELSON FERNANDO RODRÍGUEZ VÁSQUEZ
RL (S) Consultoría y Construcciones Civiles Ltda
Gerente de Proyectos
-

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 319 de 2018. "Realizar el estudio de patología, análisis de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural del salón comunal los monjes, en la localidad de Engativá, Bogotá D.C."

INFORME ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

VERSION B

23 de julio de 2019

CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIONES CIVILES LTDA.
NELSON FERNANDO RODRÍGUEZ VÁSQUEZ.
REPRESENTANTE LEGAL SUPLENTE.
Nit. 900.171.000-8.

Contenido

1 OBJETIVOS 5
1.1 GENERAL 5
1.2 ESPECÍFICOS. 5
2 JUSTIFICACION 6
3 DESCRIPCION ALTERNATIVA 1: RECUBRIMIENTO CON PLATINAS DE ACERO EN COLUMNAS Y VIGAS ESTRUCTURALES 7
3.1 CARACTERISTICAS DE REFORZAMIENTO CON PLATINAS 7
3.1.1 DETALLES Y DESCRIPCION 7
3.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS 9
3.1.3 COSTO APROXIMADO POR ACTIVIDAD 10
4 DESCRIPCION ALTERNATIVA 2: RECALCE EN CONCRETO DE ELEMENTOS EXISTENTES 11
4.1 CARACTERISTICAS DE REFORZAMIENTO CON RECALCES 11
4.1.1 DETALLES Y DESCRIPCION 11
4.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS 12
4.1.3 COSTO APROXIMADO POR ACTIVIDAD 13
5 DESCRIPCION ALTERNATIVA 3: RECALCE EN CONCRETO DE ELEMENTOS EXISTENTES Y CONSTRUCCION DE MUROS EN CONCRETO 13
5.1 CARACTERISTICAS DE REFORZAMIENTO CON RECALCES Y CONSTRUCCION DE MUROS EN CONCRETO 14
5.1.1 DETALLES Y DESCRIPCION 14
5.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS 16
5.1.3 COSTO APROXIMADO POR ACTIVIDAD 16
6 COSTO DIFERENCIAL ENTRE LAS TRES ALTERNATIVAS 17
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 20

1 OBJETIVOS

1.1 GENERAL.

El objetivo principal de este informe es presentar las alternativas de reforzamiento estructural para el Salón Comunal Los Monjes Ubicado en la dirección: Calle 56 # 85I – 15, Barrio Los monjes en la Localidad de Engativá, con el fin de seleccionar la alternativa que tenga una mejor relación costo/beneficio.

1.2 ESPECÍFICOS.

- Proponer y describir tres alternativas de reforzamiento estructural que cumplan con los requerimientos establecidos por el Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

- Evaluar las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas de reforzamiento en costos, invasión, intervenciones y duración.

- Recomendar con base en la evaluación hecha, la alternativa para desarrollar el reforzamiento estructural del Salón Comunal Los monjes. Teniendo en cuenta que la Alcaldía Local de Engativá es quien finalmente debe seleccionar la alternativa a desarrollar.

2 JUSTIFICACION

Una vez evaluada la edificación ante la vulnerabilidad a la que está expuesta conforme al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se encontró que la estructura cuenta con un sistema que, aunque no cumple con los requisitos totales que se exigen dentro del reglamento NSR-10, tiene un diseño y estado que no requieren alternativas de reforzamiento invasivas que modifiquen en gran medida el sistema, la arquitectura y el diseño general de los elementos.

Dentro del mercado de ingeniería y construcción se cuentan con diversas alternativas de reforzamiento. Sin embargo, es importante proponer alternativas de acuerdo con lo observado dentro del estudio de vulnerabilidad sísmica de la edificación. Del informe se concluyó que se requieren elementos que aporten a cumplir los índices de flexibilidad, ya que estos no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento NSR 10. Adicionalmente, los materiales encontrados (acero y concreto) cuentan con valores por encima de los mínimo permitidos y especificados en los planos de construcción encontrados.

Por tanto, las alternativas que se encuentran en el mercado para este tipo de reforzamiento son: (1) Un "enchaquetamiento" de los elementos existentes con platinas de acero, (2) un recalce de elementos existentes y (3) recalce de elementos existentes y la construcción de muros de concreto. Se debe tener en cuenta que para cualquier alternativa que se elija, se debe generar una columna donde se requiera.

Por lo descrito, sólo se proponen tres alternativas de reforzamiento, las cuales no son invasivas, no representan sobrecostos, no tienen una afectación mayor a las edificaciones y son permitidas por el Reglamento vigente NSR-10.

3 DESCRIPCION ALTERNATIVA 1: RECUBRIMIENTO CON PLATINAS DE ACERO EN COLUMNAS Y VIGAS ESTRUCTURALES

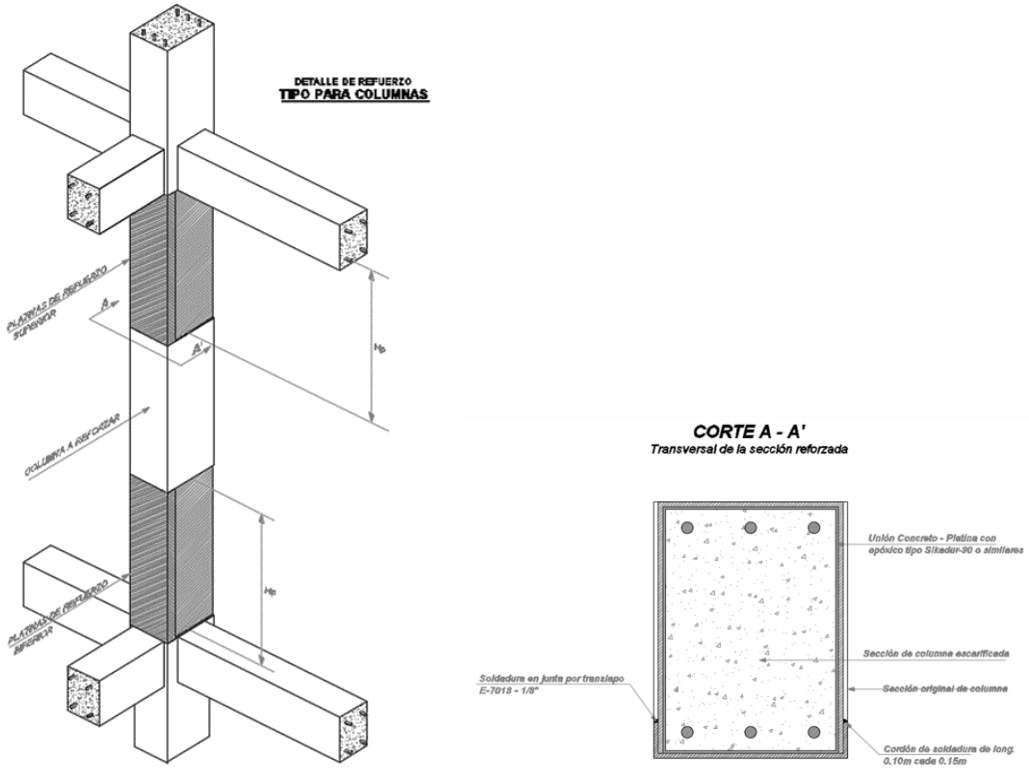
Como primera alternativa para el reforzamiento sismo resistente se propone conformar un sistema de pórticos de concreto resistentes a momento con capacidad de disipación Moderada de Energía, lo que implica el recubrimiento con platinas de acero y la construcción de columna(s) en concreto, en elementos que por índices de sobreesfuerzo no cumplan con los límites establecidos por la normativa vigente, NSR-10.

3.1 CARACTERISTICAS DE REFORZAMIENTO CON PLATINAS

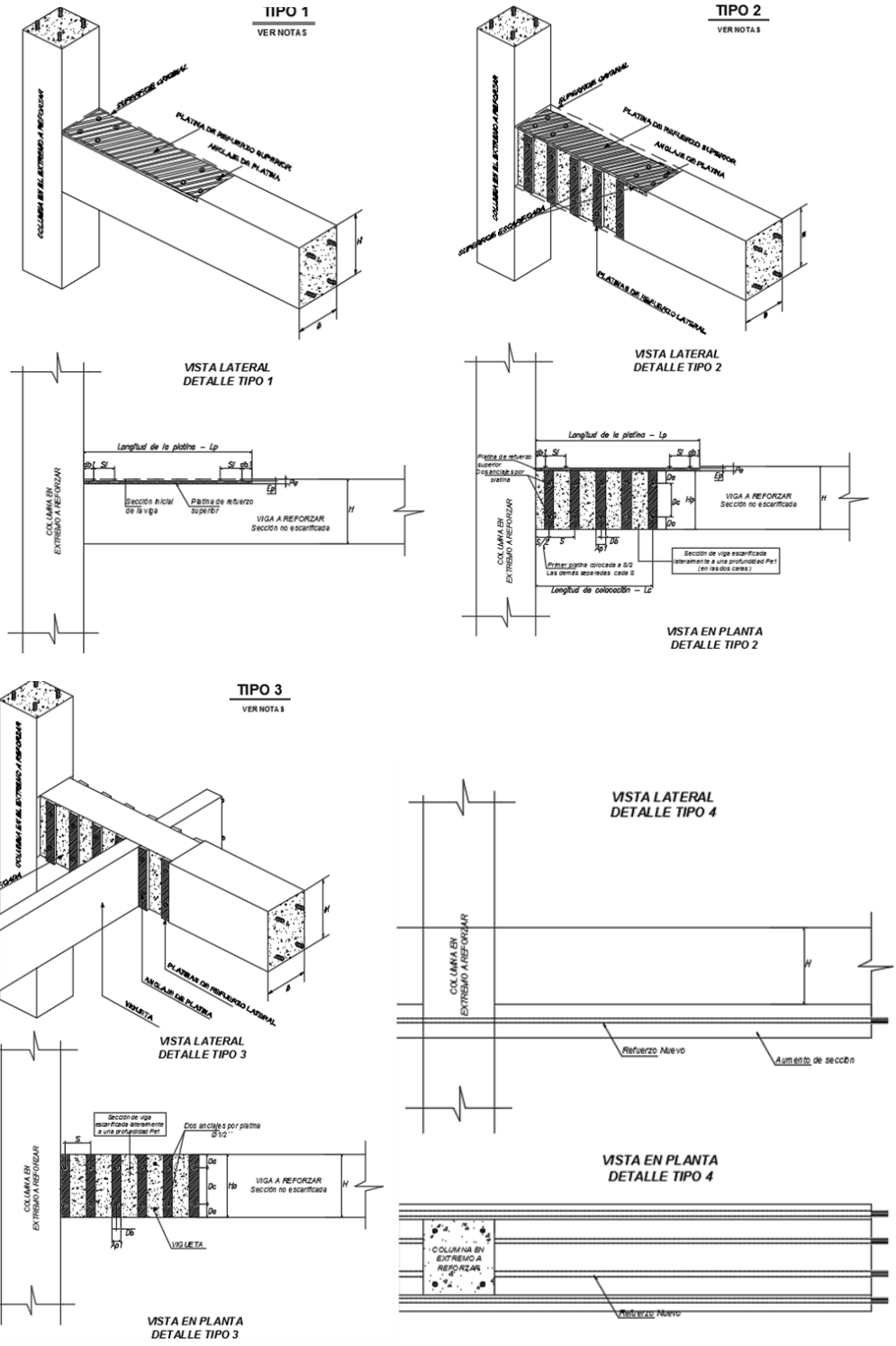
3.1.1 DETALLES Y DESCRIPCION

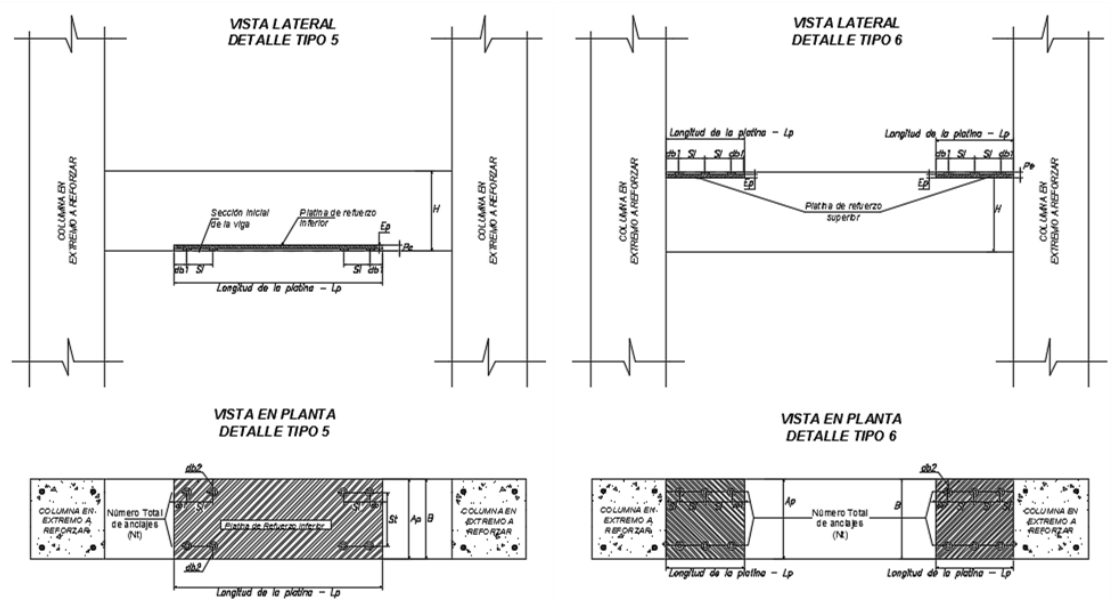
Las platinas para reforzar elementos verticales existentes implica un cambio en secciones mínimo, sin embargo implica cambio en los acabados.

El procedimiento constructivo se presenta a continuación:



DETALLE PLATINAS EN COLUMNAS


TIPO 1
VER NOTAS
SUPERFICIE ORIGINAL
PLATINA DE REFUERZO SUPERIOR
ANGULAR DE PLATINA
COLUMNA EN EL EXTREMO A REFORZAR
VISTA LATERAL
DETALLE TIPO 1
Longitud de la platina – Lp
Sección inicial de la viga
Platina de refuerzo superior
VIGA A REFORZAR
Sección no escarificada
TIPO 2
VER NOTAS
SUPERFICIE ORIGINAL
PLATINA DE REFUERZO SUPERIOR
ANGULAR DE PLATINA
SUPERFICIE ESCARIFICADA
PLATINAS DE REFUERZO LATERAL
VISTA LATERAL
DETALLE TIPO 2
Longitud de la platina – Lp
Platina de refuerzo superior
Dos anclajes por platina
VIGA A REFORZAR
Sección no escarificada
Sección de viga escarificada lateralmente a una profundidad Pef (en ambos lados)
Primer platina colocada a S/2
Las demás separadas cada S
Longitud de colocación – Lc
VISTA EN PLANTA
DETALLE TIPO 2
TIPO 3
VER NOTAS
PLATINAS DE REFUERZO LATERAL
ANGULAR DE PLATINA
VIGUETA
VISTA LATERAL
DETALLE TIPO 3
Sección de viga escarificada lateralmente a una profundidad Pef
Dos anclajes por platina Ø1/2"
VIGA A REFORZAR
Sección no escarificada
VIGUETA
VISTA EN PLANTA
DETALLE TIPO 3
VISTA LATERAL
DETALLE TIPO 4
Refuerzo Nuevo
Aumento de sección
VISTA EN PLANTA
DETALLE TIPO 4
COLUMNA EN EXTREMO A REFORZAR
Refuerzo Nuevo



DETALLE PLATINAS EN VIGAS

Los recalces deberan realizarse en toda columnas y vigas que presentan un indice de sobreesfuerzo mayor a la unidad.

3.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- Requiere adecuaciones arquitectónicas mínimas, ya que los espacios no se verán afectados, ni se alterarán en % las dimensiones originales de los elementos existentes.
- Los tiempos de ejecución son los menores de las tres alternativas.
- No será necesaria la intervención del 100% de las columnas de la edificación.
- Genera ruido, polvo y otros factores que pueden llegar a afectar a las edificaciones que se encuentran a su alrededor.
- No es una alternativa común en el mercado, requiere una mano de obra más especializada.

3.1.3 COSTO APROXIMADO POR ACTIVIDAD

El costo aproximado de este sistema de reforzamiento está relacionado con los costos de escarificación de los elementos a reforzar, el costo de los epóxicos de unión entre acero y concreto, los anclajes entre platinas y elementos existentes y el peso de las platinas que reforzaran estos elementos.

El costo unitario aproximado de cada actividad se presenta a continuación:

ALTERNATIVA 1 - PLATINAS		
ACTIVIDAD	**UND**	**VALOR UNIT**
DEMOLICION MUROS MAMPOSTERIA	m	$ 21,156
DEMOLICION PLACA	m2	$ 38,300
AREA DE ESCARIFICACION	m2	$ 35,697
SIKADUR 30 PUENTE ADHERENCIA CONCRETO - ACERO	m2	$ 117,000
PLATINAS	kg	$ 7,850
PERNOS DE ANCLAJES	und	$ 42,212
REPOSICION PLACA Y ENCHAPE	m2	$ 148,000
REPOSICION MUROS MAMPOSTERIA	m	$ 46,741
ALQUILER FORMALETA	glb	$ 4,500,000
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ANDAMIOS SOBRE FACHADA	glb	$ 5,800,000
OTRAS ADECUACIONES	glb	$ 10,000,000

4 DESCRIPCION ALTERNATIVA 2: RECALCE EN CONCRETO DE ELEMENTOS EXISTENTES

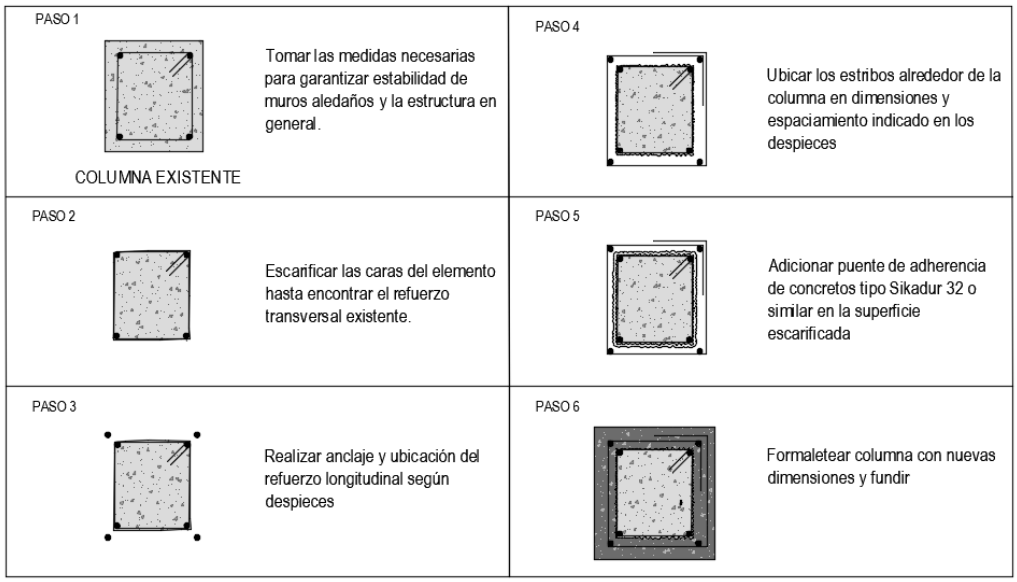
Como segunda alternativa para el reforzamiento sismo resistente se propone conformar un sistema de pórticos de concreto resistentes a momento con capacidad de disipación Moderada de Energía, lo que implica el recalce de elementos y la construcción de columna(s) en concreto, que, por índices de sobreesfuerzo, no cumplan con los límites establecidos por la normativa vigente, NSR-10.

4.1 CARACTERISTICAS DE REFORZAMIENTO CON RECALCES

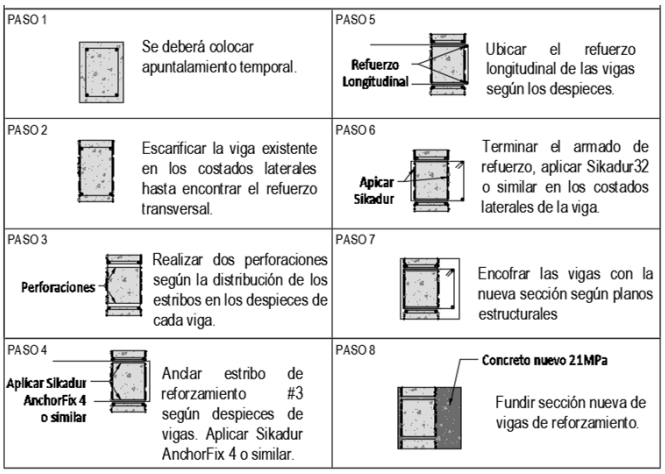
4.1.1 DETALLES Y DESCRIPCION

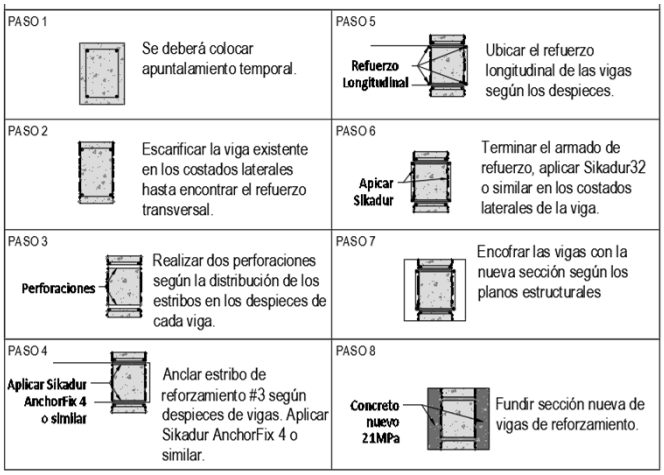
Los recalces en concreto para elementos existentes implica la escarificación de elementos, la ubicación del nuevo refuerzo y el posterior recubrimiento de estos con concreto. Lo anterior implica la ampliación de la sección actual con el fin de cumplir con los índices de sobreesfuerzo de los elementos. El funcionamiento de la intervención propuesta se caracteriza por que los pórticos en concreto tomarán la totalidad de las fuerzas.

El procedimiento constructivo de estos recalces se presenta a continuación:



DETALLE RECALCE DE COLUMNAS





DETALLE RECALCES Y CREACION DE VIGAS

4.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- Tipo de reforzamiento común en sector de la construcción, lo que genera gran cantidad de oferentes al momento de una licitación.
- De las alternativas de reforzamiento utilizadas en el mercado, es la que requiere menos nivel de especialización en el personal, por lo que es relativamente fácil conseguir empresas con experticia para la obra.
- Requiere adecuaciones arquitectónicas de baja complejidad lo que no produce mayor afectación a los espacios arquitectónicos ya definidos.
- Genera ruido, polvo y otros factores que pueden llegar a afectar a las edificaciones que se encuentran a su alrededor.

4.1.3 COSTO APROXIMADO POR ACTIVIDAD

El costo unitario aproximado de este sistema de reforzamiento está relacionado con la escarificación de elementos, el epóxico de unión para concreto de distintas edades, el refuerzo adicional, los anclajes epóxicos y el concreto nuevo.

ALTERNATIVA 2 - RECALCES		
ACTIVIDAD	**UND**	**VALOR UNIT**
DEMOLICION MUROS MAMPOSTERIA	m	$ 21,156
DEMOLICION PLACA	m2	$ 38,300
AREA DE ESCARIFICACION	m2	$ 35,697
CONCRETO RECALCE VIGAS	m3	$ 1,183,000
PUENTE DE ADHERENCIA CONCRETOS SIKADUR ANCHORFIX 32	m2	$ 74,456
REFUERZO DE VIGAS	kg	$ 5,884
ANCLAJES O PASES DE REFUERZO	und	$ 40,212
REPOSICION PLACA Y ENCHAPE	m2	$ 148,000
REPOSICION MUROS MAMPOSTERIA	m	$ 46,741
ALQUILER FORMALETA	glb	$ 4,500,000
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ANDAMIOS SOBRE FACHADA	glb	$ 5,800,000
OTRAS ADECUACIONES	glb	$ 10,000,000

5 DESCRIPCION ALTERNATIVA 3: RECALCE EN CONCRETO DE ELEMENTOS EXISTENTES Y CONSTRUCCION DE MUROS EN CONCRETO

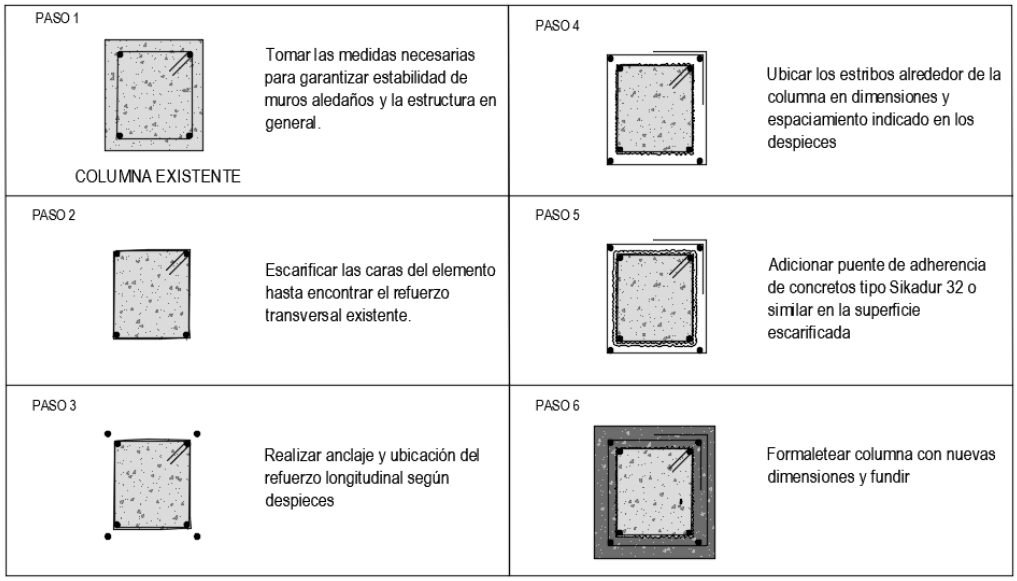
Como tercera alternativa para el reforzamiento sismo resistente se propone conformar un sistema combinado de pórticos de concreto resistentes a momento y muros en concreto con capacidad Moderada de disipación de Energía, lo que implica la construcción de muros en concreto, columna(s) en concreto y el recalce de elementos que, por índices de sobreesfuerzo, no cumplan con los límites establecidos por la normativa vigente, NSR-10.

5.1 CARACTERISTICAS DE REFORZAMIENTO CON RECALCES Y CONSTRUCCION DE MUROS EN CONCRETO

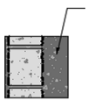
5.1.1 DETALLES Y DESCRIPCION

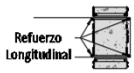
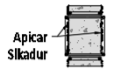
Los recalces en concreto para elementos existentes implica la escarificación de elementos, la ubicación del nuevo refuerzo y el posterior recubrimiento de estos con concreto. Lo anterior implica la ampliación de la sección actual con el fin de cumplir con los índices de sobreesfuerzo de los elementos. Adicionalmente se contempla la construcción de muros y columna(s) en concreto, que permitan la creación de un sistema combinado entre muros y pórticos en concreto. El funcionamiento de la intervención propuesta se caracteriza por que los muros en concreto resistirán gran parte de las fuerzas sísmicas de la edificación y los pórticos en concreto tomarán las fuerzas gravitacionales.

El procedimiento constructivo de estos recalces se presenta a continuación:

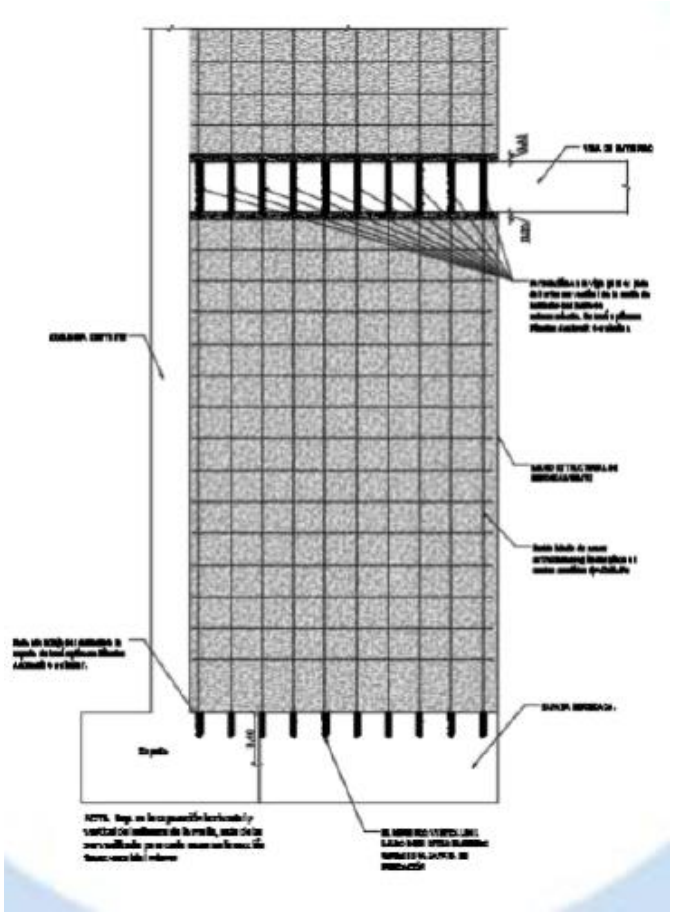


DETALLE RECALCE DE COLUMNAS

PASO 1  Se deberá colocar apuntalamiento temporal.	PASO 5  Ubicar el refuerzo longitudinal de las vigas según los despieces.
PASO 2  Escarificar la viga existente en los costados laterales hasta encontrar el refuerzo transversal.	PASO 6  Terminar el armado de refuerzo, aplicar Sikadur32 o similar en los costados laterales de la viga.
PASO 3  Realizar dos perforaciones según la distribución de los estribos en los despieces de cada viga.	PASO 7  Encofrar las vigas con la nueva sección según planos estructurales
PASO 4  Anclar estribo de reforzamiento #3 según despieces de vigas. Aplicar Sikadur AnchorFix 4 o similar.	PASO 8  Fundir sección nueva de vigas de reforzamiento.

PASO 1  Se deberá colocar apuntalamiento temporal.	PASO 5  Ubicar el refuerzo longitudinal de las vigas según los despieces.
PASO 2  Escarificar la viga existente en los costados laterales hasta encontrar el refuerzo transversal.	PASO 6  Terminar el armado de refuerzo, aplicar Sikadur32 o similar en los costados laterales de la viga.
PASO 3  Realizar dos perforaciones según la distribución de los estribos en los despieces de cada viga.	PASO 7  Encofrar las vigas con la nueva sección según los planos estructurales
PASO 4  Anclar estribo de reforzamiento #3 según despieces de vigas. Aplicar Sikadur AnchorFix 4 o similar.	PASO 8  Fundir sección nueva de vigas de reforzamiento.

DETALLE RECALCES Y CREACION DE VIGAS



DETALLE DE MUROS DE CONCRETO NUEVOS

5.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- Tipo de reforzamiento común en sector de la construcción, lo que genera gran cantidad de oferentes al momento de una licitación.
- De las alternativas de reforzamiento utilizadas en el mercado, es la que requiere menos nivel de especialización en el personal, por lo que es relativamente fácil conseguir empresas con experticia para la obra.
- Requiere adecuaciones arquitectónicas de baja complejidad lo que no produce mayor afectación a los espacios arquitectónicos ya definidos.
- Los tiempos de ejecución son los más largos de las tres alternativas planteadas.
- Genera ruido, polvo y otros factores que pueden llegar a afectar a las edificaciones que se encuentran a su alrededor.

5.1.3 COSTO APROXIMADO POR ACTIVIDAD

El costo unitario aproximado de este sistema de reforzamiento está relacionado con la escarificación de elementos, el epóxico de unión para concreto de distintas edades, el refuerzo adicional, los anclajes epóxicos y el concreto nuevo.

ALTERNATIVA 3 - RECALCES		
ACTIVIDAD	**UND**	**VALOR UNIT**
DEMOLICION MUROS MAMPOSTERIA	m	$ 21,156
DEMOLICION PLACA	m2	$ 38,300
AREA DE ESCARIFICACION	m2	$ 35,697
CONCRETO RECALCE VIGAS	m3	$ 1,183,000
PUENTE DE ADHERENCIA CONCRETOS SIKADUR ANCHORFIX 32	m2	$ 74,456
REFUERZO DE VIGAS	kg	$ 5,884
ANCLAJES O PASES DE REFUERZO	und	$ 40,212
REPOSICION PLACA Y ENCHAPE	m2	$ 148,000
REPOSICION MUROS MAMPOSTERIA	m	$ 46,741
ALQUILER FORMALETA	glb	$ 4,500,000
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ANDAMIOS SOBRE FACHADA	glb	$ 5,800,000
OTRAS ADECUACIONES	glb	$ 10,000,000

6 COSTO DIFERENCIAL ENTRE LAS TRES ALTERNATIVAS

A continuación, se presentan los costos diferenciales de las tres alternativas, se aclara que estas son las únicas actividades que son diferentes entre cada una de ellas, de tal manera que se permita evaluar no el costo total de cada alternativa si no el diferencial de costo entre las tres alternativas.

ALTERNATIVA 1				
RECUBRIMIENTO CON PLATINAS DE ACERO EN COLUMNAS Y VIGAS ESTRUCTURALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Escarificacion de elementos (vigas, columnas y placas)	m2	103.15	$ 35,697	$ 3,682,265
Epoxico	m2	103.15	$ 117,000	$ 12,068,940
Platina	kg	9717.33	$ 7,850	$ 76,281,067
Acero de reforzamiento de columna(s) nueva(s)	kg	61.35	$ 5,884	$ 361,005
Construccion de columna(s) nueva(s)	m3	1.62	$ 1,183,000	$ 1,916,460
			VALOR TOTAL	**$ 94,309,736**

ALTERNATIVA 2				
RECALCE EN CONCRETO DE ELEMENTOS EXISTENTES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Escarificacion de elementos (vigas, columnas y placas)	m2	154.73	$ 35,697	$ 5,523,397
Epoxico (puente de adherencia entre concreto existente y nuevo)	m2	154.73	$ 74,456	$ 11,520,577
Acero de reforzamiento	kg	1823.37	$ 5,884	$ 10,728,709
Concreto nuevo (para elementos escarificados)	m3	4.23	$ 1,183,000	$ 5,004,090
Construccion de columna(s) nueva(s)	m3	1.62	$ 1,183,000	$ 1,916,460
			VALOR TOTAL	**$ 34,693,233**

ALTERNATIVA 3				
RECALCE EN CONCRETO DE ELEMENTOS EXISTENTES Y CONSTRUCCION DE MUROS EN CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Escarificacion de elementos (vigas, columnas y placas)	m2	154.73	$ 35,697	$ 5,523,397
Epoxico (puente de adherencia entre concreto existente y nu	m2	154.73	$ 74,456	$ 11,520,577
Acero de reforzamiento	kg	3707.37	$ 5,884	$ 21,814,165
Concreto nuevo (para elementos escarificados)	m3	4.23	$ 1,183,000	$ 5,004,090
Construccion de columna(s) nueva(s)	m3	1.62	$ 1,183,000	$ 1,916,460
Construccion de muros estructurales	m3	10.47	$ 1,183,000	$ 12,386,010
			VALOR TOTAL	**$ 58,164,699**

Con base en la estimación del costo diferencial entre las 3 alternativas y teniendo en cuenta criterios de duración de la obra, de la especialización que se requiere del constructor y su mano de obra y de la afectación arquitectónica que implicaría cada alternativa se realiza el siguiente proceso de selección multicriterio en el cual para cada uno de los criterios descritos se asigna un porcentaje de importancia o ponderación, de manera tal que esto permita mediante el siguiente esquema de puntuación dar recomendación de la alternativa a seleccionar:

1= Muy Bajo
2= Bajo
3= Medio
4= Alto
5= Muy alto

ITEM	PONDERACION	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
PRECIO	25%	3	5	4
DURACION DE LA OBRA	25%	5	4	3
ESPECIALIZACION-MANO DE OBRA	30%	2	5	4
AFECTACION ARQUITECTONICA	20%	5	4	2

ITEM	PUNTUACION ALT 1	PUNTUACION ALT 2	PUNTUACION ALT 3
PRECIO	0.75	1.25	1.00
DURACION	1.25	1.00	0.75
ESPECIALIZACION-MANO DE OBRA	0.60	1.50	1.20
ARQUITECTURA	1.00	0.80	0.40
TOTAL	**3.60**	**4.55**	**3.35**

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La alternativa 1 cambia el acabado a la vista de los elementos, mientras las alternativas 2 y 3 mantienen el acabado, sin embargo, es necesario aumentar la sección en aproximadamente 7 centímetros.
- La alternativa 2 y 3 requieren de mano de obra especializada, sin embargo son sistemas de reforzamiento habituales y existen mayor cantidad de empresas especializadas en su ejecución contrario a la alternativa 1, con ello es más simple la intervención a la construcción.
- Las tres opciones generan molestias a las edificaciones que se encuentran a su alrededor.
- El mantenimiento asociado a las soluciones de reforzamiento es nulo o bajo, implicando en algunos casos una inspección simple (visual).
- Los tiempos de ejecución son menores para la alternativa 1.
- Tomando en cuenta solo las actividades que diferencian a las tres alternativas, se concluye que la alternativa que implica menor costo, es la alternativa 2.
- El contratante deberá tener en consideración factores como tiempo de ejecución, costo y magnitud de la intervención, para tomar la decisión de selección de alternativa.