GRUPO M&M CONSULTORÍA SAS

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

-ESTACIÓN DE BOMBEROS LAS FERIAS B-07-

CARRERA 69 J # 72 - 61

CONTRATO DE CONSULTORIA UAECOB 766-2024: "ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEROS DE FERIAS B-07 DE LA UAE CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTÁ –SGC".

[Honor, Valor, Disciplina]

U.A.E. CUERPO OFICIAL BOMBEROS BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ D.C
2025

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 4

2. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO 4

3. ANTECEDENTES URBANISTICOS 6

4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL 7

4.1. USOS DE LA EDIFICACIÓN 7

4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL 7

4.3. CIMENTACIÓN 7

4.4. CUMPLIMIENTO NORMATIVO 8

4.4.1. NORMA O REGLAMENTO DE DISEÑO ORIGINAL 8

4.4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL 8

5. PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA 8

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BLOQUE DE PARQUEADEROS 10

6.1. PARÁMETROS SÍSMICOS 10

6.2. AVALÚOS DE CARGAS 11

6.2.1. Cargas muertas 11

6.2.2. Cargas vivas 11

6.2.3. Evaluación de la resistencia del existente del concreto f'c 12

6.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO, MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 12

6.4. Índices de sobre esfuerzo y flexibilidad 13

7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BLOQUE DE HABITACIONES 14

7.1. PARÁMETROS SÍSMICOS 14

7.2. AVALÚOS DE CARGAS 15

7.2.1. Cargas muertas 15

7.2.2. Cargas vivas 15

7.2.3. Evaluación de la resistencia del existente de la mampostería f'm 15

7.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO, MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 16

7.4. Índices de sobre esfuerzo y flexibilidad 17

8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 18

9. ANEXOS 19

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Localización general. Barrio Las Ferias. Google Earth 4

Ilustración 2. Localización Predio. Mapas Bogotá. 5

Ilustración 3.Imagen parcial Plano urbanístico de Loteo 8/4-2. Secretaria Planeación Distrital. 6

Ilustración 4. Predio RUPI 1816-4. Mapa Base UAECD-DADEP.....6

Ilustración 5. Planta arquitectónica Estación de Bomberos Ferias 7

Ilustración 6 Espectro elástico de aceleraciones de diseño – Lacustre 300..... 11

Ilustración 7 Espectro elástico de aceleraciones del umbral de daño – Lacustre 300 11

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de índices de flexibilidad, sobre esfuerzos y vulnerabilidad bloque de parqueaderos 14

Tabla 2 Resumen de índices de flexibilidad, sobre esfuerzos y vulnerabilidad bloque de habitaciones..... 17

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio de vulnerabilidad sísmica de la Estación de Bomberos Ferias. A través del presente estudio se busca dar cumplimiento a los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Ley 400 de 1997) por cuanto las edificaciones fueron construidas antes de la entrada en vigencia de dicho reglamento.

De acuerdo con el artículo 54 de la Ley 400 de 1997 y que este edificio se clasifica dentro del Grupo de Uso III, de acuerdo con el artículo A.2.5.1.2 del NSR-10, se debe realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica. Al ser una edificación de atención a la comunidad, localizada en zona de amenaza sísmica intermedia, debe ser intervenida o reforzada para llevarla a un nivel de seguridad sísmica equivalente al de una edificación nueva diseñada y construida de acuerdo con los requisitos del NSR-10, según lo indicado en el artículo A.10.9.2.1 del reglamento NSR-10.

2. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO



Ilustración 1.Localización general. Barrio Las Ferias. Google Earth

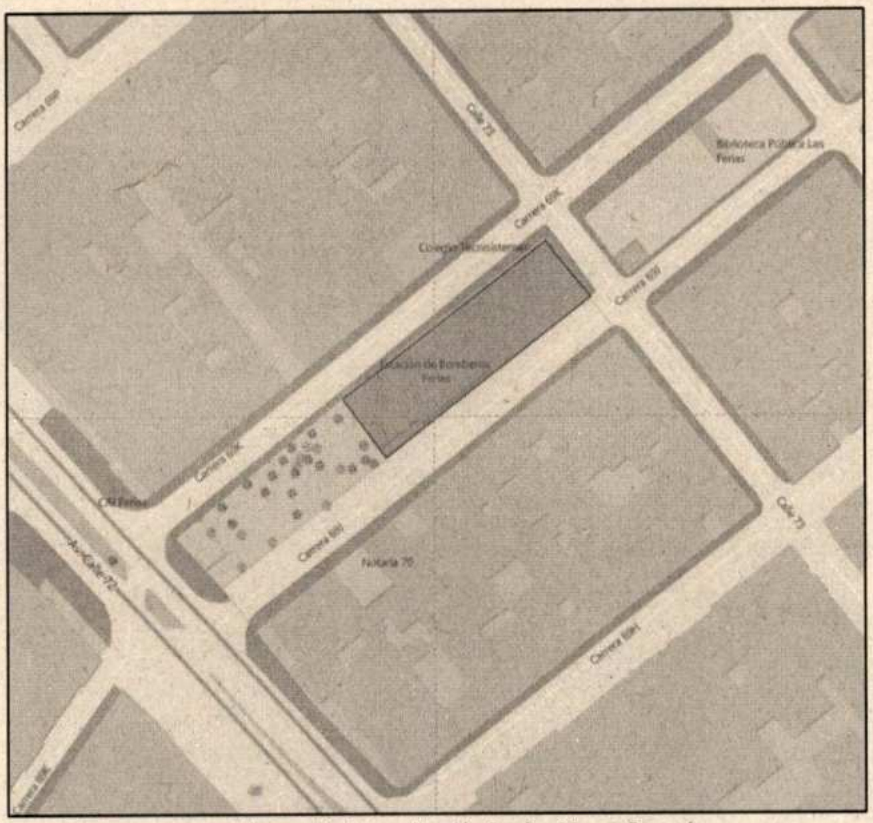


Ilustración 2. Localización Predio. Mapas Bogotá.

El predio se localiza en la Unidad de Planeamiento Local No. 29 Tabora, de la localidad de Engativá.

CHIP	CEDULA CATASTRAL	OBSERVACIONES	URBANIZACIÓN	DIRECCIÓN
AAA0059HZMS	005405530100000000	Estación de Bomberos Las Ferias	Las Ferias	KR 69 J 72 61

Según la cartografía del Decreto Distrital 555 de 2021, presenta la siguiente zonificación:

UPL	TRATAMIENTO	AREA ACTIVIDAD	SUELO
29-TABORA	RENOVACIÓN	AREA DE ACTIVIDAD DE ESTRUCTURANTE -AAE-RECEPTORA DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL	URBANO

3. ANTECEDENTES URBANISTICOS

- En las bases de datos de la Secretaria de Planeación Distrital se reporta que el predio ubicado en la Carrera 69J No. 72 – 61 hace parte del Plano de Loteo 8/4-2 correspondiente al barrio *"LAS FERIAS"*.

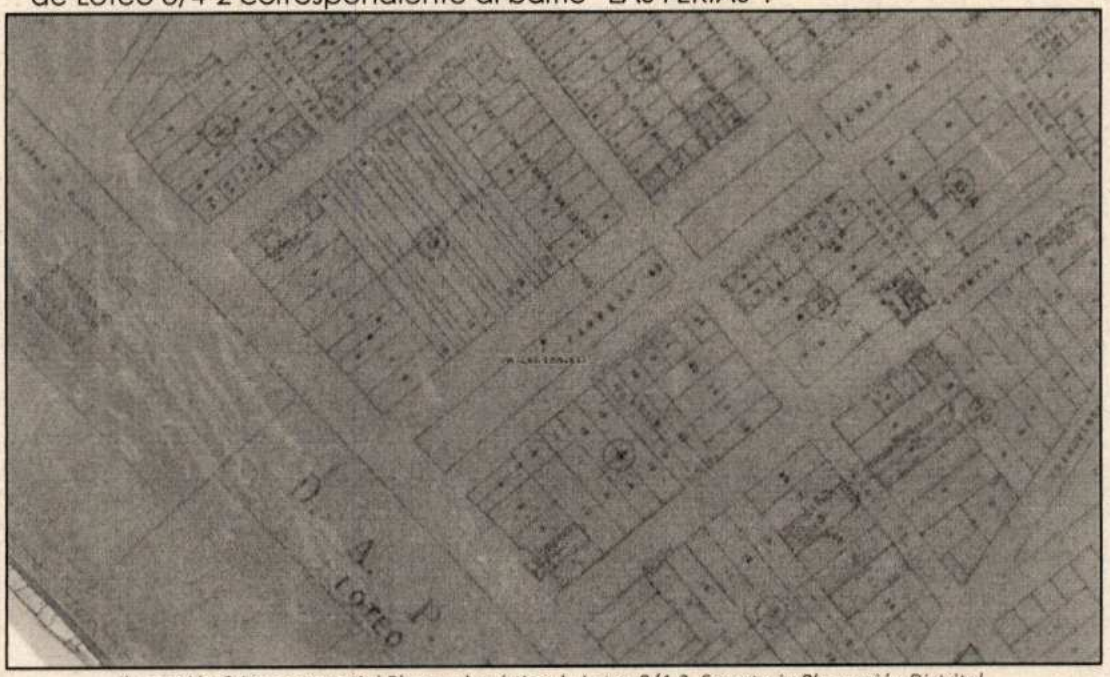


Ilustración 3.Imagen parcial Plano urbanístico de Loteo 8/4-2. Secretaria Planeación Distrital.

- El predio a la fecha se encuentra incorporado como bien de uso público en el Inventario General de Espacio Público y Bienes Fiscales del Sector Central del Distrito Capital, identificado con RUPI 1816-4.

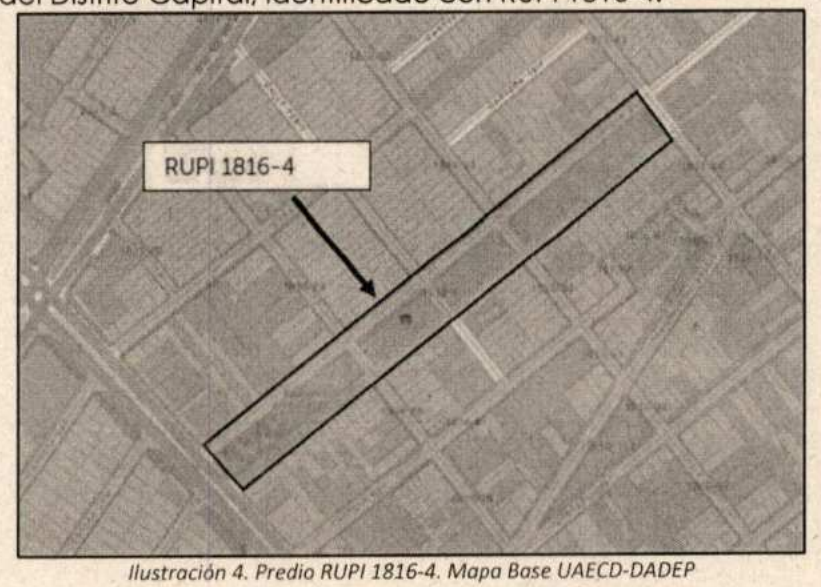


Ilustración 4. Predio RUPI 1816-4. Mapa Base UAECD-DADEP

4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

4.1. USOS DE LA EDIFICACIÓN

Desde su construcción esta edificación funcionó como la estación de bomberos del barrio Las Ferias y no se tiene contemplado un cambio de uso de la edificación.

4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

El proyecto está conformado por dos unidades estructurales independientes y el urbanismo del proyecto. La primera edificación corresponde al parqueadero de vehículos, es una estructura de un nivel conformada por pórticos en concreto con capacidad mínima de disipación de energía DMI, la cubierta es en concreto y está conformada por una losa nervada de 30 cm de espesor y nervios de 10 cm separados 90 cm entre ejes en las dos direcciones principales de la estructura y tiene un área aproximada de 132 m².

La segunda edificación corresponde a las habitaciones, es una estructura de un nivel conformada por muros en mampostería no reforzada con ladrillos en arcilla cocida y cubierta liviana construida correas en madera simplemente apoyadas y tejas ondulada en fibrocemento. Tiene un área aproximada de 278 m².

Como parte del urbanismo del proyecto se construyó una cancha multideportiva en concreto y un cerramiento en mampostería y estructura metálica.

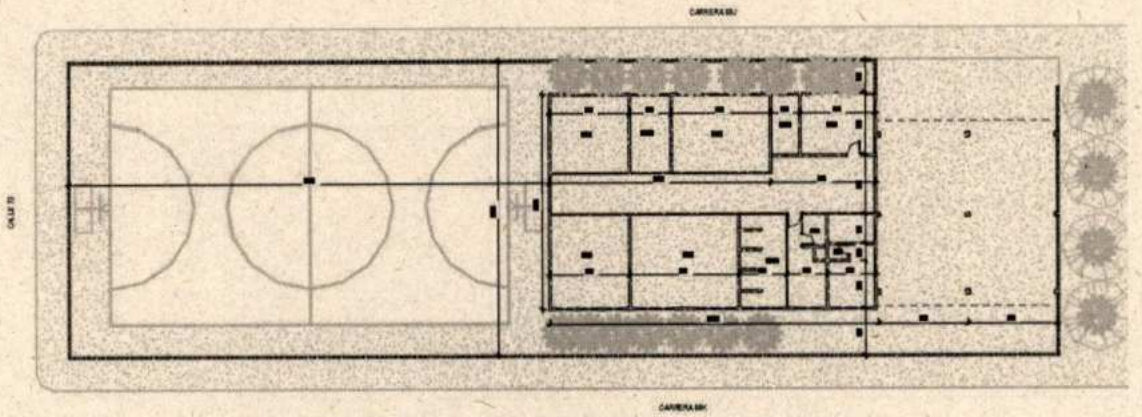


Ilustración 5. Planta arquitectónica Estación de Bomberos Ferias

4.3. CIMENTACIÓN

De acuerdo a las exploraciones realizadas se comprobó que las columnas del parqueadero están cimentadas en zapatas de 30 cm de espesor y un área aproximada de 4 m² (2.0 m x 2.0 m).

Los muros del bloque de habitaciones se encuentran cimentados en vigas de 35 cm de altura, de acuerdo con las exploraciones realizadas.

4.4.CUMPLIMIENTO NORMATIVO

4.4.1. NORMA O REGLAMENTO DE DISEÑO ORIGINAL

El diseño estructural inicial fue realizado en el año 1976, antes de la entrada en vigor de la primera norma sismo resistente colombiana (CCCSR84), por lo cual, esta edificación presenta una alta probabilidad de contar con las siguientes falencias.

- Baja magnitud de la fuerza sísmica de diseño, debido a que no existía una metodología de análisis sísmico y espectros de diseño específicos para el contexto colombiano.
- Excesiva flexibilidad de la edificación ante la acción de fuerzas sísmicas, toda vez que no existían límites de deformación para las características de la construcción colombiana ni sus elementos no estructurales.
- Baja ductilidad de las columnas ante la acción de fuerzas sísmicas ya que en esa fecha no era necesario la implementación de estribos de confinamiento.
- Acero liso como refuerzo transversal en elementos estructurales.

Por la fecha de construcción del proyecto y por la información recopilada en las exploraciones estructurales es posible establecer que la estructura del proyecto NO cumple con los requisitos de sismo resistencia vigentes.

4.4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema pórticos en concreto DMI del bloque de parqueaderos no es permitido para esta edificación, toda vez que este es permitido en edificaciones que se encuentren en zonas de amenaza sísmica baja sin límite de altura de acuerdo con la tabla A.3-3 del NSR-10.

De igual forma, el sistema de estructural de muros de mampostería no reforzada del bloque de habitaciones es permito únicamente en zonas de amenaza sísmica baja con valores Aa ≤0.05 y edificaciones de pertenecientes al grupo de uso I de hasta 2 pisos de altura máximo, por lo cual, no es válido para este proyecto.

5. PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Para la evaluación de la vulnerabilidad del bloque de parqueaderos y habitaciones se siguieron los requisitos consignados en el Capítulo A.10 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Ley 400 de 1997). En dicho capítulo se presentan los procedimientos y consideraciones para realizar la evaluación del estado de la estructura de edificaciones construidas antes de la entrada en vigencia de la última versión del reglamento.

A continuación, se presenta el procedimiento de la intervención consignado en A.10.1.4 del NSR-10.

Etapa 1: Debe verificarse que la intervención esté cubierta por el alcance dado en A.10.1.3. En este proyecto, se deben seguir los requisitos del Capítulo A.10 del NSR-10 por tratarse de un Estudio de Vulnerabilidad Sísmica y de Reforzamiento de acuerdo con A.10.1.3.3.

Etapa 2: Debe recopilarse y estudiarse la información existente acerca del diseño geotécnico y estructural, así como del proceso de construcción de la edificación original y sus posteriores modificaciones y deben hacerse exploraciones en la edificación, todo esto de acuerdo con A.10.2.

Etapa 3: El estado del sistema estructural debe calificarse con respecto a: (a) la calidad del diseño de la estructura original y su sistema de cimentación y de la construcción y (b) el estado de mantenimiento y conservación. Esta calificación debe hacerse de acuerdo con los requisitos de A.10.2.

No se encontraron bitácoras de construcción, informes de interventoría o resultados de ensayos de materiales que permitan establecer la metodología y calidad de construcción. Aunque no se evidenció un mal comportamiento de la estructura, por la antigüedad de la construcción no es posible asumir que las prácticas de construcción hayan sido óptimas, por lo cual la "calidad del diseño y la construcción de la estructura original" fueron definidos como REGULARES.

Por otra parte, el estado de los elementos estructurales y no estructurales de la edificación se encuentran en mal estado, hay evidencia de carbonatación, deflexiones y asentamientos excesivos, por lo cual el "estado de la estructura" se definió como MALO. En el estudio de patología estructural se indican los problemas identificados en la estructura.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, los coeficientes de reducción de resistencia definidos de acuerdo con la Tabla A.10.4-1 fueron $\Phi c = 0.80$ y $\Phi e = 0.60$.

Etapa 4: Deben determinarse unas solicitaciones equivalentes de acuerdo con los requisitos de A.10.4.2.

En el capítulo 6 se encuentra el análisis estructural de la edificación, en donde se definieron los parámetros de diseño, cargas y tipo de análisis estructural dependiendo sus características de uso y materiales.

Etapa 5: Debe llevase a cabo un análisis elástico de la estructura y de su sistema de cimentación para las solicitaciones equivalentes definidas en la Etapa 4. Al igual que en la determinación de las solicitaciones equivalentes, estos análisis se encuentran consignados en el capítulo 6 del presente Estudio.

Etapa 6: La resistencia existente de la estructura debe determinarse utilizando los requisitos de A.10.4.3.3. La resistencia existente de la estructura se encuentra indicada en el capítulo 6.

Etapa 7: Se debe obtener una resistencia efectiva de la estructura, a partir de la resistencia existente, afectándola por dos coeficientes de reducción de resistencia obtenidos de los

resultados de la calificación llevada a cabo en la Etapa 3.

Para el cálculo de la resistencia efectiva, se redujo la capacidad de los elementos estructurales afectándolos por un factor de 0.48, el cual se obtuvo de la multiplicación de los coeficientes de reducción Φc y Φe.

Etapa 8: Debe determinarse un índice de sobreesfuerzo como el máximo cociente obtenido para cualquier elemento o sección de éste, entre las fuerzas internas solicitadas obtenidas del análisis estructural realizado en la Etapa 5 para las solicitaciones equivalentes definidas en la Etapa 4 y la resistencia efectiva obtenida en la Etapa 7.

Se presentan los índices de sobreesfuerzo máximos en cada una de los elementos. Se evaluaron los índices de sobreesfuerzo considerando las cargas sísmicas calculadas a partir del espectro elástico de diseño.

Etapa 9: Utilizando los desplazamientos horizontales obtenidos en el análisis de la Etapa 5 deben obtenerse las derivas de la estructura. Se verificaron los límites de derivas de acuerdo con los requisitos de capítulo A.6 y A.12 del NSR-10.

Etapa 10: Debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos horizontales como el máximo cociente entre las derivas obtenidas en la Etapa 9 y las derivas permitidas por el Reglamento en el Capítulo A.6 y A.12. Igualmente debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos verticales como el máximo cociente entre las deflexiones verticales medidas en la edificación y las deflexiones permitidas por el NSR-10.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BLOQUE DE PARQUEADEROS

6.1. PARÁMETROS SÍSMICOS

- Grado de disipación de energía: DMI
- Sistema estructural: Pórticos en concreto
- R_0 2.5
- R 2.03
- Grupo de Uso: III
- Coeficiente de importancia: 1.25
- Zona de respuesta sísmica: Lacustre 300
- Grado de desempeño de elementos no estructurales: Superior

Aa = 0.15 Av = 0.20 Fa = 1.05 Fv = 2.90

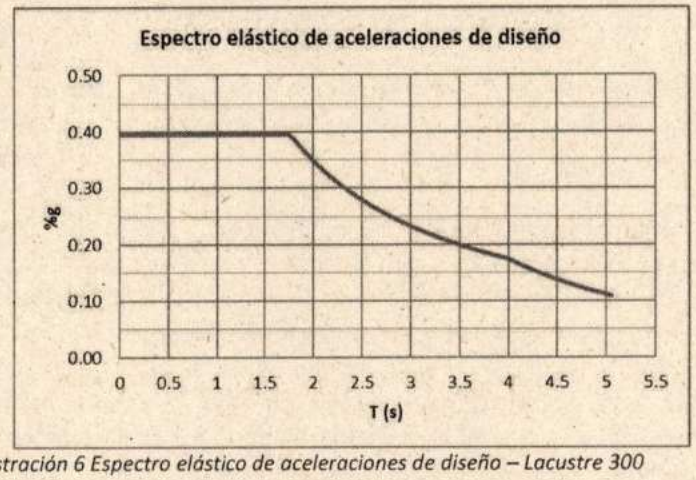


Ilustración 6 Espectro elástico de aceleraciones de diseño – Lacustre 300

Aa = 0.15 Av = 0.20 Ad = 0.08 Fa = 1.25 Fv = 4.00

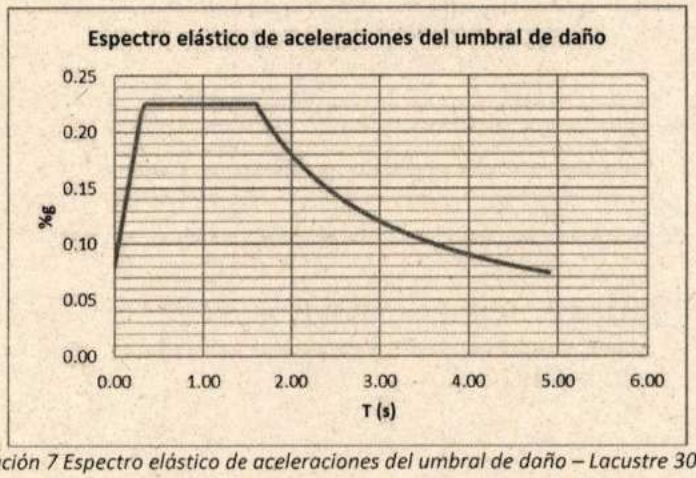


Ilustración 7 Espectro elástico de aceleraciones del umbral de daño – Lacustre 300

6.2. AVALÚOS DE CARGAS

6.2.1. Cargas muertas

- Acabados (Según B.3.4.3-1): 150 kg/m²
- Nervios S=10x30 c/.90: 133 kg/m²
- Loseta superior e=0.05 m: 120 kg/m²

Para la evaluación del peso de los elementos estructurales se consideró una densidad del concreto existente de 2400 kg/m³.

6.2.2. Cargas vivas

- Cubierta plana con acceso restringido: 180 kg/m²

6.2.3. Evaluación de la resistencia del existente del concreto f'c

Los valores de resistencia indicados a continuación fueron afectados por los siguientes coeficientes: Øc =0.80 Øe = 0.60. Se consideró una resistencia promedio de la estructura de 18.5 MPa.

Concreto

- Columnas = 9.0 MPa
- Vigas aéreas = 9.0 MPa
- Losetas = 9.0 MPa

Acero de refuerzo

- Varillas Ø≥3/8" = 216 MPa
- Varillas Ø<3/8" = 216 MPa

6.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO, MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Mediante el estudio de vulnerabilidad se busca determinar el comportamiento de las estructuras existentes ante la acción de los requisitos de análisis y diseño del NSR-10. Con este procedimiento se buscará determinar cuáles son las zonas más vulnerables que puedan precipitar el colapso de la estructura o de algunos de sus componentes.

Con el levantamiento de la información existente y los resultados de las exploraciones realizadas, se elaboró modelo matemático de la estructura, en el cual se analizó la fuerza sísmica de diseño y las correspondientes cargas gravitacionales, amplificadas de acuerdo con las combinaciones de carga consignadas en B.2.4 del reglamento NSR-10 para el diseño mediante el método de la resistencia.

Para la determinación de las fuerzas sísmicas de diseño se definió el método de ANÁLISIS DINÁMICO, el cual se elaboró con el software ETABS. Con la información de las secciones, refuerzo y resistencia de los elementos estructurales se determinó la capacidad última para los esfuerzos de corte, flexión y flexocompresión. A partir de los resultados de dichos análisis se determinaron las demandas y capacidad en los elementos, con los cuales se determinó los puntos o zonas vulnerables a tener en cuenta en el diseño del reforzamiento. De igual forma se determinaron los ÍNDICES DE FLEXIBILIDAD y los ÍNDICES DE VULNERABILIDAD de la edificación.

Diafragmas: Se considera que el entrepiso existente tiene la capacidad de comportarse como un diafragma rígido ante cargas horizontales.

Geometría: Con las exploraciones estructurales se obtuvieron datos acerca del espesor de las losas, dimensiones de elementos y de acabados para su implementación en los modelos estructurales.

Análisis: Se siguió el método DINÁMICO ELÁSTICO y se modelo cada una de las estructuras como un sistema tridimensional con diafragma rígido.

Coeficiente de Importancia: Por tratarse de un edificio de atención a la comunidad, de acuerdo con el NSR-10, la edificación en estudio debe clasificarse dentro del Grupo de Uso III, de acuerdo con A.2.5.1.2 (d).

Coeficiente de capacidad de disipación de energía, "R": Este coeficiente indica el grado de disipación de energía que posee una estructura ante la acción de los movimientos sísmicos de diseño. Este valor de R se determina multiplicando Ro (coeficiente de capacidad de disipación de energía básico), por los coeficientes de reducción de capacidad por irregularidad en altura (Øa), planta (Øp) y ausencia de redundancia (Ør). Los valores de R implementados se encuentran consignados en los análisis y diseños presentados en los anexos.

Selección de la resistencia de los materiales para su uso en la elaboración de los modelos estructurales: La selección de la resistencia de los diferentes materiales implementados en los se determinó de acuerdo con los resultados de los ensayos de campo, y se afectó por los coeficientes Øc y Øe.

Evaluación de los índices de vulnerabilidad y flexibilidad global de la estructura y específicos de cada elemento del sistema estructural: Inicialmente se determinaron los índices de flexibilidad, los cuales corresponden al máximo cociente entre las derivas obtenidas del análisis estructural y las derivas máximas permitidas por el NSR-10. El índice general corresponde al mayor valor de los índices de flexibilidad. El inverso de este índice expresa la vulnerabilidad sísmica de la edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos del NSR-10.

Con las demandas obtenidas de los análisis estructurales y de las capacidades actuales efectivas determinadas en los elementos estructurales, se calcularon los índices de sobre esfuerzo en cada uno de estos con el fin de determinar aquellos que deben ser reforzados. Este índice corresponde al máximo cociente entre las fuerzas internas solicitadas obtenidas del análisis estructural y las resistencias existentes efectivas. El índice de sobre esfuerzo general corresponde al mayor valor de los índices de sobre esfuerzo de los elementos que puedan poner en peligro la estabilidad de la edificación. El inverso de este índice expresa la vulnerabilidad de la edificación como una fracción de la resistencia que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos del NSR-10.

6.4. Índices de sobre esfuerzo y flexibilidad

A continuación, se presenta un resumen de los índices de flexibilidad y sobre esfuerzo para cada uno de los elementos de la estructura, al igual que sus correspondientes índices de vulnerabilidad.

Elemento	Índice de flexibilidad E.E.D	Vulnerabilidad sísmica E.E.D	Índice de flexibilidad E.UMB.D	Vulnerabilidad sísmica E.UMB.D	Índice de Sobreesfuerzo	Vul.
Cubierta	0.86	1.16	1.22	0.82	1.86	0.54
Columnas	-	-	-	-	2.96	0.34
Cimentación	-	-	-	-	2.14	0.47

Tabla 1 Resumen de índices de flexibilidad, sobre esfuerzos y vulnerabilidad bloque de parqueaderos

Como se observa en la Tabla anterior, aunque la estructura tiene rigidez suficiente para controlar las derivas elásticas, ninguna de los elementos cuenta con valores de vulnerabilidad mayores a la unidad, lo cual representa que la estructura es altamente vulnerable ante fuerzas de diseño exigidas en el reglamento de construcción sismo resistente NSR-10.

7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BLOQUE DE HABITACIONES

7.1. PARÁMETROS SÍSMICOS

- Grado de disipación de energía: DMI
- Sistema estructural: Muros de mampostería no reforzada
- R_0 1.0
- R 0.80
- Grupo de Uso: III
- Coeficiente de importancia: 1.25
- Zona de respuesta sísmica: Lacustre 300
- Grado de desempeño de elementos no estructurales: Superior

Aa = 0.15 Av = 0.20 Fa = 1.05 Fv = 2.90

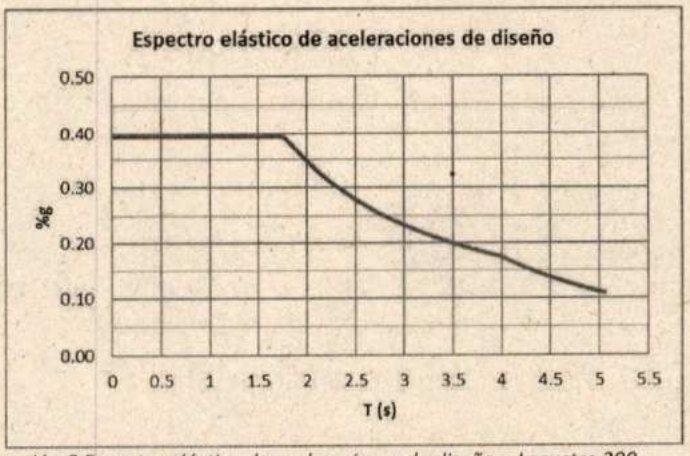


Ilustración 8 Espectro elástico de aceleraciones de diseño – Lacustre 300

Aa = 0.15 Av = 0.20 Ad = 0.08 Fa = 1.25 Fv = 4.00

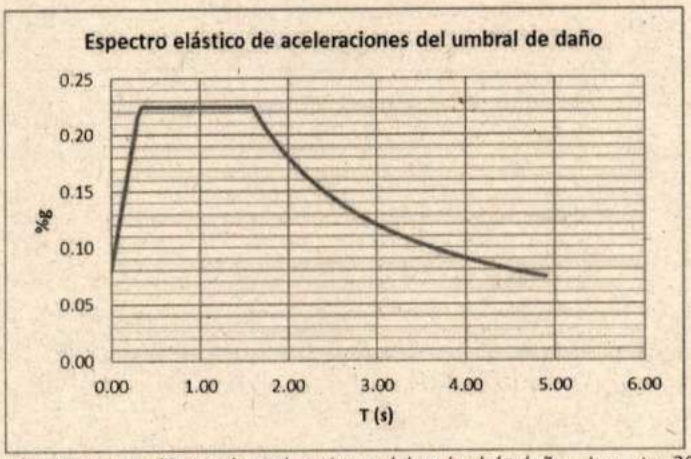


Ilustración 9 Espectro elástico de aceleraciones del umbral de daño – Lacustre 300

7.2. AVALÚOS DE CARGAS

7.2.1. Cargas muertas

- Peso teja: 12 kg/m²
- Correas de madera: 6 kg/m²
- Instalaciones y cielorraso: 35 kg/m²

Para la evaluación del peso de los elementos estructurales se consideró una densidad del concreto existente de 2400 kg/m³.

7.2.2. Cargas vivas

- Cubierta liviana (Granizo): 100 kg/m²
- Tanques: 500 kg/m²

7.2.3. Evaluación de la resistencia del existente de la mampostería f'm

Los valores de resistencia indicados a continuación fueron afectados por los siguientes coeficientes: Øc =0.80 Øe = 0.60. Se consideró una resistencia promedio de la unidad de mampostería f'cu 27.36 MPa. En el anexo 2 se presenta el cálculo detallado de la resistencia de los muros de mampostería f'm

- Muros de mampostería f'm= 5.41 MPa

7.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO, MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Mediante el estudio de vulnerabilidad se busca determinar el comportamiento de las estructuras existentes ante la acción de los requisitos de análisis y diseño del NSR-10. Con este procedimiento se buscará determinar cuáles son las zonas más vulnerables que puedan precipitar el colapso de la estructura o de algunos de sus componentes.

Con el levantamiento de la información existente y los resultados de las exploraciones realizadas, se elaboró modelo matemático de la estructura, en el cual se analizó la fuerza sísmica de diseño y las correspondientes cargas gravitacionales, amplificadas de acuerdo con las combinaciones de carga consignadas en B.2.4 del reglamento NSR-10 para el diseño mediante el método de la resistencia.

Para la determinación de las fuerzas sísmicas de diseño se definió el método de ANÁLISIS DINÁMICO, el cual se elaboró con el software ETABS. Con la información de las secciones, refuerzo y resistencia de los elementos estructurales se determinó la capacidad última para los esfuerzos de corte, flexión y flexocompresión. A partir de los resultados de dichos análisis se determinaron las demandas y capacidad en los elementos, con los cuales se determinó los puntos o zonas vulnerables a tener en cuenta en el diseño del reforzamiento. De igual forma se determinaron los ÍNDICES DE FLEXIBILIDAD y los ÍNDICES DE VULNERABILIDAD de la edificación.

Diafragmas: Se considera que la cubierta no tiene la capacidad de comportarse como un diafragma rígido ante cargas horizontales, por lo tanto, se asigna un diafragma flexible.

Geometría: Con las exploraciones estructurales se obtuvieron datos acerca del espesor de las losas, dimensiones de elementos y de acabados para su implementación en los modelos estructurales.

Análisis: Se siguió el método DINÁMICO ELÁSTICO y se modelo cada una de las estructuras como un sistema tridimensional con diafragma flexible.

Coeficiente de Importancia: Por tratarse de un edificio de atención a la comunidad, de acuerdo con el NSR-10, la edificación en estudio debe clasificarse dentro del Grupo de Uso III, de acuerdo con A.2.5.1.2 (d).

Coeficiente de capacidad de disipación de energía, "R": Este coeficiente indica el grado de disipación de energía que posee una estructura ante la acción de los movimientos sísmicos de diseño. Este valor de R se determina multiplicando Ro (coeficiente de capacidad de disipación de energía básico), por los coeficientes de reducción de capacidad por irregularidad en altura (Øa), planta (Øp) y ausencia de redundancia (Ør). Los valores de R implementados se encuentran

consignados en los análisis y diseños presentados en los anexos.

Selección de la resistencia de los materiales para su uso en la elaboración de los modelos estructurales: La selección de la resistencia de los diferentes materiales implementados en los se determinó de acuerdo con los resultados de los ensayos de campo, y se afectó por los coeficientes Øc y Øe.

Evaluación de los índices de vulnerabilidad y flexibilidad global de la estructura y específicos de cada elemento del sistema estructural: Inicialmente se determinaron los índices de flexibilidad, los cuales corresponden al máximo cociente entre las derivas obtenidas del análisis estructural y las derivas máximas permitidas por el NSR-10. El índice general corresponde al mayor valor de los índices de flexibilidad. El inverso de este índice expresa la vulnerabilidad sísmica de la edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos del NSR-10.

Con las demandas obtenidas de los análisis estructurales y de las capacidades actuales efectivas determinadas en los elementos estructurales, se calcularon los índices de sobre esfuerzo en cada uno de estos con el fin de determinar aquellos que deben ser reforzados. Este índice corresponde al máximo cociente entre las fuerzas internas solicitadas obtenidas del análisis estructural y las resistencias existentes efectivas. El índice de sobre esfuerzo general corresponde al mayor valor de los índices de sobre esfuerzo de los elementos que puedan poner en peligro la estabilidad de la edificación. El inverso de este índice expresa la vulnerabilidad de la edificación como una fracción de la resistencia que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos del NSR-10.

7.4. Índices de sobre esfuerzo y flexibilidad

A continuación, se presenta un resumen de los índices de flexibilidad y sobre esfuerzo para cada uno de los elementos de la estructura, al igual que sus correspondientes índices de vulnerabilidad.

Elemento	Índice de flexibilidad E.E.D	Vulnerabilidad sísmica E.E.D	Índice de flexibilidad E.UMB.D	Vulnerabilidad sísmica E.UMB.D	Índice de Sobreesfuerzo	Vul.
Cubierta	0.10	10	0.04	27.44	-	-
Muros	-	-	-	-	3.15	0.32
Cimentación	-	-	-	-	10.60	0.09

Tabla 2 Resumen de índices de flexibilidad, sobre esfuerzos y vulnerabilidad bloque de habitaciones

Como se observa en la Tabla anterior, aunque la estructura tiene una rigidez suficiente los muros y la cimentación no tienen la capacidad suficiente para las solicitaciones exigidas en el reglamento NSR-10, lo cual representa que la estructura

es altamente vulnerable ante fuerzas de diseño exigidas en el reglamento de construcción sismo resistente NSR-10.

8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

a. El sistema de resistencia sísmica actual de los dos bloques de la edificación NO es permitido para este tipo de edificaciones de acuerdo con las tablas A.3-1 y A.3-3 del NSR-10, por lo cual, es necesario definir un nuevo sistema que garantice de manera adecuada la rigidez y resistencia exigidas para el grado de disipación de energía requerido por esta edificación. Este nuevo sistema se debe establecer en la etapa de diseño de reforzamiento estructural.

b. Como se puede ver en el numeral anterior, la estructura del bloque de parqueaderos y habitaciones presentan un alto grado de vulnerabilidad ante evento sísmico, una vez se aplican los factores de seguridad mínimos exigidos por el reglamento de construcción sismo resistente NSR-10 y adicionalmente la estructura se encuentra en mal estado debido a la falta de mantenimiento y antigüedad de la misma , por la tanto, se determina que la estructura es vulnerable bajo las hipótesis de cargas definidas en este reglamento.

c. En general, la resistencia a la compresión de los núcleos de concreto medida es baja, en promedio 18.5 MPa, y en tres de cinco núcleos se obtuvieron resistencias inferiores a la resistencia mínima de 21.0 MPa exigida por el reglamento NSR-10 en elementos que hace parte del sistema de resistencia sísmica de la estructura.

d. El bloque de habitaciones está construido con un sistema estructural que no tiene capacidad de disipación de energía, muros de mampostería no reforzada, que se permite solo en casos excepcionales por el reglamento NSR-10, se concluye que la estructura presenta un alto grado de vulnerabilidad ante un evento sísmico. En el oficio CAP-513-2014 y el acta 122 de la Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes se indica que es aceptable que las construcciones de muros de mampostería no reforzada de hasta dos pisos de altura, independientemente del grupo de uso, y en cualquier zona de amenaza sísmica, sean reforzadas con una estructura en concreto que cumpla con lo indicado en el capítulo D.10, muros de mampostería confinada, del reglamento NSR-10.

e. Debido a que la edificación fue diseñada y construida antes de la implementación de la primera norma resistente colombiana y que esta edificación pertenece al grupo de uso III, edificios de atención a la comunidad, es necesario realizar su respectiva actualización, con el objeto de garantizar su rigidez y resistencia ante la acción de las cargas verticales y horizontales mínimas requeridas en el NSR-10 y que tenga un desempeño equivalente al de una estructura diseñada con el reglamento actual según

lo indicado en el artículo A.10.9.2.1 del reglamento NSR-10. Para esto sería necesario realizar un estudio de reforzamiento de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.10 del NSR-10.

Sin embargo, como lo indica el estudio de vulnerabilidad sísmica realizado, existe un alto grado de deterioro y patologías significativas que comprometen la integridad estructural general del proyecto. Adicionalmente, se ha determinado que la estructura de las edificaciones presenta una vulnerabilidad sísmica alta, lo que la hace susceptible a daños graves o colapso en caso de un evento sísmico de magnitud moderada o alta.

Y, dado que la estructura no está catalogada como bien de conservación arquitectónica, se considera que la mejor opción para garantizar la seguridad de los ocupantes y la preservación del patrimonio es la demolición total y construcción de una obra nueva. Esta alternativa permitirá diseñar y construir una estructura que cumpla con todos los requisitos del reglamento NSR-10 y tenga el desempeño esperado para una edificación de atención a la comunidad.

La demolición y construcción de una nueva estructura también ofrece la oportunidad de mejorar la funcionalidad y el diseño del espacio, adaptándolo a las necesidades actuales y futuras.

Atentamente,

ING. JAIRO ANDRÉS MEZA
DISEÑADOR ESTRUCTURAL
M.P. 68202108602STD

9. ANEXOS

- Anexo 1 - Memoria de cálculo análisis de vulnerabilidad sísmica bloque de parqueaderos.
- Anexo 2 - Memoria de cálculo análisis de vulnerabilidad sísmica bloque de habitaciones.

ANEXO 1

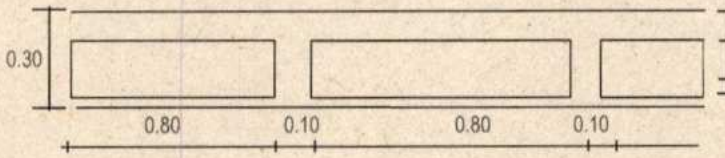
MEMORIA DE CÁLCULO

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
BLOQUE DE PARQUEADEROS

DETERMINACIÓN DE CARGAS POR NIVEL

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Bloque 1
Localización: Bogotá D.C

- Losa de cubiertas



					Ton/m²
Peso placa Superior	0.05	x	2.4		0.120
Acabados (Según tabla B.3.4.3-1)					0.150
Nervios	0.10	x	0.25	x 2.4/0.9x2	0.133
*Muros no estructurales**					0.000
Instalaciones					0.000
				***C.M.* =**	0.403
				***Eequiv.* =**	0.168

- C argas vivas

	Ton/m²
Cubierta plana con acceso restringido	0.180

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES Y CARGAS POR NIVEL

NIVEL	$A_{placa\ (m^2)}$	DENSIDAD ELEMENTOS ESTRUCTURALES				$C.R._{Total}$	$C.R._{an\ sísmico}$
		COI (Ton)	VIGAS (Ton)	NOES (Ton)	ρ (Ton/m^2)		
Cubierta	128.506	4.47	16.01	0.00	0.16	0.74	0.56

ANÁLISIS SÍSMICO
MÉTODO FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE (A.5 - NSR-10)

ANÁLISIS SÍSMICO POR FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

$Ta = C_t * h_n^{\alpha}$ =	0.18 s	**Ct =**	0.047	*(Pórticos de concreto - Tabla A.4.2-1)*
K =	1.00	**α =**	0.90	
Cu=	1.2			
CuTa=	0.22			

K = 1.00 Para T = 0.50 seg
K = 0.84 Para 0.50 < T < 2.5 seg
K = 2.00 Para T > 2.5

PISO	$A_{(m^2)}$	$\rho_{(Ton/m2)}$	W (ton)	$h_{piso\,(m)}$	$h_{n\,(m)}$	$W*h_n^K$	Cv	Fv
Cubierta	128.51	0.56	72.31	4.30	4.30	311	1.00	28.47
						311		

P_{total} = 72.31 Ton

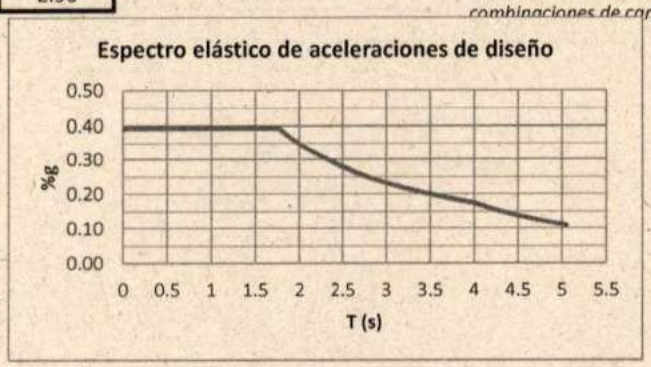
Tx =	0.22 s	**Ty =**	0.22 s
Sax =	0.394	**Say =**	0.394
Vsx =	28.47 Ton	**Vsx =**	28.47 Ton
Sda x =	0.171	**Sda y =**	0.171
Vds x =	12.34 Ton	**Vsd y =**	12.34 Ton

ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO

ESPECTRO NSR-10			
Aa =	0.15	Tc (seg) =	1.77
Av =	0.20	Tl (seg) =	4.00
Fa =	1.05	I =	1.00
Fv =	2.90		

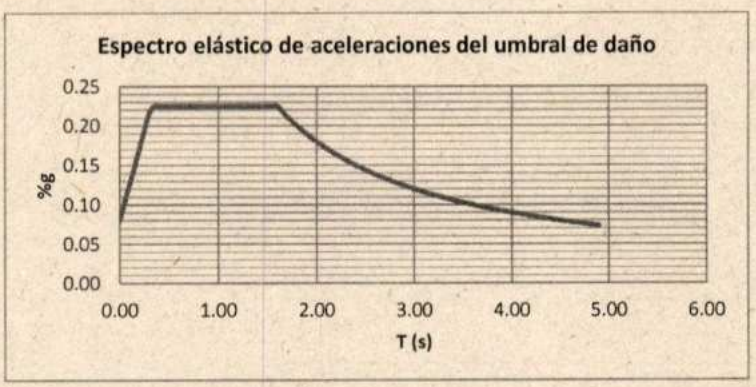
Zona de respuesta sísmica: Lacustre 300

Nota: *Se considera un coeficiente de importancia de I=1 para el chequeo de las derivas. Para el diseño de los elementos estructurales se aplica el coeficiente de importancia correspondiente a I=1.25 (Ver combinaciones de carga)*



ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DEL UMBRAL DE DAÑO

PARÁMETROS UMBRAL DE DAÑO			
Fa	0.08	T0d	0.32
Fv	0.00	TCd	1.60
A0d	0.06	TLd	5.00



Resumen resultados análisis dinámico

		Espectro elástico de diseño		*Espectro elástico del umbral de daño*	
$Tx_{(s)}$ =	0.60	$Vx_{(Ton)}$ =	28.49	$Vx_{(Ton)}$ =	16.27
$Ty_{(s)}$ =	0.59	$Vy_{(Ton)}$ =	28.49	$Vy_{(Ton)}$ =	16.27

Tipo de estructura = 1 (1:Regular; 2:Irregular)

A.5.4.5 *El cortante dinámico total en la base obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquier dirección de análisis, no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares o que el 90% para estructuras irregulares, del cortante sísmico en la base, calculado por el método de la Fuerza Horizontal Equivalente.*

Factores de ajuste del cortante dinámico total en la base - Espectro elástico de aceleraciones de diseños

Fx =	22.78	/	28.49	=	0.80	$Fx_{definitivo}$ = 1.00
Fy =	22.78	/	28.49	=	0.80	$Fy_{definitivo}$ = 1.00

Factores de ajuste del cortante dinámico total en la base - Espectro elástico de aceleraciones del umbral de daño

Fx =	9.87	/	16.27	=	0.61	$Fx_{definitivo}$ = 1.00
Fy =	9.87	/	16.27	=	0.61	$Fy_{definitivo}$ = 1.00

RESULTADOS ANÁLISIS DINÁMICO

CENTROS DE MASA Y RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA (kg-m)

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
CUB	D1	7372	7372	5.52	5.82	7372	7372	5.52	5.82	5.52	5.82
		73.7 Ton	*73.7 Ton*								

PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE MASAS

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.60	100.00	0.00	0	100.00	0.00	0	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2	0.59	0.00	100.00	0	100.00	100.00	0	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
3	0.54	0.00	0.00	0	100.00	100.00	0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00

CORTANTE DINÁMICO TOTAL EN LA BASE - ESPECTRO DE ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO (kg)

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPX	1	U1	28495	0	0	0	122527	-165839
SPX	2	U1	0	0	0	0	0	0
SPX	3	U1	0	0	0	0	0	0
SPX	**All**	**All**	**28495**	**0**	**0**	**0**	**122527**	**165839**
SPY	1	U2	0	0	0	0	0	0
SPY	2	U2	0	28495	0	-122527	0	157290
SPY	3	U2	0	0	0	0	0	0
SPY	**All**	**All**	**0**	**28495**	**0**	**122527**	**0**	**157290**

CORTANTE DINÁMICO TOTAL EN LA BASE - ESPECTRO DEL UMBRAL DE DAÑO (kg)

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SUX	1	U1	16272	0	0	0	69971	-94705
SUX	2	U1	0	0	0	0	0	0
SUX	3	U1	0	0	0	0	0	0
SUX	**All**	**All**	**16272.32**	**0**	**0**	**0**	**69970.987**	**94704.917**
SUY	1	U2	0	0	0	0	0	0
SUY	2	U2	0	16272.32	0	-69970.987	0	89823.22
SUY	3	U2	0	0	0	0	0	0
SUY	**All**	**All**	**0**	**16272.32**	**0**	**69970.987**	**0**	**89823.22**

CÁLCULO DE DERIVAS (A.6 - NSR-10)

1. PUNTOS DE CHEQUEO

$$\Delta_a = \sqrt{(\delta_{x1} - \delta_{x2})^2 + (\delta_{y1} - \delta_{y2})^2}$$

Cubierta



SISMO X *PTO CHEQUEO* 4
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.035	0.010	3.69	4.30	0.86	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 4
COMBO DER3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.011	0.034	3.60	4.30	0.84	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 6
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.035	0.010	3.69	4.30	0.86	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 6
COMBO DER3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.011	0.034	3.60	4.30	0.84	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 10
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.035	0.010	3.69	4.30	0.86	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 10
COMBO DER3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.011	0.034	3.60	4.30	0.84	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 12
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.035	0.010	3.69	4.30	0.86	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 12
COMBO DER3

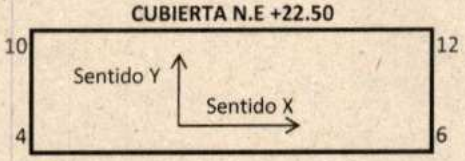
NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.011	0.034	3.60	4.30	0.84	*ok*

CÁLCULO DE DERIVAS PARA EL UMBRAL DE DAÑO (A.12.2 - NSR-10)

1. PUNTOS DE CHEQUEO

$$\Delta_a = \sqrt{(\delta_{x1} - \delta_{x2})^2 + (\delta_{y1} - \delta_{y2})^2}$$

CUBIERTA N.E +22.50



SISMO X *PTO CHEQUEO* 4
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0202	0.0059	2.104	1.72	1.22	*Revisar*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 4
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0061	0.0197	2.062	1.72	1.20	*Revisar*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 6
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0202	0.0059	2.104	1.72	1.22	*Revisar*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 6
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0061	0.0197	2.062	1.72	1.20	*Revisar*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 10
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0202	0.0059	2.104	1.72	1.22	*Revisar*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 10
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0061	0.0197	2.062	1.72	1.20	*Revisar*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 12
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0202	0.0059	2.104	1.72	1.22	*Revisar*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 12
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.30	0.0061	0.0197	2.062	1.72	1.20	*Revisar*

CHEQUEO DE IRREGULARIDADES

(Tablas A.3-6 y A.3-7 y Figuras A.3-1 y A.3-2)

1. Irregularidades en planta (A.3-6)

		ϕ_p	Chequeo
1aP	Irregularidad torsional	0.9	*No presenta*
1bP	Irregularidad torsional extrema	0.8	*No presenta*
2P	Retrocesos excesivos en las esquinas	0.9	*No presenta*
3P	Discontinuidad del diafragma	0.9	*No presenta*
4P	Desplazamientos del plano de acción	0.8	*No presenta*
5P	Sistemas no paralelos	0.9	*No presenta*

2. Irregularidades en altura (A.3-7)

		ϕ_a	Chequeo
1aA	Piso flexible (Irregularidad en rigidez)	0.9	*No aplica*
1bA	Piso flexible (Irreg. Extrema en rigidez)	0.8	*No aplica*
2A	Irregularidad en la distribución de masas	0.9	*No aplica*
3A	Irregularidad geométrica	0.9	*No aplica*
4A	Desplazamientos en el plano de acción	0.8	*No aplica*
5aA	Piso débil - Discontinuidad en resistencia)	0.9	*No aplica*
5bA	Piso débil - Discont. Extrema en resistencia	0.8	*No aplica*

3. Ausencia de Redundancia (A.3.3.8)

	ϕ_r	Chequeo
Ausencia de redundancia en el sist. de resistencia	0.75	*No presenta*

Chequeo irregularidad torsional

Sismo X (DER1)

	6	12	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	Δ_1 (cm)	Δ_2 (cm)	$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Chequeo	$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Chequeo
Cubierta	3.69	3.69	4.42	*ok*	5.16	*ok*
	4	10	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	Δ_1 (cm)	Δ_2 (cm)	$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Chequeo	$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Chequeo
Cubierta	3.69	3.69	4.42	*ok*	5.16	*ok*

Sismo Y (DER3)

	10	12	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	**$\Delta_{1\,(cm)}$**	**$\Delta_{2\,(cm)}$**	**$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**	**$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**
Cubierta	3.60	3.60	4.32	*ok*	5.04	*ok*

	4	6	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	**$\Delta_{1\,(cm)}$**	**$\Delta_{2\,(cm)}$**	**$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**	**$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**
Cubierta	3.60	3.60	4.32	*ok*	5.04	*ok*

COMBINACIONES DE CARGA (B.2.4.2 - NSR-10)
Filosofía de diseño de Estados Límites de Resistencia

Especificaciones de diseño

R_o	2.50	*(Pórticos de concreto DMI)*
Ω =	3.00	*(Pórticos de concreto DMI)*
ϕ_p =	1.00	*(Ver chequeo de irregularidades)*
ϕ_a =	1.00	*(Ver chequeo de irregularidades)*
ϕ_r =	1.00	*(Ver chequeo de irregularidades)*
R =	2.50	
I =	1.25	
SX =	1.00	SismoX
SY =	1.00	SismoY
EX =	0.50	Sismo de diseño (SX*I/R)
EY =	0.50	Sismo de diseño (SX*I/R)

Combinaciones para chequeo de la deriva

	C.M		C.V.		S.X.		S.Y
DER1.	1.20	+	1.00	+	1.00		
DER2.	1.20	+	1.00	-	1.00		
DER3.	1.20	+	1.00			+	1.00
DER4.	1.20	+	1.00			-	1.00
DER5.	0.90			+	1.00		
DER6.	0.90			-	1.00		
DER7.	0.90					+	1.00
DER8.	0.90					-	1.00

Combinaciones para chequeo de la deriva del umbral de daño

	C.M		C.V.		SU.X		SU.Y
DU1.	1.20	+	1.00	+	1.00		
DU2.	1.20	+	1.00	-	1.00		
DU3.	1.20	+	1.00			+	1.00
DU4.	1.20	+	1.00			-	1.00
DU5.	0.90			+	1.00		
DU6.	0.90			-	1.00		
DU7.	0.90					+	1.00
DU8.	0.90					-	1.00

Combinaciones para diseño a flexión

	C.M		C.V.		EX		EY
D1.	1.40						
D2.	1.20	+	1.60				
D3.	1.20	+	1.00	+	1.00	+	0.30
D4.	1.20	+	1.00	+	1.00	-	0.30
D5.	1.20	+	1.00	-	1.00	+	0.30
D6.	1.20	+	1.00	-	1.00	-	0.30
D7.	1.20	+	1.00	+	0.30	+	1.00
D8.	1.20	+	1.00	-	0.30	+	1.00
D9.	1.20	+	1.00	+	0.30	-	1.00
D10.	1.20	+	1.00	-	0.30	-	1.00
D11.	0.90			+	1.00	+	0.30
D12.	0.90			+	1.00	-	0.30
D13.	0.90			-	1.00	+	0.30
D14.	0.90			-	1.00	-	0.30
D15.	0.90			+	0.30	+	1.00
D16.	0.90			-	0.30	+	1.00
D17.	0.90			+	0.30	-	1.00
D18.	0.90			-	0.30	-	1.00

Combinaciones para diseño de columnas a corte

	C.M		C.V.		S.X.		S.Y
DC1.	1.20	+	1.00	+	3.00	+	0.90
DC2.	1.20	+	1.00	+	3.00	-	0.90
DC3.	1.20	+	1.00	-	3.00	+	0.90
DC4.	1.20	+	1.00	-	3.00	-	0.90
DC5.	1.20	+	1.00	+	0.90	+	3.00
DC6.	1.20	+	1.00	-	0.90	+	3.00
DC7.	1.20	+	1.00	+	0.90	-	3.00
DC8.	1.20	+	1.00	-	0.90	-	3.00
DC9.	0.90			+	3.00	+	0.90
DC10.	0.90			+	3.00	-	0.90
DC11.	0.90			-	3.00	+	0.90
DC12.	0.90			-	3.00	-	0.90
DC13.	0.90			+	0.90	+	3.00
DC14.	0.90			-	0.90	+	3.00
DC15.	0.90			+	0.90	-	3.00
DC16.	0.90			-	0.90	-	3.00

Combinaciones para diseño de vigas a corte

	C.M		C.V.		S.X.		S.Y
DV1.	1.20	+	1.00	+	2.00	+	0.60
DV2.	1.20	+	1.00	+	2.00	-	0.60
DV3.	1.20	+	1.00	-	2.00	+	0.60
DV4.	1.20	+	1.00	-	2.00	-	0.60
DV5.	1.20	+	1.00	+	0.60	+	2.00
DV6.	1.20	+	1.00	-	0.60	+	2.00
DV7.	1.20	+	1.00	+	0.60	-	2.00
DV8.	1.20	+	1.00	-	0.60	-	2.00
DV9.	0.90			+	2.00	+	0.60
DV10.	0.90			+	2.00	-	0.60
DV11.	0.90			-	2.00	+	0.60
DV12.	0.90			-	2.00	-	0.60
DV13.	0.90			+	0.60	+	2.00
DV14.	0.90			-	0.60	+	2.00
DV15.	0.90			+	0.60	-	2.00
DV16.	0.90			-	0.60	-	2.00

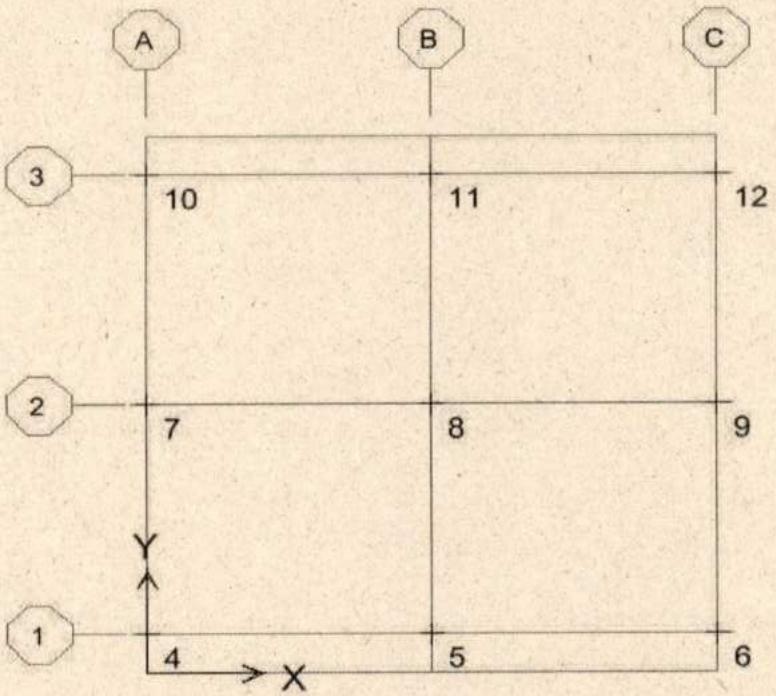
Combinaciones para diseño de cimentación

	C.M		C.V.		EX		EY
CIM1	1.00	+	1.00				
CIM2	1.00	+	0.75				
CIM3	1.00	+			0.70		
CIM4	1.00	+					0.70
CIM5	1.00	+	0.75	+	0.53		
CIM6	1.00	+	0.75			+	0.53
CIM7	0.60			+	0.70		
CIM8	0.60					+	0.70

CIM envolvente de todas las combinaciones de cimentación

Proyecto: Estación de Bomberos Ferias - Parqueaderos

Identificación de nodos en la base:



Cargas a cimentación para cargas de servicio (Ton - m)								
Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	4	CIM1	0.67	0.29	7.13	-0.45	1.02	0.00
BASE	5	CIM1	0.00	0.51	14.49	-0.79	0.00	0.00
BASE	6	CIM1	-0.67	0.29	7.13	-0.45	-1.02	0.00
BASE	7	CIM1	1.01	0.00	10.73	0.00	1.54	0.00
BASE	8	CIM1	0.00	0.00	22.06	0.00	0.00	0.00
BASE	9	CIM1	-1.01	0.00	10.73	0.00	-1.54	0.00
BASE	10	CIM1	0.67	-0.29	7.13	0.45	1.02	0.00
BASE	11	CIM1	0.00	-0.51	14.49	0.79	0.00	0.00
BASE	12	CIM1	-0.67	-0.29	7.13	0.45	-1.02	0.00

Cargas a cimentación para cargas de servicio con sismo (Ton - m)								
Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	4	CIM MAX	1.50	1.23	7.31	2.30	3.43	0.00
BASE	4	CIM MIN	-0.55	-0.78	4.46	-2.99	-1.99	0.00
BASE	5	CIM MAX	1.33	1.37	14.17	2.06	3.19	0.00
BASE	5	CIM MIN	-1.33	-0.61	9.94	-3.22	-3.19	0.00
BASE	6	CIM MAX	0.55	1.23	7.31	2.30	1.99	0.00
BASE	6	CIM MIN	-1.50	-0.78	4.46	-2.99	-3.43	0.00
BASE	7	CIM MAX	1.72	1.33	10.61	3.15	3.79	0.00
BASE	7	CIM MIN	-0.34	-1.33	6.87	-3.15	-1.66	0.00
BASE	8	CIM MAX	1.31	1.31	20.66	3.15	3.19	0.00
BASE	8	CIM MIN	-1.31	-1.31	14.82	-3.15	-3.19	0.00
BASE	9	CIM MAX	0.34	1.33	10.61	3.15	1.66	0.00
BASE	9	CIM MIN	-1.72	-1.33	6.87	-3.15	-3.79	0.00
BASE	10	CIM MAX	1.50	0.78	7.31	2.99	3.43	0.00
BASE	10	CIM MIN	-0.55	-1.23	4.46	-2.30	-1.99	0.00
BASE	11	CIM MAX	1.33	0.61	14.17	3.22	3.19	0.00
BASE	11	CIM MIN	-1.33	-1.37	9.94	-2.06	-3.19	0.00
BASE	12	CIM MAX	0.55	0.78	7.31	2.99	1.99	0.00
BASE	12	CIM MIN	-1.50	-1.23	4.46	-2.30	-3.43	0.00

Diseño de zapatas para cargas de servicio

1. Parámetros

σ_{adm} = 2.92 Ton/m²
f'c = 90 kg/cm²
fy = 4200 kg/cm²
F.S = 1.50
d' = 0.075 m

ϕv_c = 3.77 kg/cm²

Nivel viga de amarre = -0.18 m
Nivel de cimentación= -0.66 m
Altura de zapata = 0.48 m

2. Verifcación de esfuerzos admisibles en el terreno

Nodo	Eje	Reacción (Ton)	Geometria de zapata				Sección de columna		Peso de zapata	P_{TOTAL}	σ	I/S
			L (m)	B (m)	H (m)	h (m)	Lc (m)	Bc (m)	(Ton)	(Ton)	(Ton/m²)	
4	A-1	7	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	10.05	2.51	0.86
5	B-1	14	2.80	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	17.41	4.35	1.49
6	C-1	7	2.00	1.00	0.30		0.30	0.30	1.48	8.61	4.30	1.47
7	A-2	11	2.80	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	13.65	3.41	1.17
8	B-2	22	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	24.98	6.24	2.14
9	C-2	11	2.00	1.00	0.30		0.30	0.30	1.48	12.21	6.10	2.09
10	A-3	7	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	10.05	2.51	0.86
11	B-3	14	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	17.41	4.35	1.49
12	C-3	7	2.00	1.00	0.30		0.30	0.30	1.48	8.61	4.30	1.47
											Max =	2.14

3. Diseño a flexión

Nodo	Eje	Sentido corto						Sentido largo					
		Mu (Ton.m)	P_{req}	P_{min}	As_{req} (cm²/m)	As		Mu (Ton.m)	P_{req}	P_{min}	As_{req} (cm²)	As	
4	A-1	1.36	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	1.36	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
5	B-1	2.36	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.36	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
6	C-1	0.40	0.0002	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.33	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
7	A-2	1.85	0.0010	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	1.85	0.0010	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
8	B-2	3.38	0.0019	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	3.38	0.0019	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
9	C-2	0.56	0.0003	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	3.31	0.0018	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
10	A-3	1.36	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	1.36	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
11	B-3	2.36	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.36	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
12	C-3	0.40	0.0002	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.33	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89

4. Verificación esfuerzo cortante

Nodo	Eje	Sentido corto		Sentido largo	
		v_u (kg/cm²/m)	Verificación	v_u (kg/cm²/m)	Verificación
4	A-1	1.05	Cumple	1.05	Cumple
5	B-1	1.81	Cumple	1.81	Cumple
6	C-1	0.36	Cumple	1.79	Cumple
7	A-2	1.42	Cumple	1.42	Cumple
8	B-2	2.60	Cumple	2.60	Cumple
9	C-2	0.51	Cumple	2.54	Cumple
10	A-3	1.05	Cumple	1.05	Cumple
11	B-3	1.81	Cumple	1.81	Cumple
12	C-3	0.36	Cumple	1.79	Cumple

5. Verificación de punzonamiento

Nodo	Eje	Tipo de columna	P punz. (Ton)	V_c (Ton)	Verificación
4	A-1	Esquina	6.44	36.98	Cumple
5	B-1	Borde	13.29	36.98	Cumple
6	C-1	Esquina	5.94	36.98	Cumple
7	A-2	Borde	9.79	36.98	Cumple
8	B-2	Interior	20.34	36.98	Cumple
9	C-2	Borde	9.05	36.98	Cumple
10	A-3	Esquina	6.44	36.98	Cumple
11	B-3	Borde	13.29	36.98	Cumple
12	C-3	Esquina	5.94	36.98	Cumple

Diseño de zapatas para cargas de servicio con sismo

1. Parámetros

σ_{adm} = 5.84 Ton/m²
f'c = 90 kg/cm²
fy = 4200 kg/cm²
F.S = 1.50
d' = 0.075 m

$\phi_{v.c}$ = 3.77 kg/cm²

Nivel viga de amarre = -0.18 m
Nivel de cimentación= -0.66 m
Altura de zapata = 0.48 m

2. Verifcación de esfuerzos admisibles en el terreno

Nodo	Eje	Reacción (Ton)	Geometria de zapata				Sección de columna		Peso de zapata	P_{TOTAL} (Ton)	σ (Ton/m²)	I/S
			L (m)	B (m)	H (m)	h (m)	Lc (m)	Bc (m)	(Ton)			
4	A-1	7.3	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	10.23	2.56	0.44
5	B-1	14.2	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	17.09	4.27	0.73
6	C-1	7.3	2.00	1.00	0.30		0.30	0.30	1.48	8.79	4.39	0.75
7	A-2	10.6	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	13.53	3.38	0.58
8	B-2	20.7	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	23.58	5.89	1.01
9	C-2	10.6	2.00	1.00	0.30		0.30	0.30	1.48	12.09	6.04	1.04
10	A-3	7.3	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	10.23	2.56	0.44
11	B-3	14.2	2.00	2.00	0.30		0.30	0.30	2.92	17.09	4.27	0.73
12	C-3	7.3	2.00	1.00	0.30		0.30	0.30	1.48	8.79	4.39	0.75
											Max =	1.04

3. Diseño a flexión

Nodo	Eje	Sentido corto						Sentido largo					
		Mu (Ton.m)	ρ req	ρ min	As_{req} (cm²/m)	As		Mu (Ton.m)	ρ req	ρ min	As_{req} (cm²)	As	
4	A-1	1.39	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	1.39	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
5	B-1	2.32	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.32	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
6	C-1	0.40	0.0002	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.38	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
7	A-2	1.83	0.0010	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	1.83	0.0010	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
8	B-2	3.19	0.0018	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	3.19	0.0018	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
9	C-2	0.56	0.0003	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	3.28	0.0018	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
10	A-3	1.39	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	1.39	0.0007	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
11	B-3	2.32	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.32	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89
12	C-3	0.40	0.0002	0.0018	5.40	#4 c./	23.89	2.38	0.0013	0.0018	5.40	#4 c./	23.89

4. Verificación esfuerzo cortante

Nodo	Eje	Sentido corto		Sentido largo	
		v_u (kg/cm²/m)	Verificación	v_u (kg/cm²/m)	Verificación
4	A-1	1.07	Cumple	1.07	Cumple
5	B-1	1.78	Cumple	1.78	Cumple
6	C-1	0.37	Cumple	1.83	Cumple
7	A-2	1.41	Cumple	1.41	Cumple
8	B-2	2.46	Cumple	2.46	Cumple
9	C-2	0.50	Cumple	2.52	Cumple
10	A-3	1.07	Cumple	1.07	Cumple
11	B-3	1.78	Cumple	1.78	Cumple
12	C-3	0.37	Cumple	1.83	Cumple

5. Verificación de punzonamiento

Nodo	Eje	Tipo de columna	P punz. (Ton)	V_c (Ton)	Verificación
4	A-1	Esquina	6.61	36.98	Cumple
5	B-1	Borde	12.99	36.98	Cumple
6	C-1	Esquina	6.10	36.98	Cumple
7	A-2	Borde	9.68	36.98	Cumple
8	B-2	Interior	19.04	36.98	Cumple
9	C-2	Borde	8.94	36.98	Cumple
10	A-3	Esquina	6.61	36.98	Cumple
11	B-3	Borde	12.99	36.98	Cumple
12	C-3	Esquina	6.10	36.98	Cumple

VIGAS DE AMARRE

1. Se asume una sección: Según la NSR-10 numeral C.15.13.3, las dimensiones de las vigas de amarre deben establecerse en función de las solicitaciones que las afecten, dentro de las cuales se cuentan la resistencia a fuerzas axiales por razones sísmicas y la rigidez y características para efectos de diferencias de carga vertical sobre los elementos de cimentación y la posibilidad de ocurrencia de asentamientos totales y diferenciales.

Las vigas de amarre deben tener una sección tal que su mayor dimensión debe ser mayor o igual a L /20 para estructuras DES, L /30 para estructuras DMO y L /40 para estructuras DMI, donde L es la luz del elemento.

L (m)= 5.22

Capacidad de disipación de energía: DMO dimension mayor mínimo (m): 0.17

b (cm) = 30
h (cm) = 30 ok
d' (cm) = 7.5
d (cm) = 22.5
d/2 (cm) = 11.25

ρ = 0.0033 (minimo)

As = ρ*b*d
As = 2.23 cm² (Refuerzo positivo)
As = 2.23 cm² (Refuerzo negativo)

2. La viga debe ser capaz de transmitir de columna a columna un porcentaje de la carga que baja por la columna, dicho porcentaje esta dado por 0.25Aa (NSR-10 A.3.6.4.2) donde Aa = 0.15 (Bogotá D.C)

0.25 Am = 3.75%

Máxima carga real que baja por la columna = 22 Ton
Factor de carga = 1.5
Carga última = 33.00 Ton

La fuerza axial que debe ser capaz de transmitir la viga de amarre a la columna adyacente (Pu) es:

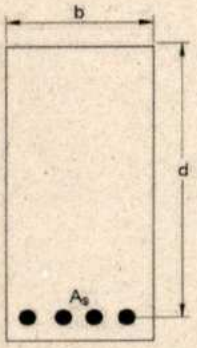
Pu = 1.2 Ton

El refuerzo que necesita la viga para resistir la fuerza axial en tensión es:

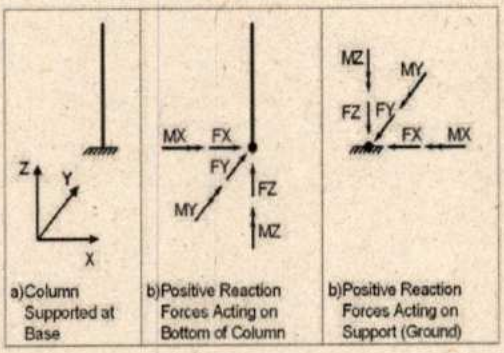
fy = 216 kg/cm²
As = 8.18 cm² (Refuerzo para toda la sección)

Verificación de vigas de amarre

Capacidad de disipación de energía:	DMO
b =	30 cm
h =	30 cm
d' =	7.5 cm
d =	22.5 cm
f'c =	90 kg/cm²
fy =	216 kg/cm²
Refuerzo mínimo por transferencia de carga vertical:	3#4
As_{inf} =	3.87 cm²
ρ =	0.0057
ØMn =	0.17 Ton.m



Convención de signos



Punto	Combinación	Mx (Ton.m)	Verificación	ρ req	As req	My (Ton.m)	Verificación	ρ req	As req
4	D MAX	3.473	Req. Refuerzo a flexión	0.1490	100.54	4.992	Req. Refuerzo a flexión	0.2789	188.24
4	D MIN	-4.296	Req. Refuerzo a flexión	0.2046	138.11	-3.132	Req. Refuerzo a flexión	0.1299	87.69
5	D MAX	3.25	Req. Refuerzo a flexión	0.1363	92.01	4.561	Req. Refuerzo a flexión	0.2276	153.66
5	D MIN	-4.673	Req. Refuerzo a flexión	0.2387	161.15	-4.561	Req. Refuerzo a flexión	0.2276	153.66
6	D MAX	3.473	Req. Refuerzo a flexión	0.1490	100.54	3.132	Req. Refuerzo a flexión	0.1299	87.69
6	D MIN	-4.296	Req. Refuerzo a flexión	0.2046	138.11	-4.992	Req. Refuerzo a flexión	0.2789	188.24
7	D MAX	4.506	Req. Refuerzo a flexión	0.2225	150.21	5.573	Req. Refuerzo a flexión	#NUM!	#NUM!
7	D MIN	-4.506	Req. Refuerzo a flexión	0.2225	150.21	-2.805	Req. Refuerzo a flexión	0.1130	76.31
8	D MAX	4.494	Req. Refuerzo a flexión	0.2214	149.47	4.553	Req. Refuerzo a flexión	0.2269	153.15
8	D MIN	-4.494	Req. Refuerzo a flexión	0.2214	149.47	-4.553	Req. Refuerzo a flexión	0.2269	153.15
9	D MAX	4.506	Req. Refuerzo a flexión	0.2225	150.21	2.805	Req. Refuerzo a flexión	0.1130	76.31
9	D MIN	-4.506	Req. Refuerzo a flexión	0.2225	150.21	-5.573	Req. Refuerzo a flexión	#NUM!	#NUM!
10	D MAX	4.296	Req. Refuerzo a flexión	0.2046	138.11	4.992	Req. Refuerzo a flexión	0.2789	188.24
10	D MIN	-3.473	Req. Refuerzo a flexión	0.1490	100.54	-3.132	Req. Refuerzo a flexión	0.1299	87.69
11	D MAX	4.673	Req. Refuerzo a flexión	0.2387	161.15	4.561	Req. Refuerzo a flexión	0.2276	153.66
11	D MIN	-3.25	Req. Refuerzo a flexión	0.1363	92.01	-4.561	Req. Refuerzo a flexión	0.2276	153.66
12	D MIN	4.296	Req. Refuerzo a flexión	0.2046	138.11	3.132	Req. Refuerzo a flexión	0.1299	87.69
12	D MIN	-3.473	Req. Refuerzo a flexión	0.1490	100.54	-4.992	Req. Refuerzo a flexión	0.2789	188.24

Programa licenciado a JAIRO ANDRES MEZA ROSAS

Diseño de columnas

Columna A-1
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						3.01	3.90				8/#6 #5 (2.1%)	7	1.72
	4.30	.30	.30	.30	9			-6.71	4.64	4.50			
		1.00				-5.73	-1.87				8/#6 #5 (2.1%)	4	1.79

Columna B-1
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						4.53	2.52				8/#6 #5 (2.1%)	3	1.99
	4.30	.30	.30	.30	9			-16.33	4.84	4.50			
		1.00				-5.45	-2.25				8/#6 #5 (2.1%)	4	2.29

Columna C-1
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						-5.04	0.05				8/#6 #5 (2.1%)	4	1.42
	4.30	.30	.30	.30	9			-9.73	4.64	4.50			
		1.00				2.54	4.00				8/#6 #5 (2.1%)	7	1.64

Columna A-2
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						4.07	4.55				8/#6 #5 (2.1%)	7	2.22
	4.30	.30	.30	.30	9			-12.07	5.70	4.50			
		1.00				-3.13	-5.38				8/#6 #5 (2.1%)	8	2.23

Columna B-2
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						1.36	4.55				8/#6 #5 (2.1%)	7	2.49
	4.30	.30	.30	.30	9			-25.35	5.62	4.50			
		1.00				5.44	1.61				8/#6 #5 (2.1%)	3	2.96

Programa licenciado a JAIRO ANDRES MEZA ROSAS

Diseño de columnas

Columna C-2
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						-4.07	-4.55				8/#6 #5 (2.1%)	8	2.23
	4.30	.30	.30	.30	9			-12.72	5.70	4.50			
		1.00				3.13	5.38				8/#6 #5 (2.1%)	7	2.20

Columna A-3
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						1.27	-3.90				8/#6 #5 (2.1%)	8	1.41
	4.30	.30	.30	.30	9			-9.82	4.64	4.50			
		1.00				-2.54	-4.00				8/#6 #5 (2.1%)	8	1.69

Columna B-3
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						-4.53	-2.52				8/#6 #5 (2.1%)	4	2.02
	4.30	.30	.30	.30	9			-17.07	4.84	4.50			
		1.00				5.45	2.25				8/#6 #5 (2.1%)	3	2.25

Columna C-3
Es 1

Nivel	H Libre (m)	Placa (h) (m)	B (m)	H (m)	f'c (MPa)	M1 (Ton-m)	M2 (Ton-m)	P (Ton)	V (Ton)	Vc (Ton)	Cuantia	Comb	m/mr
Cubierta						-3.01	-3.90				8/#6 #5 (2.1%)	8	1.78
	4.30	.30	.30	.30	9			-9.82	4.64	4.50			
		1.00				5.73	1.87				8/#6 #5 (2.1%)	3	1.80

Programa licenciado a JAIRO ANDRES MEZA ROSAS

INDICE DE SOBREESFUERZO COLUMNAS

INDICE	ITEM	ELEMENTO
2.96	Flexo-Compresión	B-2 Vano 1 Abajo
2.49	Flexo-Compresión	B-2 Vano 1 Arriba
2.29	Flexo-Compresión	B-1 Vano 1 Abajo
2.25	Flexo-Compresión	B-3 Vano 1 Abajo
2.23	Flexo-Compresión	A-2 Vano 1 Abajo
2.23	Flexo-Compresión	C-2 Vano 1 Arriba
2.22	Flexo-Compresión	A-2 Vano 1 Arriba
2.20	Flexo-Compresión	C-2 Vano 1 Abajo
2.02	Flexo-Compresión	B-3 Vano 1 Arriba
1.99	Flexo-Compresión	B-1 Vano 1 Arriba
1.80	Flexo-Compresión	C-3 Vano 1 Abajo
1.79	Flexo-Compresión	A-1 Vano 1 Abajo
1.78	Flexo-Compresión	C-3 Vano 1 Arriba
1.72	Flexo-Compresión	A-1 Vano 1 Arriba
1.69	Flexo-Compresión	A-3 Vano 1 Abajo
1.64	Flexo-Compresión	C-1 Vano 1 Abajo
1.42	Flexo-Compresión	C-1 Vano 1 Arriba
1.41	Flexo-Compresión	A-3 Vano 1 Arriba

REVISIÓN CUANTÍA MÍNIMA EN COLUMNAS C.21.3.5.

1. Propiedades de la sección

f'c =	9	MPa
fy =	216	MPa
L =	300	mm
B =	300	mm
h_{libre} =	4000	mm

2. Determinación Lo C.21.3.5.6

$h_{libre}/6$ =	667	mm
$L_{máx}$ =	300	mm
c =	500	mm
lo =	667	mm

3. Determinación separación mínima C.21.3.5.6

Øb =	5/8	=	15.9	mm
Øest =	3/8	=	9.5	mm

(a) =	127	mm
(b) =	152	mm
(c)=	100.0	mm
(d)=	150	mm
So =	100	mm

4. Determinación Ash C.21.3.5.7

4.1 Sentido largo de la sección

N_{ramas} =	2	#3	
s =	200	mm	
bc =	220	mm	
A_g =	90000	mm^2	
A_{ch} =	48400	mm^2	
A_{sh} =	315	mm^2	C.21-2
A_{sh} =	110	mm^2	C.21-3
$A_{sh\ (máx)}$=	315	mm^2	
$A_{sh\ (colocado)}$=	142	mm^2	

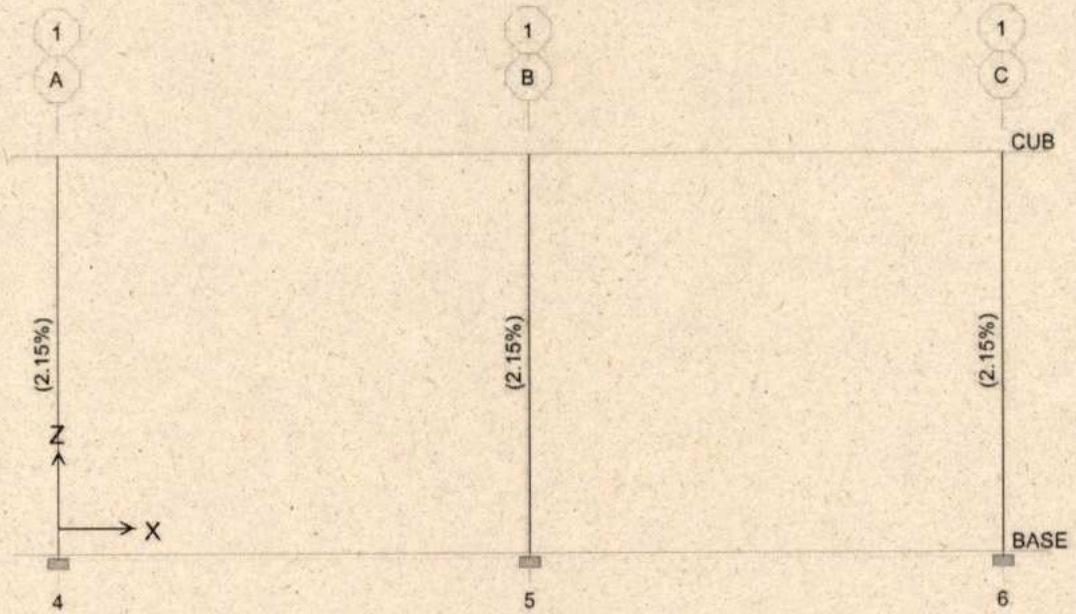
4.2 Sentido corto de la sección

$N°_{ramas}$ =	2	#3	
s =	200	mm	
bc =	220	mm	
A_g =	90000	mm^2	
A_{ch} =	48400	mm^2	
A_{sh} =	315	mm^2	C.21-2
A_{sh} =	110	mm^2	C.21-3
$A_{sh\ (máx)}$=	315	mm^2	
$A_{sh\ (colocado)}$=	142	mm^2	

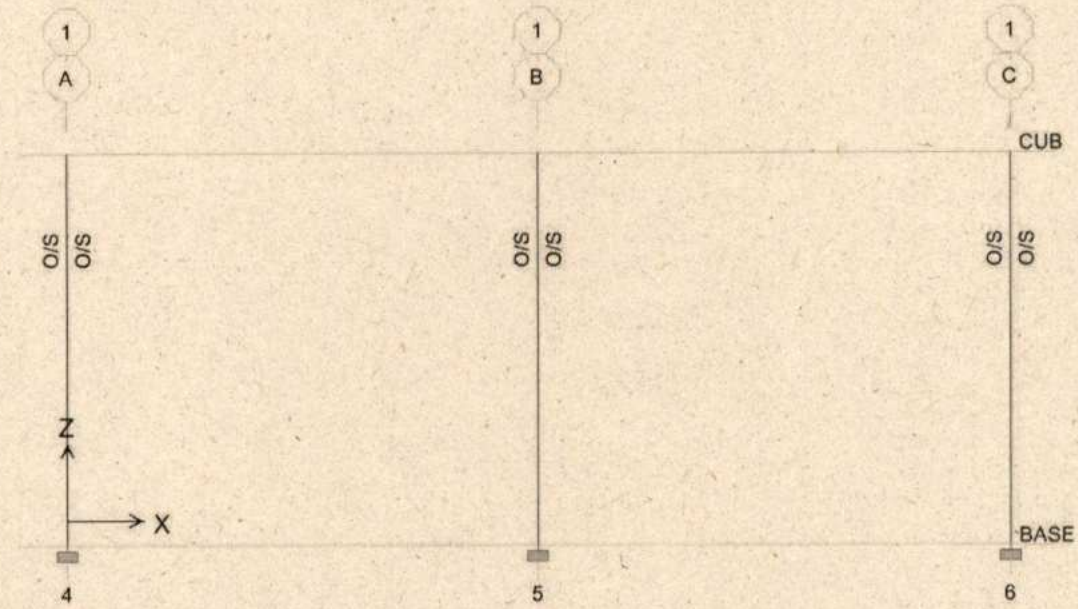
VERIFICACIÓN DEL MECANISMO DE COLUMNA FUERTE VIGA DÉBIL – C.21.3.6

- **Eje 1**

Cuantía asignada

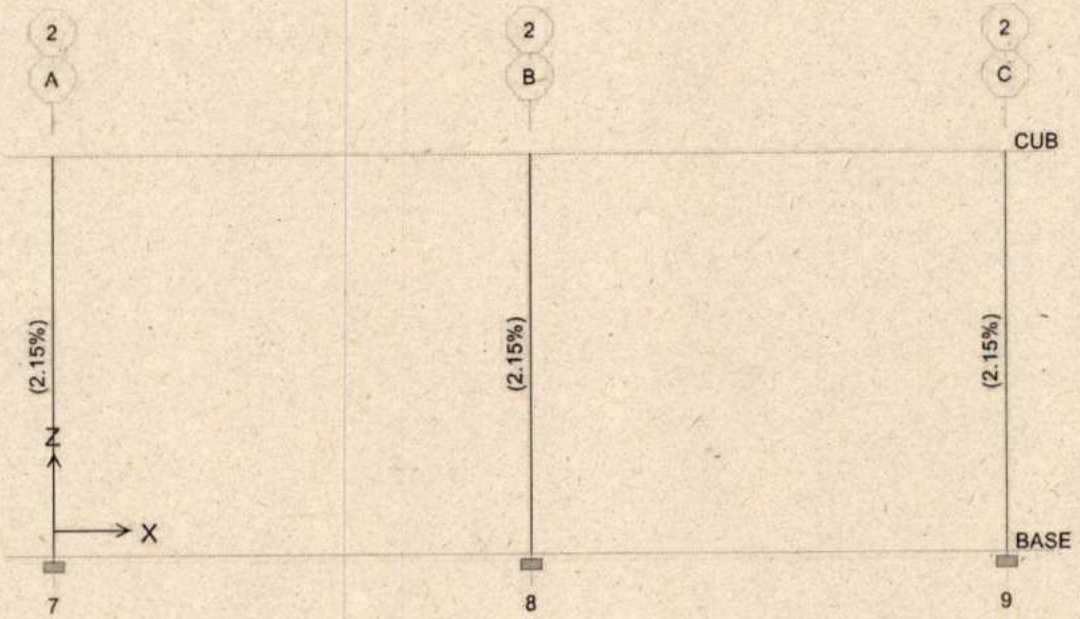


M_{nc}/M_{nb}

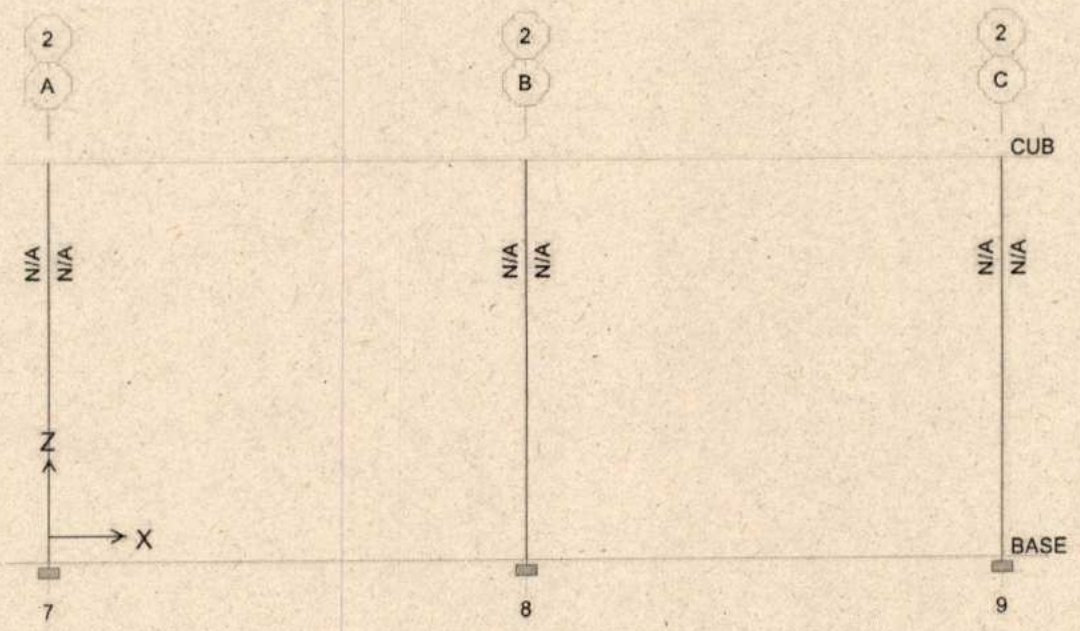


- **Eje 2**

Cuantía asignada

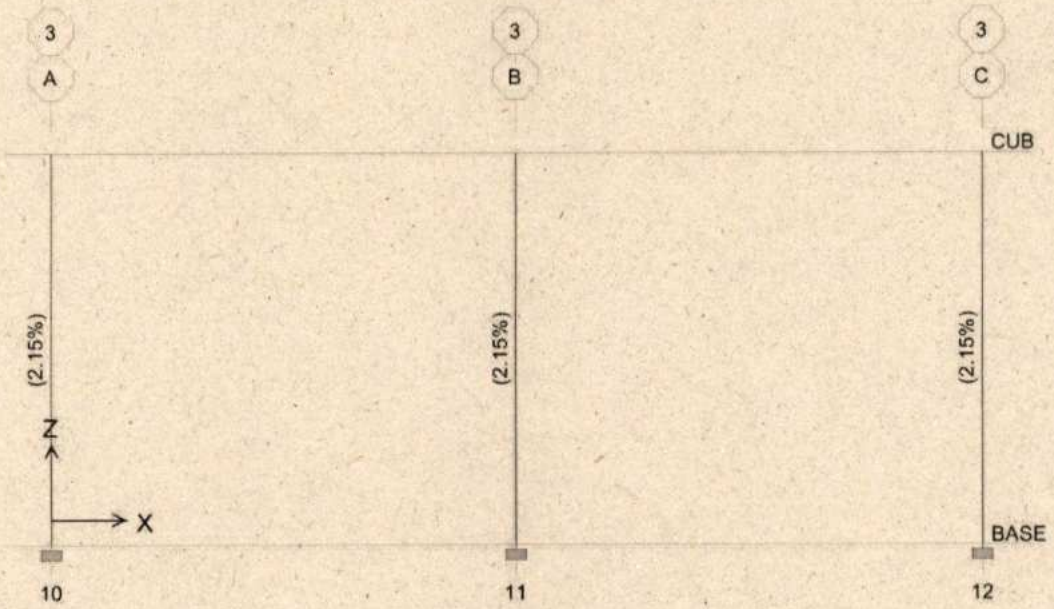


M_{nc}/M_{nb}

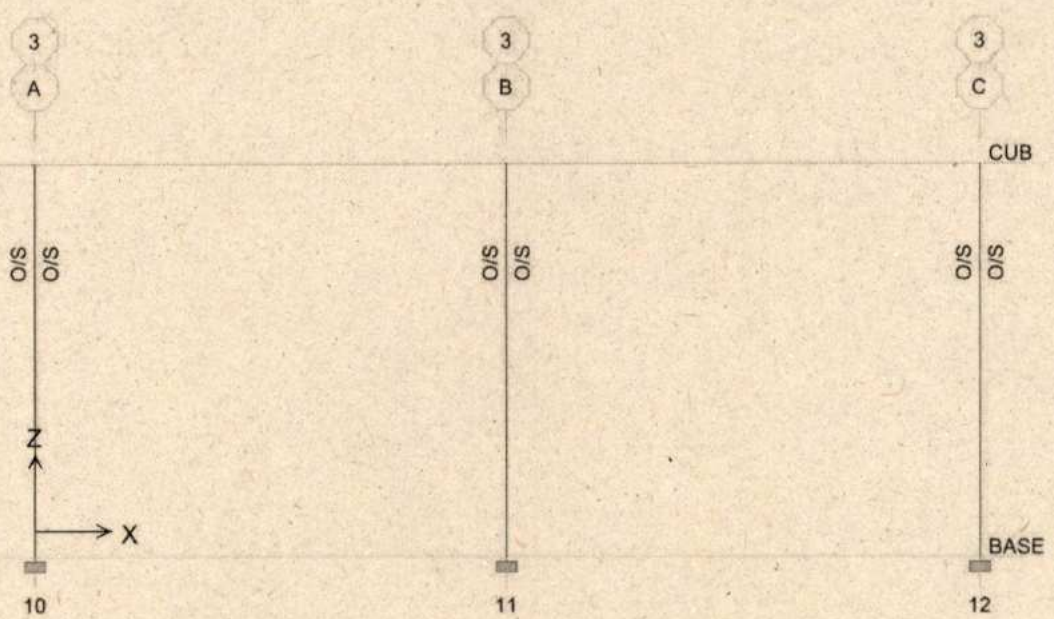


- **Eje 3**

Cuantía asignada



M_{nc}/M_{nb}

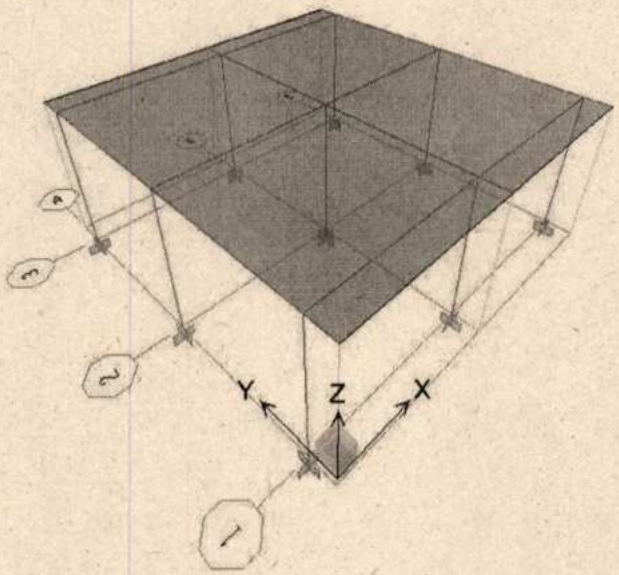


Programa licenciado a JAIRO ANDRES MEZA ROSAS Vigas de cubierta

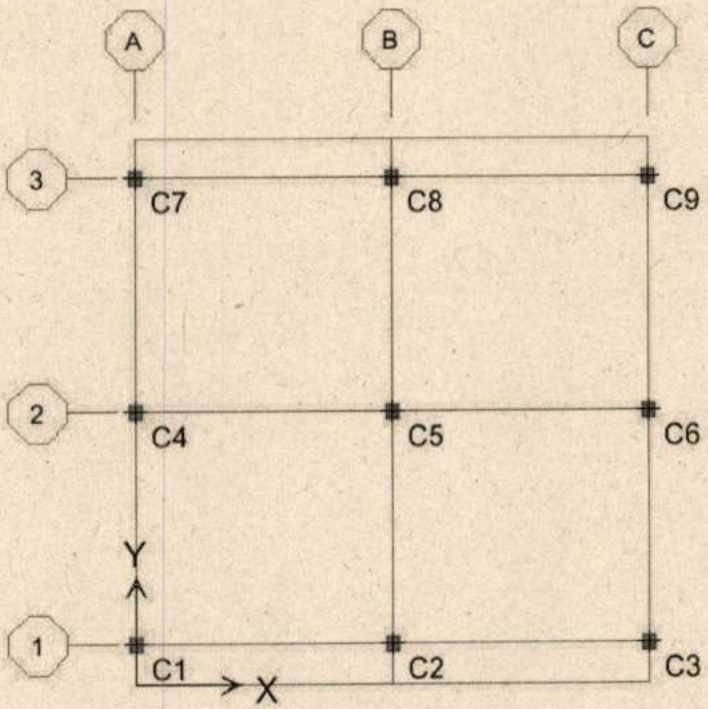
INDICE	ITEM	ELEMENTO
1.86	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 4 (4.0cm2)
1.86	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 6 (4.0cm2)
1.84	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 6 (8.7cm2)
1.84	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 2 Sec. 4 (8.7cm2)
1.81	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 2 (8.7cm2)
1.81	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 2 Sec. 8 (8.7cm2)
1.77	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 3 (4.0cm2)
1.77	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 7 (4.0cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 7 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 3 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 3 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 7 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 6 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 4 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 4 (3.3cm2)
1.76	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 6 (3.3cm2)
1.66	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 5 (4.0cm2)
1.66	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 5 (4.0cm2)
1.57	Momento Negativo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 1 (10.1cm2)
1.57	Momento Negativo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 9 (10.1cm2)
1.55	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 8 (3.3cm2)
1.55	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 2 (3.3cm2)
1.55	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 2 (3.3cm2)
1.55	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 8 (3.3cm2)
1.55	Momento Negativo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (9.1cm2)
1.55	Momento Negativo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (9.1cm2)
1.55	Momento Negativo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 1 (9.1cm2)
1.55	Momento Negativo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 1 (9.1cm2)
1.50	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 5 (3.3cm2)
1.50	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 5 (3.3cm2)
1.50	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 5 (3.3cm2)
1.50	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 5 (3.3cm2)
1.49	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 7 (3.8cm2)
1.49	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 8 (3.3cm2)
1.49	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 9 (3.1cm2)
1.49	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 10 (3.1cm2)
1.44	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 2 (4.0cm2)
1.44	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 8 (3.4cm2)
1.42	Momento Negativo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 1 (8.0cm2)
1.42	Momento Negativo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 1 (8.0cm2)
1.42	Momento Negativo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 9 (8.0cm2)
1.42	Momento Negativo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 9 (8.0cm2)
1.38	Momento Negativo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 1 (10.4cm2)
1.38	Momento Negativo	V.E 2/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (10.4cm2)
1.34	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 6 (2.7cm2)
1.34	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 4 (3.2cm2)
1.32	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 3 (0.7cm2)
1.32	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 7 (0.7cm2)
1.32	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 7 (0.7cm2)
1.32	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 3 (0.7cm2)
1.31	Momento Negativo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (8.7cm2)
1.31	Momento Negativo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 1 (8.7cm2)
1.31	Momento Negativo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 1 (8.7cm2)
1.31	Momento Negativo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (8.7cm2)
1.26	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 8 (0.7cm2)
1.26	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 8 (0.7cm2)
1.26	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 2 (0.7cm2)
1.26	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 2 (0.7cm2)
1.24	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 4 (0.7cm2)
1.24	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 6 (0.7cm2)
1.24	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 6 (0.7cm2)
1.24	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 4 (0.7cm2)
1.20	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (2.0cm2)
1.20	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 1 (2.0cm2)
1.20	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 1 (2.0cm2)
1.20	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (2.0cm2)
1.18	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 4 (2.5cm2)
1.18	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 6 (3.3cm2)
1.18	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 6 (3.3cm2)

1.18	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 4 (2.5cm2)
1.16	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 9 (0.3cm2)
1.16	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 9 (0.3cm2)
1.16	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 1 (0.3cm2)
1.16	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 1 (0.3cm2)
1.15	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (5.6cm2)
1.15	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 10 (5.6cm2)
1.15	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 7 (1.0cm2)
1.15	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 8 (1.0cm2)
1.15	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 2 Sec. 9 (6.0cm2)
1.15	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 1 Sec. 1 (6.0cm2)
1.13	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 10 (-0.2cm2)
1.13	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 0 (-0.2cm2)
1.13	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 0 (-0.2cm2)
1.13	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 10 (-0.2cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 7 (3.3cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 10 (4.8cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 9 (4.8cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 7 (3.3cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 8 (3.3cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 9 (4.8cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 10 (4.8cm2)
1.12	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 8 (3.3cm2)
1.10	Momento Positivo	V.E 2/Cubierta Vano 2 Sec. 3 (3.8cm2)
1.08	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 3 Sec. 9 (3.3cm2)
1.08	Momento Positivo	V.E B/Cubierta Vano 2 Sec. 1 (4.0cm2)
1.01	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 2 Sec. 5 (0.2cm2)
1.01	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 3 Sec. 5 (0.2cm2)
1.01	Momento Positivo	V.E A/Cubierta Vano 3 Sec. 5 (0.2cm2)
1.01	Momento Positivo	V.E C/Cubierta Vano 2 Sec. 5 (0.2cm2)
1.00	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 2 Sec. 10 (0.0cm2)
1.00	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 1 Sec. 0 (0.5cm2)
1.00	Momento Positivo	V.E 3/Cubierta Vano 2 Sec. 10 (0.0cm2)
1.00	Momento Positivo	V.E 1/Cubierta Vano 1 Sec. 0 (0.5cm2)

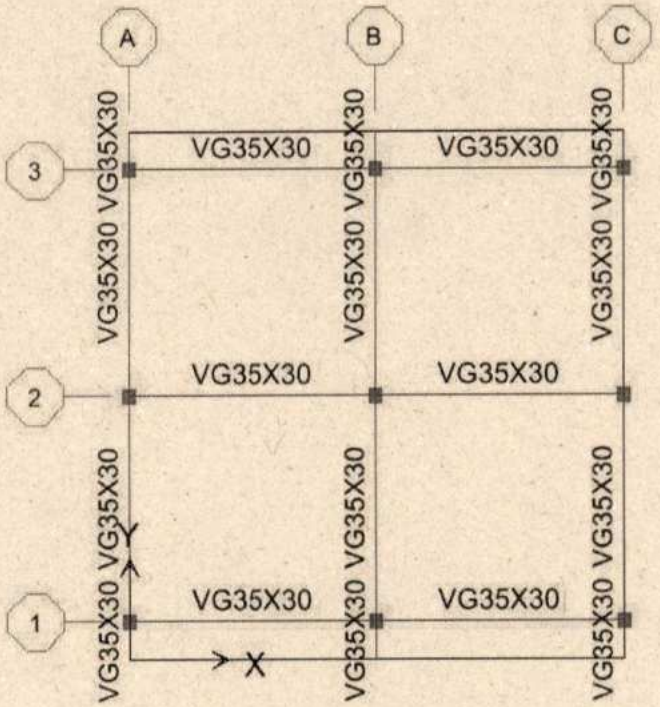
IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS



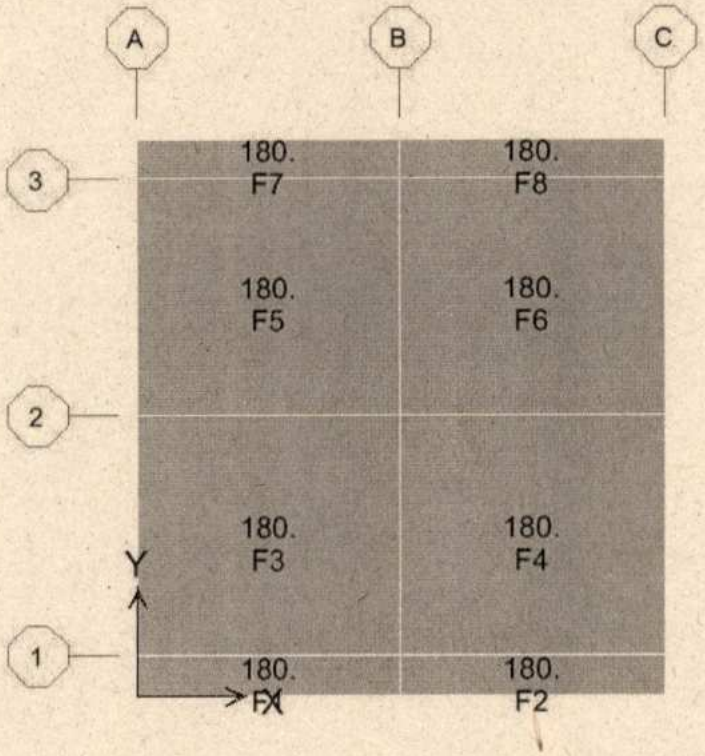
COLUMNAS



VIGAS CUBIERTA



FLOORS CUBIERTA Y CARGA VIVA APLICADA (kg-f)



DATOS DE ENTRADA

1

S T O R Y D A T A

STORY	SIMILAR TO	HEIGHT	ELEVATION
CUB	None	4.600	4.300
BASE	None		-0.300

2

C O O R D I N A T E S Y S T E M L O C A T I O N D A T A

NAME	TYPE	X	Y	ROTATION	BUBBLESIZE	VISIBLE
GLOBAL	Cartesian	0.000	0.000	0.00000	1.250	Yes

C O O R D I N A T E S Y S T E M G R I D D A T A

SYSTEM NAME	GRID DIR	GRID ID	GRID TYPE	GRID HIDE	BUBBLE LOC	GRID COORDINATE
GLOBAL	X	A	Primary	No	Top	0.000
GLOBAL	X	B	Primary	No	Top	5.520
GLOBAL	X	C	Primary	No	Top	11.040
GLOBAL	Y	1'	Sec	No	Left	0.000
GLOBAL	Y	1	Primary	No	Left	0.850
GLOBAL	Y	2	Primary	No	Left	5.820
GLOBAL	Y	3	Primary	No	Left	10.790
GLOBAL	Y	3'	Sec	No	Left	11.640

3

M A S S S O U R C E D A T A

MASS FROM	LATERAL MASS ONLY	LUMP MASS AT STORIES
Loads	Yes	Yes

M A S S S O U R C E L O A D S

LOAD	MULTIPLIER
MUERTA	1.0000

4

M A T E R I A L L I S T B Y E L E M E N T T Y P E

ELEMENT TYPE	MATERIAL	TOTAL MASS tons	NUMBER PIECES	NUMBER STUDS
Column	C9	8.94	9	
Beam	C9	16.01	18	0
Floor	CPL	51.81		

5

M A T E R I A L L I S T B Y S E C T I O N

SECTION	ELEMENT TYPE	NUMBER PIECES	TOTAL LENGTH meters	TOTAL MASS tons	NUMBER STUDS
CL30X30	Column	9	41.400	8.94	
VG35X30	Beam	18	68.040	16.01	0
PLCUB	Floor			51.81	

6

M A T E R I A L L I S T B Y S T O R Y

STORY	ELEMENT TYPE	MATERIAL	TOTAL WEIGHT tons	FLOOR AREA m2	UNIT WEIGHT kg/m2	NUMBER PIECES	NUMBER STUDS
CUB	Column	C9	8.94	128.506	69.5876	9	
CUB	Beam	C9	16.01	128.506	124.6022	18	0
CUB	Floor	CPL	51.81	128.506	403.2000		
SUM	Column	C9	8.94	128.506	69.5876	9	
SUM	Beam	C9	16.01	128.506	124.6022	18	0
SUM	Floor	CPL	51.81	128.506	403.2000		
TOTAL	All	All	76.77	128.506	597.3898	27	0

7

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MATERIAL NAME	MATERIAL TYPE	DESIGN TYPE	MATERIAL DIR/PLANE	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	SHEAR MODULUS
STEEL	Iso	Steel	All	2.039E+10	0.3000	1.1700E-05	7841930769
CONC	Iso	Concrete	All	2531051000.0	0.2000	9.9000E-06	1054604583.3
C9	Iso	Concrete	All	1430000000.0	0.2000	9.9000E-06	595833333.3
CPL	Iso	Concrete	All	283500000.00	0.2000	9.9000E-06	118125000.00

M A T E R I A L P R O P E R T Y M A S S A N D W E I G H T

MATERIAL NAME	MASS PER UNIT VOL	WEIGHT PER UNIT VOL
STEEL	7.9814E+02	7.8334E+03
CONC	2.4480E+02	2.4026E+03
C9	2.4000E+02	2.4000E+03
CPL	2.4000E+02	2.4000E+03

M A T E R I A L D E S I G N D A T A F O R S T E E L M A T E R I A L S

MATERIAL NAME	STEEL FY	STEEL FU	STEEL COST ($)
STEEL	21600000.00	29160000.00	27679910.00

M A T E R I A L D E S I G N D A T A F O R C O N C R E T E M A T E R I A L S

MATERIAL NAME	LIGHTWEIGHT CONCRETE	CONCRETE FC	REBAR FY	REBAR FYS	LIGHTWT REDUC FACT
CONC	No	2812279.000	42184180.00	42184180.00	N/A
C9	No	900000.00	21600000.00	21600000.000	N/A
CPL	No	3500000.000	42000000.00	42000000.00	N/A

8

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

FRAME SECTION NAME	MATERIAL NAME	SECTION SHAPE NAME OR NAME IN SECTION DATABASE FILE	CONC COL	CONC BEAM
CL30X30	C9	Rectangular	Yes	
VG35X30	C9	Rectangular		Yes

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

FRAME SECTION NAME	SECTION DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOT	FLANGE THICK BOT
CL30X30	0.3000	0.3000	0.0000	0.0000	0.4000	0.0000
VG35X30	0.3000	0.3500	0.0000	0.0000	0.8000	0.0000

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

	SECTION	TORSIONAL	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS

FRAME SECTION NAME	AREA	CONSTANT	I33	I22	A2	A3
CL30X30	0.0900	0.0011	0.0007	0.0007	0.0750	0.0750
VG35X30	0.1050	0.0015	0.0008	0.0011	0.0875	0.0875

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

	SECTION MODULI		PLASTIC MODULI		RADIUS OF GYRATION	
FRAME SECTION NAME	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
CL30X30	0.0045	0.0045	0.0068	0.0068	0.0866	0.0866
VG35X30	0.0053	0.0061	0.0079	0.0092	0.0866	0.1010

F R A M E S E C T I O N W E I G H T S A N D M A S S E S

FRAME SECTION NAME	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
CL30X30	8942.4000	894.2400
VG35X30	16012.0800	1601.2080

C O N C R E T E C O L U M N D A T A

	REINF CONFIGURATION		REINF	NUM BARS	NUM BARS	BAR
FRAME SECTION NAME	LONGIT	LATERAL	SIZE/TYPE	3DIR/2DIR	CIRCULAR	COVER
CL30X30	Rectangular	Ties	#6/Check	3/3	N/A	0.0600

C O N C R E T E B E A M D A T A

FRAME SECTION NAME	TOP COVER	BOT COVER	TOP LEFT AREA	TOP RIGHT AREA	BOT LEFT AREA	BOT RIGHT AREA
VG35X30	0.0500	0.0500	0.000	0.000	0.000	0.000

9

S H E L L S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SHELL SECTION	MATERIAL NAME	SHELL TYPE	LOAD DIST ONE WAY	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
PLCUB	CPL	Membrane	No	0.1680	0.1680	51813.4579	5181.3458

10

L I N K P R O P E R T Y D A T A

LINK: NLPR1
TYPE: Damper

MASS	WEIGHT	INERTIA 1	INERTIA 2	INERTIA 3	P-D M2I	P-D M2J	P-D M3I	P-D M3J
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

DOF	KE	CE	DJ	K	C	C EXP
U1	0.0000	0.0000	N/A	---	---	---

11

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	AUTO LAT LOAD	SELF WT MULTIPLIER	NOTIONAL FACTOR	NOTIONAL DIRECTION
MUERTA	DEAD	N/A	1.0000		
VIVA	LIVE	N/A	0.0000		
SUELO	OTHER	N/A	0.0000		

```
CMV         OTHER       N/A                 0.0000

 12

R E S P O N S E   S P E C T R U M   C A S E S

RESP SPEC CASE: SPX

  BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

    MODAL       DIRECTION          MODAL     SPECTRUM     TYPICAL
    COMBO       COMBO            DAMPING       ANGLE       ECCEN

    CQC         SRSS              0.0500       0.0000      0.0000

  RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

    DIRECTION   FUNCTION      SCALE FACT

    U1          DLAC300           9.8100
    U2          ----                N/A
    UZ          ----                N/A

RESP SPEC CASE: SPY

  BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

    MODAL       DIRECTION          MODAL     SPECTRUM     TYPICAL
    COMBO       COMBO            DAMPING       ANGLE       ECCEN

    CQC         SRSS              0.0500       0.0000      0.0000

  RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

    DIRECTION   FUNCTION      SCALE FACT

    U1          ----                N/A
    U2          DLAC300           9.8100
    UZ          ----                N/A

RESP SPEC CASE: SUX

  BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

    MODAL       DIRECTION          MODAL     SPECTRUM     TYPICAL
    COMBO       COMBO            DAMPING       ANGLE       ECCEN

    CQC         SRSS              0.0200       0.0000      0.0000

  RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

    DIRECTION   FUNCTION      SCALE FACT

    U1          ULAC300           9.8100
    U2          ----                N/A
    UZ          ----                N/A

RESP SPEC CASE: SUY

  BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

    MODAL       DIRECTION          MODAL     SPECTRUM     TYPICAL
    COMBO       COMBO            DAMPING       ANGLE       ECCEN

    CQC         SRSS              0.0200       0.0000      0.0000

  RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

    DIRECTION   FUNCTION      SCALE FACT

    U1          ----                N/A
```

U2	ULAC300	9.8100
UZ	----	N/A

13

L O A D I N G C O M B I N A T I O N S

COMBO	COMBO TYPE	CASE	CASE TYPE	SCALE FACTOR
SX	ADD	SPX	Spectra	1.0000
SY	ADD	SPY	Spectra	1.0000
EX	ADD	SX	Combo	0.5000
EY	ADD	SY	Combo	0.5000
DER1	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		SX	Combo	1.0000
		SY	Combo	0.3000
DER3	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		SY	Combo	1.0000
		SX	Combo	0.3000
DER5	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		SX	Combo	1.0000
		SY	Combo	0.3000
DER7	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		SY	Combo	1.0000
		SX	Combo	0.3000
D1	ADD	MUERTA	Static	1.4000
		SUELO	Static	1.6000
D2	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.6000
		SUELO	Static	1.6000
D3	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	1.0000
		EY	Combo	0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D4	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	1.0000
		EY	Combo	-0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D7	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	1.0000
		EX	Combo	0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D8	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	1.0000
		EX	Combo	-0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D11	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	1.0000
		EY	Combo	0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D12	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	1.0000
		EY	Combo	-0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D15	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	1.0000
		EX	Combo	0.3000
		SUELO	Static	1.6000
D16	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	1.0000
		EX	Combo	-0.3000
		SUELO	Static	1.6000
DC1	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	2.5000
		EY	Combo	0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DC2	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	2.5000
		EY	Combo	-0.7500

		SUELO	Static	1.6000
DC5	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	2.5000
		EX	Combo	0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DC6	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	2.5000
		EX	Combo	-0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DC9	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	2.5000
		EY	Combo	0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DC10	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	2.5000
		EY	Combo	-0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DC13	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	2.5000
		EX	Combo	0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DC14	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	2.5000
		EX	Combo	-0.7500
		SUELO	Static	1.6000
DV1	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	0.6000
		SUELO	Static	1.6000
DV2	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	-0.6000
		SUELO	Static	1.6000
DV5	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	2.0000
		EX	Combo	0.6000
		SUELO	Static	1.6000
DV6	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		EY	Combo	2.0000
		EX	Combo	-0.6000
		VIVA	Static	1.0000
		SUELO	Static	1.6000
DV9	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	0.6000
		SUELO	Static	1.6000
DV10	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	-0.6000
		SUELO	Static	1.6000
DV13	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	2.0000
		EX	Combo	0.6000
		SUELO	Static	1.6000
DV14	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	2.0000
		EX	Combo	-0.6000
		SUELO	Static	1.6000
CIM1	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	1.0000
		SUELO	Static	1.0000
CIM2	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	0.7500
		SUELO	Static	1.0000
CIM3	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		EX	Combo	0.7000
		SUELO	Static	1.0000
CIM4	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		EY	Combo	0.7000
		SUELO	Static	1.0000
CIM5	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	0.7500
		EX	Combo	0.5300

		SUELO	Static	1.0000
CIM6	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	0.7500
		EY	Combo	0.5300
		SUELO	Static	1.0000
CIM7	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EX	Combo	0.7000
		SUELO	Static	0.9000
CIM8	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		EY	Combo	0.7000
		SUELO	Static	0.9000
CIM	ENVE	CIM3	Combo	1.0000
		CIM4	Combo	1.0000
		CIM5	Combo	1.0000
		CIM6	Combo	1.0000
		CIM7	Combo	1.0000
D	ENVE	D1	Combo	1.0000
		D2	Combo	1.0000
		D3	Combo	1.0000
		D4	Combo	1.0000
		D7	Combo	1.0000
		D8	Combo	1.0000
		D11	Combo	1.0000
		D12	Combo	1.0000
		D15	Combo	1.0000
		D16	Combo	1.0000
SUX	ADD	SUX	Spectra	1.0000
SUY	ADD	SUY	Spectra	1.0000
DERU1	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		SUX	Combo	1.0000
		SUY	Combo	0.3000
DERU2	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		SUY	Combo	1.0000
		SUX	Combo	0.3000
DERU3	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		SUX	Combo	1.0000
		SUY	Combo	0.3000
DERU4	ADD	MUERTA	Static	0.9000
		SUY	Combo	1.0000
		SUX	Combo	0.3000
SERV	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	1.0000
CVM	ENVE	D2	Combo	1.0000
		D1	Combo	1.0000
DC	ENVE	DC1	Combo	1.0000
		DC2	Combo	1.0000
		DC5	Combo	1.0000
		DC6	Combo	1.0000
		DC9	Combo	1.0000
		DC10	Combo	1.0000
		DC13	Combo	1.0000
		DC14	Combo	1.0000
C154A	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	0.7000
C154B	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	0.7000
C155A	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EX	Combo	1.0000
C155B	ADD	MUERTA	Static	1.2000
		VIVA	Static	1.0000
		EY	Combo	1.0000
C156A	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		EX	Combo	1.0000
C156B	ADD	MUERTA	Static	1.0000
		EY	Combo	1.0000

14

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION - USER

FUNCTION NAME: DIAC300

PERIOD	ACCEL				
		0.0000	0.3940	0.1000	0.3940
		0.0500	0.3940	0.1500	0.3940
				0.2000	0.3940

0.2500	0.3940
0.3000	0.3940
0.3500	0.3940
0.4000	0.3940
0.4500	0.3940
0.5000	0.3940
0.5500	0.3940
0.6000	0.3940
0.6500	0.3940
0.7000	0.3940
0.7500	0.3940
0.8000	0.3940
0.8500	0.3940
0.9000	0.3940
0.9500	0.3940
1.0000	0.3940
1.0500	0.3940
1.1000	0.3940
1.1500	0.3940
1.2000	0.3940
1.2500	0.3940
1.3000	0.3940
1.3500	0.3940
1.4000	0.3940
1.4500	0.3940
1.5000	0.3940
1.5500	0.3940
1.6000	0.3940
1.6500	0.3940
1.7000	0.3940
1.7500	0.3940
1.8000	0.3870
1.8500	0.3760
1.9000	0.3660
1.9500	0.3570
2.0000	0.3480
2.0500	0.3400
2.1000	0.3310
2.1500	0.3240
2.2000	0.3160
2.2500	0.3090
2.3000	0.3030
2.3500	0.2960
2.4000	0.2900
2.4500	0.2840
2.5000	0.2780
2.5500	0.2730
2.6000	0.2680
2.6500	0.2630
2.7000	0.2580
2.7500	0.2530
2.8000	0.2490
2.8500	0.2440
2.9000	0.2400
2.9500	0.2360
3.0000	0.2320
3.0500	0.2280
3.1000	0.2250
3.1500	0.2210
3.2000	0.2180
3.2500	0.2140
3.3000	0.2110
3.3500	0.2080
3.4000	0.2050
3.4500	0.2020
3.5000	0.1990
3.5500	0.1960
3.6000	0.1930
3.6500	0.1910
3.7000	0.1880
3.7500	0.1860
3.8000	0.1830
3.8500	0.1810
3.9000	0.1780
3.9500	0.1760
4.0000	0.1740
4.0500	0.1700
4.1000	0.1660
4.1500	0.1620
4.2000	0.1580
4.2500	0.1540
4.3000	0.1510
4.3500	0.1470
4.4000	0.1440
4.4500	0.1410
4.5000	0.1370
4.5500	0.1340
4.6000	0.1320
4.6500	0.1290
4.7000	0.1260
4.7500	0.1230
4.8000	0.1210
4.8500	0.1180
4.9000	0.1160
4.9500	0.1140
5.0000	0.1110
5.0500	0.1090
5.1000	0.1070
5.1500	0.1050
5.2000	0.1030
5.2500	0.1010
5.3000	0.0990
5.3500	0.0970
5.4000	0.0950
5.4500	0.0940
5.5000	0.0920
5.5500	0.0900
5.6000	0.0890
5.6500	0.0870
5.7000	0.0860
5.7500	0.0840
5.8000	0.0830
5.8500	0.0810
5.9000	0.0800
5.9500	0.0790
6.0000	0.0770
6.0500	0.0760
6.1000	0.0750
6.1500	0.0740
6.2000	0.0720
6.2500	0.0710
6.3000	0.0700
6.3500	0.0690
6.4000	0.0680
6.4500	0.0670
6.5000	0.0660
6.5500	0.0650
6.6000	0.0640
6.6500	0.0630
6.7000	0.0620
6.7500	0.0610
6.8000	0.0600
6.8500	0.0590
6.9000	0.0580
6.9500	0.0580
7.0000	0.0570
7.0500	0.0560
7.1000	0.0550
7.1500	0.0540
7.2000	0.0540
7.2500	0.0530
7.3000	0.0520
7.3500	0.0520
7.4000	0.0510
7.4500	0.0500
7.5000	0.0490
7.5500	0.0490
7.6000	0.0480
7.6500	0.0480
7.7000	0.0470
7.7500	0.0460
7.8000	0.0460
7.8500	0.0450
7.9000	0.0450
7.9500	0.0440
8.0000	0.0440

FUNCTION NAME: ULAC300

PERIOD	ACCEL
0.0000	0.0800
0.0500	0.1030
0.1000	0.1250
0.1500	0.1480
0.2000	0.1710
0.2500	0.1930
0.3000	0.2160
0.3500	0.2250
0.4000	0.2250
0.4500	0.2250
0.5000	0.2250
0.5500	0.2250
0.6000	0.2250
0.6500	0.2250
0.7000	0.2250
0.7500	0.2250
0.8000	0.2250
0.8500	0.2250
0.9000	0.2250
0.9500	0.2250
1.0000	0.2250
1.0500	0.2250
1.1000	0.2250
1.1500	0.2250
1.2000	0.2250
1.2500	0.2250
1.3000	0.2250
1.3500	0.2250
1.4000	0.2250
1.4500	0.2250
1.5000	0.2250
1.5500	0.2250
1.6000	0.2250
1.6500	0.2180
1.7000	0.2120
1.7500	0.2060
1.8000	0.2000
1.8500	0.1950
1.9000	0.1890
1.9500	0.1850
2.0000	0.1800
2.0500	0.1760
2.1000	0.1710
2.1500	0.1670
2.2000	0.1640
2.2500	0.1600
2.3000	0.1570
2.3500	0.1530
2.4000	0.1500
2.4500	0.1470
2.5000	0.1440
2.5500	0.1410
2.6000	0.1380
2.6500	0.1360
2.7000	0.1330
2.7500	0.1310
2.8000	0.1290
2.8500	0.1260
2.9000	0.1240
2.9500	0.1220
3.0000	0.1200
3.0500	0.1180
3.1000	0.1160
3.1500	0.1140
3.2000	0.1130
3.2500	0.1110
3.3000	0.1090
3.3500	0.1070
3.4000	0.1060
3.4500	0.1040
3.5000	0.1030
3.5500	0.1010

3.6000	0.1000	5.1000	0.0690	6.6000	0.0410
3.6500	0.0990	5.1500	0.0680	6.6500	0.0410
3.7000	0.0970	5.2000	0.0670	6.7000	0.0400
3.7500	0.0960	5.2500	0.0650	6.7500	0.0400
3.8000	0.0950	5.3000	0.0640	6.8000	0.0390
3.8500	0.0940	5.3500	0.0630	6.8500	0.0380
3.9000	0.0920	5.4000	0.0620	6.9000	0.0380
3.9500	0.0910	5.4500	0.0610	6.9500	0.0370
4.0000	0.0900	5.5000	0.0600	7.0000	0.0370
4.0500	0.0890	5.5500	0.0580	7.0500	0.0360
4.1000	0.0880	5.6000	0.0570	7.1000	0.0360
4.1500	0.0870	5.6500	0.0560	7.1500	0.0350
4.2000	0.0860	5.7000	0.0550	7.2000	0.0350
4.2500	0.0850	5.7500	0.0540	7.2500	0.0340
4.3000	0.0840	5.8000	0.0540	7.3000	0.0340
4.3500	0.0830	5.8500	0.0530	7.3500	0.0330
4.4000	0.0820	5.9000	0.0520	7.4000	0.0330
4.4500	0.0810	5.9500	0.0510	7.4500	0.0320
4.5000	0.0800	6.0000	0.0500	7.5000	0.0320
4.5500	0.0790	6.0500	0.0490	7.5500	0.0320
4.6000	0.0780	6.1000	0.0480	7.6000	0.0310
4.6500	0.0770	6.1500	0.0480	7.6500	0.0310
4.7000	0.0770	6.2000	0.0470	7.7000	0.0300
4.7500	0.0760	6.2500	0.0460	7.7500	0.0300
4.8000	0.0750	6.3000	0.0450	7.8000	0.0300
4.8500	0.0740	6.3500	0.0450	7.8500	0.0290
4.9000	0.0730	6.4000	0.0440	7.9000	0.0290
4.9500	0.0730	6.4500	0.0430	7.9500	0.0280
5.0000	0.0720	6.5000	0.0430	8.0000	0.0280
5.0500	0.0710	6.5500	0.0420		

15

RIGID DIAPHRAGM ASSIGNMENTS TO POINT OBJECTS

STORY	DIAPHRAGM	POINT	POINT	POINT	POINT	POINT
CUB	D1	7	8	9	4	5
CUB	D1	6	10	11	12	1
CUB	D1	13	2	14	3	15

16

SUPPORT (RESTRAINT) DATA

		/----------RESTRAINED DOF's----------/					
STORY	POINT	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
BASE	4	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	5	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	6	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	7	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	8	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	9	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	10	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	11	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	12	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

17

UNIFORM LOAD ASSIGNMENTS TO AREA OBJECTS

CASE	STORY	AREA	AREATYPE	DIRECTION	LOAD
VIVA	CUB	F1	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F2	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F3	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F4	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F5	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F6	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F7	Floor	Gravity	180.0000
VIVA	CUB	F8	Floor	Gravity	180.0000

ANEXO 2

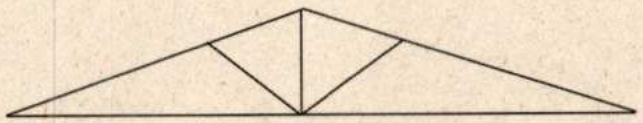
MEMORIA DE CÁLCULO

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
BLOQUE DE HABITACIONES

DETERMINACIÓN DE CARGAS POR NIVEL

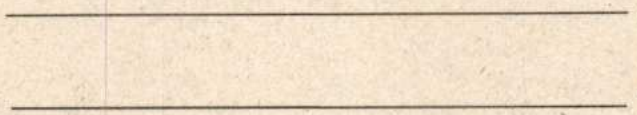
Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Bloque 2
Localización: Bogotá D.C

- Cubierta Liviana



		Ton/m²
Peso teja		0.012
Correas de madera		0.006
Instalaciones y cieloraso		0.035
C.M. =		0.053
e_{equiv} =		0.022 m

- Losa de tanque



				Ton/m²
Peso placa Superior	0.18	x	2.4	0.432
Acabados (Según tabla B.3.4.3-1)				0.150
*Muros no estructurales**		x	x	0.000
Instalaciones				0.025
C.M. =				0.607
Eequiv. =				0.253

- C argas vivas

	Ton/m²
Cubierta liviana (Granizo)	0.100
Losa tanque	0.500

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES Y CARGAS POR NIVEL

NIVEL	$A_{placa\ (m^2)}$	DENSIDAD ELEMENTOS ESTRUCTURALES				C.R.$_{Total}$	C.R.$_{an\ sísmico}$
		MUROS $_{(Ton)}$	VIGAS $_{(Ton)}$	NOES $_{(Ton)}$	ρ $_{(Ton/m^2)}$		
Cubierta	272.226	49.55	0.00	0.00	0.18	0.37	0.27

ANÁLISIS SÍSMICO
MÉTODO FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE (A.5 - NSR-10)

ANÁLISIS SÍSMICO POR FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

$Ta = C_t * h_n^{\alpha} =$	0.14 s		Ct =	0.049	*(Sistemas basados en muros - Tabla A.4.2-1)*
K =	1.00		α =	0.75	
Cu=	1.2				
CuTa=	0.17				
	K =	1.00	Para T = 0.50 seg		
	K =	0.82	Para 0.50 < T < 2.5 seg		
	K =	2.00	Para T > 2.5		

PISO	$A_{(m^2)}$	$\rho_{(Ton/m2)}$	W (ton)	$h_{piso\ (m)}$	$h_{n\ (m)}$	$W*h_n^K$	Cv	Fv
Cubierta	272.23	0.27	73.29	4.00	4.00	293	1.00	28.86
						293		

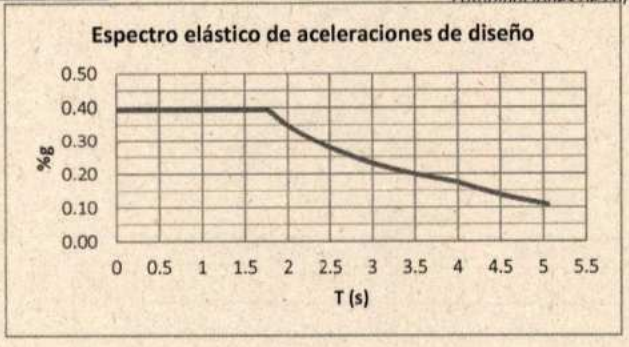
P_{total} =	73.29 Ton		
Tx =	0.06 s	Ty =	0.04 s
Sax =	0.394	Say =	0.394
Vsx =	28.86 Ton	Vsx =	28.86 Ton
Sda x =	0.103	Sda y =	0.080
Vds x =	7.52 Ton	Vsd y =	5.86 Ton

ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO

ESPECTRO NSR-10			
Aa =	0.15	Tc (seg) =	1.77
Av =	0.20	Tl (seg) =	4.00
Fa =	1.05	I =	1.00
Fv =	2.90		

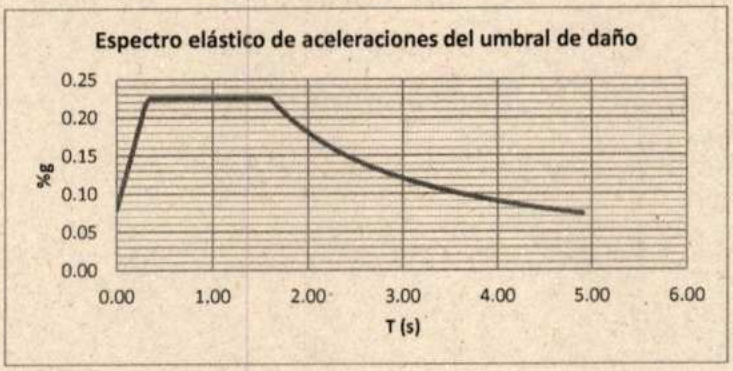
Zona de respuesta sísmica: Lacustre 300

Nota: *Se considera un coeficiente de importancia de I=1 para el chequeo de las derivas. Para el diseño de los elementos estructurales se aplica el coeficiente de importancia correspondiente a I=1.25 (Ver combinaciones de carga)*



ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DEL UMBRAL DE DAÑO

PARÁMETROS UMBRAL DE DAÑO			
Fa	0.08	T0d	0.32
Fv	0.00	TCd	1.60
A0d	0.06	TLd	5.00



Resumen resultados análisis dinámico

		Espectro elástico de diseño		*Espectro elástico del umbral de daño*	
$Tx_{(s)}$ =	0.06	$Vx_{(Ton)}$ =	15.51	$Vx_{(Ton)}$ =	3.78
$Ty_{(s)}$ =	0.04	$Vy_{(Ton)}$ =	15.85	$Vy_{(Ton)}$ =	3.28

Tipo de estructura = 2 (1:Regular; 2:Irregular)

A.5.4.5 *El cortante dinámico total en la base obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquier dirección de análisis, no puede ser menor que el 80% para estructuras regulares o que el 90% para estructuras irregulares, del cortante sísmico en la base, calculado por el método de la Fuerza Horizontal Equivalente.*

Factores de ajuste del cortante dinámico total en la base - Espectro elástico de aceleraciones de diseños

Fx =	25.97	/	15.51	=	1.67	$Fx_{definitivo}$ = 1.67
Fy =	25.97	/	15.85	=	1.64	$Fy_{definitivo}$ = 1.64

Factores de ajuste del cortante dinámico total en la base - Espectro elástico de aceleraciones del umbral de daño

Fx =	6.77	/	3.78	=	1.79	$Fx_{definitivo}$ = 1.79
Fy =	5.28	/	3.28	=	1.61	$Fy_{definitivo}$ = 1.61

RESULTADOS ANÁLISIS DINÁMICO

CENTROS DE MASA Y RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA (kg-m)

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
CUB	D1	7402	7402	11.30	7.12	7402	7402	11.30	7.12	9.51	7.01
		74.0 Ton	*74.0 Ton*								

PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE MASAS

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.11	7.45	7.37	0	7.45	7.37	0	7.37	7.45	33.12	7.37	7.45	33.12
2	0.08	26.34	0.25	0	33.80	7.62	0	0.25	26.34	11.56	7.62	33.80	44.68
3	0.06	31.51	3.41	0	65.30	11.03	0	3.41	31.51	0.53	11.03	65.30	45.22
4	0.06	2.69	7.14	0	67.99	18.18	0	7.14	2.69	3.13	18.18	67.99	48.34
5	0.05	3.52	2.37	0	71.51	20.55	0	2.37	3.52	5.91	20.55	71.51	54.25
6	0.05	0.00	0.24	0	71.51	20.79	0	0.24	0.00	0.06	20.79	71.51	54.31
7	0.04	4.48	32.87	0	75.99	53.66	0	32.87	4.48	0.61	53.66	75.99	54.92
8	0.04	1.33	0.29	0	77.32	53.95	0	0.29	1.33	0.85	53.95	77.32	55.76
9	0.04	0.20	0.39	0	77.53	54.34	0	0.39	0.20	8.19	54.34	77.53	63.95
10	0.04	0.33	16.15	0	77.86	70.49	0	16.15	0.33	5.97	70.49	77.86	69.92
11	0.04	0.33	2.71	0	78.19	73.20	0	2.71	0.33	2.49	73.20	78.19	72.40
12	0.04	0.06	2.44	0	78.25	75.64	0	2.44	0.06	0.06	75.64	78.25	72.46
13	0.03	2.36	1.24	0	80.61	76.89	0	1.24	2.36	0.29	76.89	80.61	72.75
14	0.03	5.02	0.97	0	85.62	77.86	0	0.97	5.02	1.93	77.86	85.62	74.68
15	0.03	1.14	0.52	0	86.77	78.38	0	0.52	1.14	2.55	78.38	86.77	77.23
16	0.03	0.85	6.67	0	87.62	85.05	0	6.67	0.85	4.92	85.05	87.62	82.15
17	0.03	5.78	0.87	0	93.39	85.91	0	0.87	5.78	0.48	85.91	93.39	82.64
18	0.03	2.92	1.10	0	96.31	87.02	0	1.10	2.92	0.59	87.02	96.31	83.23
19	0.03	0.00	0.33	0	96.31	87.34	0	0.33	0.00	5.47	87.34	96.31	88.70
20	0.03	0.97	3.07	0	97.28	90.41	0	3.07	0.97	2.11	90.41	97.28	90.80
21	0.03	0.12	1.24	0	97.40	91.65	0	1.24	0.12	0.53	91.65	97.40	91.34

CORTANTE DINÁMICO TOTAL EN LA BASE - ESPECTRO DE ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO (kg)

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPX	1	U1	2153	-2140	0	8561	8612	-73920
SPX	2	U1	7611	748	0	-2993	30443	-3541
SPX	3	U1	9102	2995	0	-11981	36407	-19451
SPX	4	U1	777	1266	0	-5064	3106	2015
SPX	5	U1	1017	-835	0	3341	4067	-26461
SPX	6	U1	0	-2	0	9	0	-35
SPX	7	U1	1295	-3507	0	14029	5181	-51035
SPX	8	U1	384	179	0	-717	1534	1785
SPX	9	U1	59	82	0	-327	235	-2446
SPX	10	U1	97	671	0	-2684	386	3489
SPX	11	U1	95	-273	0	1093	381	-5710
SPX	12	U1	16	-107	0	430	65	-1162
SPX	13	U1	682	495	0	-1979	2727	2702
SPX	14	U1	1450	639	0	-2555	5799	4284
SPX	15	U1	330	-222	0	889	1321	-8573
SPX	16	U1	245	-687	0	2749	981	-4541
SPX	17	U1	1669	646	0	-2585	6674	-8023
SPX	18	U1	843	-518	0	2071	3373	-8399
SPX	19	U1	0	-1	0	3	0	18
SPX	20	U1	281	500	0	-1999	1126	310
SPX	21	U1	34	111	0	-442	137	410
SPX	**All**	**All**	**15511**	**5523**	**0**	**22093**	**62043**	**104857**
SPY	1	U2	-2140	2128	0	-8511	-8561	73486
SPY	2	U2	748	74	0	-294	2993	-348
SPY	3	U2	2995	986	0	-3943	11981	-6401
SPY	4	U2	1266	2064	0	-8255	5064	3286
SPY	5	U2	-835	686	0	-2744	-3341	21735
SPY	6	U2	-2	69	0	-275	-9	1037
SPY	7	U2	-3507	9495	0	-37982	-14029	138176
SPY	8	U2	179	84	0	-335	717	834
SPY	9	U2	82	114	0	-456	327	-3404
SPY	10	U2	671	4665	0	-18660	2684	24252
SPY	11	U2	-273	783	0	-3134	-1093	16373
SPY	12	U2	-107	706	0	-2824	-430	7638
SPY	13	U2	495	359	0	-1436	1979	1961
SPY	14	U2	639	281	0	-1125	2555	1887

SPY	15	U2	-222	149	0	-598	-889	5767
SPY	16	U2	-687	1927	0	-7709	-2749	12732
SPY	17	U2	646	250	0	-1001	2585	-3107
SPY	18	U2	-518	318	0	-1272	-2071	5156
SPY	19	U2	-1	94	0	-377	-3	-2009
SPY	20	U2	500	887	0	-3550	1999	551
SPY	21	U2	111	358	0	-1432	442	1328
SPY	**All**	**All**	**5523**	**15849**	**0**	**63395**	**22093**	**189188**

CORTANTE DINÁMICO TOTAL EN LA BASE - ESPECTRO DEL UMBRAL DE DAÑO (kg)

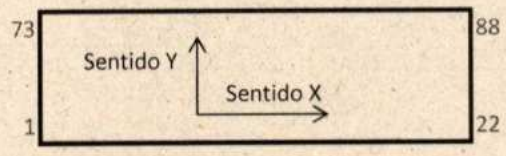
Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SUX	1	U1	710	-706	0	2823	2839	-24372
SUX	2	U1	2208	217	0	-868	8831	-1027
SUX	3	U1	2518	829	0	-3314	10072	-5381
SUX	4	U1	213	347	0	-1388	852	553
SUX	5	U1	270	-222	0	888	1081	-7032
SUX	6	U1	0	-1	0	2	0	-9
SUX	7	U1	326	-883	0	3534	1305	-12855
SUX	8	U1	96	45	0	-179	384	446
SUX	9	U1	15	20	0	-82	59	-609
SUX	10	U1	24	166	0	-665	96	865
SUX	11	U1	23	-67	0	269	94	-1405
SUX	12	U1	4	-26	0	105	16	-284
SUX	13	U1	166	121	0	-482	664	658
SUX	14	U1	351	155	0	-619	1405	1038
SUX	15	U1	80	-54	0	214	318	-2066
SUX	16	U1	59	-165	0	659	235	-1089
SUX	17	U1	398	154	0	-616	1591	-1912
SUX	18	U1	201	-123	0	493	803	-2000
SUX	19	U1	0	0	0	1	0	4
SUX	20	U1	66	118	0	-472	266	73
SUX	21	U1	8	26	0	-104	32	97
SUX	**All**	**All**	**3775.97**	**1574.82**	**0**	**6299.268**	**15103.874**	**29657.186**
SUY	1	U2	-705.67	701.53	0	-2806.126	-2822.683	24229.004
SUY	2	U2	217.09	21.35	0	-85.384	868.354	-101.014
SUY	3	U2	829	273	0	-1091	3314	-1771
SUY	4	U2	347	566	0	-2263	1388	901
SUY	5	U2	-222	182	0	-729	-888	5776
SUY	6	U2	-1	18	0	-71	-2	267
SUY	7	U2	-883	2392	0	-9567	-3534	34804
SUY	8	U2	45	21	0	-84	179	209
SUY	9	U2	20	28	0	-113	82	-848
SUY	10	U2	166	1156	0	-4624	665	6010
SUY	11	U2	-67	193	0	-771	-269	4030
SUY	12	U2	-26	172	0	-689	-105	1864
SUY	13	U2	121	87	0	-350	482	478
SUY	14	U2	155	68	0	-273	619	457
SUY	15	U2	-54	36	0	-144	-214	1390
SUY	16	U2	-165	462	0	-1848	-659	3052
SUY	17	U2	154	60	0	-239	616	-741
SUY	18	U2	-123	76	0	-303	-493	1228
SUY	19	U2	0	22	0	-90	-1	-478
SUY	20	U2	118	210	0	-838	472	130
SUY	21	U2	26	84	0	-337	104	313
SUY	**All**	**All**	**1574.82**	**3284.24**	**0**	**13136.98**	**6299.268**	**45508.959**

CÁLCULO DE DERIVAS (A.6 - NSR-10)

1. PUNTOS DE CHEQUEO

$$\Delta_a = \sqrt{(\delta_{x1} - \delta_{x2})^2 + (\delta_{y1} - \delta_{y2})^2}$$

Cubierta



SISMO X *PTO CHEQUEO* 1
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.002	0.000	0.18	2.00	0.09	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 1
COMBO DER3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.000	0.000	0.02	2.00	0.01	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 22
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.001	0.000	0.11	2.00	0.05	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 22
COMBO DER3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.000	0.000	0.05	2.00	0.03	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 73
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.001	0.000	0.05	2.00	0.03	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 73
COMBO DER3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.000	0.000	0.03	2.00	0.02	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 88
COMBO DER1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{p\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.001	0.001	0.19	2.00	0.10	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 88
COMBO DER3

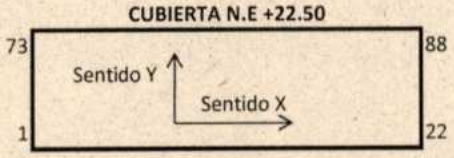
NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{p\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.001	0.001	0.18	2.00	0.09	*ok*

CÁLCULO DE DERIVAS PARA EL UMBRAL DE DAÑO (A.12.2 - NSR-10)

1. PUNTOS DE CHEQUEO

$$\Delta_a = \sqrt{(\delta_{x1} - \delta_{x2})^2 + (\delta_{y1} - \delta_{y2})^2}$$

CUBIERTA N.E +22.50



SISMO X *PTO CHEQUEO* 1
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0006	0.0000	0.060	1.60	0.04	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 1
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0000	0.0000	0.000	1.60	0.00	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 22
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0003	0.0001	0.032	1.60	0.02	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 22
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0001	0.0001	0.014	1.60	0.01	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 73
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0001	0.0000	0.010	1.60	0.01	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 73
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0001	0.0000	0.010	1.60	0.01	*ok*

SISMO X *PTO CHEQUEO* 88
COMBO DU1

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{a\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0006	0.0004	0.072	1.60	0.05	*ok*

SISMO Y *PTO CHEQUEO* 88
COMBO DU3

NIVEL	$h_{piso\ (m)}$	$\delta_{x\ (m)}$	$\delta_{y\ (m)}$	$\Delta_{\alpha\ (cm)}$	$\Delta_{P\ (cm)}$	$\%_{Deriva}$	Revisión
Cubierta	4.00	0.0005	0.0003	0.058	1.60	0.04	*ok*

CHEQUEO DE IRREGULARIDADES

(Tablas A.3-6 y A.3-7 y Figuras A.3-1 y A.3-2)

1. Irregularidades en planta (A.3-6)

		ϕ_p	Chequeo
1aP	Irregularidad torsional	0.9	*Presenta*
1bP	Irregularidad torsional extrema	0.8	*Presenta*
2P	Retrocesos excesivos en las esquinas	0.9	*No presenta*
3P	Discontinuidad del diafragma	0.9	*No presenta*
4P	Desplazamientos del plano de acción	0.8	*No presenta*
5P	Sistemas no paralelos	0.9	*No presenta*

2. Irregularidades en altura (A.3-7)

		ϕ_a	Chequeo
1aA	Piso flexible (Irregularidad en rigidez)	0.9	*No aplica*
1bA	Piso flexible (Irreg. Extrema en rigidez)	0.8	*No aplica*
2A	Irregularidad en la distribución de masas	0.9	*No aplica*
3A	Irregularidad geométrica	0.9	*No aplica*
4A	Desplazamientos en el plano de acción	0.8	*No aplica*
5aA	Piso débil - Discontinuidad en resistencia)	0.9	*No aplica*
5bA	Piso débil - Discont. Extrema en resistencia	0.8	*No aplica*

3. Ausencia de Redundancia (A.3.3.8)

	ϕ_r	Chequeo
Ausencia de redundancia en el sist. de resistencia	0.75	*No presenta*

Chequeo irregularidad torsional

Sismo X (DER1)

	22	88	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	$\Delta_{1\,(cm)}$	$\Delta_{2\,(cm)}$	$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$	**Chequeo**	$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$	**Chequeo**
Cubierta	0.11	0.19	0.18	*Irregular*	0.21	*ok*
	1	73	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	$\Delta_{1\,(cm)}$	$\Delta_{2\,(cm)}$	$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$	**Chequeo**	$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$	**Chequeo**
Cubierta	0.18	0.05	0.14	*Irregular*	0.16	*Irregular*

Sismo Y (DER3)

	73	88	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	**Δ_1 (cm)**	**Δ_2 (cm)**	**$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**	**$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**
Cubierta	0.03	0.18	0.13	*Irregular*	0.15	*Irregular*

	1	22	IR. TORSIONAL		IR. TORSIONAL EXTREMA	
NIVEL	**Δ_1 (cm)**	**Δ_2 (cm)**	**$1.2(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**	**$1.4(\Delta_1+\Delta_2)/2$**	**Chequeo**
Cubierta	0.02	0.05	0.04	*Irregular*	0.05	*ok*

COMBINACIONES DE CARGA (B.2.4.2 - NSR-10)

Filosofía de diseño de Estados Límites de Resistencia

Especificaciones de diseño

R_o	1.00	*(Mampostería no reforzada DMI)*
Ω =	2.50	*(Mampostería no reforzada DMI)*
ϕ_p =	0.80	*(Ver chequeo de irregularidades)*
ϕ_a =	1.00	*(Ver chequeo de irregularidades)*
ϕ_r =	1.00	*(Ver chequeo de irregularidades)*
R =	0.80	
I =	1.25	
SX =	1.67	SismoX
SY =	1.64	SismoY
EX =	1.56	Sismo de diseño (SX*I/R)
EY =	1.56	Sismo de diseño (SX*I/R)

Combinaciones para chequeo de la deriva

	C.M		C.V.		S.X.		S.Y
DER1.	1.20	+	1.00	+	1.00		
DER2.	1.20	+	1.00	-	1.00		
DER3.	1.20	+	1.00			+	1.00
DER4.	1.20	+	1.00			-	1.00
DER5.	0.90			+	1.00		
DER6.	0.90			-	1.00		
DER7.	0.90					+	1.00
DER8.	0.90					-	1.00

Combinaciones para chequeo de la deriva del umbral de daño

	C.M		C.V.		SU.X		SU.Y
DU1.	1.20	+	1.00	+	1.00		
DU2.	1.20	+	1.00	-	1.00		
DU3.	1.20	+	1.00			+	1.00
DU4.	1.20	+	1.00			-	1.00
DU5.	0.90			+	1.00		
DU6.	0.90			-	1.00		
DU7.	0.90					+	1.00
DU8.	0.90					-	1.00

Combinaciones para diseño a flexión

	C.M		C.V.		EX		EY
D1.	1.40						
D2.	1.20	+	1.60				
D3.	1.20	+	1.00	+	1.00	+	0.30
D4.	1.20	+	1.00	+	1.00	-	0.30
D5.	1.20	+	1.00	-	1.00	+	0.30
D6.	1.20	+	1.00	-	1.00	-	0.30
D7.	1.20	+	1.00	+	0.30	+	1.00
D8.	1.20	+	1.00	-	0.30	+	1.00
D9.	1.20	+	1.00	+	0.30	-	1.00
D10.	1.20	+	1.00	-	0.30	-	1.00
D11.	0.90			+	1.00	+	0.30
D12.	0.90			+	1.00	-	0.30
D13.	0.90			-	1.00	+	0.30
D14.	0.90			-	1.00	-	0.30
D15.	0.90			+	0.30	+	1.00
D16.	0.90			-	0.30	+	1.00
D17.	0.90			+	0.30	-	1.00
D18.	0.90			-	0.30	-	1.00

Combinaciones para diseño de columnas a corte

	C.M		C.V.		S.X.		S.Y
DC1.	1.20	+	1.00	+	2.50	+	0.75
DC2.	1.20	+	1.00	+	2.50	-	0.75
DC3.	1.20	+	1.00	-	2.50	+	0.75
DC4.	1.20	+	1.00	-	2.50	-	0.75
DC5.	1.20	+	1.00	+	0.75	+	2.50
DC6.	1.20	+	1.00	-	0.75	+	2.50
DC7.	1.20	+	1.00	+	0.75	-	2.50
DC8.	1.20	+	1.00	-	0.75	-	2.50
DC9.	0.90			+	2.50	+	0.75
DC10.	0.90			+	2.50	-	0.75
DC11.	0.90			-	2.50	+	0.75
DC12.	0.90			-	2.50	-	0.75
DC13.	0.90			+	0.75	+	2.50
DC14.	0.90			-	0.75	+	2.50
DC15.	0.90			+	0.75	-	2.50
DC16.	0.90			-	0.75	-	2.50

Combinaciones para diseño de vigas a corte

	C.M		C.V.		S.X.		S.Y
DV1.	1.20	+	1.00	+	2.00	+	0.60
DV2.	1.20	+	1.00	+	2.00	-	0.60
DV3.	1.20	+	1.00	-	2.00	+	0.60
DV4.	1.20	+	1.00	-	2.00	-	0.60
DV5.	1.20	+	1.00	+	0.60	+	2.00
DV6.	1.20	+	1.00	-	0.60	+	2.00
DV7.	1.20	+	1.00	+	0.60	-	2.00
DV8.	1.20	+	1.00	-	0.60	-	2.00
DV9.	0.90			+	2.00	+	0.60
DV10.	0.90			+	2.00	-	0.60
DV11.	0.90			-	2.00	+	0.60
DV12.	0.90			-	2.00	-	0.60
DV13.	0.90			+	0.60	+	2.00
DV14.	0.90			-	0.60	+	2.00
DV15.	0.90			+	0.60	-	2.00
DV16.	0.90			-	0.60	-	2.00

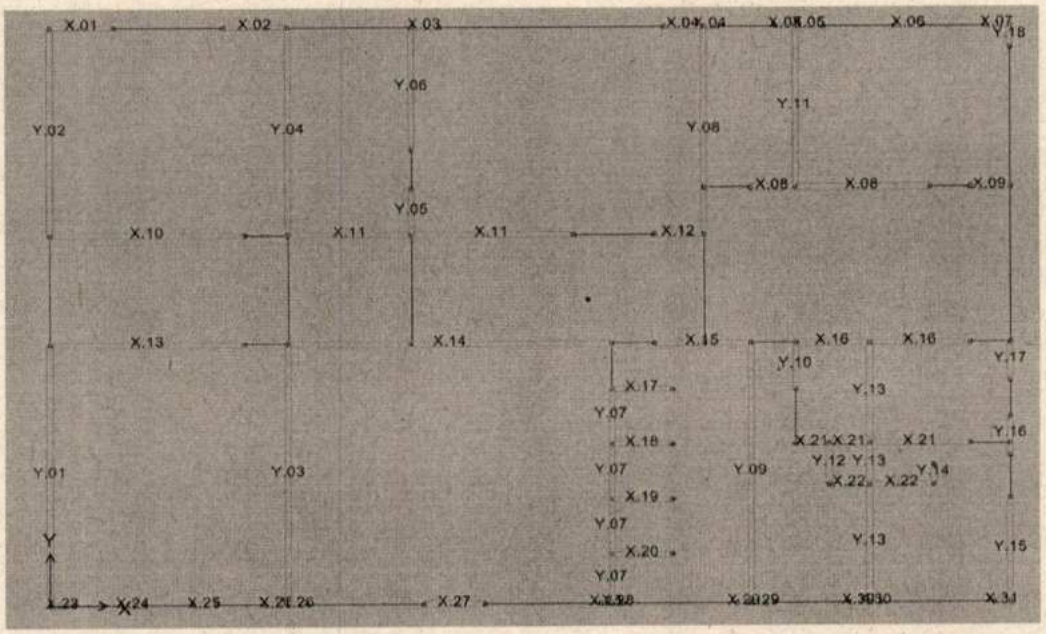
Combinaciones para diseño de cimentación

	C.M		C.V.		EX		EY
CIM1	1.00	+	1.00				
CIM2	1.00	+	0.75				
CIM3	1.00	+			0.70		
CIM4	1.00	+					0.70
CIM5	1.00	+	0.75	+	0.53		
CIM6	1.00	+	0.75			+	0.53
CIM7	0.60			+	0.70		
CIM8	0.60					+	0.70

CIM envolvente de todas las combinaciones de cimentación

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Bloque 2

- Planta de identificación de muros



Reacciones en cimentación para cargas de servicio (Ton-m)								
Story	Pier	Load	P	V2	V3	T	M2	M3
CUB	X.01	CIM1	-1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.02	CIM1	-1.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2
CUB	X.03	CIM1	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.04	CIM1	-1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.05	CIM1	-2.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.4
CUB	X.06	CIM1	-3.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.07	CIM1	-1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.08	CIM1	-8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
CUB	X.09	CIM1	-4.5	-0.4	0.0	0.0	0.0	-0.8
CUB	X.10	CIM1	-4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.9
CUB	X.11	CIM1	-7.0	0.3	0.0	0.0	0.0	-1.4
CUB	X.12	CIM1	-1.7	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.3
CUB	X.13	CIM1	-4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0
CUB	X.14	CIM1	-8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.3
CUB	X.15	CIM1	-2.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.16	CIM1	-3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.17	CIM1	-1.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3
CUB	X.18	CIM1	-1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
CUB	X.19	CIM1	-1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.20	CIM1	-1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	X.21	CIM1	-3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4
CUB	X.22	CIM1	-2.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2
CUB	X.23	CIM1	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Reacciones en cimentación para cargas de servicio (Ton-m)								
Story	Pier	Load	P	V2	V3	T	M2	M3
CUB	X.24	CIM1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.25	CIM1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.26	CIM1	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.27	CIM1	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
CUB	X.28	CIM1	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.29	CIM1	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.30	CIM1	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	X.31	CIM1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	Y.01	CIM1	-7.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
CUB	Y.02	CIM1	-5.8	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
CUB	Y.03	CIM1	-9.6	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
CUB	Y.04	CIM1	-6.7	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1
CUB	Y.05	CIM1	-1.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.4
CUB	Y.06	CIM1	-4.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
CUB	Y.07	CIM1	-7.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.3
CUB	Y.08	CIM1	-7.5	0.4	0.0	0.0	0.0	-0.1
CUB	Y.09	CIM1	-6.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.2
CUB	Y.10	CIM1	-1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
CUB	Y.11	CIM1	-7.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	-0.5
CUB	Y.12	CIM1	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	Y.13	CIM1	-6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6
CUB	Y.14	CIM1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	Y.15	CIM1	-2.6	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
CUB	Y.16	CIM1	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CUB	Y.17	CIM1	-2.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.3
CUB	Y.18	CIM1	-2.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5

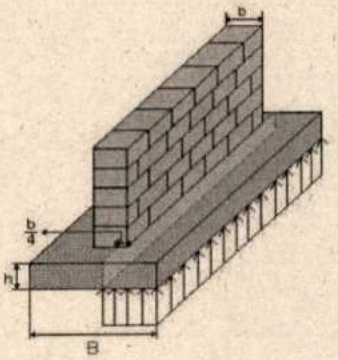
Reacciones en cimentación para cargas de servicio con sismo (Ton-m)								
Story	Pier	Load	P	V2	V3	T	M2	M3
CUB	X.01	CIM MAX	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	2.3
CUB	X.01	CIM MIN	-2.5	-0.9	0.0	0.0	0.0	-2.3
CUB	X.02	CIM MAX	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	2.1
CUB	X.02	CIM MIN	-2.4	-0.8	0.0	0.0	0.0	-2.2
CUB	X.03	CIM MAX	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4
CUB	X.03	CIM MIN	-1.9	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.3
CUB	X.04	CIM MAX	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	1.7
CUB	X.04	CIM MIN	-2.3	-0.5	0.0	0.0	0.0	-1.7
CUB	X.05	CIM MAX	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2
CUB	X.05	CIM MIN	-3.5	-0.6	0.0	0.0	0.0	-1.6
CUB	X.06	CIM MAX	-1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
CUB	X.06	CIM MIN	-3.7	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3
CUB	X.07	CIM MAX	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
CUB	X.07	CIM MIN	-2.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.4
CUB	X.08	CIM MAX	-0.6	5.4	0.0	0.0	0.0	21.5
CUB	X.08	CIM MIN	-11.4	-5.5	0.0	0.0	0.0	-19.9
CUB	X.09	CIM MAX	-1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
CUB	X.09	CIM MIN	-4.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	-1.1

Reacciones en cimentación para cargas de servicio (Ton-m)								
Story	Pier	Load	P	V2	V3	T	M2	M3
CUB	X.10	CIM MAX	-1.3	1.9	0.0	0.0	0.0	5.6
CUB	X.10	CIM MIN	-4.5	-1.9	0.0	0.0	0.0	-6.1
CUB	X.11	CIM MAX	-1.7	3.8	0.0	0.0	0.0	13.1
CUB	X.11	CIM MIN	-8.7	-3.6	0.0	0.0	0.0	-13.4
CUB	X.12	CIM MAX	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	1.1
CUB	X.12	CIM MIN	-2.7	-0.5	0.0	0.0	0.0	-1.2
CUB	X.13	CIM MAX	-1.3	2.3	0.0	0.0	0.0	7.1
CUB	X.13	CIM MIN	-4.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	-7.7
CUB	X.14	CIM MAX	-2.9	4.8	0.0	0.0	0.0	14.6
CUB	X.14	CIM MIN	-9.0	-4.8	0.0	0.0	0.0	-15.9
CUB	X.15	CIM MAX	-0.2	0.9	0.0	0.0	0.0	2.4
CUB	X.15	CIM MIN	-3.2	-0.8	0.0	0.0	0.0	-2.4
CUB	X.16	CIM MAX	-0.7	2.4	0.0	0.0	0.0	7.6
CUB	X.16	CIM MIN	-4.5	-2.3	0.0	0.0	0.0	-7.5
CUB	X.17	CIM MAX	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8
CUB	X.17	CIM MIN	-2.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.7
CUB	X.18	CIM MAX	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.3
CUB	X.18	CIM MIN	-2.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	-1.2
CUB	X.19	CIM MAX	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	1.9
CUB	X.19	CIM MIN	-2.1	-0.7	0.0	0.0	0.0	-1.9
CUB	X.20	CIM MAX	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0	2.6
CUB	X.20	CIM MIN	-2.7	-0.9	0.0	0.0	0.0	-2.6
CUB	X.21	CIM MAX	-1.4	2.7	0.0	0.0	0.0	10.3
CUB	X.21	CIM MIN	-4.0	-2.7	0.0	0.0	0.0	-10.4
CUB	X.22	CIM MAX	-0.7	2.0	0.0	0.0	0.0	5.5
CUB	X.22	CIM MIN	-2.5	-2.0	0.0	0.0	0.0	-5.5
CUB	X.23	CIM MAX	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7
CUB	X.23	CIM MIN	-1.9	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.7
CUB	X.24	CIM MAX	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
CUB	X.24	CIM MIN	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2
CUB	X.25	CIM MAX	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
CUB	X.25	CIM MIN	-0.43	-0.05	0	-0.001	0	-0.216
CUB	X.26	CIM MAX	-0.01	0.29	0	0.004	0.001	1.154
CUB	X.26	CIM MIN	-1.99	-0.3	0	-0.004	-0.001	-1.175
CUB	X.27	CIM MAX	-0.67	0.6	0	0.002	0	2.391
CUB	X.27	CIM MIN	-1.12	-0.61	0	-0.002	0	-2.423
CUB	X.28	CIM MAX	0.17	0.03	0	0.002	0.001	0.102
CUB	X.28	CIM MIN	-1.16	-0.03	0	-0.002	-0.001	-0.105
CUB	X.29	CIM MAX	-0.14	0.15	0	0.005	0.001	0.579
CUB	X.29	CIM MIN	-1.11	-0.15	0	-0.005	0	-0.583
CUB	X.30	CIM MAX	0.18	0.12	0	0.002	0.001	0.436
CUB	X.30	CIM MIN	-1.24	-0.13	0	-0.002	-0.001	-0.449
CUB	X.31	CIM MAX	0.81	0.1	0	0.002	0.001	0.228
CUB	X.31	CIM MIN	-1.22	-0.11	0	-0.002	-0.001	-0.235
CUB	Y.01	CIM MAX	-1.47	3.07	0	0.05	0.056	8.876
CUB	Y.01	CIM MIN	-7.75	-3.13	0	-0.05	-0.055	-8.816
CUB	Y.02	CIM MAX	-0.37	2.38	0	0.014	0.018	6.497
CUB	Y.02	CIM MIN	-7.1	-2.19	0	-0.014	-0.017	-6.533

Reacciones en cimentación para cargas de servicio (Ton-m)								
Story	Pier	Load	P	V2	V3	T	M2	M3
CUB	Y.03	CIM MAX	-2.91	4.16	0	0.037	0.043	12.254
CUB	Y.03	CIM MIN	-9.95	-4.3	0	-0.037	-0.042	-12.382
CUB	Y.04	CIM MAX	-1.83	3.27	0	0.013	0.019	9.314
CUB	Y.04	CIM MIN	-7.38	-3.02	0	-0.014	-0.019	-9.385
CUB	Y.05	CIM MAX	0.34	0.36	0	0.004	0.001	0.971
CUB	Y.05	CIM MIN	-2.5	-0.61	0	-0.004	-0.001	-1.434
CUB	Y.06	CIM MAX	-0.81	2.38	0	0.009	0.006	7.214
CUB	Y.06	CIM MIN	-5.44	-2.02	0	-0.01	-0.006	-6.805
CUB	Y.07	CIM MAX	0.85	3.77	0	0.017	0.026	11.419
CUB	Y.07	CIM MIN	-8.47	-3.85	0	-0.018	-0.025	-11.104
CUB	Y.08	CIM MAX	-1.17	3.86	0	0.019	0.029	10.826
CUB	Y.08	CIM MIN	-8.99	-3.36	0	-0.022	-0.031	-10.902
CUB	Y.09	CIM MAX	-2.52	2.27	0	0.021	0.033	6.612
CUB	Y.09	CIM MIN	-7.19	-2.48	0	-0.022	-0.033	-6.846
CUB	Y.10	CIM MAX	0.37	0.27	0	0.002	0.001	0.526
CUB	Y.10	CIM MIN	-1.72	-0.24	0	-0.002	-0.001	-0.468
CUB	Y.11	CIM MAX	-0.77	4.97	0	0.024	0.03	12.704
CUB	Y.11	CIM MIN	-9.28	-5.52	0	-0.026	-0.032	-13.354
CUB	Y.12	CIM MAX	0.83	0.23	0	0.003	0.005	0.435
CUB	Y.12	CIM MIN	-1.9	-0.23	0	-0.003	-0.005	-0.439
CUB	Y.13	CIM MAX	-2.69	3.2	0.01	0.023	0.032	8.742
CUB	Y.13	CIM MIN	-7.02	-3.22	-0.01	-0.024	-0.032	-9.532
CUB	Y.14	CIM MAX	0.78	0.11	0	0.001	0.001	0.234
CUB	Y.14	CIM MIN	-1.26	-0.12	0	-0.001	-0.001	-0.25
CUB	Y.15	CIM MAX	-0.34	1.64	0	0.016	0.009	5.373
CUB	Y.15	CIM MIN	-3.33	-1.69	0	-0.016	-0.009	-5.501
CUB	Y.16	CIM MAX	-0.54	0.09	0	0.002	0	0.381
CUB	Y.16	CIM MIN	-1.12	-0.1	0	-0.002	0	-0.393
CUB	Y.17	CIM MAX	-0.71	0.08	0	0.003	0	0.406
CUB	Y.17	CIM MIN	-1.97	-0.29	0	-0.003	0	-0.809
CUB	Y.18	CIM MAX	0.25	0.45	0	0.004	0.004	0.976
CUB	Y.18	CIM MIN	-3.08	-0.09	0	-0.004	-0.005	-0.272

Diseño de cimientos corridos para cargas de servicio

Esquema de cimeinto corrido.
Tomado de "Diseño y construcción de cimentaciones". Luis Garza



- Muros con carga concéntrica

σ_{Adm} =	2.92	Ton/m^2
b_{min} =	0.30	m
h =	0.35	m

- Muros con carga excéntrica

MURO	e (m)	L (m)	P (Ton)	W (Ton/m)	b (m)	σ (Ton/m2)	I/S
X.01	0.12	1.35	1.39	1.03	0.30	5.15	1.8
X.02	0.12	1.35	1.52	1.13	0.30	5.63	1.9
X.03	0.12	0.60	0.80	1.34	0.30	6.67	2.3
X.04	0.12	1.15	1.26	1.10	0.30	5.48	1.9
X.05	0.12	1.00	2.15	2.15	0.30	10.75	3.7
X.06	0.12	0.60	3.71	6.19	0.30	30.92	10.6
X.07	0.12	0.50	1.80	3.60	0.30	18.00	6.2
X.08	0.12	3.79	8.40	2.22	0.30	11.08	3.8
X.09	0.12	0.85	4.48	5.28	0.30	26.35	9.0
X.10	0.12	4.10	3.99	0.98	0.30	4.87	1.7
X.11	0.12	6.03	6.95	1.16	0.30	5.76	2.0
X.12	0.12	1.06	1.65	1.56	0.30	7.78	2.7
X.13	0.12	4.10	3.96	0.97	0.30	4.83	1.7
X.14	0.12	6.85	8.07	1.18	0.30	5.89	2.0
X.15	0.12	2.04	2.41	1.19	0.30	5.91	2.0
X.16	0.12	3.67	3.54	0.97	0.30	4.82	1.7
X.17	0.12	1.30	1.74	1.34	0.30	6.69	2.3
X.18	0.12	1.30	1.60	1.24	0.30	6.15	2.1
X.19	0.12	1.30	1.52	1.17	0.30	5.85	2.0
X.20	0.12	1.30	1.47	1.14	0.30	5.65	1.9
X.21	0.12	3.67	3.65	1.00	0.30	4.97	1.7
X.22	0.12	2.20	2.26	1.03	0.30	5.14	1.8
X.23	0.12	0.50	0.56	1.12	0.30	5.60	1.9
X.24	0.12	0.50	0.43	0.86	0.30	4.30	1.5

X.25	0.12	0.50	0.43	0.86	0.30	4.30	1.5
X.26	0.12	0.90	1.40	1.56	0.30	7.78	2.7
X.27	0.12	1.30	1.12	0.87	0.30	4.31	1.5
X.28	0.12	0.50	0.67	1.34	0.30	6.70	2.3
X.29	0.12	0.80	0.81	1.02	0.30	5.06	1.7
X.30	0.12	0.70	0.83	1.19	0.30	5.93	2.0
X.31	0.12	0.35	0.38	1.09	0.30	5.43	1.9
Y.01	0.12	6.05	7.48	1.24	0.30	6.18	2.1
Y.02	0.12	4.84	5.84	1.21	0.30	6.03	2.1
Y.03	0.12	6.05	9.57	1.59	0.30	7.91	2.7
Y.04	0.12	4.84	6.65	1.38	0.30	6.87	2.4
Y.05	0.12	1.10	1.49	1.36	0.30	6.77	2.3
Y.06	0.12	2.84	4.38	1.55	0.30	7.71	2.6
Y.07	0.12	4.97	7.21	1.46	0.30	7.25	2.5
Y.08	0.12	4.84	7.45	1.54	0.30	7.70	2.6
Y.09	0.12	6.05	6.52	1.08	0.30	5.39	1.8
Y.10	0.12	1.08	1.15	1.07	0.30	5.32	1.8
Y.11	0.12	3.74	7.06	1.89	0.30	9.44	3.2
Y.12	0.12	0.95	1.05	1.11	0.30	5.53	1.9
Y.13	0.12	6.05	6.39	1.06	0.30	5.28	1.8
Y.14	0.12	0.45	0.43	0.96	0.30	4.78	1.6
Y.15	0.12	2.41	2.64	1.10	0.30	5.48	1.9
Y.16	0.12	0.90	1.12	1.25	0.30	6.22	2.1
Y.17	0.12	0.90	1.97	2.19	0.30	10.94	3.7
Y.18	0.12	0.50	2.06	4.12	0.30	20.60	7.1
						Max =	10.6

Diseño de cimientos corridos para cargas de servicio con sismo

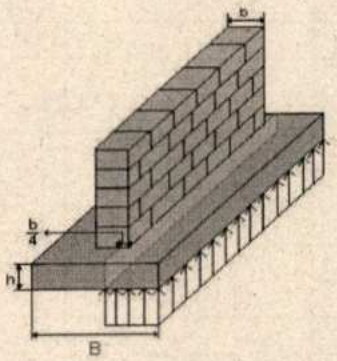
Esquema de cimeinto corrido.
Tomado de "Diseño y construcción de cimentaciones". Luis Garza

- Muros con carga concéntrica

σ_{Adm} = 5.84 Ton/m^2

b_{min} = 0.80 m

h = 0.30 m



- Muros con carga excéntrica

MURO	e (m)	L (m)	P (Ton)	W (Ton/m)	b (m)	σ (Ton/m2)	I/S
X.01	0.12	1.35	2.49	1.85	0.30	9.22	1.6
X.02	0.12	1.35	2.39	1.78	0.30	8.85	1.5
X.03	0.12	0.60	1.86	3.10	0.30	15.50	2.7
X.04	0.12	1.15	2.32	2.02	0.30	10.09	1.7
X.05	0.12	1.00	3.53	3.53	0.30	17.65	3.0
X.06	0.12	0.60	3.71	6.19	0.30	30.92	5.3
X.07	0.12	0.50	2.82	5.64	0.30	28.20	4.8
X.08	0.12	3.79	11.40	3.01	0.30	15.04	2.6
X.09	0.12	0.85	4.48	5.28	0.30	26.35	4.5
X.10	0.12	4.10	4.50	1.10	0.30	5.49	0.9
X.11	0.12	6.03	8.72	1.45	0.30	7.23	1.2
X.12	0.12	1.06	2.70	2.55	0.30	12.74	2.2
X.13	0.12	4.10	4.26	1.04	0.30	5.20	0.9
X.14	0.12	6.85	8.98	1.32	0.30	6.55	1.1
X.15	0.12	2.04	3.20	1.57	0.30	7.84	1.3
X.16	0.12	3.67	4.50	1.23	0.30	6.13	1.0
X.17	0.12	1.30	2.54	1.96	0.30	9.77	1.7
X.18	0.12	1.30	2.04	1.57	0.30	7.85	1.3
X.19	0.12	1.30	2.09	1.61	0.30	8.04	1.4
X.20	0.12	1.30	2.67	2.06	0.30	10.27	1.8
X.21	0.12	3.67	3.95	1.08	0.30	5.38	0.9
X.22	0.12	2.20	2.49	1.14	0.30	5.66	1.0
X.23	0.12	0.50	1.88	3.76	0.30	18.80	3.2
X.24	0.12	0.50	0.43	0.86	0.30	4.30	0.7

X.25	0.12	0.50	0.43	0.86	0.30	4.30	0.7
X.26	0.12	0.90	1.99	2.22	0.30	11.06	1.9
X.27	0.12	1.30	1.12	0.87	0.30	4.31	0.7
X.28	0.12	0.50	1.16	2.32	0.30	11.60	2.0
X.29	0.12	0.80	1.11	1.39	0.30	6.94	1.2
X.30	0.12	0.70	1.24	1.78	0.30	8.86	1.5
X.31	0.12	0.35	1.22	3.49	0.30	17.43	3.0
Y.01	0.12	6.05	7.75	1.29	0.30	6.40	1.1
Y.02	0.12	4.84	7.10	1.47	0.30	7.33	1.3
Y.03	0.12	6.05	9.95	1.65	0.30	8.22	1.4
Y.04	0.12	4.84	7.38	1.53	0.30	7.62	1.3
Y.05	0.12	1.10	2.50	2.28	0.30	11.36	1.9
Y.06	0.12	2.84	5.44	1.92	0.30	9.58	1.6
Y.07	0.12	4.97	8.47	1.71	0.30	8.52	1.5
Y.08	0.12	4.84	8.99	1.86	0.30	9.29	1.6
Y.09	0.12	6.05	7.19	1.19	0.30	5.94	1.0
Y.10	0.12	1.08	1.72	1.60	0.30	7.96	1.4
Y.11	0.12	3.74	9.28	2.49	0.30	12.41	2.1
Y.12	0.12	0.95	1.90	2.00	0.30	10.00	1.7
Y.13	0.12	6.05	7.02	1.17	0.30	5.80	1.0
Y.14	0.12	0.45	1.26	2.80	0.30	14.00	2.4
Y.15	0.12	2.41	3.33	1.39	0.30	6.91	1.2
Y.16	0.12	0.90	1.12	1.25	0.30	6.22	1.1
Y.17	0.12	0.90	1.97	2.19	0.30	10.94	1.9
Y.18	0.12	0.50	3.08	6.16	0.30	30.80	5.3
						Max =	5.3

Diseño de muros de mampostería

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Bloque 2

1. Verificación de la geometría

h' =	4.00 m
Espesor mínimo =	0.16 m
b =	0.12 m
R_e =	0.40

2. Determinación del ancho efectivo b_e

Tipo de bloque:	Ladrillo macizo en arcilla
Dimensiones:	24x12x6.5 cm^3
Área total:	288 cm^2
Área neta:	288 cm^2

Determinación de la resistencia a la compresión de la mampostería f'_m

f'_{cp} =	12.5 MPa		**h=**	65 mm
f'_{CU} =	27.4 MPa		**Kp =**	0.80
f'_{cr} =	0.0 MPa		**Kr =**	0.75
Rm =	15.0			
f'_m =	11.27 MPa	D.3.7.5		
Em =	8451.67 MPa	D.5.2-3		

La resistencia se afecta por un factor de Φc = 0.80 y Φe = 0.60 de acuerdo al estudio de vulnerabilidad.

$f'_{m\,ef}$ =	5.41 MPa	D.3.7.6
Em ef =	4057 MPa	D.5.2-3

Evaluación de muros de mampostería simple

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias

Metodología de diseño: Esfuerzos admisibles de trabajo
Apéndice D-1, Título D del reglamento NSR-10

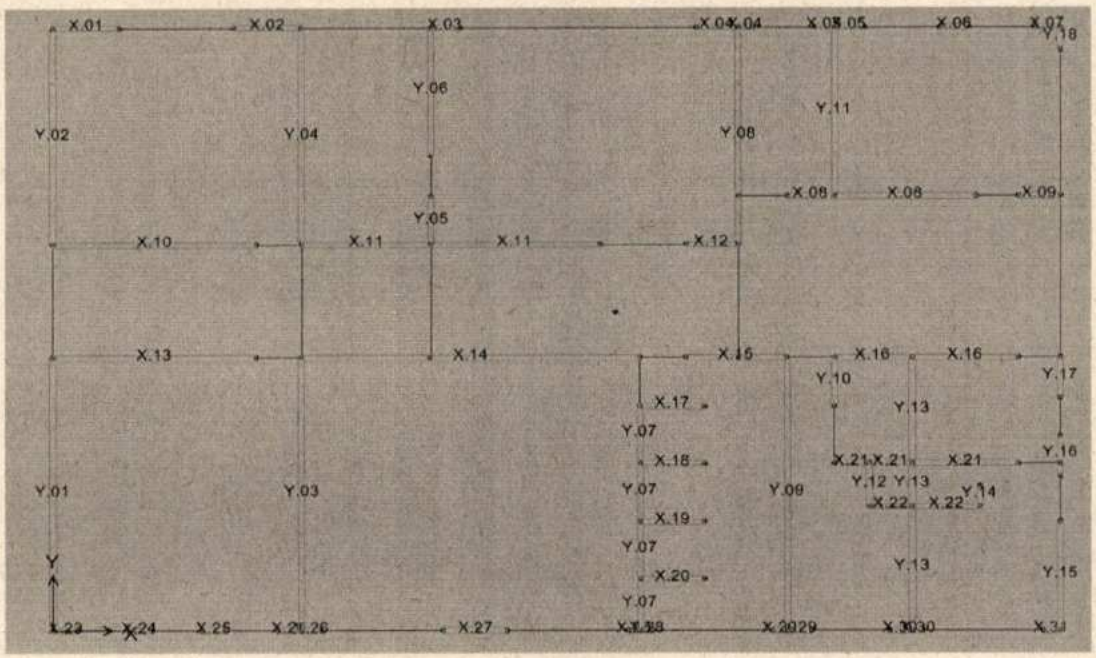
Geometría

h' =	4.00 m
b =	0.12 m
R_e =	0.40
J=	0.80

Parámetros de diseño

f'_m =		5.41 MPa
F_a =	0.20f'mRe =	0.4 MPa
F_b =	0.33f'm =	1.6 MPa
Mortero tipo:		N
F_t =		0.21 MPa
F_V =	$f'm^{0.5}/40$ =	0.058 MPa

Identificación de muros



Evaluación de esfuerzos de flexocompresión

Muro	L (m)	b (m)	be (m)	P (kN)	M (kN.m)	f_a (MPa)	f_b (MPa)	$f_a/F_A + f_b/F_B$
X.01	1.35	0.12	0.10	30.74	23.77	0.23	0.78	1.01
X.02	1.35	0.12	0.10	28.50	22.97	0.21	0.76	0.96
X.03	0.60	0.12	0.10	18.25	4.34	0.30	0.72	1.15
X.04	1.15	0.12	0.10	22.77	17.45	0.20	0.79	0.95
X.05	1.00	0.12	0.10	34.61	17.15	0.35	1.03	1.44
X.06	0.60	0.12	0.10	36.42	3.87	0.61	0.64	1.81
X.07	0.50	0.12	0.10	27.91	5.44	0.56	1.31	2.10
X.08	3.79	0.12	0.10	111.84	225.87	0.30	0.94	1.27
X.09	0.85	0.12	0.10	43.93	11.90	0.52	0.99	1.81
X.10	4.10	0.12	0.10	48.02	65.79	0.12	0.23	0.42
X.11	6.03	0.12	0.10	85.54	143.10	0.14	0.24	0.48
X.12	1.06	0.12	0.10	29.19	13.94	0.28	0.74	1.10
X.13	4.10	0.12	0.10	47.78	82.31	0.12	0.29	0.45
X.14	6.85	0.12	0.10	90.31	182.75	0.13	0.23	0.45
X.15	2.04	0.12	0.10	32.92	24.32	0.16	0.35	0.59
X.16	3.67	0.12	0.10	47.91	74.67	0.13	0.33	0.51
X.17	1.30	0.12	0.10	24.91	9.91	0.19	0.35	0.66
X.18	1.30	0.12	0.10	23.66	14.16	0.18	0.50	0.73
X.19	1.30	0.12	0.10	27.96	19.76	0.22	0.70	0.93
X.20	1.30	0.12	0.10	33.30	26.15	0.26	0.93	1.17
X.21	3.67	0.12	0.10	41.97	105.41	0.11	0.47	0.56
X.22	2.20	0.12	0.10	27.20	55.76	0.12	0.69	0.71
X.23	0.50	0.12	0.10	21.09	6.76	0.42	1.62	1.98
X.24	0.50	0.12	0.10	4.24	2.32	0.08	0.56	0.54
X.25	0.50	0.12	0.10	4.24	2.15	0.08	0.52	0.52
X.26	0.90	0.12	0.10	19.55	11.88	0.22	0.88	1.05
X.27	1.30	0.12	0.10	11.01	24.28	0.08	0.86	0.73
X.28	0.50	0.12	0.10	11.36	1.07	0.23	0.26	0.69
X.29	0.80	0.12	0.10	10.93	5.79	0.14	0.54	0.65
X.30	0.70	0.12	0.10	13.96	4.64	0.20	0.57	0.81
X.31	0.35	0.12	0.10	13.68	2.40	0.39	1.18	1.64
Y.01	6.05	0.12	0.10	94.46	88.95	0.16	0.15	0.45
Y.02	4.84	0.12	0.10	81.73	64.07	0.17	0.16	0.49
Y.03	6.05	0.12	0.10	104.83	121.42	0.17	0.20	0.53
Y.04	4.84	0.12	0.10	76.86	92.03	0.16	0.24	0.52
Y.05	1.10	0.12	0.10	24.55	14.06	0.22	0.70	0.95
Y.06	2.84	0.12	0.10	53.35	70.74	0.19	0.53	0.76
Y.07	4.97	0.12	0.10	110.16	111.99	0.22	0.27	0.68
Y.08	4.84	0.12	0.10	93.10	106.91	0.19	0.27	0.62
Y.09	6.05	0.12	0.10	72.72	67.14	0.12	0.11	0.35

Y.10	1.08	0.12	0.10	20.72	6.32	0.19	0.32	0.65
Y.11	3.74	0.12	0.10	92.63	130.95	0.25	0.56	0.92
Y.12	0.95	0.12	0.10	23.70	4.94	0.25	0.33	0.78
Y.13	6.05	0.12	0.10	69.45	93.48	0.11	0.15	0.36
Y.14	0.45	0.12	0.10	14.17	2.76	0.31	0.82	1.24
Y.15	2.41	0.12	0.10	35.84	54.79	0.15	0.57	0.69
Y.16	0.90	0.12	0.10	10.97	3.98	0.12	0.30	0.47
Y.17	0.90	0.12	0.10	19.36	8.09	0.22	0.60	0.87
Y.18	0.50	0.12	0.10	30.46	9.66	0.61	2.32	2.85
							Max =	2.85

Evaluación de esfuerzos de corte

Muro	L (m)	b (m)	be (m)	V (kN)	f_v (MPa)	f_v/F_v
X.01	1.35	0.12	0.10	9.19	0.09	1.52
X.02	1.35	0.12	0.10	8.62	0.08	1.43
X.03	0.60	0.12	0.10	2.06	0.05	0.81
X.04	1.15	0.12	0.10	4.82	0.05	0.94
X.05	1.00	0.12	0.10	5.85	0.08	1.32
X.06	0.60	0.12	0.10	1.15	0.03	0.45
X.07	0.50	0.12	0.10	2.29	0.06	1.09
X.08	3.79	0.12	0.10	53.41	0.18	3.07
X.09	0.85	0.12	0.10	5.24	0.08	1.41
X.10	4.10	0.12	0.10	18.95	0.06	1.01
X.11	6.03	0.12	0.10	39.41	0.08	1.42
X.12	1.06	0.12	0.10	6.15	0.08	1.31
X.13	4.10	0.12	0.10	22.84	0.07	1.21
X.14	6.85	0.12	0.10	46.94	0.09	1.48
X.15	2.04	0.12	0.10	8.91	0.06	0.96
X.16	3.67	0.12	0.10	23.68	0.08	1.41
X.17	1.30	0.12	0.10	4.08	0.04	0.70
X.18	1.30	0.12	0.10	5.59	0.06	0.96
X.19	1.30	0.12	0.10	7.70	0.08	1.32
X.20	1.30	0.12	0.10	10.16	0.10	1.75
X.21	3.67	0.12	0.10	26.56	0.09	1.58
X.22	2.20	0.12	0.10	20.14	0.12	2.01
X.23	0.50	0.12	0.10	2.80	0.08	1.34
X.24	0.50	0.12	0.10	0.58	0.02	0.28
X.25	0.50	0.12	0.10	0.54	0.02	0.26
X.26	0.90	0.12	0.10	3.11	0.05	0.79
X.27	1.30	0.12	0.10	6.07	0.06	1.04
X.28	0.50	0.12	0.10	0.28	0.01	0.13
X.29	0.80	0.12	0.10	1.52	0.03	0.44
X.30	0.70	0.12	0.10	1.37	0.03	0.45
X.31	0.35	0.12	0.10	1.08	0.05	0.77
Y.01	6.05	0.12	0.10	31.27	0.07	1.12

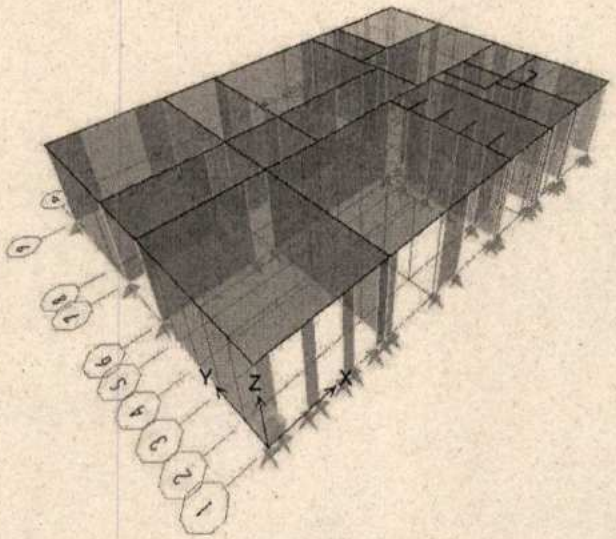
Y.02	4.84	0.12	0.10	23.37	0.06	1.05
Y.03	6.05	0.12	0.10	42.19	0.09	1.51
Y.04	4.84	0.12	0.10	32.03	0.08	1.44
Y.05	1.10	0.12	0.10	5.98	0.07	1.22
Y.06	2.84	0.12	0.10	23.32	0.10	1.80
Y.07	4.97	0.12	0.10	37.71	0.10	1.65
Y.08	4.84	0.12	0.10	37.81	0.10	1.70
Y.09	6.05	0.12	0.10	24.33	0.05	0.87
Y.10	1.08	0.12	0.10	3.06	0.04	0.64
Y.11	3.74	0.12	0.10	54.09	0.18	3.15
Y.12	0.95	0.12	0.10	2.32	0.03	0.55
Y.13	6.05	0.12	0.10	31.55	0.07	1.13
Y.14	0.45	0.12	0.10	1.35	0.04	0.73
Y.15	2.41	0.12	0.10	17.14	0.09	1.56
Y.16	0.90	0.12	0.10	1.03	0.02	0.26
Y.17	0.90	0.12	0.10	2.91	0.04	0.74
Y.18	0.50	0.12	0.10	4.44	0.12	2.12
					Max =	3.15

Evaluación de esfuerzos de tracción

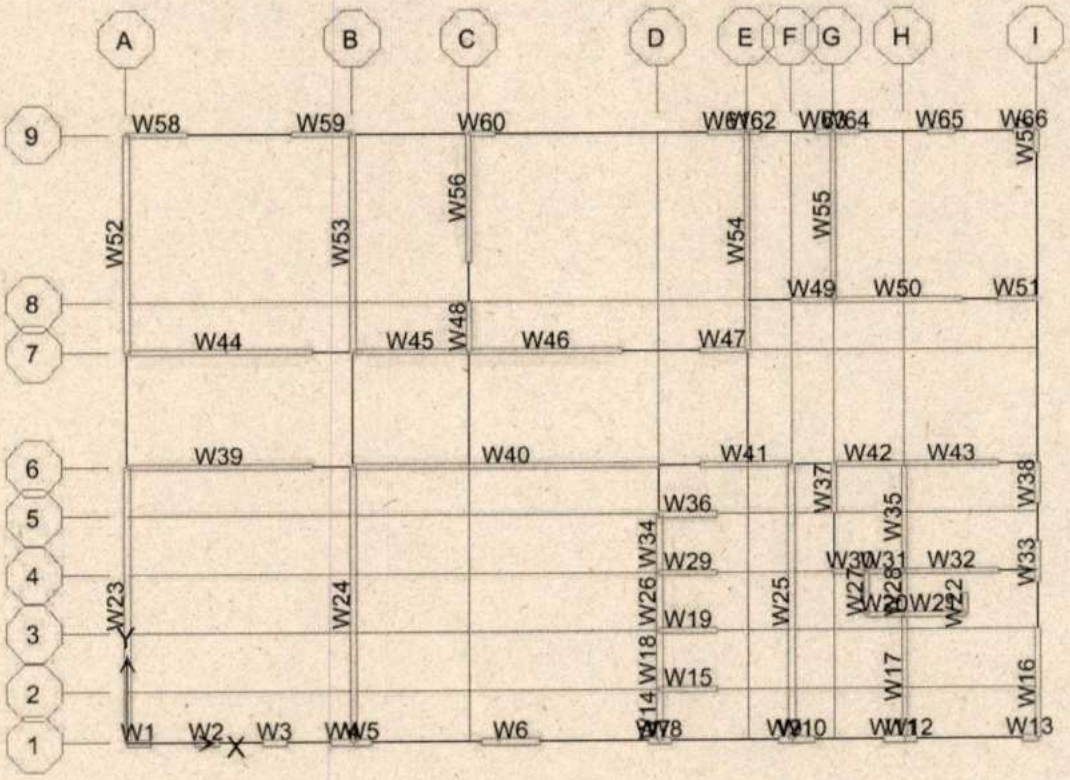
Muro	L (m)	b (m)	be (m)	P (kN)	f_t (MPa)	f_t/F_t
X.01	1.35	0.12	0.10	16.64	0.12	0.59
X.02	1.35	0.12	0.10	12.90	0.10	0.46
X.03	0.60	0.12	0.10	9.71	0.16	0.77
X.04	1.15	0.12	0.10	9.98	0.09	0.41
X.05	1.00	0.12	0.10	9.45	0.09	0.45
X.07	0.50	0.12	0.10	5.89	0.12	0.56
X.08	3.79	0.12	0.10	13.19	0.03	0.17
X.10	4.10	0.12	0.10	8.11	0.02	0.09
X.11	6.03	0.12	0.10	13.84	0.02	0.11
X.12	1.06	0.12	0.10	11.72	0.11	0.53
X.13	4.10	0.12	0.10	8.24	0.02	0.10
X.14	6.85	0.12	0.10	6.84	0.01	0.05
X.15	2.04	0.12	0.10	8.04	0.04	0.19
X.16	3.67	0.12	0.10	12.24	0.03	0.16
X.17	1.30	0.12	0.10	6.60	0.05	0.24
X.18	1.30	0.12	0.10	7.00	0.05	0.26
X.19	1.30	0.12	0.10	12.33	0.09	0.45
X.20	1.30	0.12	0.10	18.16	0.14	0.67
X.21	3.67	0.12	0.10	5.25	0.01	0.07
X.22	2.20	0.12	0.10	4.30	0.02	0.09
X.23	0.50	0.12	0.10	15.40	0.31	1.47
X.26	0.90	0.12	0.10	4.48	0.05	0.24
X.28	0.50	0.12	0.10	4.22	0.08	0.40
X.29	0.80	0.12	0.10	2.71	0.03	0.16

X.30	0.70	0.12	0.10	5.34	0.08	0.36
X.31	0.35	0.12	0.10	9.77	0.28	1.33
Y.01	6.05	0.12	0.10	16.35	0.03	0.13
Y.02	4.84	0.12	0.10	20.94	0.04	0.21
Y.03	6.05	0.12	0.10	2.19	0.00	0.02
Y.04	4.84	0.12	0.10	6.68	0.01	0.07
Y.05	1.10	0.12	0.10	8.91	0.08	0.39
Y.06	2.84	0.12	0.10	6.49	0.02	0.11
Y.07	4.97	0.12	0.10	33.55	0.07	0.32
Y.08	4.84	0.12	0.10	13.12	0.03	0.13
Y.09	6.05	0.12	0.10	6.05	0.01	0.05
Y.10	1.08	0.12	0.10	9.10	0.08	0.40
Y.11	3.74	0.12	0.10	11.45	0.03	0.15
Y.12	0.95	0.12	0.10	13.02	0.14	0.65
Y.13	6.05	0.12	0.10	4.36	0.01	0.03
Y.14	0.45	0.12	0.10	9.90	0.22	1.05
Y.15	2.41	0.12	0.10	8.87	0.04	0.18
Y.18	0.50	0.12	0.10	5.02	0.10	0.48
					Max =	1.47

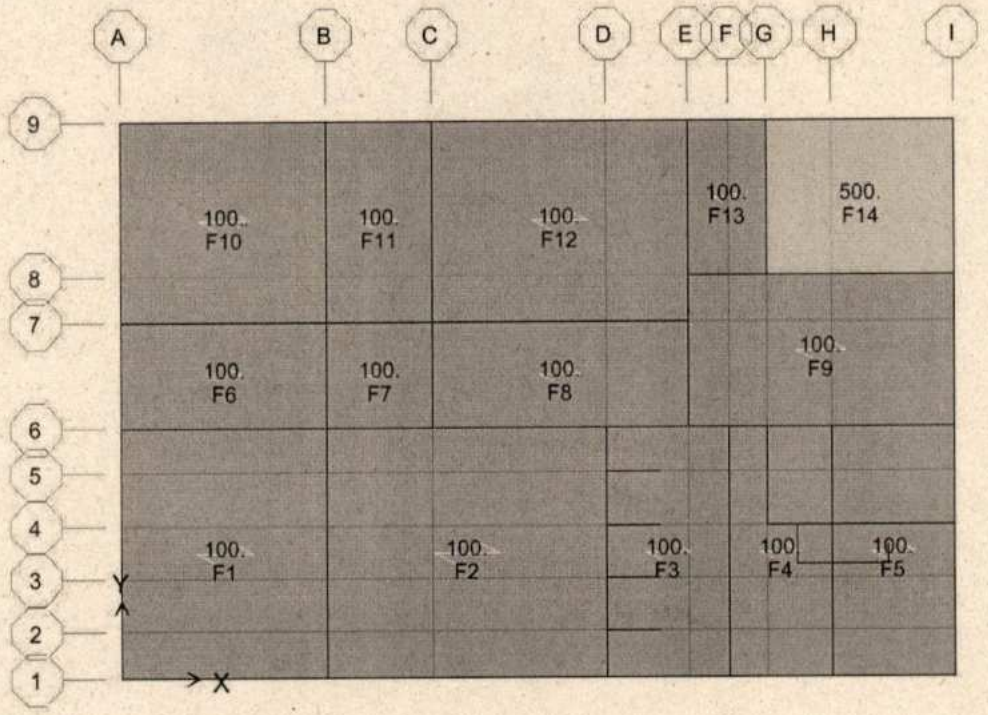
IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS



MUROS



FLOORS CUBIERTA Y CARGA VIVA APLICADA (kg-f)



DATOS DE ENTRADA

1

S T O R Y D A T A

STORY	SIMILAR TO	HEIGHT	ELEVATION
CUB	None	4.000	4.000
BASE	None		0.000

2

C O O R D I N A T E S Y S T E M L O C A T I O N D A T A

NAME	TYPE	X	Y	ROTATION	BUBBLESIZE	VISIBLE
GLOBAL	Cartesian	0.000	0.000	0.00000	1.250	Yes

C O O R D I N A T E S Y S T E M G R I D D A T A

SYSTEM NAME	GRID DIR	GRID ID	GRID TYPE	GRID HIDE	BUBBLE LOC	GRID COORDINATE
GLOBAL	X	A	Primary	No	Top	0.000
GLOBAL	X	B	Primary	No	Top	5.000
GLOBAL	X	C	Primary	No	Top	7.600
GLOBAL	X	D	Primary	No	Top	11.850
GLOBAL	X	E	Primary	No	Top	13.820
GLOBAL	X	F	Primary	No	Top	14.800
GLOBAL	X	G	Primary	No	Top	15.750
GLOBAL	X	H	Primary	No	Top	17.300
GLOBAL	X	I	Primary	No	Top	20.270
GLOBAL	Y	1	Primary	No	Left	0.000
GLOBAL	Y	2	Primary	No	Left	1.130
GLOBAL	Y	3	Primary	No	Left	2.410
GLOBAL	Y	4	Primary	No	Left	3.690
GLOBAL	Y	5	Primary	No	Left	4.970
GLOBAL	Y	6	Primary	No	Left	6.050
GLOBAL	Y	7	Primary	No	Left	8.590
GLOBAL	Y	8	Primary	No	Left	9.690
GLOBAL	Y	9	Primary	No	Left	13.430

3

M A S S S O U R C E D A T A

MASS FROM	LATERAL MASS ONLY	LUMP MASS AT STORIES
Loads	Yes	Yes

M A S S S O U R C E L O A D S

LOAD	MULTIPLIER
CM	1.0000

4

M A T E R I A L L I S T B Y E L E M E N T T Y P E

ELEMENT TYPE	MATERIAL	TOTAL MASS tons	NUMBER PIECES	NUMBER STUDS
Wall	MAMP	99.11		
Floor	CPL	23.75		

5

M A T E R I A L L I S T B Y S E C T I O N

SECTION	ELEMENT TYPE	NUMBER PIECES	TOTAL LENGTH meters	TOTAL MASS tons	NUMBER STUDS

M12	Wall	99.11
PLTQ	Floor	10.26
PLCUB	Floor	13.48

6

M A T E R I A L L I S T B Y S T O R Y

STORY	ELEMENT TYPE	MATERIAL	TOTAL WEIGHT tons	FLOOR AREA m2	UNIT WEIGHT kg/m2	NUMBER PIECES	NUMBER STUDS
CUB	Wall	MAMP	99.11	272.226	364.0614		
CUB	Floor	CPL	23.75	272.226	87.2273		
SUM	Wall	MAMP	99.11	272.226	364.0614		
SUM	Floor	CPL	23.75	272.226	87.2273		
TOTAL	All	All	122.85	272.226	451.2887	0	0

7

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MATERIAL NAME	MATERIAL TYPE	DESIGN TYPE	MATERIAL DIR/PLANE	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	SHEAR MODULUS
STEEL	Iso	Steel	All	2.000E+10	0.3000	1.1700E-05	7692307692
CERCHA	Iso	Concrete	All	181000000.00	0.2000	5.5000E-06	75416666.67
CPL	Iso	Concrete	All	218800000.00	0.2000	9.9000E-06	91166666.67
C21	Iso	Concrete	All	2188000000.0	0.2000	5.5000E-06	911666666.7
MAMP	Iso	Concrete	All	413698859.2	0.2000	5.5000E-06	172374524.66
OC21	Iso	Concrete	All	218800000.00	0.2000	9.9000E-06	91166666.67

M A T E R I A L P R O P E R T Y M A S S A N D W E I G H T

MATERIAL NAME	MASS PER UNIT VOL	WEIGHT PER UNIT VOL
STEEL	7.9850E+02	7.8310E+03
CERCHA	0.0000E+00	0.0000E+00
CPL	2.4000E+02	2.4000E+03
C21	2.4460E+02	2.4000E+03
MAMP	1.7998E+02	1.7998E+03
OC21	0.0000E+00	0.0000E+00

M A T E R I A L D E S I G N D A T A F O R S T E E L M A T E R I A L S

MATERIAL NAME	STEEL FY	STEEL FU	STEEL COST ($)
STEEL	35100000.00	45770000.00	1000.00

M A T E R I A L D E S I G N D A T A F O R C O N C R E T E M A T E R I A L S

MATERIAL NAME	LIGHTWEIGHT CONCRETE	CONCRETE FC	REBAR FY	REBAR FYS	LIGHTWT REDUC FACT
CERCHA	No	2100000.000	42000000.00	42000000.00	N/A
CPL	No	2100000.000	42000000.00	42000000.00	N/A
C21	No	2100000.000	42000000.00	42000000.00	N/A
MAMP	No	551666.460	42184180.28	42184180.28	N/A
OC21	No	2100000.000	42000000.00	42000000.00	N/A

8

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

FRAME SECTION NAME	MATERIAL NAME	SECTION SHAPE NAME OR NAME IN SECTION DATABASE FILE	CONC COL	CONC BEAM
VM	OC21	Rectangular		Yes

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

FRAME SECTION NAME	SECTION DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOT	FLANGE THICK BOT
VM	0.1000	0.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

FRAME SECTION NAME	SECTION AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA I33	MOMENTS OF INERTIA I22	SHEAR AREAS A2	SHEAR AREAS A3
VM	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0083	0.0083

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

FRAME SECTION NAME	SECTION MODULI S33	SECTION MODULI S22	PLASTIC MODULI Z33	PLASTIC MODULI Z22	RADIUS OF GYRATION R33	RADIUS OF GYRATION R22
VM	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0289	0.0289

F R A M E S E C T I O N W E I G H T S A N D M A S S E S

FRAME SECTION NAME	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
VM	0.0000	0.0000

C O N C R E T E B E A M D A T A

FRAME SECTION NAME	TOP COVER	BOT COVER	TOP LEFT AREA	TOP RIGHT AREA	BOT LEFT AREA	BOT RIGHT AREA
VM	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000

9

S H E L L S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SHELL SECTION	MATERIAL NAME	SHELL TYPE	LOAD DIST ONE WAY	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
M12	MAMP	Shell-Thin	No	0.1200	0.1200	99107.0162	9910.7016
PLTQ	CPL	Membrane	No	0.2530	0.2530	10264.5946	1026.4595
PLCUB	CPL	Membrane	Yes	0.0220	0.0220	13480.9646	1348.0965

10

L I N K P R O P E R T Y D A T A

LINK: NLPR1
TYPE: Damper

MASS	WEIGHT	INERTIA 1	INERTIA 2	INERTIA 3	P-D M2I	P-D M2J	P-D M3I	P-D M3J
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

DOF	KE	CE	DJ	K	C	C EXP
U1	0.0000	0.0000	N/A	---	---	---

11

P I E R S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

PIER LABEL	STORY LEVEL	MATERIAL NAME	ANGLE	NUM OBJS AREA/LINE	WIDTH BOTTOM	THICK BOTTOM	WIDTH TOP	THICK TOP
X.01	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.350	0.1200	1.350	0.1200

X.02	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.350	0.1200	1.350	0.1200
X.03	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.600	0.1200	0.600	0.1200
X.04	CUB	MAMP	0.00	2/0	1.150	0.1200	1.150	0.1200
X.05	CUB	MAMP	0.00	2/0	1.000	0.1200	1.000	0.1200
X.06	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.600	0.1200	0.600	0.1200
X.07	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.500	0.1200	0.500	0.1200
X.08	CUB	MAMP	0.00	2/0	3.790	0.1200	3.790	0.1200
X.09	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.850	0.1200	0.850	0.1200
X.10	CUB	MAMP	0.00	1/0	4.100	0.1200	4.100	0.1200
X.11	CUB	MAMP	0.00	2/0	6.030	0.1200	6.030	0.1200
X.12	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.060	0.1200	1.060	0.1200
X.13	CUB	MAMP	0.00	1/0	4.100	0.1200	4.100	0.1200
X.14	CUB	MAMP	0.00	1/0	6.850	0.1200	6.850	0.1200
X.15	CUB	MAMP	0.00	1/0	2.040	0.1200	2.040	0.1200
X.16	CUB	MAMP	0.00	2/0	3.670	0.1200	3.670	0.1200
X.17	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.300	0.1200	1.300	0.1200
X.18	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.300	0.1200	1.300	0.1200
X.19	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.300	0.1200	1.300	0.1200
X.20	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.300	0.1200	1.300	0.1200
X.21	CUB	MAMP	0.00	3/0	3.670	0.1200	3.670	0.1200
X.22	CUB	MAMP	0.00	2/0	2.200	0.1200	2.200	0.1200
X.23	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.500	0.1200	0.500	0.1200
X.24	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.500	0.1200	0.500	0.1200
X.25	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.500	0.1200	0.500	0.1200
X.26	CUB	MAMP	0.00	2/0	0.900	0.1200	0.900	0.1200
X.27	CUB	MAMP	0.00	1/0	1.300	0.1200	1.300	0.1200
X.28	CUB	MAMP	0.00	2/0	0.500	0.1200	0.500	0.1200
X.29	CUB	MAMP	0.00	2/0	0.800	0.1200	0.800	0.1200
X.30	CUB	MAMP	0.00	2/0	0.700	0.1200	0.700	0.1200
X.31	CUB	MAMP	0.00	1/0	0.350	0.1200	0.350	0.1200
Y.01	CUB	MAMP	90.00	1/0	6.050	0.1200	6.050	0.1200
Y.02	CUB	MAMP	90.00	1/0	4.840	0.1200	4.840	0.1200
Y.03	CUB	MAMP	90.00	1/0	6.050	0.1200	6.050	0.1200
Y.04	CUB	MAMP	90.00	1/0	4.840	0.1200	4.840	0.1200
Y.05	CUB	MAMP	90.00	1/0	1.100	0.1200	1.100	0.1200
Y.06	CUB	MAMP	90.00	1/0	2.840	0.1200	2.840	0.1200
Y.07	CUB	MAMP	90.00	4/0	4.970	0.1200	4.970	0.1200
Y.08	CUB	MAMP	90.00	1/0	4.840	0.1200	4.840	0.1200
Y.09	CUB	MAMP	90.00	1/0	6.050	0.1200	6.050	0.1200

Y.10	CUB	MAMP	90.00	1/0	1.080	0.1200	1.080	0.1200
Y.11	CUB	MAMP	90.00	1/0	3.740	0.1200	3.740	0.1200
Y.12	CUB	MAMP	90.00	1/0	0.950	0.1200	0.950	0.1200
Y.13	CUB	MAMP	90.00	3/0	6.050	0.1200	6.050	0.1200
Y.14	CUB	MAMP	90.00	1/0	0.450	0.1200	0.450	0.1200
Y.15	CUB	MAMP	90.00	1/0	2.410	0.1200	2.410	0.1200
Y.16	CUB	MAMP	90.00	1/0	0.900	0.1200	0.900	0.1200
Y.17	CUB	MAMP	90.00	1/0	0.900	0.1200	0.900	0.1200
Y.18	CUB	MAMP	90.00	1/0	0.500	0.1200	0.500	0.1200

P I E R S E C T I O N C E N T R O I D D A T A

PIER LABEL	STORY LEVEL	CENTROID BOTTOM X	CENTROID BOTTOM Y	CENTROID BOTTOM Z	CENTROID TOP X	CENTROID TOP Y	CENTROID TOP Z
X.01	CUB	0.675	13.430	0.000	0.675	13.430	4.000
X.02	CUB	4.325	13.430	0.000	4.325	13.430	4.000
X.03	CUB	7.900	13.430	0.000	7.900	13.430	4.000
X.04	CUB	13.545	13.430	0.000	13.545	13.430	4.000
X.05	CUB	15.850	13.430	0.000	15.850	13.430	4.000
X.06	CUB	18.150	13.430	0.000	18.150	13.430	4.000
X.07	CUB	20.020	13.430	0.000	20.020	13.430	4.000
X.08	CUB	16.695	9.690	0.000	16.695	9.690	4.000
X.09	CUB	19.845	9.690	0.000	19.845	9.690	4.000
X.10	CUB	2.050	8.590	0.000	2.050	8.590	4.000
X.11	CUB	8.015	8.590	0.000	8.015	8.590	4.000
X.12	CUB	13.290	8.590	0.000	13.290	8.590	4.000
X.13	CUB	2.050	6.050	0.000	2.050	6.050	4.000
X.14	CUB	8.425	6.050	0.000	8.425	6.050	4.000
X.15	CUB	13.780	6.050	0.000	13.780	6.050	4.000
X.16	CUB	17.585	6.050	0.000	17.585	6.050	4.000
X.17	CUB	12.500	4.970	0.000	12.500	4.970	4.000
X.18	CUB	12.500	3.690	0.000	12.500	3.690	4.000
X.19	CUB	12.500	2.410	0.000	12.500	2.410	4.000
X.20	CUB	12.500	1.130	0.000	12.500	1.130	4.000
X.21	CUB	17.585	3.690	0.000	17.585	3.690	4.000
X.22	CUB	17.550	2.740	0.000	17.550	2.740	4.000
X.23	CUB	0.250	0.000	0.000	0.250	0.000	4.000
X.24	CUB	1.750	0.000	0.000	1.750	0.000	4.000
X.25	CUB	3.250	0.000	0.000	3.250	0.000	4.000
X.26	CUB	4.950	0.000	0.000	4.950	0.000	4.000
X.27	CUB	8.500	0.000	0.000	8.500	0.000	4.000

X.28	CUB	11.850	0.000	0.000	11.850	0.000	4.000
X.29	CUB	14.900	0.000	0.000	14.900	0.000	4.000
X.30	CUB	17.200	0.000	0.000	17.200	0.000	4.000
X.31	CUB	20.095	0.000	0.000	20.095	0.000	4.000
Y.01	CUB	0.000	3.025	0.000	0.000	3.025	4.000
Y.02	CUB	0.000	11.010	0.000	0.000	11.010	4.000
Y.03	CUB	5.000	3.025	0.000	5.000	3.025	4.000
Y.04	CUB	5.000	11.010	0.000	5.000	11.010	4.000
Y.05	CUB	7.600	9.140	0.000	7.600	9.140	4.000
Y.06	CUB	7.600	12.010	0.000	7.600	12.010	4.000
Y.07	CUB	11.850	2.485	0.000	11.850	2.485	4.000
Y.08	CUB	13.820	11.010	0.000	13.820	11.010	4.000
Y.09	CUB	14.800	3.025	0.000	14.800	3.025	4.000
Y.10	CUB	15.750	5.510	0.000	15.750	5.510	4.000
Y.11	CUB	15.750	11.560	0.000	15.750	11.560	4.000
Y.12	CUB	16.450	3.215	0.000	16.450	3.215	4.000
Y.13	CUB	17.300	3.025	0.000	17.300	3.025	4.000
Y.14	CUB	18.650	2.965	0.000	18.650	2.965	4.000
Y.15	CUB	20.270	1.205	0.000	20.270	1.205	4.000
Y.16	CUB	20.270	3.860	0.000	20.270	3.860	4.000
Y.17	CUB	20.270	5.600	0.000	20.270	5.600	4.000
Y.18	CUB	20.270	13.180	0.000	20.270	13.180	4.000

12

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	AUTO LAT LOAD	SELF WT MULTIPLIER	NOTIONAL FACTOR	NOTIONAL DIRECTION
CM	DEAD	N/A	1.0000		
CV	LIVE	N/A	0.0000		

13

R E S P O N S E S P E C T R U M C A S E S

RESP SPEC CASE: SPX

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL COMBO	DIRECTION COMBO	MODAL DAMPING	SPECTRUM ANGLE	TYPICAL ECCEN
CQC	SRSS	0.0500	0.0000	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACT
U1	DLAC300	9.8100
U2	----	N/A
U3	----	N/A

RESP SPEC CASE: SPY

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL COMBO	DIRECTION COMBO	MODAL DAMPING	SPECTRUM ANGLE	TYPICAL ECCEN
CQC	SRSS	0.0500	0.0000	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACT
U1	----	N/A
U2	DLAC300	9.8100
UZ	----	N/A

RESP SPEC CASE: SUX

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL COMBO	DIRECTION COMBO	MODAL DAMPING	SPECTRUM ANGLE	TYPICAL ECCEN
CQC	SRSS	0.0200	0.0000	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACT
U1	ULAC300	9.8100
U2	----	N/A
UZ	----	N/A

RESP SPEC CASE: SUY

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL COMBO	DIRECTION COMBO	MODAL DAMPING	SPECTRUM ANGLE	TYPICAL ECCEN
CQC	SRSS	0.0200	0.0000	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACT
U1	----	N/A
U2	ULAC300	9.8100
UZ	----	N/A

14

L O A D I N G C O M B I N A T I O N S

COMBO	COMBO TYPE	CASE	CASE TYPE	SCALE FACTOR
SX	ADD	SPX	Spectra	1.6700
SY	ADD	SPY	Spectra	1.6400
EX	ADD	SX	Combo	1.5600
EY	ADD	SY	Combo	1.5600
D1	ADD	CM	Static	1.4000
D2	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.6000
D3	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	1.0000
D4	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	1.0000
D7	ADD	CM	Static	1.2000

		CV	Static	1.0000
		EY	Combo	1.0000
D8	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EY	Combo	1.0000
D11	ADD	CM	Static	0.9000
		EX	Combo	1.0000
D12	ADD	CM	Static	0.9000
		EX	Combo	1.0000
D15	ADD	CM	Static	0.9000
		EY	Combo	1.0000
D16	ADD	CM	Static	0.9000
		EY	Combo	1.0000
DV1	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	0.6000
DV2	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	-0.6000
DV5	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	0.6000
		EY	Combo	2.0000
DV6	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	-0.6000
		EY	Combo	2.0000
DV9	ADD	CM	Static	0.9000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	0.6000
DV10	ADD	CM	Static	0.9000
		EX	Combo	2.0000
		EY	Combo	-0.6000
DV13	ADD	CM	Static	0.9000
		EX	Combo	0.6000
		EY	Combo	2.0000
DV14	ADD	CM	Static	0.9000
		EX	Combo	-0.6000
		EY	Combo	2.0000
CIM1	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	1.0000
CIM3	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	1.0000
		EX	Combo	0.7000
CIM4	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	1.0000
		EY	Combo	0.7000
DC1	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
DC2	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
DC5	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
DC6	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
DC9	ADD	CM	Static	0.9000
DC10	ADD	CM	Static	0.9000
DC13	ADD	CM	Static	0.9000
DC14	ADD	CM	Static	0.9000
SERV	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	1.0000
D	ENVE	D1	Combo	1.0000
		D2	Combo	1.0000
		D3	Combo	1.0000
		D4	Combo	1.0000
		D7	Combo	1.0000
		D8	Combo	1.0000
		D11	Combo	1.0000
		D12	Combo	1.0000
		D15	Combo	1.0000
		D16	Combo	1.0000
DV	ENVE	DV1	Combo	1.0000
		DV2	Combo	1.0000
		DV5	Combo	1.0000
		DV6	Combo	1.0000
		DV9	Combo	1.0000

		DV10	Combo	1.0000
		DV13	Combo	1.0000
		DV14	Combo	1.0000
CIM2	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	0.7500
CIM5	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	0.7500
		EX	Combo	0.5250
CIM6	ADD	CM	Static	1.0000
		CV	Static	0.7500
		EY	Combo	0.5250
CIM7	ADD	CM	Static	0.6000
		EX	Combo	0.7000
CIM8	ADD	CM	Static	0.6000
		EY	Combo	0.7000
CIM	ENVE	CIM4	Combo	1.0000
		CIM6	Combo	1.0000
		CIM7	Combo	1.0000
		CIM8	Combo	1.0000
SUX	ADD	SUX	Spectra	1.7900
SUY	ADD	SUY	Spectra	1.6100
DERU1	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		SUX	Combo	1.0000
DERU3	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		SUY	Combo	1.0000
DERU5	ADD	CM	Static	0.9000
		SUX	Combo	1.0000
DERU7	ADD	CM	Static	0.9000
		SUY	Combo	1.0000
DER1	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		SX	Combo	1.0000
DER3	ADD	CM	Static	1.2000
		CV	Static	1.0000
		SY	Combo	1.0000
DER5	ADD	CM	Static	0.9000
		SX	Combo	1.0000
DER7	ADD	CM	Static	0.9000
		SY	Combo	1.0000

15

R E S P O N S E S P E C T R U M F U N C T I O N - U S E R

FUNCTION NAME: DLAC300

PERIOD	ACCEL
0.0000	0.3940
0.0500	0.3940
0.1000	0.3940
0.1500	0.3940
0.2000	0.3940
0.2500	0.3940
0.3000	0.3940
0.3500	0.3940
0.4000	0.3940
0.4500	0.3940
0.5000	0.3940
0.5500	0.3940
0.6000	0.3940
0.6500	0.3940
0.7000	0.3940
0.7500	0.3940
0.8000	0.3940
0.8500	0.3940
0.9000	0.3940
0.9500	0.3940
1.0000	0.3940
1.0500	0.3940
1.1000	0.3940
1.1500	0.3940
1.2000	0.3940
1.2500	0.3940
1.3000	0.3940
1.3500	0.3940
1.4000	0.3940
1.4500	0.3940
1.5000	0.3940
1.5500	0.3940
1.6000	0.3940
1.6500	0.3940
1.7000	0.3940
1.7500	0.3940
1.8000	0.3870
1.8500	0.3760
1.9000	0.3660
1.9500	0.3570
2.0000	0.3480
2.0500	0.3400
2.1000	0.3310
2.1500	0.3240
2.2000	0.3160
2.2500	0.3090
2.3000	0.3030
2.3500	0.2960
2.4000	0.2900
2.4500	0.2840
2.5000	0.2780
2.5500	0.2730
2.6000	0.2680
2.6500	0.2630
2.7000	0.2580
2.7500	0.2530
2.8000	0.2490
2.8500	0.2440
2.9000	0.2400
2.9500	0.2360
3.0000	0.2320
3.0500	0.2280
3.1000	0.2250
3.1500	0.2210
3.2000	0.2180
3.2500	0.2140
3.3000	0.2110
3.3500	0.2080
3.4000	0.2050
3.4500	0.2020
3.5000	0.1990
3.5500	0.1960
3.6000	0.1930
3.6500	0.1910
3.7000	0.1880
3.7500	0.1860
3.8000	0.1830
3.8500	0.1810
3.9000	0.1780
3.9500	0.1760
4.0000	0.1740
4.0500	0.1700
4.1000	0.1660
4.1500	0.1620
4.2000	0.1580
4.2500	0.1540
4.3000	0.1510
4.3500	0.1470
4.4000	0.1440
4.4500	0.1410
4.5000	0.1370
4.5500	0.1340

4.6000	0.1320
4.6500	0.1290
4.7000	0.1260
4.7500	0.1230
4.8000	0.1210
4.8500	0.1180
4.9000	0.1160
4.9500	0.1140
5.0000	0.1110
5.0500	0.1090
5.1000	0.1070
5.1500	0.1050
5.2000	0.1030
5.2500	0.1010
5.3000	0.0990
5.3500	0.0970
5.4000	0.0950
5.4500	0.0940
5.5000	0.0920
5.5500	0.0900
5.6000	0.0890
5.6500	0.0870
5.7000	0.0860
5.7500	0.0840
5.8000	0.0830
5.8500	0.0810
5.9000	0.0800
5.9500	0.0790
6.0000	0.0770
6.0500	0.0760
6.1000	0.0750
6.1500	0.0740
6.2000	0.0720
6.2500	0.0710
6.3000	0.0700
6.3500	0.0690
6.4000	0.0680
6.4500	0.0670
6.5000	0.0660
6.5500	0.0650
6.6000	0.0640
6.6500	0.0630
6.7000	0.0620
6.7500	0.0610
6.8000	0.0600
6.8500	0.0590
6.9000	0.0580
6.9500	0.0580
7.0000	0.0570
7.0500	0.0560
7.1000	0.0550
7.1500	0.0540
7.2000	0.0540
7.2500	0.0530
7.3000	0.0520
7.3500	0.0520
7.4000	0.0510
7.4500	0.0500
7.5000	0.0490
7.5500	0.0490
7.6000	0.0480
7.6500	0.0480
7.7000	0.0470
7.7500	0.0460
7.8000	0.0460
7.8500	0.0450
7.9000	0.0450
7.9500	0.0440
8.0000	0.0440

FUNCTION NAME: ULAC300

PERIOD	ACCEL
0.0000	0.0800
0.0500	0.1030
0.1000	0.1250
0.1500	0.1480
0.2000	0.1710
0.2500	0.1930
0.3000	0.2160
0.3500	0.2250
0.4000	0.2250
0.4500	0.2250
0.5000	0.2250
0.5500	0.2250
0.6000	0.2250
0.6500	0.2250
0.7000	0.2250
0.7500	0.2250
0.8000	0.2250
0.8500	0.2250
0.9000	0.2250
0.9500	0.2250
1.0000	0.2250
1.0500	0.2250
1.1000	0.2250
1.1500	0.2250
1.2000	0.2250
1.2500	0.2250
1.3000	0.2250
1.3500	0.2250
1.4000	0.2250
1.4500	0.2250
1.5000	0.2250
1.5500	0.2250
1.6000	0.2250
1.6500	0.2180
1.7000	0.2120
1.7500	0.2060
1.8000	0.2000
1.8500	0.1950
1.9000	0.1890
1.9500	0.1850
2.0000	0.1800
2.0500	0.1760
2.1000	0.1710
2.1500	0.1670
2.2000	0.1640
2.2500	0.1600
2.3000	0.1570
2.3500	0.1530
2.4000	0.1500
2.4500	0.1470
2.5000	0.1440
2.5500	0.1410
2.6000	0.1380
2.6500	0.1360
2.7000	0.1330
2.7500	0.1310
2.8000	0.1290
2.8500	0.1260
2.9000	0.1240
2.9500	0.1220
3.0000	0.1200
3.0500	0.1180
3.1000	0.1160
3.1500	0.1140
3.2000	0.1130
3.2500	0.1110
3.3000	0.1090
3.3500	0.1070
3.4000	0.1060
3.4500	0.1040
3.5000	0.1030
3.5500	0.1010
3.6000	0.1000
3.6500	0.0990
3.7000	0.0970
3.7500	0.0960
3.8000	0.0950
3.8500	0.0940
3.9000	0.0920
3.9500	0.0910
4.0000	0.0900
4.0500	0.0890
4.1000	0.0880
4.1500	0.0870
4.2000	0.0860
4.2500	0.0850
4.3000	0.0840
4.3500	0.0830
4.4000	0.0820
4.4500	0.0810
4.5000	0.0800
4.5500	0.0790
4.6000	0.0780
4.6500	0.0770
4.7000	0.0770
4.7500	0.0760
4.8000	0.0750
4.8500	0.0740
4.9000	0.0730
4.9500	0.0730
5.0000	0.0720
5.0500	0.0710
5.1000	0.0690
5.1500	0.0680
5.2000	0.0670
5.2500	0.0650
5.3000	0.0640
5.3500	0.0630
5.4000	0.0620
5.4500	0.0610
5.5000	0.0600
5.5500	0.0580
5.6000	0.0570
5.6500	0.0560
5.7000	0.0550
5.7500	0.0540
5.8000	0.0540
5.8500	0.0530
5.9000	0.0520
5.9500	0.0510
6.0000	0.0500
6.0500	0.0490
6.1000	0.0480
6.1500	0.0480
6.2000	0.0470
6.2500	0.0460
6.3000	0.0450
6.3500	0.0450
6.4000	0.0440
6.4500	0.0430
6.5000	0.0430
6.5500	0.0420
6.6000	0.0410
6.6500	0.0410
6.7000	0.0400
6.7500	0.0400
6.8000	0.0390
6.8500	0.0380
6.9000	0.0380
6.9500	0.0370
7.0000	0.0370
7.0500	0.0360
7.1000	0.0360
7.1500	0.0350
7.2000	0.0350
7.2500	0.0340
7.3000	0.0340
7.3500	0.0330
7.4000	0.0330
7.4500	0.0320
7.5000	0.0320
7.5500	0.0320
7.6000	0.0310
7.6500	0.0310
7.7000	0.0300
7.7500	0.0300
7.8000	0.0300
7.8500	0.0290
7.9000	0.0290

7.9500	0.0280	8.0000	0.0280

16

RIGID DIAPHRAGM ASSIGNMENTS TO POINT OBJECTS

STORY	DIAPHRAGM	POINT	POINT	POINT	POINT	POINT
CUB	D1	73	57	45	1	76
CUB	D1	59	47	8	64	60
CUB	D1	71	77	41	80	63
CUB	D1	83	67	53	43	54
CUB	D1	19	72	27	22	32
CUB	D1	40	44	56	74	75
CUB	D1	2	3	4	5	6
CUB	D1	58	46	78	62	61
CUB	D1	81	79	52	16	50
CUB	D1	49	42	34	26	24
CUB	D1	33	25	23	13	14
CUB	D1	12	15	17	37	66
CUB	D1	68	69	70	88	82
CUB	D1	84	85	87	86	55
CUB	D1	7	9	10	11	18
CUB	D1	20	38	36	28	29
CUB	D1	30	31	35	21	65
CUB	D1	39	48	51		

17

SUPPORT (RESTRAINT) DATA

		/----------RESTRAINED DOF's----------/					
STORY	POINT	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
BASE	1	Yes	Yes	Yes			
BASE	2	Yes	Yes	Yes			
BASE	3	Yes	Yes	Yes			
BASE	4	Yes	Yes	Yes			
BASE	5	Yes	Yes	Yes			
BASE	6	Yes	Yes	Yes			
BASE	7	Yes	Yes	Yes			
BASE	8	Yes	Yes	Yes			
BASE	9	Yes	Yes	Yes			
BASE	10	Yes	Yes	Yes			
BASE	11	Yes	Yes	Yes			
BASE	12	Yes	Yes	Yes			
BASE	13	Yes	Yes	Yes			
BASE	14	Yes	Yes	Yes			
BASE	15	Yes	Yes	Yes			
BASE	16	Yes	Yes	Yes			
BASE	17	Yes	Yes	Yes			
BASE	18	Yes	Yes	Yes			
BASE	19	Yes	Yes	Yes			
BASE	20	Yes	Yes	Yes			
BASE	21	Yes	Yes	Yes			
BASE	22	Yes	Yes	Yes			
BASE	23	Yes	Yes	Yes			
BASE	24	Yes	Yes	Yes			
BASE	25	Yes	Yes	Yes			
BASE	26	Yes	Yes	Yes			
BASE	27	Yes	Yes	Yes			
BASE	28	Yes	Yes	Yes			
BASE	29	Yes	Yes	Yes			
BASE	30	Yes	Yes	Yes			
BASE	31	Yes	Yes	Yes			
BASE	32	Yes	Yes	Yes			
BASE	33	Yes	Yes	Yes			
BASE	34	Yes	Yes	Yes			
BASE	35	Yes	Yes	Yes			
BASE	36	Yes	Yes	Yes			
BASE	37	Yes	Yes	Yes			
BASE	38	Yes	Yes	Yes			
BASE	40	Yes	Yes	Yes			
BASE	41	Yes	Yes	Yes			
BASE	42	Yes	Yes	Yes			
BASE	43	Yes	Yes	Yes			
BASE	44	Yes	Yes	Yes			
BASE	45	Yes	Yes	Yes			

BASE	46	Yes	Yes	Yes
BASE	47	Yes	Yes	Yes
BASE	49	Yes	Yes	Yes
BASE	50	Yes	Yes	Yes
BASE	52	Yes	Yes	Yes
BASE	53	Yes	Yes	Yes
BASE	54	Yes	Yes	Yes
BASE	55	Yes	Yes	Yes
BASE	56	Yes	Yes	Yes
BASE	57	Yes	Yes	Yes
BASE	58	Yes	Yes	Yes
BASE	59	Yes	Yes	Yes
BASE	60	Yes	Yes	Yes
BASE	61	Yes	Yes	Yes
BASE	62	Yes	Yes	Yes
BASE	63	Yes	Yes	Yes
BASE	64	Yes	Yes	Yes
BASE	66	Yes	Yes	Yes
BASE	67	Yes	Yes	Yes
BASE	68	Yes	Yes	Yes
BASE	69	Yes	Yes	Yes
BASE	70	Yes	Yes	Yes
BASE	71	Yes	Yes	Yes
BASE	72	Yes	Yes	Yes
BASE	73	Yes	Yes	Yes
BASE	74	Yes	Yes	Yes
BASE	75	Yes	Yes	Yes
BASE	76	Yes	Yes	Yes
BASE	77	Yes	Yes	Yes
BASE	78	Yes	Yes	Yes
BASE	79	Yes	Yes	Yes
BASE	80	Yes	Yes	Yes
BASE	81	Yes	Yes	Yes
BASE	82	Yes	Yes	Yes
BASE	83	Yes	Yes	Yes
BASE	84	Yes	Yes	Yes
BASE	85	Yes	Yes	Yes
BASE	86	Yes	Yes	Yes
BASE	87	Yes	Yes	Yes
BASE	88	Yes	Yes	Yes

18

U N I F O R M L O A D A S S I G N M E N T S T O A R E A O B J E C T S

CASE	STORY	AREA	AREATYPE	DIRECTION	LOAD
CV	CUB	F1	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F2	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F3	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F4	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F5	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F6	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F7	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F8	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F9	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F10	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F11	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F12	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F13	Floor	Gravity	100.0000
CV	CUB	F14	Floor	Gravity	500.0000

ANEXO 3.

EVALUACION CIMENTACION ACTUAL

GG-INCO-066-2025

Bogotá, 7 de mayo de 2025

Señores
GRUPO M&M CONSULTORIA S.A.S
Ciudad

Asunto: Evaluación Cimentación Existente,
Ref.: PROYECTO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEROS LAS FERIAS B-7 DE LA UAE CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTÁ.

Por medio de la presente y de acuerdo con la solicitud presentada se da respuesta a las observaciones realizadas por la interventoría al componente del Plan de Exploración del proyecto en Referencia.

INGEOS CONSULTORÍA SAS
Calle 125 #21a-18 Oficina 306
Teléfonos: +57 (1) 7049183 / +57 316 833 3368
Email: gerencia@ingeosconsultoria.com
Bogotá – Colombia

1. Parametros Geotécnicos

En la siguiente tabla se muestra los parámetros obtenidos para cada uno de los estratos determinados con base en la exploración geotécnica y en los ensayos de laboratorio realizados. Como se mencionó y mostró anteriormente, se puede apreciar que se presenta una gran variabilidad en la profundidad de los estratos.

Tabla 1. *Parámetros geotécnicos de Diseño.*

ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	γ (T/m^3)	γ_{seco} (T/m^3)	φ' (°)
1	0.40/0.50 → 1.80/2.50	1.52	0.88	18
2	1.80/2.50 → 30.00	1.29	0.52	17

Donde:

- γ: Peso Unitario Húmedo (T/m^3).
- γ_{seco}: Peso Unitario Seco (T/m^3).
- φ: Ángulo de Fricción Interna del Suelo (°).

2. Apiques de Cimentación Actual

Para la identificación de la cimentación existente se ejecutaron 2 apiques en la edificación.

El primer apique se realizó para la auscultación de la estructura tipo pórtico (columnas y vigas), y en específico para el siguiente elemento:

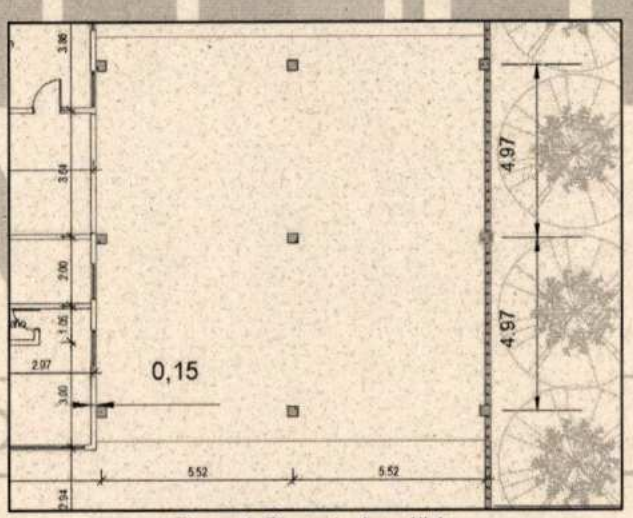


Figura 1. *Elemento de análisis.*

INGEOS CONSULTORÍA SAS
Calle 125 #21a-18 Oficina 306
Teléfonos: +57 (1) 7049183 / +57 316 833 3368
Email: gerencia@ingeosconsultoria.com
Bogotá – Colombia

De este primer apique se obtuvo que la cimentación es del tipo zapata aislada rectangular, con dimensiones de $1.10 \times 2.20m$ y una altura de $0.30m$. También se evidenció que se tiene una profundidad de desplante de $0.66cm$ desde la losa de contrapiso.

APIQUES EXPLORATORIOS PARA VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69J # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: Apique 1

Descripción: Columna Eje 2-C

Localización: Cimentación **Fecha:** 26/02/2025



OBSERVACIONES:

La demolición de placa se realiza por solicitud del cliente para verificar el tipo y estado de la cimentación.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó: Técnico

NICOLAS A. CORREA
Revisó: Ingeniero

Figura 2. *Apique 1 – Estructura tipo Pórtico.*

El segundo apique se realizó para la auscultación de la cimentación de la estructura de muros en mampostería como se puede ver a continuación:

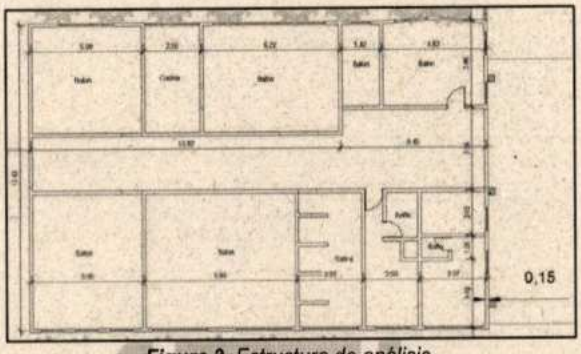


Figura 3. Estructura de análisis.

APIQUES EXPLORATORIOS PARA VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69J # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: Apique 2

Descripción: Columna Oficina Vigilancia

Localización: Cimentación **Fecha:** 26/02/2025



OBSERVACIONES:

La demolición de placa se realiza por solicitud del cliente para verificar el tipo y estado de la cimentación.

No se evidencia cimentación, solo una viga perimetral.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó: Técnico

NICOLAS A. CORREA
Revisó: Ingeniero

Figura 4. Apique 2.

De este apique no se evidencia cimentación, sino una viga perimetral de $0.35m$ de altura bajo los elementos de mampostería que lo componen.

3. Avalúo de Cargas Actuales

Estructura tipo Pórtico:
De la información estructural se obtuvo que para la estructura de pórticos (columnas y vigas) se tienen las siguientes cargas:

- Cargas Muertas:
  - Acabados (según B.3.4.3-1): $0.150t/m^2$
  - Nervios $S = 10 \times 30c/.90$: $0.133t/m^2$
  - Loseta Superior $e = 0.05m$: $0.120t/m^2$

- Cargas Vivas:
  - Cubierta Plana con acceso restringido: $180t/m^2$

Por lo tanto, se tiene una Carga Muerta de $0.403t/m^2$ y Carga Viva de $0.180t/m^2$, para una Carga Total de $0.583t/m^2$.

Para el elemento analizado, según la *Figura 1* se tiene un área aferente de $2.76 \times 4.97m$, por lo que, se tiene una carga en la columna de $8.0ton$.

Tabla 2. *Carga Columna de Estructura tipo Pórtico.*

$B_{aferente}$	2.76	m
$L_{aferente}$	4.97	m
$A_{aferente}$	13.72	m^2
q	0.583	t/m^2
Q	**8.00**	**ton**

Sabiendo que la zapata tiene dimensiones de $1.10 \times 2.20m$, se tiene una carga distribuida en la zapata de $3.30t/m^2$.

Tabla 3. *Carga Zapata de Estructura tipo Pórtico.*

B	1.10	m
L	2.20	m
A	2.42	m^2
Df	0.66	m
q	**3.30**	**t/m^2**

Estructura en Muros de Mampostería:
De la información estructural se obtuvo que para la estructura de pórticos (columnas y vigas) se tienen una carga total distribuida de $3ton/m$.

Para las anteriores condiciones de la estructura en mampostería, se calcula la carga distribuida sobre la Viga Perimetral de Cimentación de la siguiente manera:

Tabla 4. *Carga Viga Perimetral de Estructura en Muros de Mampostería.*

B	0.45	m
Df	0.45	m
q/m	3.00	t/m
q	6.67	t/m^2

4. Evaluación de Cimentación Actual.

Considerando los resultados obtenidos de la campaña de exploración, se realizó el análisis del estado límite de falla dando que con base en las dimensiones de los elementos y su profundidad de apoyo se determinó la capacidad portante máxima. Se empleó la ecuación de capacidad de carga de Vesic, como se muestra a continuación:

$$q_u = c' N_c S_c d_c i_c g_c b_c + q N_q S_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Donde:

- $N_{c,q,\gamma}$: Factores de Capacidad de Carga.
- $S_{c,q,\gamma}$: Factores de forma.
- $d_{c,q,\gamma}$: Factores de profundidad.
- $i_{c,q,\gamma}$: Factores de inclinación de la carga.
- $g_{c,q,\gamma}$: Factores de inclinación del terreno.
- $b_{c,q,\gamma}$: Factores de inclinación de la base.

Para determinar la capacidad admisible del suelo de cimentación se aplica lo estipulado por la tabla H.4.7-1 de la NSR-10, la cual establece los factores de seguridad para cimentaciones, como se aprecia a continuación:

INGEOS CONSULTORÍA SAS
Calle 125 #21a-18 Oficina 306
Teléfonos: +57 (1) 7049183 / +57 316 833 3368
Email: gerencia@ingeosconsultoria.com
Bogotá – Colombia

Tabla 5. Factores de seguridad para cimentaciones.

Condición	F_{SICP} Mínimo
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5

De acuerdo con lo anterior, la capacidad de carga es el resultado de dividir la capacidad última por un factor de seguridad de 3.

Estructura tipo Pórtico:

Tabla 6. Análisis de Capacidad Portante de la cimentación existente de la estructura tipo Pórtico.

Caso de carga	$q_{servicio}$ (ton/m²)	$q_{último}$ (ton/m²)	$FS_{obtenido}$	$FS_{mínimo}$	Criterio
D+L	3.30	8.76	2.65	3.0	No Cumple

Estructura en Muros de Mampostería:

Tabla 7. Análisis de Capacidad Portante de la cimentación existente de la estructura en Muros de Mampostería.

Caso de carga	$q_{servicio}$ (ton/m²)	$q_{último}$ (ton/m²)	$FS_{obtenido}$	$FS_{mínimo}$	Criterio
D+L	6.67	6.72	1.00	3.00	No Cumple

Considerando los anteriores resultados, no se cumple con el factor de seguridad exigidos por la NSR-10 para el caso de carga de Muerta + Viva Normal.

INGEOS
CONSULTORÍA

Quedamos atentos a cualquier inquietud.
Cordialmente,

MARÍA MARGARITA MONTOYA CASTAÑEDA
Ingeniera Civil – Magister en Geotecnia
Universidad Nacional de Colombia
M.P: 25202-173087 CND

INGEOS CONSULTORÍA SAS
Calle 125 #21a-18 Oficina 306
Teléfonos: +57 (1) 7049183 / +57 316 833 3368
Email: gerencia@ingeosconsultoria.com
Bogotá – Colombia

CONTROL DE REVISIONES Y APROBACIÓN

REGISTRO DE MODIFICACIONES

VERSIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
NUMERO	FECHA	
1	31-03-2025	Documento original
2	25-04-2025	Documento con correcciones a partir de observaciones de interventoría
3	19-05-2025	Documento final subsanado

FIRMA RESPONSABLE

ING. JAIRO ANDRÉS MEZA ROSAS
Especialista Estructural
M.P. 68202-108602
22-05-2025

FIRMA APROBACIÓN

P/P CARLOS CAMACHO

ING. CARLOS GABRIEL CAMACHO OBREGóN
Interventoría Ceyco ingeniería s.a.s

Bogotá D.C., 21 de mayo de 2025

Señores:
GRUPO M&M CONSULTORÍA S.A.S.
John Alejandro Rico Vargas
Representante Legal
gerencia@grupomym.com.co

Ref.: "INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, CONTABLE, JURÍDICA Y AMBIENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEROS DE FERIAS B-7 DE LA UAE CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTÁ - SGC".

Asunto. Respuesta al comunicado MM-REM-227-2025 con asunto: *RESPUESTA A COMUNICADO INT-BOMB-114 INFORME PATOLOGIA / VULNERABILIDAD.*

Por medio del presente, producto de la revisión de los productos de patología y vulnerabilidad remitidos mediante el comunicado en el asunto, se constató que se atendieron todas las observaciones generadas anteriormente por la interventoría, por lo que se da concepto de aval sobre ellos y serán los que deban entregarse en la versión impresa a la entidad contratante.

Es importante tener en cuenta que el aval sobre el producto de vulnerabilidad se da con base en lo comunicado por el consultor acerca de la notificación de parte del área de geotecnia de los valores aplicables para la evaluación de la cimentación actual; sin embargo, la interventoría no conoce ese documento de notificación, por lo que se solicita anexarlo al producto impreso. Sin perjuicio de lo anterior, de comunicarse valores de capacidad diferentes a los establecidos en dicho documento en el estudio de suelos, la consultoría debe actualizar el producto de vulnerabilidad y generar una entrega que dé cuenta de dicha actualización.

Agradecemos su atención y quedamos atentos a cualquier solicitud.

Cordialmente,

CAMACHO OBREGON GUILLERMO ANDRES

GUILLERMO ANDRÉS CAMACHO OBREGÓN
CODIRECTOR DE INTERVENTORÍA
CEYCO INGENIERÍA S.A.S.

Elaboró: Ing. Kevin Julián Morán M.

Calle 171 No. 56A -05 Bogotá, Colombia | +57 601 7580765 +57 3174396249 | ingenieria@ceycorp.com

GRUPO M&M CONSULTORÍA SAS

ESTUDIO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

-ESTACIÓN DE BOMBEROS LAS FERIAS B-07-

CARRERA 69 J # 72 - 61

CONTRATO DE CONSULTORIA UAECOB 766-2024: "ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEROS DE FERIAS B-07 DE LA UAE CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTÁ –SGC".

[Honor, Valor, Disciplina]

U.A.E. CUERPO OFICIAL BOMBEROS BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ D.C
2025

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 4

2. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL 4

2.1. DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA ESTRUCTURA 4
2.1.1. BLOQUE DE PARQUEADEROS 4
2.1.2. BLOQUE DE HABITACIONES 6
2.1.3. URBANISMO 8

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN 9

3.1. ACTIVIDADES REALIZADAS 10

3.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS 10
3.2.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS 10
3.2.2. REGATAS PARA LA VERIFIACIÓN DEL REFUEZO 11
3.2.3. ENSAYO QUÍMICO DE CARBONATACIÓN 11
3.2.4. LECTURA DE ESCLERÓMETROS 12
3.2.5. ENSAYO DE TENSIÓN EN BARRAS 12
3.2.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA 12
3.2.7. LECTURA DE ESCLERÓMETROS EN MAMPOSTERÍA 13

4. PROPUESTA DE REHABILITACIÓN 13

4.1. BLOQUE DE HABITACIONES 13

4.2. BLOQUE DE PARQUEADEROS 14

5. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 15

6. ANEXOS 16

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema de propuesta de reforzamiento estructural con muros de mampostería confinada 14

Ilustración 2 Detalle típico de recalce de columnas en concreto 15

Ilustración 3 Detalle típico de recalce de vigas en concreto 15

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Pérdida de recubrimiento 5

Fotografía 2 Pérdida de recubrimiento 5

Fotografía 3 Pases de tuberías excesivos 5

Fotografía 4 Falla en losa de contrapiso 5
Fotografía 5 Deterioro y falta de mantenimiento en vigas 6
Fotografía 6 Deterioro de acabados en muros de mampostería 6
Fotografía 7 Colapso de cielorraso y deterioro de correas en madera 7
Fotografía 8 Colapso de cielorraso 7
Fotografía 9 Fisura en losa y muro 8
Fotografía 10 Presencia de humedad 8
Fotografía 11 Deterioro generalizado de cancha en concreto 8
Fotografía 12 Asentamientos diferenciales 9
Fotografía 13 Asentamiento de losa 9
Fotografía 14 Falla de estructura 9
Fotografía 15 Falla de estructura 9
Fotografía 16. Regata en Columna Eje 1-B (Reg-1). 11

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Resistencia a la compresión de núcleos extraídos 10
Tabla 2 Profundidad de carbonatación 11
Tabla 3 Lectura de esclerómetros 12
Tabla 4 Lectura de esclerómetros en mampostería 13

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Informe del Estudio de Patología Estructural realizado sobre la Estación de Bomberos Ferias, ubicada en la carrera 69 J # 72 - 61, Bogotá D.C.

Este estudio se ha llevado a cabo por encargo de Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá UAE, con el objetivo principal de evaluar el estado actual de conservación de sus elementos estructurales y diagnosticar las posibles patologías existentes. La necesidad de este análisis surge a raíz de que la edificación presenta afectaciones evidentes en aspectos estructurales, hidrosanitarios, eléctricos, entre otros.

Para la consecución de dichos objetivos, se realizó una inspección técnica detallada de los componentes estructurales accesibles durante visitas de campo. Esta inspección se complementó con la realización de ensayos no destructivos y destructivos, levantamiento fotográfico detallado, levantamiento topográfico, arquitectónico y estructural.

En las siguientes secciones de este informe se describen en detalle la estructura objeto de estudio, la metodología empleada, los hallazgos y observaciones realizadas durante la inspección, el diagnóstico técnico sobre las patologías identificadas y sus posibles causas, la evaluación preliminar de su incidencia y, finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones técnicas pertinentes para la subsanación o control de los problemas detectados y la preservación de la edificación.

2. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

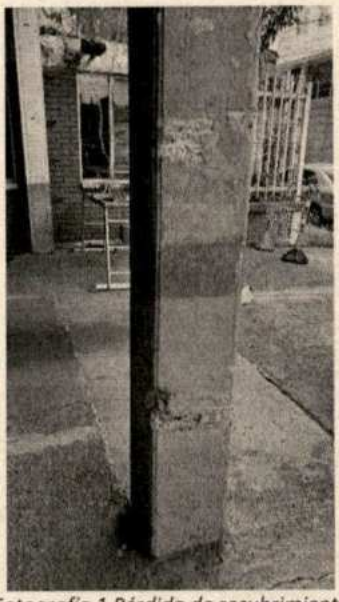
2.1. DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA ESTRUCTURA

Inicialmente se realizó una visita de campo como parte del estudio de vulnerabilidad sísmica en curso, se realizó una inspección visual de la estructura, revelando diversas patologías que se describirán a continuación. Se observaron fisuras de diferentes magnitudes en vigas, columnas y muros, posibles asentamientos diferenciales y deflexiones excesivas. Asimismo, se detectaron zonas con desprendimiento de recubrimiento de concreto, exponiendo el acero de refuerzo a la corrosión, lo que compromete la integridad estructural. En algunas losas, se evidencian deflexiones excesivas y agrietamientos, lo cual podría indicar problemas de sobrecarga o deterioro del material.

2.1.1. BLOQUE DE PARQUEADEROS

En el bloque de parqueaderos se observan fallos en la losa de contrapiso y deformaciones excesivas, probablemente por el peso excesivo de los camiones y una mala estructura o ausencia de una subbase de soporte a la losa de contrapiso. En algunas las columnas se

observa pérdida del recubrimiento. Sin embargo, el elemento con mayor deterioro es la losa nervada de cubierta, en la cual se observan nervios con pérdida total del recubrimiento inferior, pérdida de sección y pases de tuberías excesivos para la sección transversal del nervio o viga. También es evidente el avanzado deterioro por la exposición a la intemperie sin ninguna protección de los elementos estructurales.



Fotografía 1 Pérdida de recubrimiento en columnas



Fotografía 3 Pases de tuberías excesivos



Fotografía 2 Pérdida de recubrimiento y sección en nervios



Fotografía 4 Falla en losa de contrapiso



Fotografía 5 Deterioro y falta de mantenimiento en vigas

2.1.2. BLOQUE DE HABITACIONES

En el bloque de habitaciones se observa el colapso del cielorraso, deterioro de los acabados y fisuras en muros. La cubierta liviana está conformada por una estructura de madera simplemente apoyada en los muros de mampostería, se observa deterioro en las correas de madera.



Fotografía 6 Deterioro de acabados en muros de mampostería



Fotografia 7 Colapso de cielorraso y deterioro de correas en madera



Fotografia 8 Colapso de cielorraso



Fotografía 9 Fisura en losa y muro



Fotografía 10 Presencia de humedad y hongos en muros

2.1.3. URBANISMO

En el urbanismo se observan asentamientos diferenciales y falla de la estructura de las losas de andenes y cerramientos, y un deterioro generalizado de la losa de la cancha en concreto por falta de mantenimiento y exposición a la intemperie.



Fotografía 11 Deterioro generalizado de cancha en concreto



Fotografía 12 Asentamientos diferenciales y falla en losa de andén



Fotografía 14 Falla de estructura de cerramiento



Fotografía 13 Asentamiento de losa de contrapiso



Fotografía 15 Falla de estructura de cerramiento

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN

Como parte del estudio de patología estructural se realizaron trabajos de exploración para determinar el estado actual de la estructura según lo indicado en el numeral A.10.2.1 del reglamento NSR-10. A continuación se presentan los resultados del trabajo de exploración de campo, ensayos de laboratorio y descripción general de las condiciones actuales de los diferentes elementos estructurales y materiales que conforman la edificación.

Para el desarrollo del estudio, se desplazó al sitio el personal especializado, quien, al realizar la inspección y reconocimiento de campo, localizó los puntos para la exploración de las estructuras. Ésta se efectuó mediante la realización de apiques para conocer el tipo de cimentación existente, regatas, toma de esclerómetros, ferroscan y extracción de núcleos en elementos de concreto para determinar la resistencia a través de ensayos de laboratorio.

En el anexo 1, se presentan los resultados completos de todos los ensayos realizados y a continuación se presenta un resumen de las actividades y resultados obtenidos más relevantes:

3.1. ACTIVIDADES REALIZADAS

Se realizaron las siguientes actividades en campo:

- Ensayo con scanner para detección del acero de refuerzo (método no destructivo): 7 ensayos.
- Extracción y rotura de núcleos de concreto: 5 ensayos.
- Regatas para verificación del acero de refuerzo: 4 ensayos.
- Ensayo químico de carbonatación: 9 ensayos.
- Ensayo con esclerómetro para determinar la dureza del concreto (método no destructivo): 10 ensayos.
- Apiques: 2 apiques.
- Tensión en barras: 1 ensayo.
- Tinta penetrante: 1 ensayo.
- Petrografía: 1 ensayo.
- Ensayo de compresión en unidades de mampostería: 2 ensayos.
- Ensayo con esclerómetro para determinar la dureza de la mampostería (método no destructivo): 4 ensayos

3.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

3.2.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS

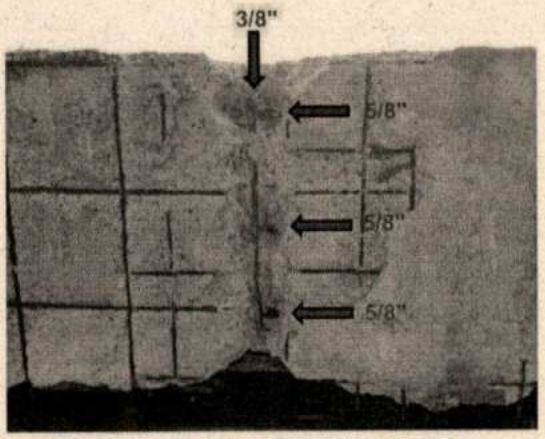
En general, se midieron resistencias a la compresión bajas con respecto a la resistencia de diseño supuesta de 21 MPa.

Núcleo	Localización	Resistencia	
		(kg/cm²)	(MPa)
1	Columna Eje 1-B-Toma Inferior	148	14.5
2	Columna Eje 2-A-Toma Inferior	184	18.0
3	Viga Eje 3-A Toma Lateral Cubierta	211	20.7
4	Columna Eje 3-B -Toma Central	147	14.4
5	Viga Ejes C (2-3) Toma Lateral Cubierta	253	24.8

Tabla 1 Resistencia a la compresión de núcleos extraídos

3.2.2. REGATAS PARA LA VERIFIACIÓN DEL REFUEZO

Con las regatas realizadas se pudo comprobar que el acero de refuerzo es liso y se encuentra en buen estado, no se evidencia indicios de procesos corrosivos.



Fotografía 16. Regata en Columna Eje 1-B (Reg-1).

3.2.3. ENSAYO QUÍMICO DE CARBONATACIÓN

Las tablas a continuación muestran las mediciones efectuadas para la determinación de la profundidad de carbonatación en la cara externa de los elementos, los espesores de recubrimiento y el estado del refuerzo al abrir la regata.

Muestra	Localización	Profundidad cm)		
		L1	L2	L3
C-1	Columna Eje 1-B	1.5	2.7	3.3
C-2	Viga Eje 3-A	3.5	3.0	2.9
C-3	Columna Oficina Vigilancia	0.0	0.0	0.0
C-4	Viga Eje 1-(A-B)	2.2	1.3	1.8
C-5	Columna Eje 1-B	1.2	1.7	1.4
C-6	Columna Eje 2-A	2.0	2.3	2.1
C-7	Viga Eje 3-A	2.3	1.8	2.1
C-8	Columna Eje 3-B	1.8	1.5	2.2
C-9	Viga Eje C-(2-3)	2.4	1.9	1.7

Tabla 2 Profundidad de carbonatación

Como se indica en la tabla, en algunos núcleos la carbonatación alcanza 3 cm. Esta patología se ha generado probablemente debido a la constante exposición de los elementos estructurales al dióxido de carbono de los gases de escape de los vehículos en el parqueadero y la intemperie.

De acuerdo con las regatas y exploraciones realizas, el recubrimiento de los elementos estructurales tiene en promedio 3 cm y el acero de refuerzo se encuentra en buen estado y aún no presenta oxidación. Sin embargo, se deberán tomar medidas para mitigar la propagación de la carbonatación y evitar que esta llegue al acero de refuerzo.

3.2.4. LECTURA DE ESCLERÓMETROS

Adicionalmente, se realizaron lecturas de esclerómetros, las cuales se comparan con los valores de resistencia del concreto obtenidos en el ensayo de compresión de los núcleos extraídos, para determinar qué tan homogénea es la resistencia en los elementos.

Ensayo	LOCALIZACION	LECTURAS				PROMEDIO BRUTO	DESVIACION ESTANDAR	RANGO		PROMEDIO AJUSTADO	RESISTENCIA DEDUCIDA (psi)	RESISTENCIA DEDUCIDA (kg/cm²)	RESISTENCIA DEDUCIDA (MPa)	ESQUEMA
1	Viga Eje 1-(A-B) - Torre Lateral - Cubierta	31	26	28	31	28,7	3,27	25,4	32,0	27,0	2700	190	18,6	1
		33	27	29	24									
		21	33	26	32									
		32	26	30	26									
2	Columna Eje 3-C - Torre Central	32	35	37	31	32,8	1,73	30,8	34,3	30,8	3500	246	24,1	1
		31	33	32	33									
		35	32	32	31									
		32	32	33	30									
3	Columna Eje 2-B - Torre Central	27	30	33	34	31,1	3,98	27,1	35,1	29,3	3210	226	22,1	1
		28	36	36	31									
		31	35	21	32									
		25	32	35	33									
4	Columna Eje 2-A - Torre Central (Núcleo 2)	37	31	42	42	31,4	6,84	24,5	38,2	29,5	3250	229	22,4	1
		32	33	35	23									
		32	21	21	25									
		33	32	40	23									
5	Columna Eje 1-B - Torre Central (Núcleo 1)	30	31	24	25	24,6	3,62	20,9	28,2	23,1	2500	176	17,2	1
		29	25	23	23									
		18	21	23	25									
		20	30	23	23									
6	Columna Eje 1-C - Torre Central	37	31	42	32	32,3	4,97	27,3	37,2	30,4	3450	243	23,8	1
		34	31	35	31									
		31	25	21	28									
		32	32	40	34									

Ensayo	LOCALIZACION	LECTURAS				PROMEDIO BRUTO	DESVIACION ESTANDAR	RANGO		PROMEDIO AJUSTADO	RESISTENCIA DEDUCIDA (psi)	RESISTENCIA DEDUCIDA (kg/cm²)	RESISTENCIA DEDUCIDA (MPa)	ESQUEMA
7	Vigueta entre Ejes - (1-2) Y (B-C) - Torre Inferior - Cubierta	38	39	31	36	35,8	3,21	32,8	39,0	33,7	3175	223	21,9	2
		37	29	38	39									
		31	37	40	35									
		37	38	32	38									
8	Viga Eje - 2 - (B-C) - Torre Lateral - Cubierta	27	28	27	29	28,2	2,70	25,5	30,9	26,8	2800	183	17,9	1
		29	34	24	25									
		32	27	28	30									
		29	28	31	27									
9	Viga Eje - B - (2-3) - Torre Inferior - Cubierta	37	33	41	31	34,6	2,91	31,0	37,5	32,5	2850	200	19,7	2
		33	37	32	37									
		31	39	31	33									
		35	34	33	36									
10	Viga Eje - 3 - (B-C) - Torre inferior - Cubierta	34	38	40	36	34,8	3,15	31,8	38,1	32,9	2970	209	20,5	2
		36	33	34	31									
		38	36	39	34									
		34	35	31	28									

Tabla 3 Lectura de esclerómetros

3.2.5. ENSAYO DE TENSIÓN EN BARRAS

En el ensayo a tensión en barras se midió un esfuerzo máximo a tracción de 599 MPa y un esfuerzo de fluencia de 450 MPa, relación tracción de tracción/fluencia de 1.33.

3.2.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

En general, se midieron resistencias a la compresión buenas con respecto a la resistencia de una unidad de mampostería actual.

Ensayo	Resistencia	
	(kg/cm²)	(MPa)
1	242.7	23.79
2	315.6	30.93

Tabla 4 Resistencia a la compresión de unidades de mampostería extraídos

3.2.7. LECTURA DE ESCLERÓMETROS EN MAMPOSTERÍA

Adicionalmente, se realizaron lecturas de esclerómetros en la mampostería, las cuales se comparan con los valores de resistencia obtenidos en el ensayo de compresión de las unidades extraídas, para determinar qué tan homogénea es la resistencia en los elementos.

Ensayo	LOCALIZACION	LECTURAS				PROMEDIO BRUTO	DESVIACION ESTANDAR	RANGO		PROMEDIO AJUSTADO	RESISTENCIA DEDUCIDA (psi)	RESISTENCIA DEDUCIDA (kg/cm²)	RESISTENCIA DEDUCIDA (MPa)	ESQUEMA
1	Muro mampostería . Pasillo costado norte	40	37	38	34	39,6	2,34	37,2	41,9	37,2	4800	337	33,1	1
		39	38	38	41									
		42	40	41	42									
		41	40	41	43									
2	Muro mampostería . Pasillo costado sur	42	42	39	40	39,9	1,52	38,4	41,5	37,6	4840	340	33,4	1
		40	38	39	42									
		38	40	39	43									
		40	39	38	40									
3	Muro mampostería . Pasillo costado norte	39	37	37	40	36,9	1,58	36,3	38,5	34,7	4260	299	29,3	1
		37	36	37	37									
		34	36	36	36									
		39	36	37	34									
4	Muro mampostería . Pasillo costado oriente	41	41	40	42	38,9	1,66	37,2	40,5	36,6	4730	333	32,6	1
		40	39	38	37									
		38	37	38	39									
		37	36	39	40									

Tabla 5 Lectura de esclerómetros en mampostería

4. PROPUESTA DE REHABILITACIÓN

4.1. BLOQUE DE HABITACIONES

Debido a que el bloque de habitaciones está construido con un sistema estructural que no tiene capacidad de disipación de energía, como se indica en la tabla A.3-1 del reglamento NSR-10, muros de mampostería no reforzada, se deberá conformar un sistema de resistencia sísmica adecuado para el grupo de uso de la edificación y zona de amenaza sísmica en la que se encuentra el proyecto.

Al respecto, en el oficio CAP-513-2014 y el acta 122 de la Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes se indica que es aceptable que las construcciones de muros de mampostería no reforzada de hasta dos pisos de altura, independientemente del grupo de uso, y en cualquier zona de amenaza sísmica, sean reforzadas con una estructura en concreto que cumpla con lo indicado en el capítulo D.10, muros de mampostería confinada, del reglamento NSR-10.

Esto implicaría conformar columnetas y vigas de confinamiento de una sección mínima de S=.12 x .25 m, y una separación mínima de 2.40 m entre elementos de confinamiento. En la siguiente imagen se indica un esquema de un muro de mampostería confinada:

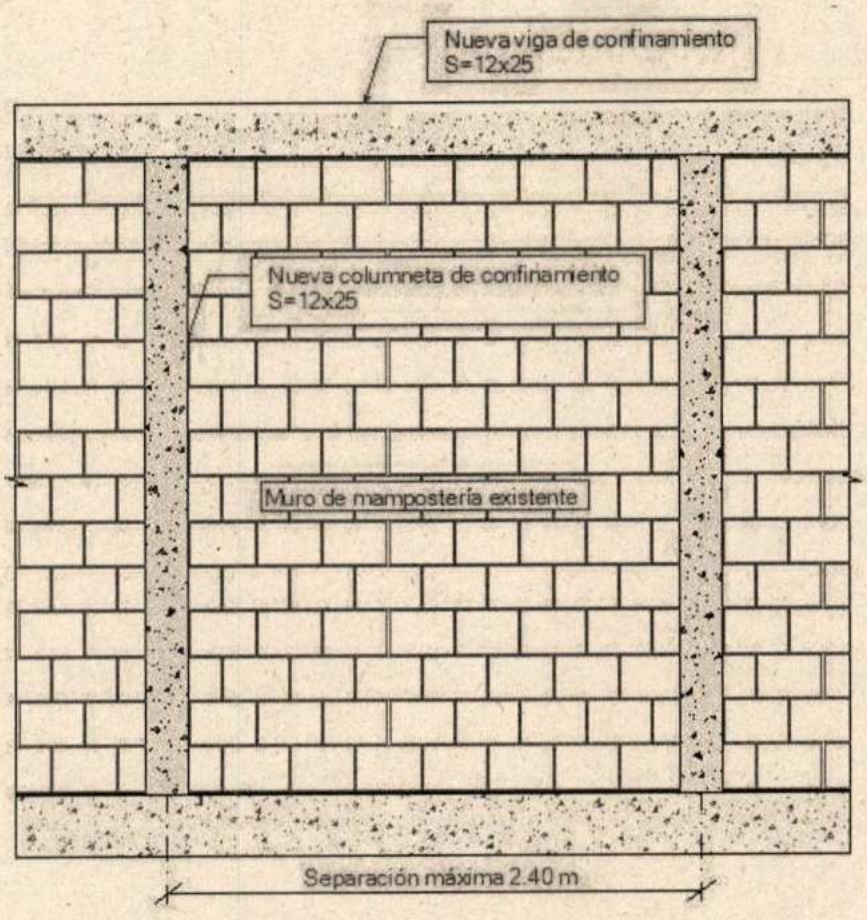


Ilustración 1 Esquema de propuesta de reforzamiento estructural con muros de mampostería confinada

4.2. BLOQUE DE PARQUEADEROS

Ya que el sistema de pórticos en concreto del bloque de parqueaderos presenta un nivel de deterioro considerable y la disposición y calidad del acero de refuerzo actual no permite garantizar un adecuado grado de disipación de energía en el rango inelástico según lo requerido por el reglamento de construcción sismo resistente NSR-10. Adicionalmente, como se indica en el informe de vulnerabilidad sísmica las dimensiones y el refuerzo de las secciones actuales no cuentan con la resistencia suficiente para las solicitaciones mínimas requeridas por el código.

Por lo tanto, una propuesta de rehabilitación y reforzamiento estructural adecuada para este tipo de estructuras consistiría en el recalce de las columnas y vigas en concreto hasta obtener una sección adecuada para las fuerzas solicitadas a la estructura. En las siguientes imágenes se indican los esquemas de este tipo de reforzamiento:

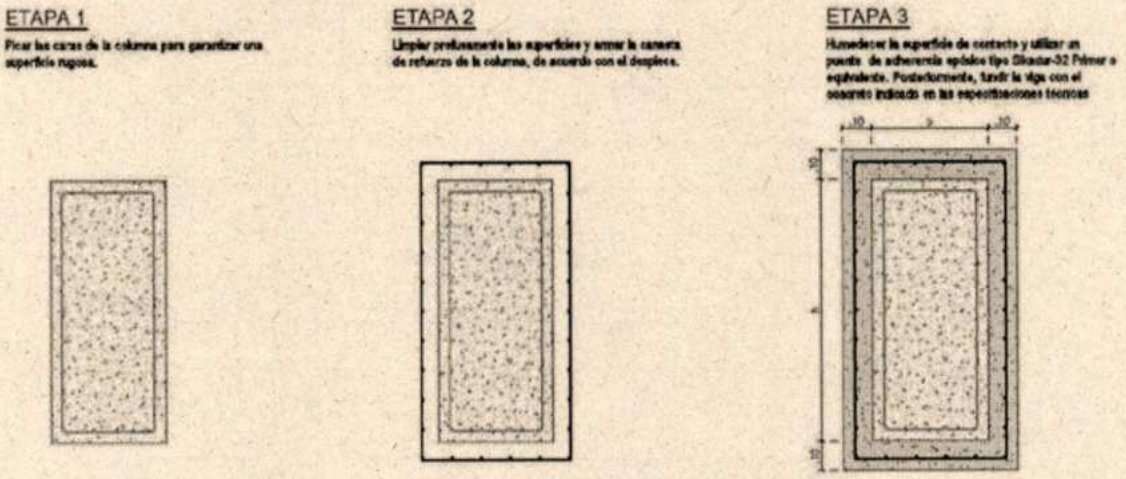


Ilustración 2 Detalle típico de recalce de columnas en concreto

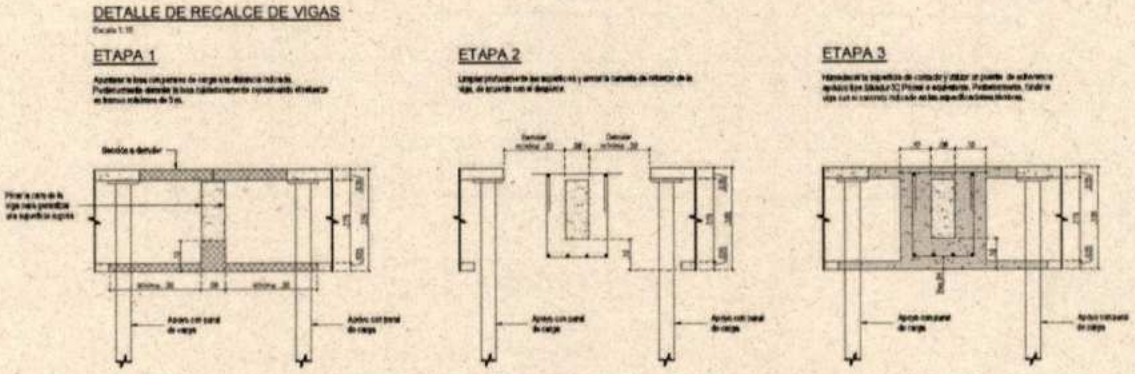


Ilustración 3 Detalle típico de recalce de vigas en concreto

5. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

a. El sistema de resistencia sísmica actual de los dos bloques de la edificación NO es permitido para este tipo de edificaciones de acuerdo con las tablas A.3-1 y A.3-3 del NSR-10, por lo cual, es necesario definir un nuevo sistema que garantice de manera adecuada la rigidez y resistencia exigidas para el grado de disipación de energía requerido por esta edificación. Este nuevo sistema se debe establecer en la etapa de diseño de reforzamiento estructural.

b. En general, la resistencia a la compresión de los núcleos de concreto medida es baja, en promedio 18.5 MPa, y en tres de cinco núcleos se obtuvieron resistencias inferiores a la resistencia mínima de 21.0 MPa exigida por el reglamento NSR-10 en elementos que hace parte del sistema de resistencia sísmica de la estructura.

c. Las resistencias de las unidades de mampostería son comparables a las de una unidad de mampostería actual, sin embargo, el estado general de la estructura es malo como se indica en las fichas de diagnóstico y el estudio de vulnerabilidad.

d. Debido a que la edificación fue diseñada y construida antes de la implementación de la primera norma resistente colombiana y que esta edificación pertenece al grupo de uso III, edificios de atención a la comunidad, es necesario realizar su respectiva actualización, con el objeto de garantizar su rigidez y resistencia ante la acción de las cargas verticales y horizontales mínimas requeridas en el NSR-10 y que tenga un desempeño equivalente al de una estructura diseñada con el reglamento actual según lo indicado en el artículo A.10.9.2.1 del reglamento NSR-10. Para esto sería necesario realizar un estudio de reforzamiento de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.10 del NSR-10.

Atentamente,

ING. JAIRO ANDRÉS MEZA
DISEÑADOR ESTRUCTURAL
M.P. 68202108602STD

6. ANEXOS

- Anexo 1 – Resultados de exploraciones estructurales.
- Anexo 2 – Resultados de exploraciones estructurales en mampostería.
- Anexo 3 – Planos de levantamiento estructural
- Anexo 4 – Registro fotográfico
- Anexo 5 – Fichas de diagnósticos estructural

ANEXO 1

RESULTADOS DE EXPLORACIONES ESTRUCTURALES

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

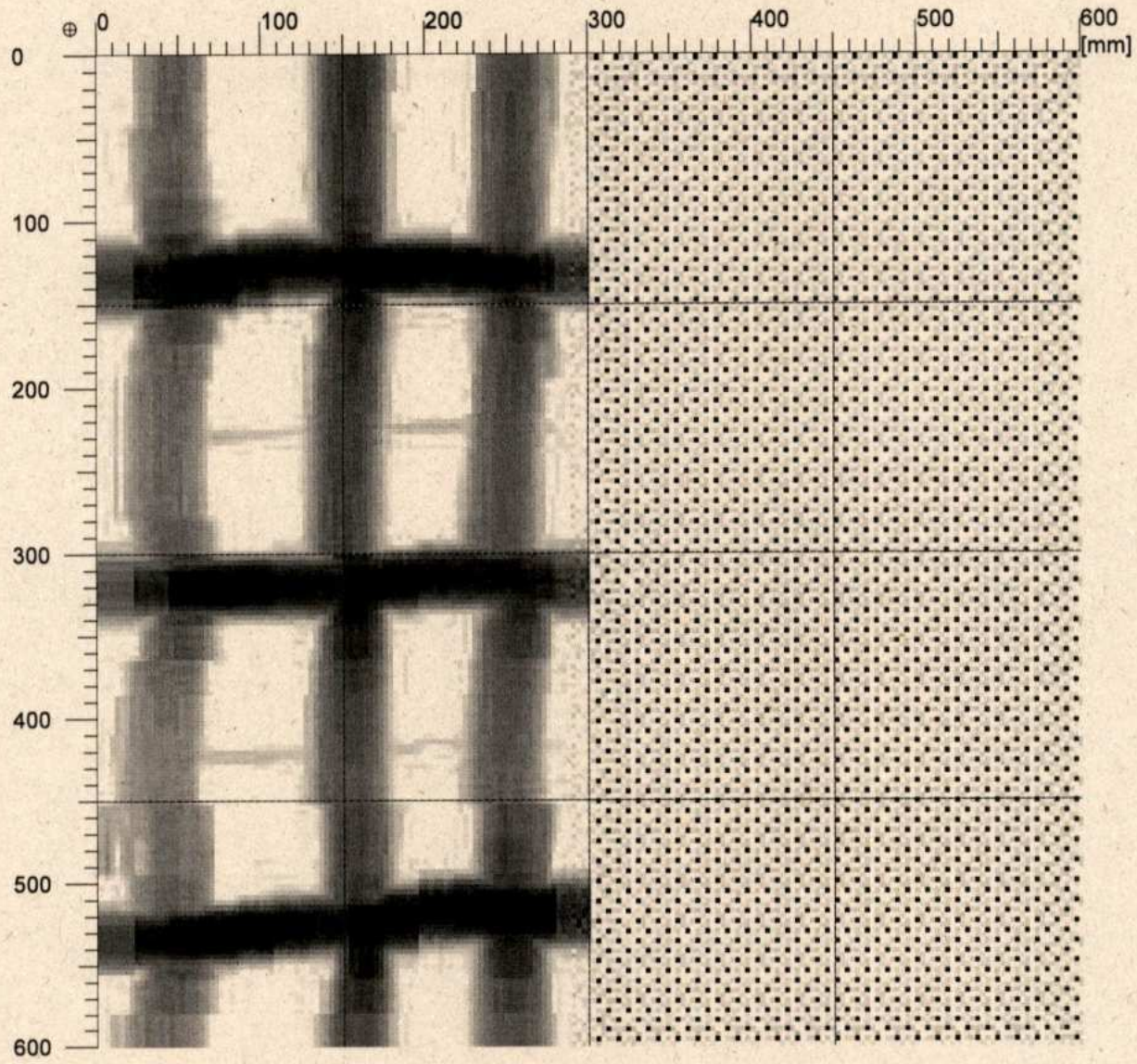
FERROSCANES

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

Imagescan Image: FS010434-1.BAR

No.: 434 Date: 2025-02-24 Hora: 08:16



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

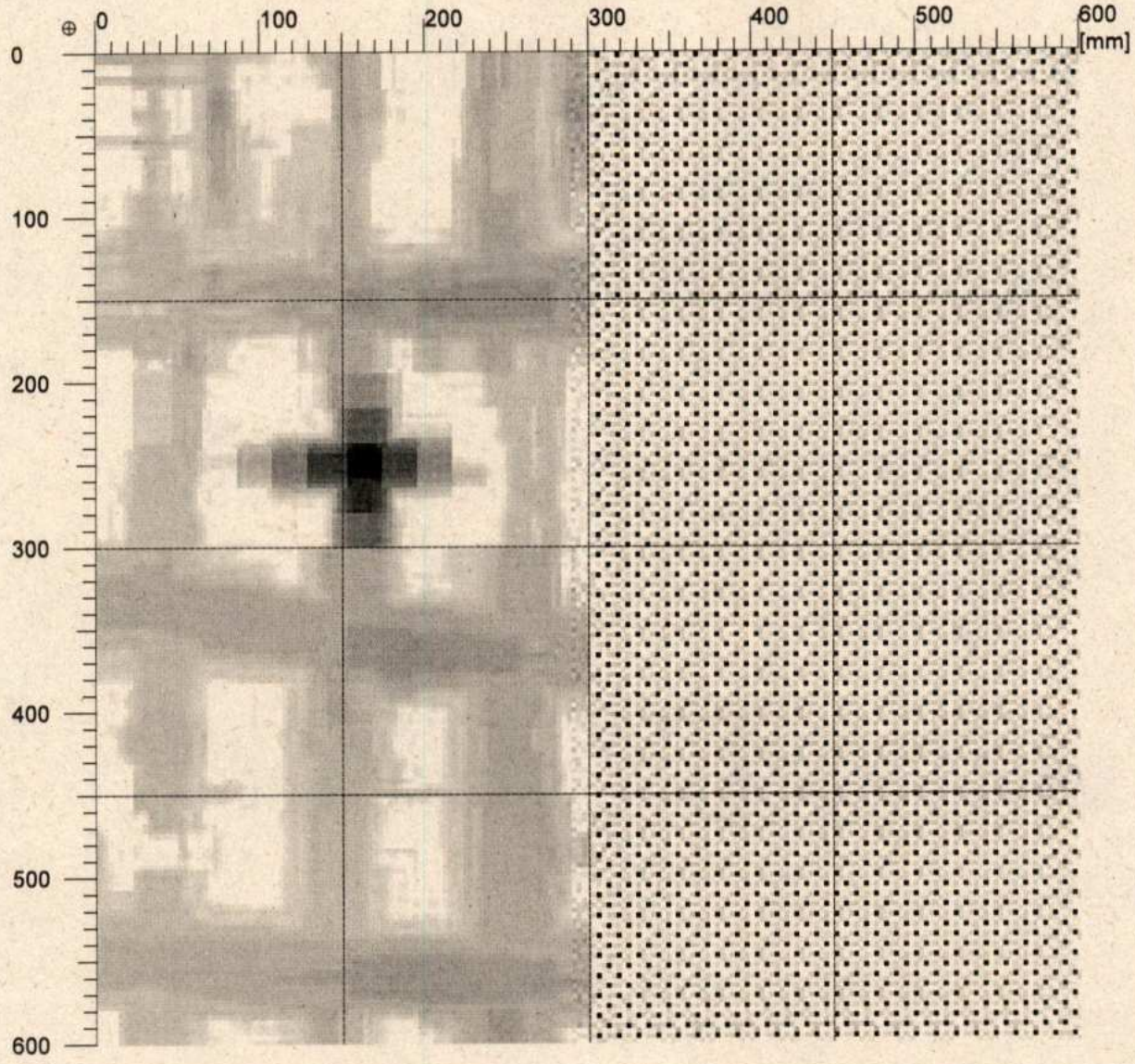
Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

Comentario:

PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Columna Eje 1-B - Toma Inferior
Ref.Verticales. 5/8"-3/4" Profundidad: 35 mm. Espaciamientos: 90-70mm.
Ref.Horizontales. 3/8" Profundidad: 22 mm. Espaciamientos: 150-190 mm.
F-1

Imagescan Image: FS020435-2.BAR

No.: 435 Date: 2025-02-24 Hora: 08:19



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

Comentario:

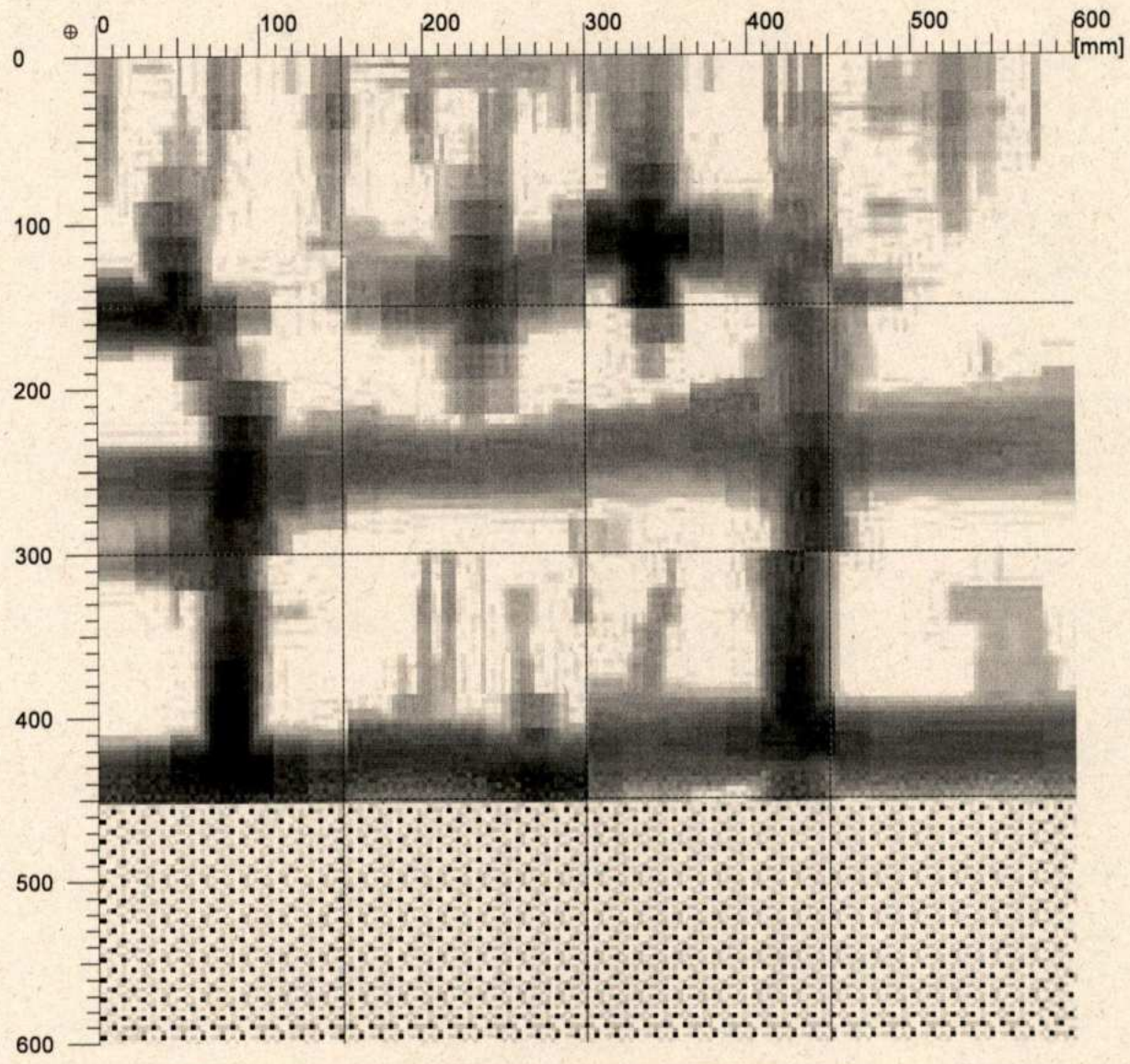
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Columna Eje 2-A - Toma Inferior
Ref.Verticales. 5/8"-3/4" Profundidad: 52 mm. Espaciamientos: 50-70 mm.
Ref.Horizontales. 3/8" Profundidad: 47 mm. Espaciamientos: 150-190 mm.
F-2

C:\Users\CARLOS ARTURO\OneDrive\2025\EACO INGENIERIA SAS\BOBMEROS LAS FERIAS\FERROSCANES (6)\FS020435-2.BAR

Ferroscan v4.0 © Hilti AG 2000

Imagescan Image: FS030436-3.BAR

No.: 436 Date: 2025-02-24 Hora: 12:09



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

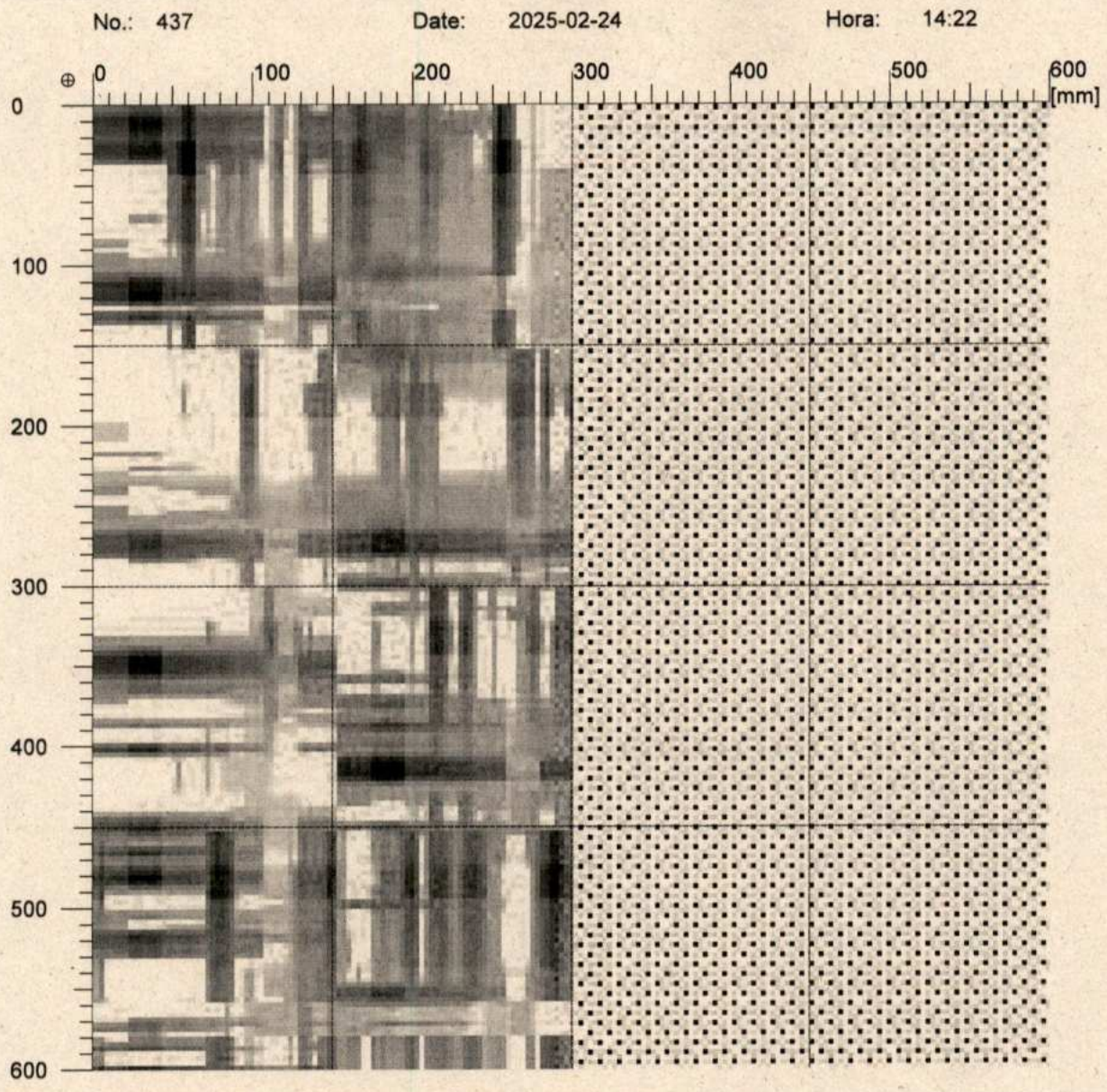
Comentario:

PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Viga Eje 3-A - Toma Lateral - Cubierta
Ref.Verticales. 1/4" Profundidad: 30 mm. Espaciamientos: 340 mm.
Ref.Horizontales. 3/8" Profundidad: 35 mm. Espaciamientos: 160 mm.
F-3

C:\Users\CARLOS ARTURO\OneDrive\2025\EACO INGENIERIA SAS\BOBMEROS LAS FERIAS\FERROSCANES (6)\FS030436-3.BAR

Ferroscan v4.0 © Hilti AG 2000

Imagescan Image: FS040437-4.BAR



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

Comentario:

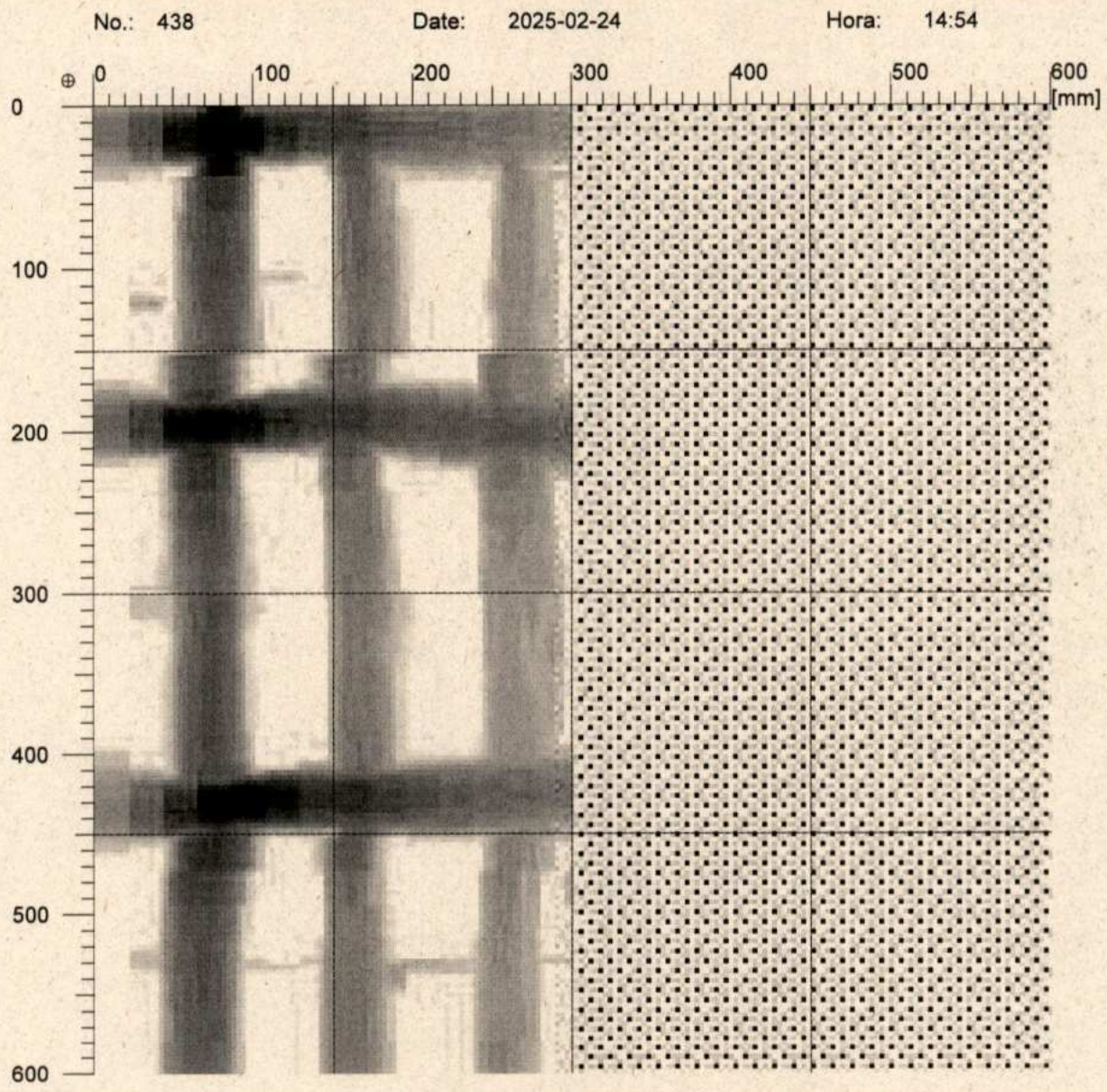
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Columna Oficina Vigilancia - Toma Central
F-4

OBSERVACIONES: No se evidencian refuerzos en el elemento.

C:\Users\CARLOS ARTURO\OneDrive\2025\EACO INGENIERIA SAS\BOBMEROS LAS FERIAS\FERROSCANES (6)\FS040437-4.BAR

Ferroscan v4.0 © Hilti AG 2000

Imagescan Image: FS050438-5.BAR



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

Comentario:

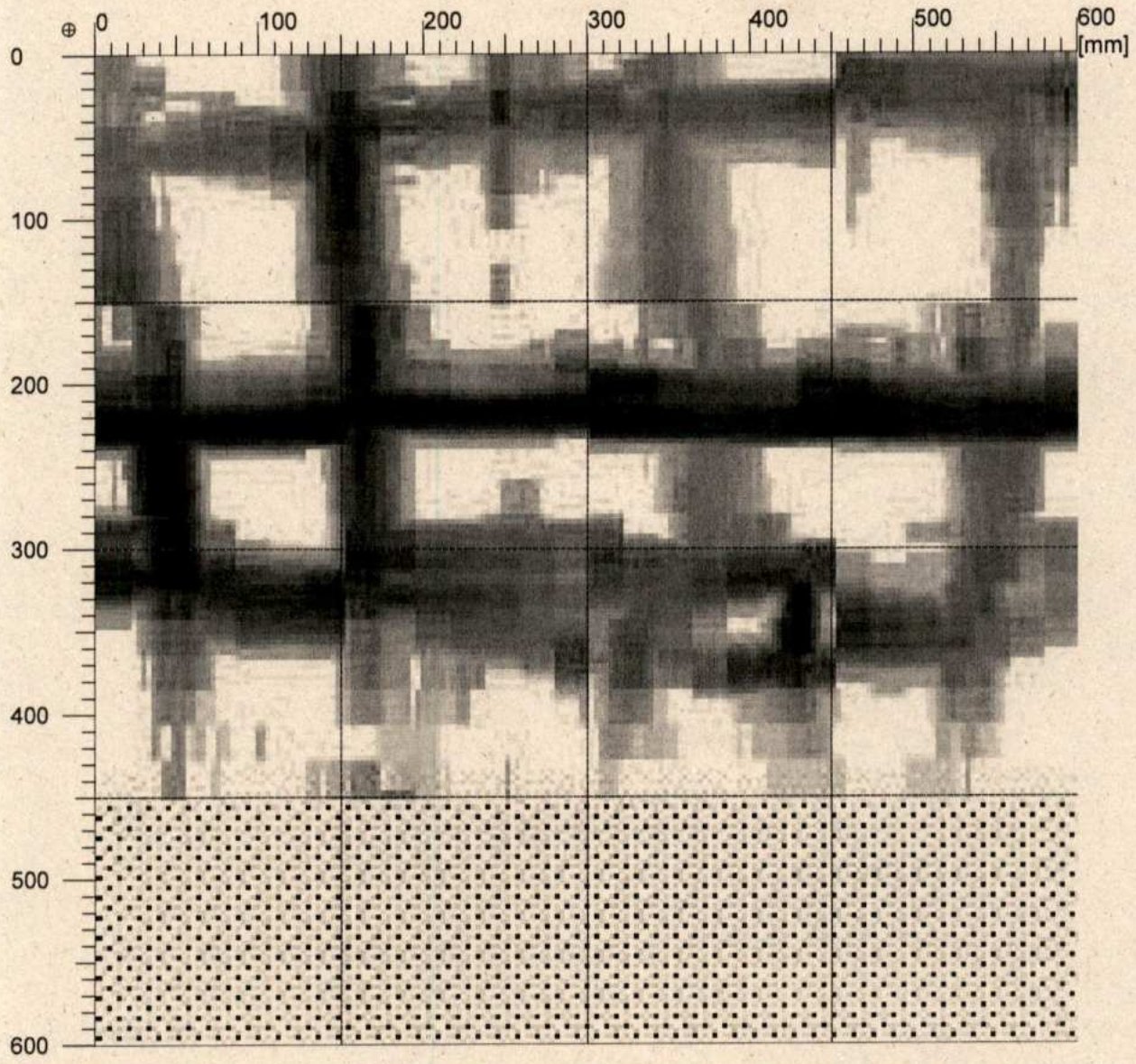
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Columna Eje 3-B - Toma Central
Ref.Verticales. 5/8"-3/4" Profundidad: 42 mm. Espaciamientos: 50-70 mm.
Ref.Horizontales. 3/8" Profundidad: 35 mm. Espaciamientos: 120-200 mm.
F-5

C:\Users\CARLOS ARTURO\OneDrive\2025\EACO INGENIERIA SAS\BOBMEROS LAS FERIAS\FERROSCANES (6)\FS050438-5.BAR

Ferroscan v4.0 © Hilti AG 2000

Imagescan Image: FS060439-6.BAR

No.: 439 Date: 2025-02-26 Hora: 10:32



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

Comentario:

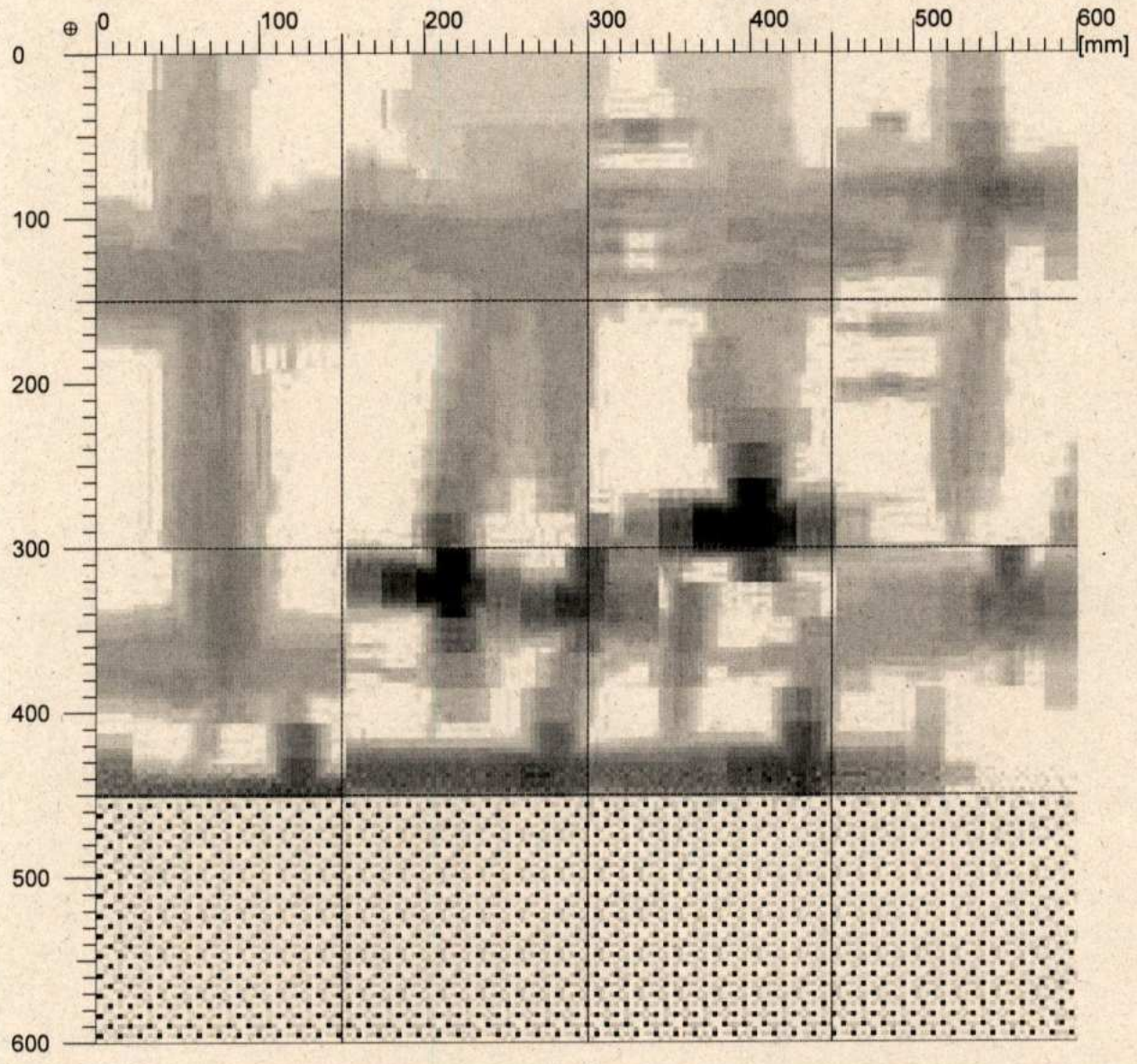
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Viga Eje C-(2-3) - Toma Lateral - Cubierta
Ref.Verticales. 3/8" Profundidad: 43 mm. Espaciamientos: 70-160 mm.
Ref.Horizontales. 5/8" Profundidad: 56 mm. Espaciamientos: 110-50 mm.
F-6

C:\Users\CARLOS ARTURO\OneDrive\2025\EACO INGENIERIA SAS\BOBMEROS LAS FERIAS\FERROSCANES (6)\FS060439-6.BAR

Ferroscan v4.0 © Hilti AG 2000

Imagescan Image: FS070440-7.BAR

No.: 440 Date: 2025-02-26 Hora: 11:34



Coordenadas: X = 0.00 [m] Y = 0.00 [m] Profundidad: máx. [mm] Base: 0

Location: Cra. 69j # 72-61 (Bogotá) Operator: CARLOS ARTURO MORA

Comentario:

PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS
Elemento: Columna Eje 1-B - Toma Inferior
Ref.Verticales. 3/8" Profundidad: 52 mm. Espaciamientos: 100-50 mm.
Ref.Horizontales. 5/8" Profundidad: 65 mm. Espaciamientos: 200 mm.
F-7

C:\Users\CARLOS ARTURO\OneDrive\2025\EACO INGENIERIA SAS\BOBMEROS LAS FERIAS\FERROSCANES (6)\FS070440-7.BAR

Ferroscan v4.0 © Hilti AG 2000

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

NÚCLEOS

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

Nit . 900544667-1

Fecha de Ensayo: 04 de Marzo de 2025

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Descripción: Compresión en Núcleos de Concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO NTC-3658 - 673

REFERENCIA	**Columna Eje 1-B-Toma Inferior**	**Columna Eje 2-A-Toma Inferior**

Muestra Número		**Núcleo 1**	**Núcleo 2**
Diámetro	(D) (cm)	6,76	6,76
Altura	(L) (cm)	13,09	12,93
Area	(A) (cm^2)	35,86	35,90
Factor de Corrección	(f)	1,00	0,98
Peso (g)		981	1021
Densidad (kg/m^3)		2091	2199
Tipo de Falla		B	E
Carga Máxima (W)	(kgf)	5313	6740

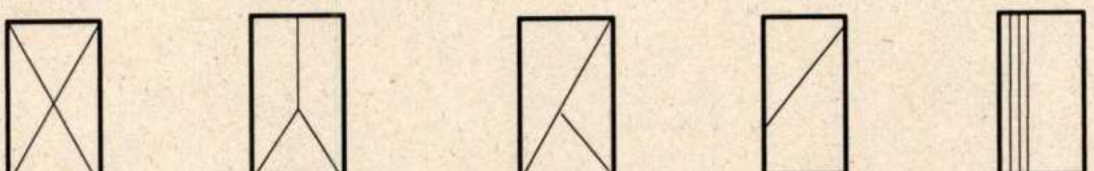
Resistencia a la compresión, C = (W/A)*f	(MPa)	14,5	18,0
	(kg/cm^2)	148	184
	(psi)	2107	2617





OBSERVACIONES: Las muestras N-1 y N-2 los agregados presentan poca adherencia con la pasta de cemento.

TIPOS DE FALLAS



a) Cónica | b) Cónica y Dividida | c) Cónica y transversal | d) Transversal | e) Columnar

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

Nit . 900544667-1

Fecha de Ensayo: 04 de Marzo de 2025

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Descripción: Compresión en Núcleos de Concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO NTC-3658 - 673

REFERENCIA	Viga Eje 3-A Toma Lateral Cubierta	Columna Eje 3-B -Toma Central

Muestra Número		Núcleo 3	Núcleo 4
Diámetro (D)	(cm)	4,88	6,76
Altura (L)	(cm)	9,20	11,94
Area (A)	(cm^2)	18,73	35,91
Factor de Corrección (f)		1,00	0,96
Peso (g)		371	890
Densidad (kg/m^3)		2153	2075
Tipo de Falla		D	E
Carga Máxima (W)	(kgf)	3956	5497

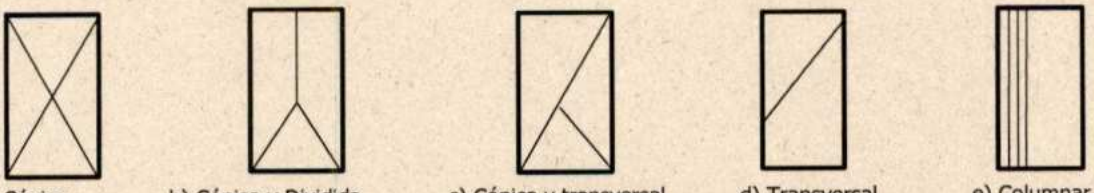
Resistencia a la compresión, C = (W/A)*f	(MPa)	20,7	14,4
	(kg/cm^2)	211	147
	(psi)	3005	2090





OBSERVACIONES: La muestra N-4 los agregados presentan poca adherencia con la pasta de cemento.

TIPOS DE FALLAS



a) Cónica b) Cónica y Dividida c) Cónica y transversal d) Transversal e) Columnar

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

Nit . 900544667-1

Fecha de Ensayo: 04 de Marzo de 2025

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Descripción: Compresión en Núcleos de Concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO NTC-3658 - 673

REFERENCIA	**Viga Ejes C (2-3) Toma Lateral Cubierta**

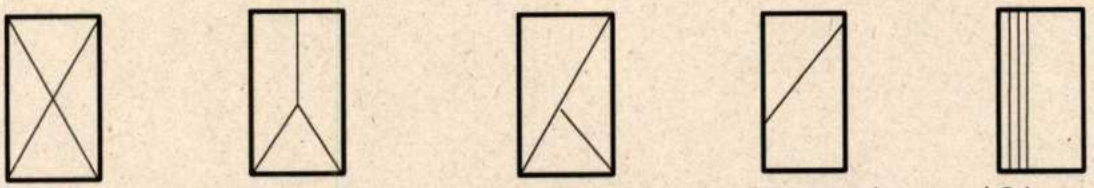
Muestra Número		**Núcleo 5**
Diámetro (D)	(cm)	6,75
Altura (L)	(cm)	13,03
Area (A)	(cm^2)	35,80
Factor de Corrección (f)		1,00
Peso (g)		1016
Densidad (kg/m^3)		2179
Tipo de Falla		C
Carga Máxima (W)	(kgf)	9065

Resistencia a la compresión, C = (W/A)*f	(MPa)	24,8
	(kg/cm^2)	253
	(psi)	3602



OBSERVACIONES:

TIPOS DE FALLAS



a) Cónica b) Cónica y Dividida c) Cónica y transversal d) Transversal e) Columnar

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

REGATAS

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

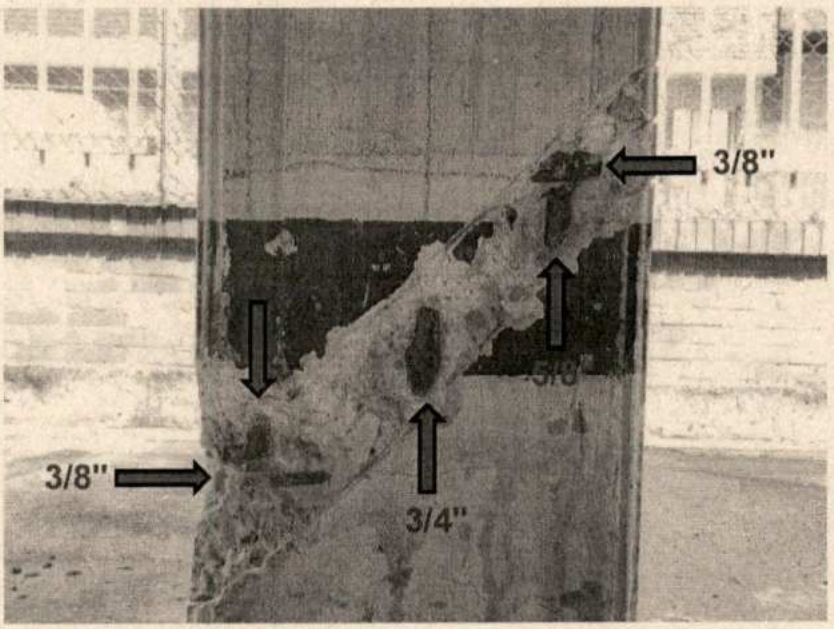
REGATA PARA VERIFICACIÓN DE REFUERZOS

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: **REG - 1**

Descripción: Columna Eje 1-B

Localización: Toma Inferior **Fecha:** 26/02/2025



Refuerzos Verticales:
Refuerzos de 5/8" y 3/4" (Acero Corrugado) - Profundidades de 3 y 4 cm - Espaciamientos de 9 y 7 cm
Refuerzos Horizontales:
Refuerzos de 3/8" (Acero Liso) - Profundidades de 2.2 cm - Espaciamientos de 19 cm

OBSERVACIONES: Fleje en ligero estado de oxidación.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

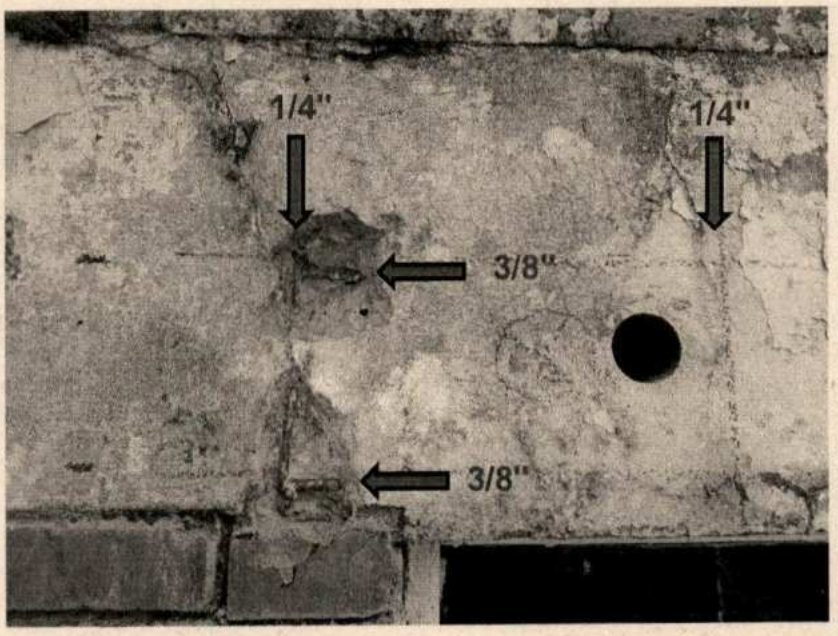
REGATA PARA VERIFICACIÓN DE REFUERZOS

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: **REG - 2**

Descripción: Viga Eje 3-A

Localización: Toma Lateral - Cubierta **Fecha:** 26/02/2025



Refuerzos Verticales:
Refuerzos de 1/4" (Acero Liso) - Profundidades de 0.5 cm - Espaciamientos de 34 cm
Refuerzos Horizontales:
Refuerzos de 3/8" (Acero Liso) - Profundidades de 1.5 cm - Espaciamientos de 16 cm

OBSERVACIONES: Refuerzos en estado de oxidación

+ Pañete de 2.5 cm

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

REGATA PARA VERIFICACIÓN DE REFUERZOS

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: **REG - 3**

Descripción: Columna Oficina Vigilancia

Localización: Toma Central **Fecha:** 26/02/2025



Refuerzos Verticales:
Refuerzos Horizontales:

OBSERVACIONES: No se evidencian refuerzos en el elemento, está conformada por mamposteria.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

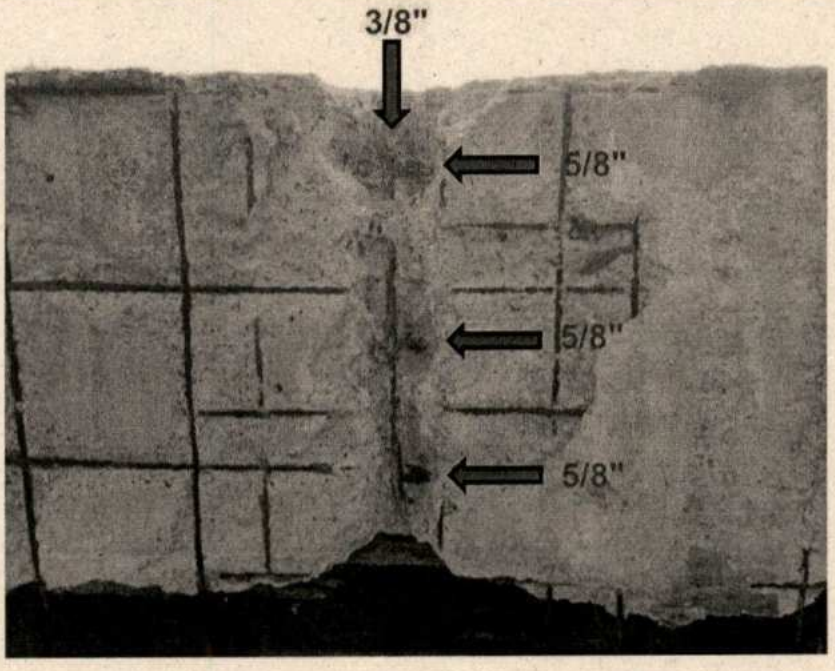
REGATA PARA VERIFICACIÓN DE REFUERZOS

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: REG - 4

Descripción: Viga Eje 1-(A-B)

Localización: Toma Inferior - Cubierta **Fecha:** 26/02/2025



Refuerzos Verticales:
Refuerzos de 3/8" (Acero Liso) - Profundidades de 5 cm - Espaciamientos de 10 y 5 cm
Refuerzos Horizontales:
Refuerzos de 5/8" (Acero Liso) - Profundidades de 6.5 cm - Espaciamientos de 13 y 11 cm

OBSERVACIONES: Refuerzos en buen estado

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó:

NICOLAS A. CORREA
Revisó:

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

CARBONATACIONES

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

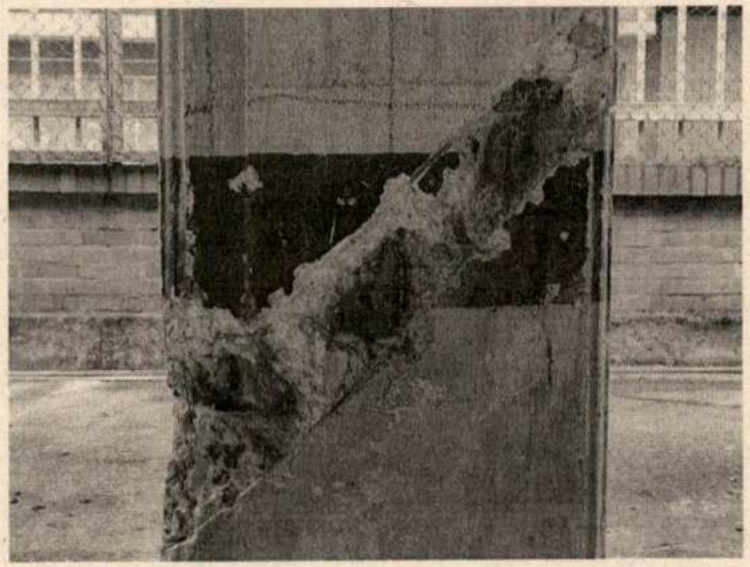
NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-1

Descripción: Columna Eje 1-B

Localización: Toma Inferior **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	1,5	2,7	3,3
Promedio de Afectación (cm):	2,5		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-2

Descripción: Viga Eje 3-A

Localización: Toma Lateral - Cubierta **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	3,5	3,0	2,9
Promedio de Afectación (cm):	3,1		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-3

Descripción: Columna Oficina Vigilancia

Localización: Toma Central **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	0,0	0,0	0,0
Promedio de Afectación (cm):	0,0		

OBSERVACIONES: La columna es en mamposteria.

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

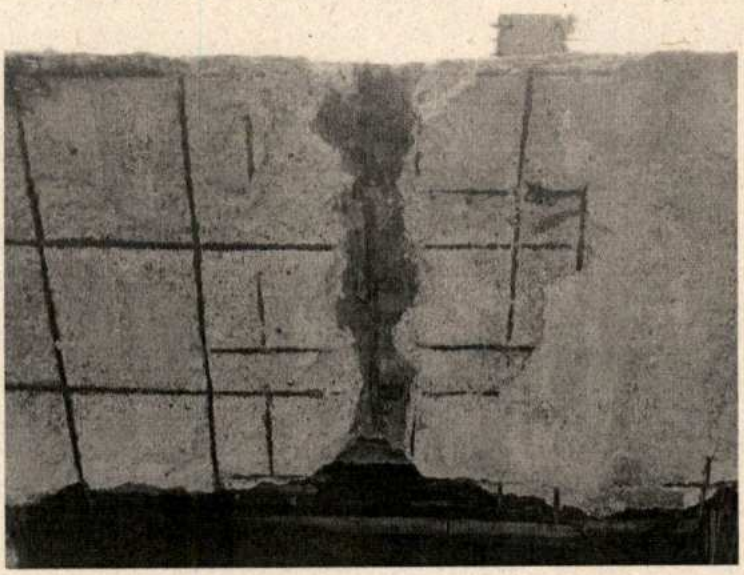
NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-4

Descripción: Viga Eje 1-(A-B)

Localización: Toma Inferior - Cubierta **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	2,2	1,3	1,8
Promedio de Afectación (cm):	1,8		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

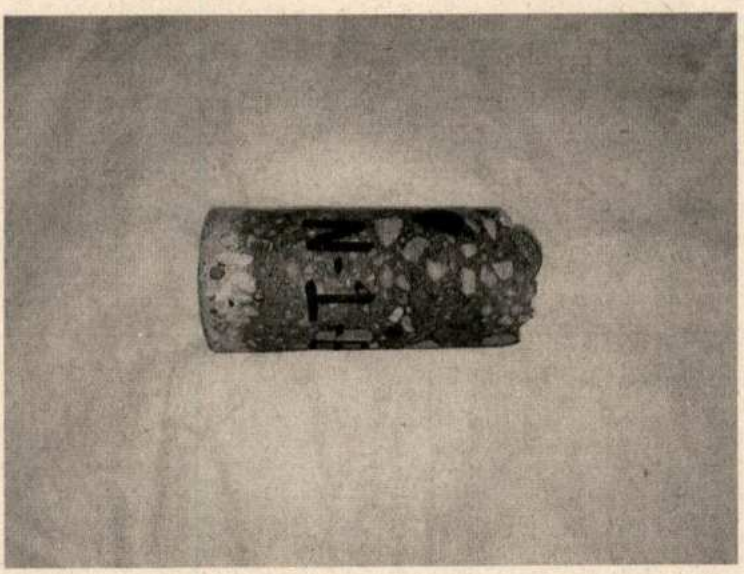
NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-5

Descripción: Columna Eje 1-B

Localización: Toma Inferior **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	1,2	1,7	1,4
Promedio de Afectación (cm):	1,4		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

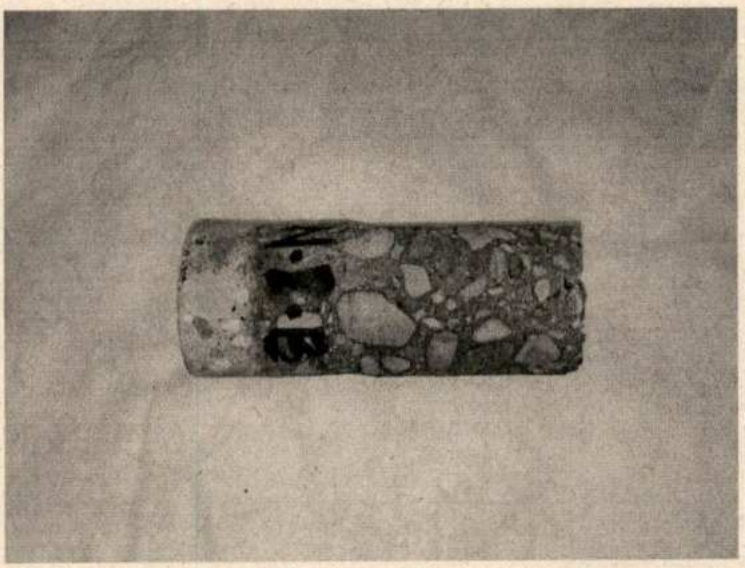
NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-6

Descripción: Columna Eje 2-A

Localización: Toma Inferior **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	2,0	2,3	2,1
Promedio de Afectación (cm):	2,1		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-7

Descripción: Viga Eje 3-A

Localización: Toma Lateral - Cubierta **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación Izquierda (cm):	2,3	1,8	2,1
Pofundidad de carbonatación derecha (cm):	3,0	2,7	2,4
Promedio de Afectación (cm):	2,4		

OBSERVACIONES: + Pañete de 2,2 cm

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

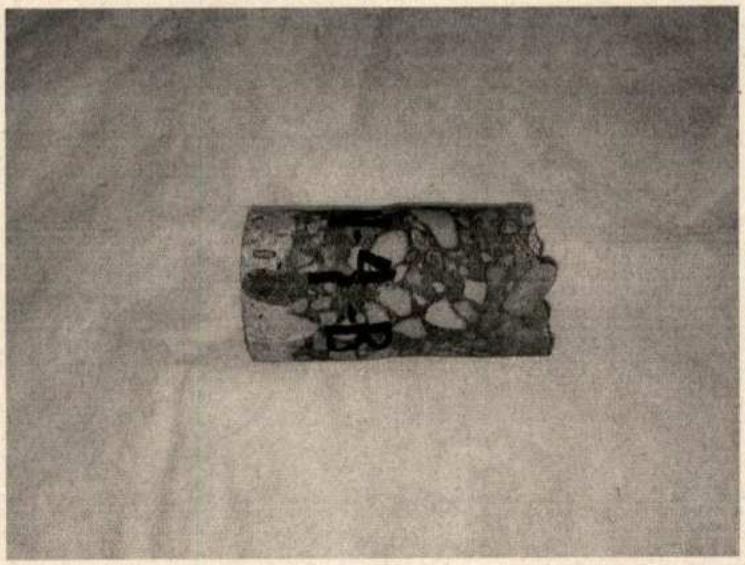
NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-8

Descripción: Columna Eje 3-B

Localización: Toma Central **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	1,8	1,5	2,2
Promedio de Afectación (cm):	1,8		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

NORMA NTC 5551

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: C-9

Descripción: Viga Eje C-(2-3)

Localización: Toma Lateral - Cubierta **Fecha de Ensayo:** 26/02/2025



Pofundidad de carbonatación (cm):	2,4	1,9	1,7
Promedio de Afectación (cm):	2,0		

OBSERVACIONES:

Carlos A. Mora S.
Ejecutó:

Nicolás A. Correa
Revisó:

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

ESCLEROMETROS

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

ESCLEROMETROS

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

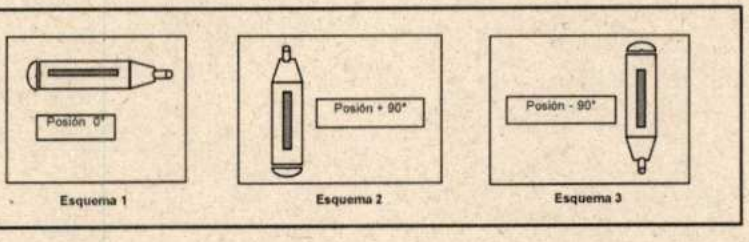
PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S
NIT. 900544667-1

MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO
NORMA DE ENSAYO NTC 3692

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias
DIRECCIÓN: Cra. 69j # 72-61
CIUDAD: Bogotá - Cundinamarca

FECHA DE ENSAYO: 10-05-2025
SERIAL EQUIPO: CT-320A

Ensayo	LOCALIZACION	LECTURAS				PROMEDIO BRUTO	DESVIACION ESTANDAR	RANGO		PROMEDIO AJUSTADO	RESISTENCIA DEDUCIDA (psi)	RESISTENCIA DEDUCIDA (kgf/cm^2)	RESISTENCIA DEDUCIDA (MPa)	ESQUEMA
1	Muro mamposteria . Pasillo costado norte	40	37	36	34	39,6	2,34	37,2	41,9	37,2	4800	337	33,1	1
		39	38	38	41									
		42	40	41	42									
		41	40	41	43									
2	Muro mamposteria . Pasillo costado sur	42	42	39	40	39,9	1,52	38,4	41,5	37,6	4840	340	33,4	1
		40	38	39	42									
		38	40	39	43									
		40	39	38	40									
3	Muro mamposteria . Pasillo costado norte	39	37	37	40	36,9	1,58	35,3	38,5	34,7	4250	299	29,3	1
		37	36	37	37									
		34	36	36	38									
		39	36	37	34									
4	Muro mamposteria . Pasillo costado oriente	41	41	40	42	38,9	1,65	37,2	40,5	36,6	4730	333	32,6	1
		40	39	38	37									
		38	37	38	39									
		37	36	39	40									



Esquema 1 Esquema 2 Esquema 3

Carlos A. Mora S.
Ejecutó

Nicolás A. Correa
Revisó

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

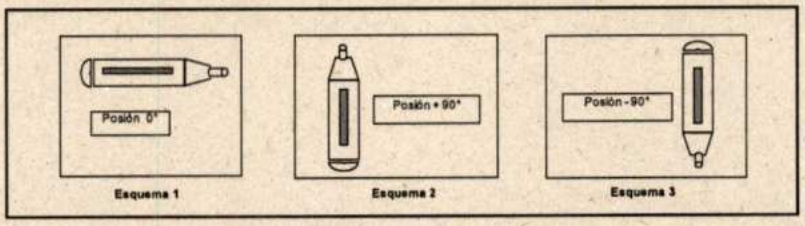
PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S
NIT. 900544667-1

MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO
NORMA DE ENSAYO NTC 3692

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias
DIRECCIÓN: Cra. 69J # 72-61
CIUDAD: Bogotá - Cundinamarca

FECHA DE ENSAYO: 26-02-2025
SERIAL EQUIPO: CT-320A

Ensayo	LOCALIZACION	LECTURAS				PROMEDIO BRUTO	DESVIACION ESTANDAR	RANGO		PROMEDIO AJUSTADO	RESISTENCIA DEDUCIDA (psi)	RESISTENCIA DEDUCIDA (kgf/cm²)	RESISTENCIA DEDUCIDA (MPa)	ESQUEMA
1	Viga Eje 1-(A-B) - Toma Lateral - Cubierta	31	28	28	31	28,7	3,27	25,4	32,0	27,0	2700	190	18,6	1
		33	27	29	24									
		21	33	28	32									
		32	26	30	26									
2	Columna Eje 3-C - Toma Central	32	35	37	31	32,6	1,73	30,8	34,3	30,6	3500	246	24,1	1
		31	33	32	33									
		35	32	32	31									
		32	32	33	30									
3	Columna Eje 2-B - Toma Central	27	30	33	34	31,1	3,98	27,1	35,1	29,3	3210	226	22,1	1
		28	36	35	31									
		31	35	21	32									
		25	32	35	33									
4	Columna Eje 2-A - Toma Central (Núcleo 2)	37	31	42	42	31,4	6,84	24,5	38,2	29,5	3250	229	22,4	1
		32	33	35	23									
		32	21	21	25									
		33	32	40	23									
5	Columna Eje 1-B - Toma Central (Núcleo 1)	30	31	24	25	24,6	3,62	20,9	28,2	23,1	2500	176	17,2	1
		29	25	23	23									
		18	21	23	25									
		20	30	23	23									
6	Columna Eje 1-C - Toma Central	37	31	42	32	32,3	4,97	27,3	37,2	30,4	3450	243	23,8	1
		34	31	35	31									
		31	25	21	28									
		32	32	40	34									



Esquema 1 | Esquema 2 | Esquema 3

Carlos A. Mora S.
Ejecutó

Nicolás A. Correa
Revisó

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

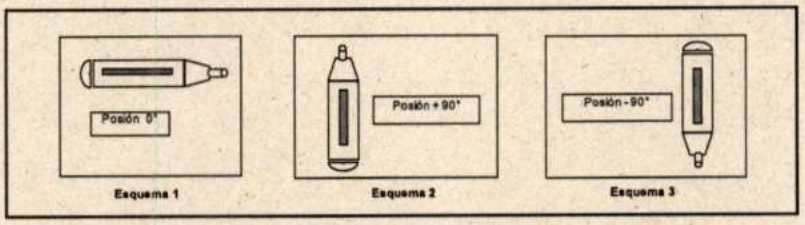
PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S
NIT. 900544667-1

MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO
NORMA DE ENSAYO NTC 3692

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias
DIRECCIÓN: Cra. 69J # 72-61
CIUDAD: Bogotá - Cundinamarca

FECHA DE ENSAYO: 26-02-2025
SERIAL EQUIPO: CT-320A

Ensayo	LOCALIZACION	LECTURAS				PROMEDIO BRUTO	DESVIACION ESTANDAR	RANGO		PROMEDIO AJUSTADO	RESISTENCIA DEDUCIDA (psi)	RESISTENCIA DEDUCIDA (kgf/cm²)	RESISTENCIA DEDUCIDA (MPa)	ESQUEMA
7	Vigueta entre Ejes - (1-2) - (B-C) - Toma Inferior - Cubierta	38	39	31	36	35,8	3,21	32,6	39,0	33,7	3175	223	21,9	2
		37	29	38	39									
		31	37	40	35									
		37	36	32	38									
8	Viga Eje - 2 - (B-C) - Toma Lateral - Cubierta	27	28	27	29	28,2	2,70	25,5	30,9	26,5	2600	183	17,9	1
		29	34	24	23									
		32	27	26	30									
		29	28	31	27									
9	Viga Eje - B - (2-3) - Toma Inferior - Cubierta	37	33	41	31	34,6	2,91	31,6	37,5	32,5	2850	200	19,7	2
		33	37	32	37									
		31	39	31	33									
		35	34	33	36									
10	Viga Eje - 3 - (B-C) - Toma Inferior - Cubierta	34	38	40	36	34,9	3,15	31,8	38,1	32,9	2970	209	20,5	2
		38	33	34	31									
		38	38	39	34									
		34	35	31	28									



Esquema 1 | Esquema 2 | Esquema 3

Carlos A. Mora S.
Ejecutó

Nicolás A. Correa
Revisó

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

APIQUES

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

APIQUES EXPLORATORIOS PARA VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69J # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: Apique 1

Descripción: Columna Eje 2-C

Localización: Cimentación **Fecha:** 26/02/2025



OBSERVACIONES:

La demolición de placa se realiza por solicitud del cliente para verificar el tipo y estado de la cimentación.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó: Técnico

NICOLAS A. CORREA
Revisó: Ingeniero

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

APIQUES EXPLORATORIOS PARA VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69J # 72-61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: Apique 2

Descripción: Columna Oficina Vigilancia

Localización: Cimentación **Fecha:** 26/02/2025



OBSERVACIONES:

La demolición de placa se realiza por solicitud del cliente para verificar el tipo y estado de la cimentación.

No se evidencia cimentación, solo una viga perimetral.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó: Técnico

NICOLAS A. CORREA
Revisó: Ingeniero

ANEXO 2

RESULTADOS DE EXPLORACIONES ESTRUCTURALES EN MAMPOSTERÍA

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

COMPRESIÓN EN UNIDADES DE MAMPOSTERIA

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

Poyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 Bogotá

Descripción: Ladrillo macizo de Mampostería

Fecha: 15/05/2025

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO: NTC 4017-2005

Muestra	1

Longitud del espécimen	(cm)	12,5
Altura del espécimen	(cm)	6,44
Ancho del espécimen	(cm)	11,80
Carga máxima de rotura, W	(N)	351394
	(kgf)	35820
	(lbf)	78947
Promedio de las áreas brutas de las superficies superior e inferior del espécimen . A (cm^2)		147,7



Resistencia a la compresión, C = W/A	(MPa)	23,79
	(kg/cm^2)	242,7
	(psi)	3467

OBSERVACIONES: La muestra es cortada y refrentada con azufre.

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES S.A.S

NIT - 900544667 - 1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

Poyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 Bogotá

Descripción: Ladrillo macizo de Mampostería

Fecha: 15/05/2025

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO: NTC 4017-2005

Muestra	2

Longitud del espécimen	(cm)	12,1
Altura del espécimen	(cm)	6,40
Ancho del espécimen	(cm)	12,00
Carga máxima de rotura, W	(N)	448023
	(kgf)	45670
	(lbf)	100657
Promedio de las áreas brutas de las superficies superior e inferior del espécimen . A (cm^2)		144,8



Resistencia a la compresión, C = W/A	(MPa)	30,93
	(kg/cm^2)	315,6
	(psi)	4509

OBSERVACIONES: La muestra es cortada y refrentada con azufre.

ANEXO 4

REGISTRO FOTOGRAFICO
CONSTRUCCION EXISTENTE

































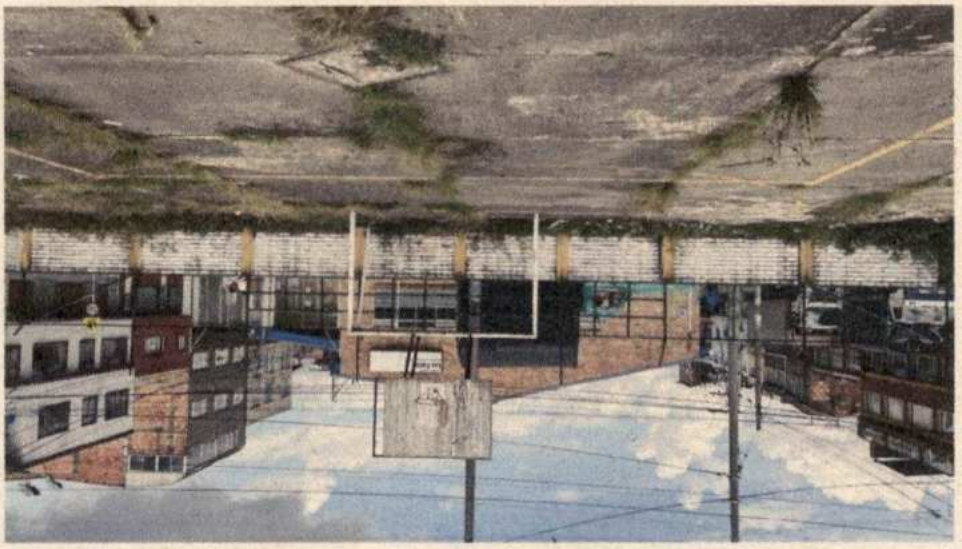










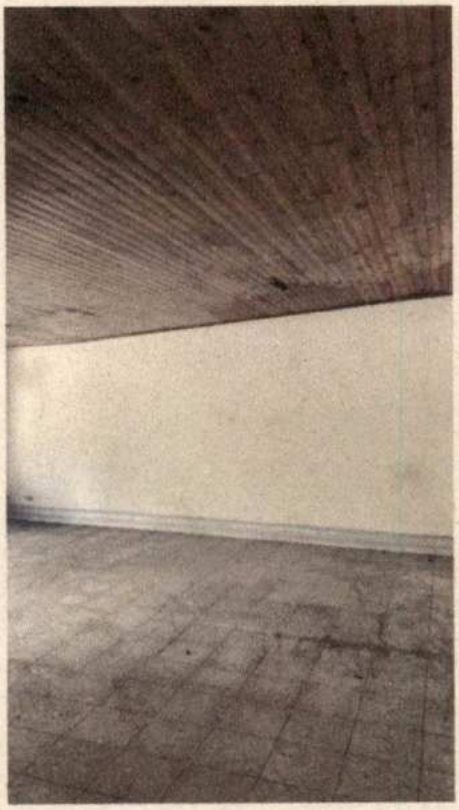


















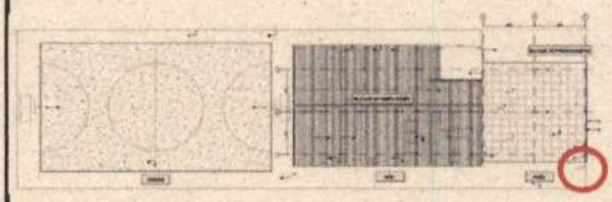
ANEXO 5

FICHAS DE DIAGNOSTICO CONSTRUCCION EXISTENTE

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 1
Elemento: Cerramiento
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 1
	

Descripción:

Se presenta falla mecánica en la estructura del cerramiento y la losa de contrapiso.

Posibles causas:

Asentamientos diferenciales en la cimentación debido a sobrecargas o ausencia o pérdida del estrato de soporte de la cimentación.

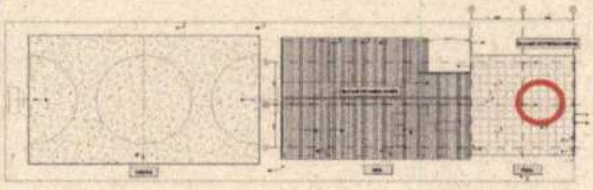
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 2
Elemento: Losa de contrapiso parqueadero
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 3
	

Descripción:

Se presenta falla mecánica y asentamientos excesivos en la losa de contrapiso del parqueadero .

Posibles causas:

Asentamientos diferenciales en la cimentación debido a sobrecargas o ausencia o pérdida del estrato de soporte de la cimentación.

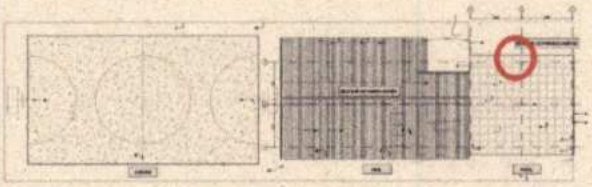
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 3
Elemento: Columna eje B-3 Parqueadero
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 4
	

Descripción:

Se presenta pérdida del recubrimiento del acero de refuerzo de la columna.

Posibles causas:

La pérdida del recubrimiento en columnas puede deberse a corrosión en el acero de refuerzo de la columna, mala calidad del concreto, o exposición a agentes ambientales o golpes o vandalismo contra la estructura.

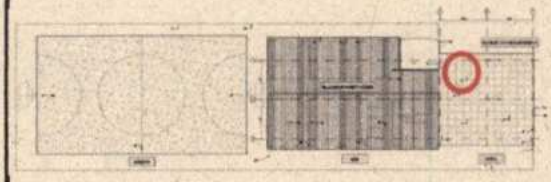
Propuesta de tratamiento:

Aplicar mortero de reparación.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 4
Elemento: Losa de cubierta parqueadero
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 6
	

Descripción:

Se presenta pérdida de la sección y secciones irregulares de los nervios de la losa aligerada de cubierta.

Posibles causas:

La pérdida del recubrimiento y secicón en nervios de la losa de cubierta puede deberse a corrosión en el acero de refuerzo, mala calidad del concreto, exposición a agentes ambientales y malas prácticas de obra durante la construcción.

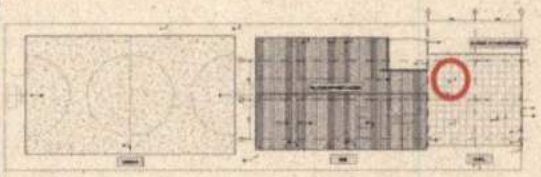
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 5
Elemento: Losa de cubierta parqueadero
Patología: Constructiva

Localización:	**Fotografía:** 7
	

Descripción:

Se presentan pases de tubierías de diámetros excesivos en nervios de la losa de cubierta.

Posibles causas:

Malas prácticas de obra durante la construcción y mantenimiento de la estructura.

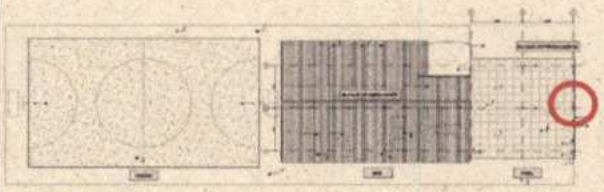
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 6
Elemento: Losa de cubierta de parqueaderos
Patología: Biológica

Localización:	**Fotografía:** 12
	

Descripción:

Se presenta deterioro, falta de mantenimiento en vigas de cubierta y presencia de material orgánico.

Posibles causas:

Se presenta deteiro en las vigas de cubierta por falta de mantenimiento y exposición constante a la interperie del concreto.

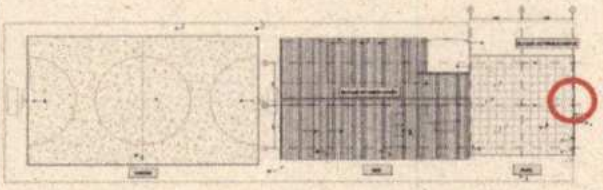
Propuesta de tratamiento:

Debido al avanzado deterioro se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 7
Elemento: Losa de contrapiso cerramiento
Patología: Geotécnica

Localización:	**Fotografía:** 13
	

Descripción:

Se presentan asentamientos diferenciales excesivos en las losas de contrapiso perimetrales

Posibles causas:

Asentamientos diferenciales en la cimentación debido a sobrecargas o ausencia o pérdida del estrato de soporte de la

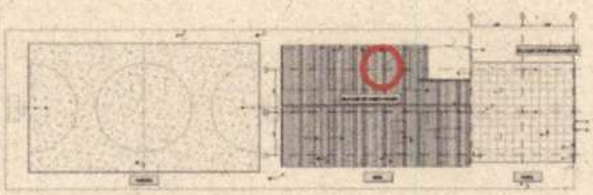
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 8
Elemento: Cielorraso bloque de habitaciones
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 16
	

Descripción:

Colapso parcial del cielorraso del bloque de habitaciones.

Posibles causas:

Falta de mantenimiento.

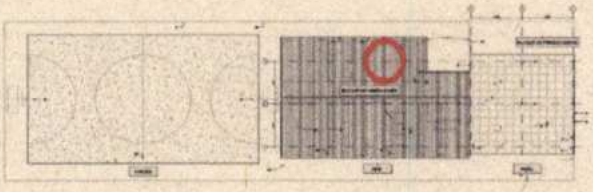
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 9
Elemento: Correas de madera cielorraso bloque de habitaciones
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 18
	

Descripción:

Deterioro de las correas de madera de cubierta del cielorraso del bloque de habitaciones.

Posibles causas:

Falta de mantenimiento y exposición a humedad.

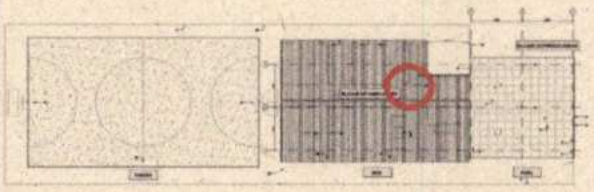
Propuesta de tratamiento:

Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 10
Elemento: Muro en mampostería bloque de habitaciones.
Patología: Mecánica

Localización:	**Fotografía:** 25
	

Descripción:

Falla estructural en muro de mampostería.

Posibles causas:

Se presenta una falla en el muro de mampostería, probablemente por sobrecargas debidas a los tanques de cubierta.

Propuesta de tratamiento:

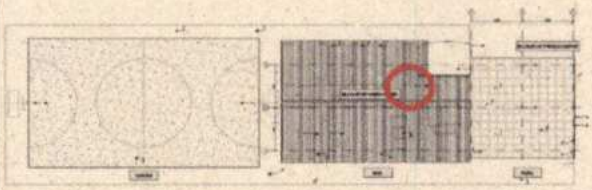
Se sugiere demoler y reconstruir.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 11
Elemento: Muro en mampostería bloque de habitaciones.
Patología: Mecánica

Localización:



Fotografía: 30



Descripción:

Deterioro en acabados de los muros de mampostería.

Posibles causas:

Falta de mantenimiento.

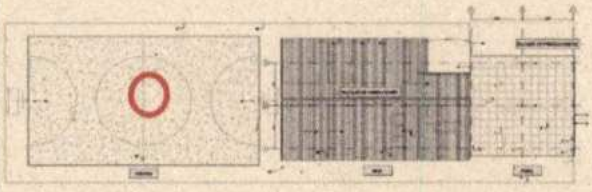
Propuesta de tratamiento:

Retirar los acabados y reemplazar.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Proyecto: Estación de bomberos Las Ferias
Localización: Bogotá D.C

Ficha : 12
Elemento: Losa de cancha
Patología: Biológica

Localización:	**Fotografía:** 22
	

Descripción:

Se presenta deterioro generalizado, y falta de mantenimiento en la losa de concreto de la cancha.

Posibles causas:

Se presenta deteiro por falta de mantenimiento y exposición constante a la interperie del concreto.

Propuesta de tratamiento:

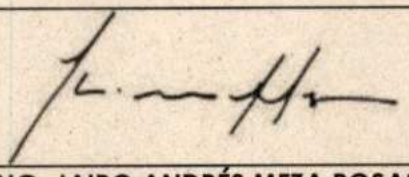
Se sugiere demoler y reconstruir.

CONTROL DE REVISIONES Y APROBACIÓN

REGISTRO DE MODIFICACIONES

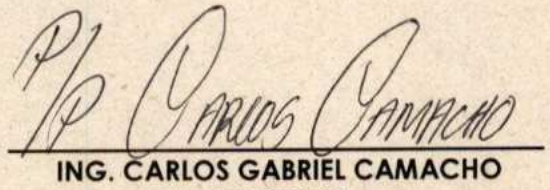
VERSIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
NUMERO	FECHA	
1	31-03-2025	Documento original
2	25-04-2025	Documento con correcciones a partir de observaciones de interventoría
3	19-05-2025	Documento final subsanado

FIRMA RESPONSABLE



ING. JAIRO ANDRÉS MEZA ROSAS
Especialista Estructural
M.P. 68202-108602
22-05-2025

FIRMA APROBACIÓN



ING. CARLOS GABRIEL CAMACHO OBREGóN
Interventoría Ceyco ingeniería s.a.s

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

TENSIÓN EN BARRA

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S
Nit. 900544687-1

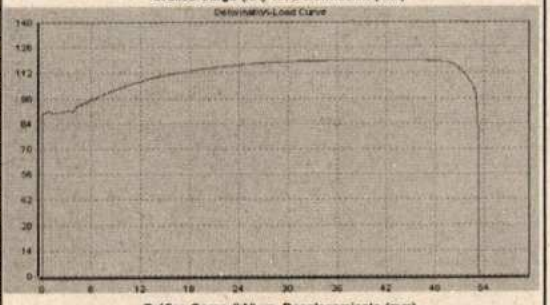
INFORME DE ENSAYOS MECÁNICOS SOBRE PRODUCTOS DE ACERO
NTC 2289/2020

Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72-61 (Bogotá)
Localización: Vigueta entre Ejes (1-2)-(B-C) - Toma Inferior - Cubierta
Descripción: Varilla Corrugada 5/8"
Designación:

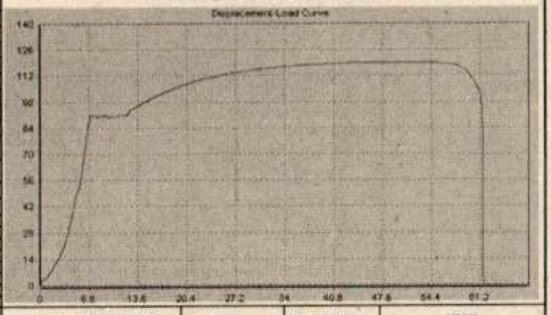
No. Muestra: M-1
Fecha de toma: 2025-02-26
Fecha de recibo: 2025-03-03
Norma Especificación: NTC 2289-2020

ENSAYO DE TENSIÓN REALIZADO SEGÚN NORMA:			NTC 2289/2020			
	DESCRIPCIÓN	UND	VALOR OBTENIDO	REQUISITO NORMA		CUMPLE (SI/NO)
FECHA MEDICIÓN PROPIEDADES DE RESALTES:			2025-03-14			
Resaltes NTC 2289/2020	Altura	mm	0,92	0,71	Mín.	SI
	Espaciamiento	mm	10,56	11,10	Máx.	SI
	Espaciamiento longitudinal para grafiles entre 3,5 y 5,5 resaltes por cada 25,4 mm?	SI/NO	-	Entre 3,5 y 5,5 resaltes por cada 25,4 mm		-
	Separación	mm	1,85	6,10	Máx.	SI
	Angulo	°	65	45	Mín.	SI
	Resaltes en dirección inversa?	SI/NO	SI	SI todos los ángulos de ángulo están entre 45 y 70°		SI
Peso lineal	Longitud de la probeta	mm	398	-	-	-
	Peso probeta	g	588	-	-	-
	Peso lineal	kg/m	1,477	1,459	Mín.	SI
Diámetro equivalente (NTC 2289/2020)		mm	15,48	-	-	-
FECHA ENSAYO DE TENSIÓN:			2025-03-14			
Ancho inicial		mm	-	-	-	-
Ancho final		mm	-	-	-	-
Diámetro o espesor inicial		mm	14,51			
Diámetro o espesor final		mm	12,64			
Área nominal		mm²	199,0			
Área probeta inicial		mm²	185,4			
Área probeta final		mm²	125,5			
Reducción de área		%	34,1			
Longitud calibrada inicial		mm	200			
Longitud calibrada final		mm	239			
Elongación		%	19,5	14	Mín.	SI
Carga máxima		N	119200		-	-
Carga en fluencia (método gráfico o al 0,2% offset)		N	89500		-	-
Deformación por tracción para cálculo de fluencia cuando no está bien definida en gráfico (Def)		%	-	0,50 alambres y grafiles		-
Carga en fluencia para la deformación por tracción especificada Def		N	88840		-	-
Esfuerzo máximo a tracción		MPa	599	550	Mín.	SI
		psi	86978	80000	Mín.	SI
Esfuerzo en fluencia (método gráfico o al 0,2% offset)		MPa	450	420	Mín.	SI
				540	Máx.	SI
		psi	65267	60000	Mín.	SI
				78000	Máx.	SI
Esfuerzo en fluencia para la deformación tracción de -		MPa	451	-	-	-
		psi	65412	-	-	-
Relación Tracción/Fluencia		adm	1,33	1,25	Mín.	SI
Nota: Relación Tracción/Fluencia calculada con:			Método Gráfico			

Gráfica Carga (kN) vs. Deformación (mm)



Gráfica Carga (kN) vs. Desplazamiento (mm)



Falla entre marcas de calibración?	SI	Ubicación falla	MEDIO

Observaciones:

REVISÓ	APROBÓ	
Firma:	Firma:	Código: P-TA-01/24
Nombre:	Nombre:	Inf N:
Cargo:	Cargo:	Fecha Emisión Inf:
		Página: 1/4

FIN DEL INFORME DE ENSAYO

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

TINTA PENETRANTE

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

PROCIESTRUCTURAS
Proyectos Civiles y Estructurales S.A.S

PROYECTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES - PROCIESTRUCTURAS S.A.S

Nit. 900544667-1

ENSAYO MÉTODOS TINTAS PENETRANTES - NORMA DE ENSAYO ASTM - E1417

PROYECTO: Estación de Bomberos Las Ferias - Cra. 69j # 72 - 61 (Bogotá - Cundinamarca)

Muestra: P-1

Descripción: Vigueta entre Ejes (1-2)-(B-C)

Toma Inferior - Cubierta

Fecha Ensayo. 26-02-2025



OBSERVACIONES: No se presentan poros ni discontinuidades.

CARLOS A. MORA S.
Ejecutó

NICOLAS A. CORREA
Revisó

PROYECTO:

Estación de Bomberos Las Ferias

Cra. 69j # 72-61 (Bogotá – Cundinamarca)

PETROGRAFIA

PROCIESTRUCTURAS

Teléfono: 4768809 - 3143013605 - 3123855170 Bogotá D.C. WWW.PROCIESTRUCTURAS.COM

Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL

GRAVYSA

Compañía: **PROCIESTRUCTURAS SAS** Ing.
Atención: Jairo Andres Garcia
Proyecto: Estación de Bomberos Las Ferias

Referencia: ENS-2552-2528-21 R1



www.geocem.com.co
info@geocem.com.co



Oficinas y
Laboratorio:
Calle 165 No. 8F-88
Bogotá D.C. - Colombia
PBX: (57 1) 7022028
Móvil: (57) 3152926245
Código Postal: 110131

ENSAYOS CENTRO DE ENSAYOS

DISEÑO CONSULTORÍA EN INGENIERÍA

CONTROL INGENIERÍA FORENSE

LABORATORIOS CONSULTORIA INVESTIGACIÓN LABORATORIOS CONSULTORIA INVESTIGACIÓN

PÁGINA DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL — GRUPO GEOCEM — GRAVYSA			
Compañía: PROCIESTRUCTURAS SAS		Proyecto: **ESTACION DE BOMBEROS LAS FERIAS**	
Título del documento: **AUSCULTACIÓN PETROGRÁFICA DE CONCRETO**		Referencia: **ENS-2552-2528-21**	Versión: **1**
Área Técnica: Ingeniería Forense	Tipo de documento: Informe técnico	Fecha de emisión del documento: **14 de marzo de 2025**	
Dirigido a: **Ing. Jairo Andres Garcia**	Tipo de documento: Digital	Orden de servicio: 3230	Formato No.: G-CO-001-01

Resumen del documento:

Este reporte presenta los resultados de investigación por medio de auscultación petrográfica de núcleos de concreto. Los especímenes fueron sometidos a labores de corte y pulido, para realizar su auscultación petrográfica detallada, definiendo las condiciones que caracterizan la pasta de cemento hidratado, y los componentes individuales del concreto, encontrando condiciones particulares de los núcleos ensayados respecto a la dureza de la pasta de cemento, componentes de hidratación y distribución en el contenido de vacíos.

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Descripción de la modificación:	Fecha:	Versión:
Versión para revisión del cliente	14-03-2025	1

Preparacion de muestras:	Elaboró:	Aprobó:
Y. Gordillo	S. López	C.A. Sánchez

Dirección de contacto:	Teléfonos de contacto:	Correo electrónico:
Oficina y Laboratorios: Calle 165 No.8F-88 Bogotá D.C., Colombia	PBX: (571) 702 20 28 Móvil: (57) 313 394 40 14	info@geocem.com.co

Aprobó la emisión del documento:	Recibido: Nombre:	Fecha:
	Cargo:	Firma:

IMPORTANTE: Este reporte se entrega en original. Prohibida su reproducción parcial o total, sin excepción; sin aprobación escrita del autor.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2
1.1. ALCANCE 2
2 METODOLOGÍA 3
2.1. NORMATIVIDAD 3
2.2. PROPIEDADES EVALUADAS 3
3 ESPECÍMENES RECIBIDOS 4
4 RESUMEN DE RESULTADOS 5
5 BIBLIOGRAFÍA 9
6 REPORTES DE RESULTADOS 10

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Inventario de núcleos recibidos para ensayo. 4
Figura 2. Condición de daño en la zona superior del núcleo N6 4
Figura 3. Bloques pulidos de la muestra N6 5
Figura 4. Composición volumétrica de las mezclas correspondiente a cada núcleo analizado 6

1 INTRODUCCIÓN

La firma PROCIESTRUCTURAS S.A.S. encargó los servicios de interpretación petrográfica, para evaluar la condición de las mezclas de concreto encontradas en la construcción de algunas estructuras localizadas la Estación de Bomberos Las Ferias, a partir del análisis del núcleo extraído en dicha estructura.

La realización de una auscultación petrográfica surge como una necesidad de investigación, en la búsqueda de condiciones particulares del concreto que permitan explicar lesiones encontradas en las estructuras en evaluación.

1.1. ALCANCE

Los alcances del presente informe se enmarcan dentro de las posibilidades técnicas implícitas en los procedimientos seguidos para la auscultación petrográfica de concreto endurecido, según las normas ASTM C856 y ASTM C457, que reúnen el estado del arte de las técnicas que para tal fin acepta la comunidad técnica profesional internacional.

Los resultados reportados corresponden exclusivamente a la muestra analizada.

2 METODOLOGÍA

2.1. NORMATIVIDAD

En desarrollo de las labores de análisis y evaluación petrográfica de concreto endurecido se siguieron los procedimientos contenidos en las siguientes normas:

- ASTM C856 – Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete.
- ASTM C457 – Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete.
- ASTM C294 – Standard Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates.

2.2. PROPIEDADES EVALUADAS

Al evaluar cada uno de los núcleos recibidos y clasificados, se tuvo en cuenta las siguientes propiedades físicas:

3.1.1. Condiciones de la superficie pulida: definiendo la humedad de la superficie analizada, el contacto entre agregado y pasta y las observaciones realizadas durante el corte y preparación.

3.1.2. Análisis de agregado grueso: Teniendo en cuenta la proporción volumétrica de agregado grueso en la mezcla, su distribución, las condiciones de forma según la clasificación de Pettijohn, la distribución de componentes genéticos, condiciones de alteración y agrietamiento.

3.1.3. Análisis de agregado fino: Teniendo en cuenta la proporción volumétrica de agregado fino en la mezcla, su distribución, la distribución de componentes genéticos, condiciones de alteración y agrietamiento.

3.1.4. Evaluación de la presencia de reacciones anómalas y dañinas, entre pasta de cemento y agregados empleados.

3.1.5. Descripción de la coloración predominante de la pasta de cemento.

3.1.6. Evaluación de la integridad estructural del concreto.

3.1.7. Evaluación de la resistencia de la pasta: La resistencia de la pasta fue evaluada mediante una prueba de punzonamiento empleando un metal de resistencia 5.5 en escala de Mohs. La resistencia se clasifica de manera relativa en alta, media o baja, según se observe la respuesta al punzonamiento con rayas someras, rayas profundas, desprendimientos aislados o desprendimientos generalizados, entre otras. Adicionalmente se realiza la prueba de raya con punzones normalizados a la escala Mohs.

3.1.8. Evaluación de las partículas de cemento hidratado y no hidratado.

3.1.9. Evaluación de la relación agua/material cementante, a/c: para esta evaluación se siguieron las recomendaciones descritas por Walker (2006) en la referencia 4 del presente informe. Según esta referencia la relación a/c puede determinarse de manera cualitativa y comparativa, considerando las siguientes características de la pasta: vacíos con aire, calidad de la pasta, apariencia de la pasta, reacción en la prueba de punzonamiento, absorción y permeabilidad.

3.1.10. Vacíos: se evaluó la proporción volumétrica de vacíos de aire atrapado, su forma y distribución.

3 ESPECÍMENES RECIBIDOS

La muestra analizada corresponden al núcleo extraído con broca diamantada en una estructura, realizándose evaluación petrográfica en detalle (Núcleos 06).

Espécimen	Tipo	Nomenclatura de campo	Localización
N6	Núcleo de 3" de diámetro	Núcleo 6	Viga Eje 1-(A-B) - Toma Lateral - Cubierta



Figura 1. Inventario de núcleo recibido para ensayo.

Las consideraciones iniciales del núcleo recibido para análisis son:

- N6: núcleo tomado en estructura sometida a abrasión por corrientes de agua, se presentan condiciones particulares de desgaste en superficie.

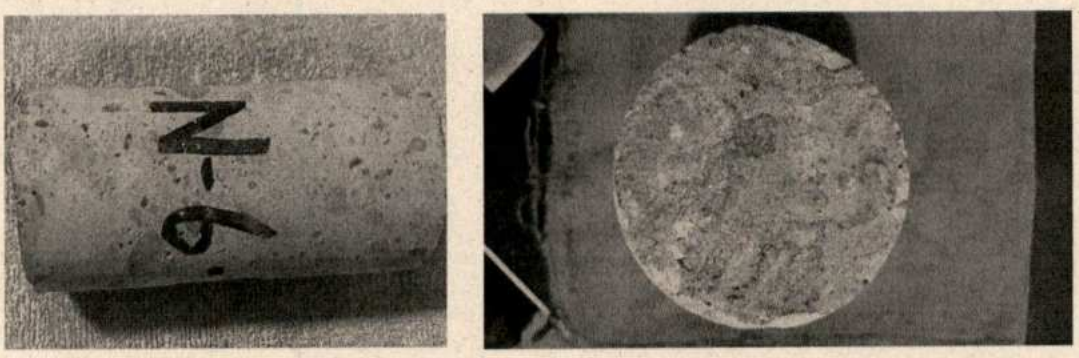


Figura 2. Condición de daño en la zona superior del núcleo N6

4 RESUMEN DE RESULTADOS

Los resultados encontrados en el análisis detallado del núcleo se presentan en los reportes individuales correspondientes al capítulo 6 del presente informe. A continuación se presenta el resumen de hallazgos luego de terminar la auscultación individual del núcleo.

4.1. Al momento de recibir la muestra se procedió a la realización del inventario detallado de recepción, para posteriormente realizar cortes longitudinales individuales, para generar las secciones pulidas para análisis visual y llevar a cabo las mediciones empleando estereomicroscopio. En el núcleo se realizó un corte longitudinal para llevar partes diferentes al análisis con estereomicroscopio y para la extracción de sección delgada. Presenta las secciones pulidas obtenidas para el especímen.

N6



Figura 3. Bloques pulidos de las muestras N6.

4.2. Agregado Grueso: El agregado grueso que conforma el especímen corresponde en su mayoría a mezcla de partículas de roca de origen ígneo y sedimentario. Se presentan partículas en general que corresponden a areniscas y limolitas silíceas. En general la dureza de los agregados es alta y el grado de cristalización de sus minerales constituyentes también es alto. Las formas de las partículas son desde subangulares a redondeadas, con esfericidad entre esférica a prismoidal.

4.3. Agregado Grueso: La distribución de tamaños o gradación de las partículas de agregado grueso se aprecia contínua.

4.4. Según las consideraciones antes señaladas, no se encuentran indicios de cambios en las fuentes de agregado usadas para el suministro de concreto, en el núcleo analizado se encuentra la misma naturaleza y génesis de agregado.

4.5. Agregados Grueso: No se encuentra orientación preferencial de los agregados en ninguno de los casos evaluados.

4.6. Agregado Fino: El agregado fino empleado corresponde en su mayoría a partículas de arena compuesta principalmente por algunos trozos de roca de la misma génesis del agregado grueso y partículas de cuarzo y feldespatos. Algunas de las partículas de cuarzo presentan microfracturamiento.

4.7. Sobre una de las secciones resultantes luego de los cortes longitudinales, para el núcleo, se realizó la extracción de sección delgada, para realizar el análisis detallado de la pasta usando microscopio petrográfico.

4.8. Se realizó la cuantificación volumétrica de las mezclas correspondientes al núcleo a partir de los resultados encontrados siguiendo la metodología de conteo de puntos, empleando análisis de imágenes digitalizadas, para evaluar la cantidad de agregado grueso, pasta de cemento y agregado fino. Las imágenes que fueron usadas en el análisis de componentes se presentan en el numeral 4.1.

Las proporciones de constituyentes encontradas para cada espécimen analizado, se presentan en la **Figura 4**.



Figura 4. Composición volumétrica de las mezclas correspondiente al núcleo analizado.

4.9. Pasta de cemento: Las propiedades de la pasta de cemento correspondiente a las muestras evaluadas presenta las siguientes características:

4.9.1. El color de la pasta fué evaluado empleando los bloques pulidos presentados en el numeral 4.1, encontrando en todos los casos un color gris claro con lustre pastoso. No obstante se tienen diferencias al interior de un mismo núcleo evidenciando que en la zona superior del núcleo se tiene una coloración mas clara, en comparación con la zona inferior.

4.9.2. La consolidación de la mezcla, se aprecia bien, sin presencia de acumulaciones de agregados y con continuidad de la pasta a nivel macroscópico en toda la superficie analizada.

4.9.3. La resistencia de la pasta de cemento, de acuerdo con la prueba de punzonamiento con aguja empleando la escala Mohs es diferencial del núcleo, se presenta en 5 para N6.

4.9.4. Se encontraron proporciones bajas de alita y belita y muy escasos ferroaluminatos, en general distribuidos en forma homogénea al interior de la pasta. Las proporciones de componentes no hidratados son:

N6 – Alitas: 3.5%

N6 – Belitas: 4.1%

N6 – Ferroaluminatos: 2.1%

4.9.5. Se evidenció la presencia de cristales de portlandita, $Ca(OH)_2$, al interior de todas las pastas evaluadas, se encontraron tamaños en general entre 5 um y 25 um. Encontrando mayor presencia en la zona superior del núcleo. Se evidencia que los cristales de portlandita tienen una alta presencia en la mezcla, sin desarrollar grandes formas cristalinas, la distribución de los cristales es homogénea y su volumen es alto. Se presentan agrupamientos y algunas aglomeraciones en los contornos de agregados y vacíos.

Los contenidos de cristales de portlandita de la sección delgada son:

N6: 38.5%

4.9.6. La gel de tobermorita se presenta con la siguiente características para N6: La gel de tobermorita se presenta con las siguientes características: a) Se observan zonas con gel de una densidad entre alta a media, con una textura clara y densa evidenciando las redes de C-S-H,b) la zona de contacto con agregados se aprecia continua sin interrupcion de continuidad por vacíos. c) Se presentan microagriegamientos en la zona superior del núcleo afectando hasta 10 mm de profundidad desde la superficie, estos agrietamientos rompen la continuidad de la gel de tobermorita, reduciendo su calidad.

4.9.7. De acuerdo con las condiciones evaluadas se deduce que la relación agua / material cementante es media a alta.

4.10. Los valores antes reportados de componentes no hidratados e hidratados indican en buena manera de forma cualitativa el grado de hidratación que alcanzó el cemento en la pasta del concreto analizado, no existe especificación que determine el contenido de referencia para estos componentes, ya que su presencia no solo depende de la mineralogía del cemento usado, sino de las condiciones de diseño de mezcla y de producción. Vale la pena indicar que de acuerdo con St John et al (2016) haciendo referencia a Diamond (1976) se considera que un contenido de Portlandita de cerca del 20% puede considerarse un valor típico para un nivel de hidratación casi total.

4.11. Vacíos: Los vacíos identificados al interior de las mezclas evaluadas fueron evaluados a partir del análisis del bloque pulido y del levantamiento de la sección delgada. A partir de este análisis se encuentran las siguientes premisas:

4.11.1. La proporción de componentes principales para laa muestra y dentro de ellos los valores de vacíos se presentan en la **Figura 4**.
4.11.2. Las formas de los vacíos son desde irregulares a redondeadas.
4.11.3. El tamaño máximo de vacíos es de 5 mm
4.11.4. El tamaño mínimo de vacíos es de 0.1 mm
4.11.5. En general la distribución de los vacíos por aire incluido es homogénea y corresponde a la mayor parte del área evaluada

4.12. El contacto entre pasta y agregado en general se aprecia de buena calidad a nivel macroscópico, en las zonas inferiores del núcleo, lo que se corrobora también a nivel microscópico. En la zona superior del núcleo, en particular para algunos agregados gruesos se encuentra una pobre condición de dureza para el contacto entre pasta y agregado.

4.13. Es importante evidenciar que en la parte superior del núcleo se encuentra una población importante de microfisuras en el núcleo

4.14. No se encontraron evidencias de reacciones dañinas entre agregado y pasta de cemento, que permitan indicar daños por ataques de origen químico interno.

4.15. El Núcleo presenta una condición de desgaste en superficie caracterizada por:

- Coloración oscura de la pasta de cemento
- Erosión de pasta y agregados
- Despredimiento de pasta y evidencias de rompimiento de su continuidad
- La afectación por erosión se presenta hasta una profundidad media de 5 mm
- Se presentan microagrietamientos en la zona superior del núcleo hasta una profundidad de 7mm.

5 BIBLIOGRAFÍA

5.1. ASTM C856 – Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete.
5.2. ASTM C457 – Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete.
5.3. ASTM C294 – Standard Descriptive Nomenclature for Constituentes of Concrete Aggregates.
5.4. Walker H, Lane D.S., Stutzman P.E. (2006) *Petrographic Methods of Examining Hardened Concrete. A Petrographic Manual.* Publication No. FHWA –HRT-04-150
5.5. Dipayan Jana (2006) *Sample Preparation Techniques in Petrographic Examinations of Construction Materials: A State of the Art Review, Proceedings of the 28º conference on cement microscopy, Denver.*
5.6. *ASTM 169D Significance of Tests and Properties of Concrete-Making Materials (2006)*
5.7. St John D, Poole AW and Sims I (2016) *Concrete Petrography, A handbook of investigative technics.* Taylor and Francis. London.
5.8. Sanchez Carlos (2014) *La Portlandita como trazador de la relación a-mc en el análisis petrográfico de concreto endurecido.* I Concreto de Patología, Recuperación de Estructuras y Control de Calidad de la Construcción. ALCONPAT Ecuador. Quito, Abril de 2014.
5.9. True Graham Frank (2011) *Development of Image Analysis Techniques to Assist Evaluation of Both Air Void Structure and Aggregate Shape Factors in Concrete.* Thesis submitted for requeriment for Doctor of Phisolophy degree in University of Wolverhampton.
5.10. Fonseca P.C. and Scherer G.W. (2015) *An Image Analysis Procedure to Quantify the Air Void System of Mortar and Concrete.* Materials and Structures 48:3087 – 3098.

6 REPORTES DE RESULTADOS

A continuación se presentan los reportes de resultados de evaluación petrográfica de concreto endurecido para el núcleos recibido y analizado:

Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL

Oficinas y Laboratorio: Calle 165 No. 8F-88 Bogotá D.C.
PBX: 7022028 Bogotá D.C.

PRÁCTICA NORMALIZADA PARA EXAMEN PETROGRÁFICO DE CONCRETO ENDURECIDO

Compañía: CONCRETOS PFE SAS
Atención: Ing. Pablo Felipe Estrada
Proyecto: PP2 - BOX01

Espécimen: N6
Fecha de ensayo: 05-Mar-25
Fecha de informe: 14-Mar-25

Referencia: ENS-2552-2528-21 R1

GC-F-INF-013
VERSIÓN 01

Norma
ASTM C856

CONDICIONES DEL ESPÉCIMEN

LOCALIZACIÓN:

Identificación: Viga Eje 1-(A-B) Toma Lateral - Cubierta

N: N.D. E: N.D.

Abscisas: N.D.

Fecha de Fundida: N.D.

Fecha de toma: 26-Feb-25

TIPO:

Cilindro normalizado	
Vigueta normalizada	
Elemento prefabricado	
Tubería	
Núcleo	X

Otro:

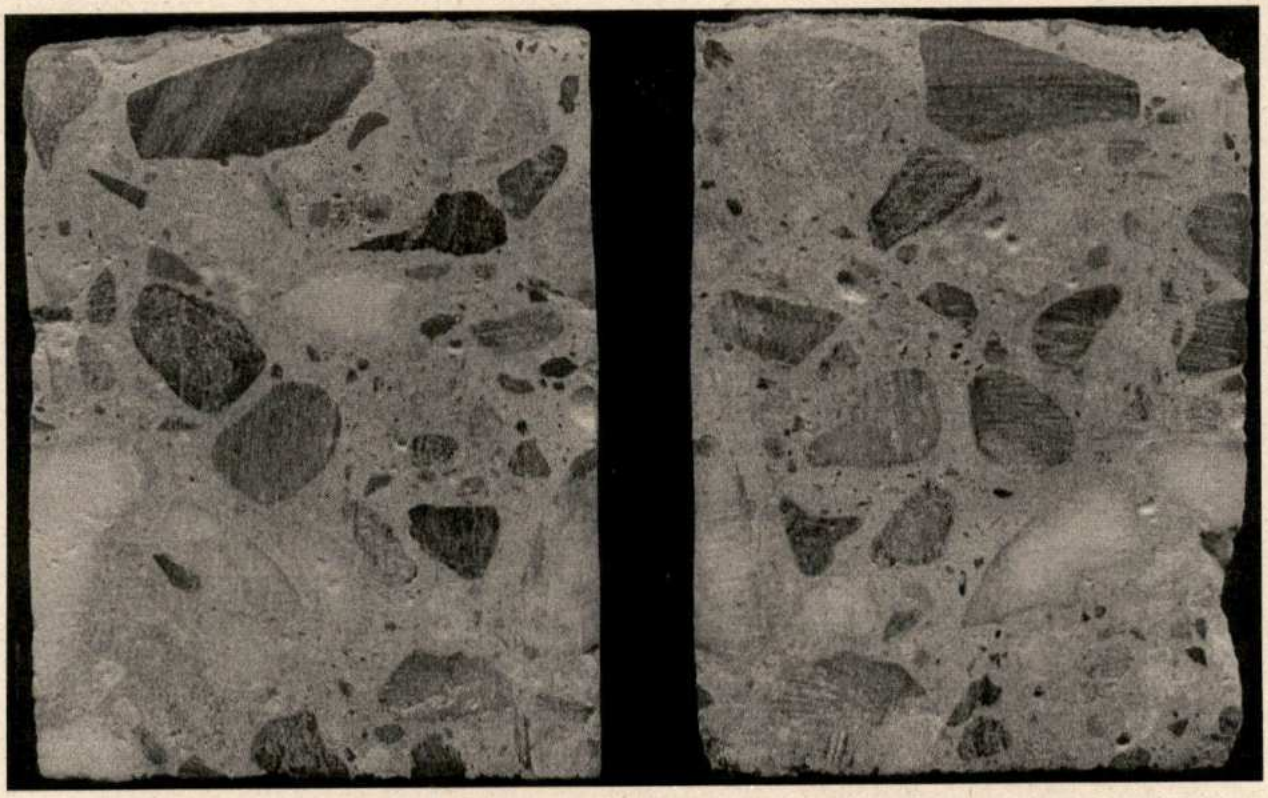
CONDICIÓN:

Íntegra:	X
En trozos	
Fragmentada:	
No Apta:	

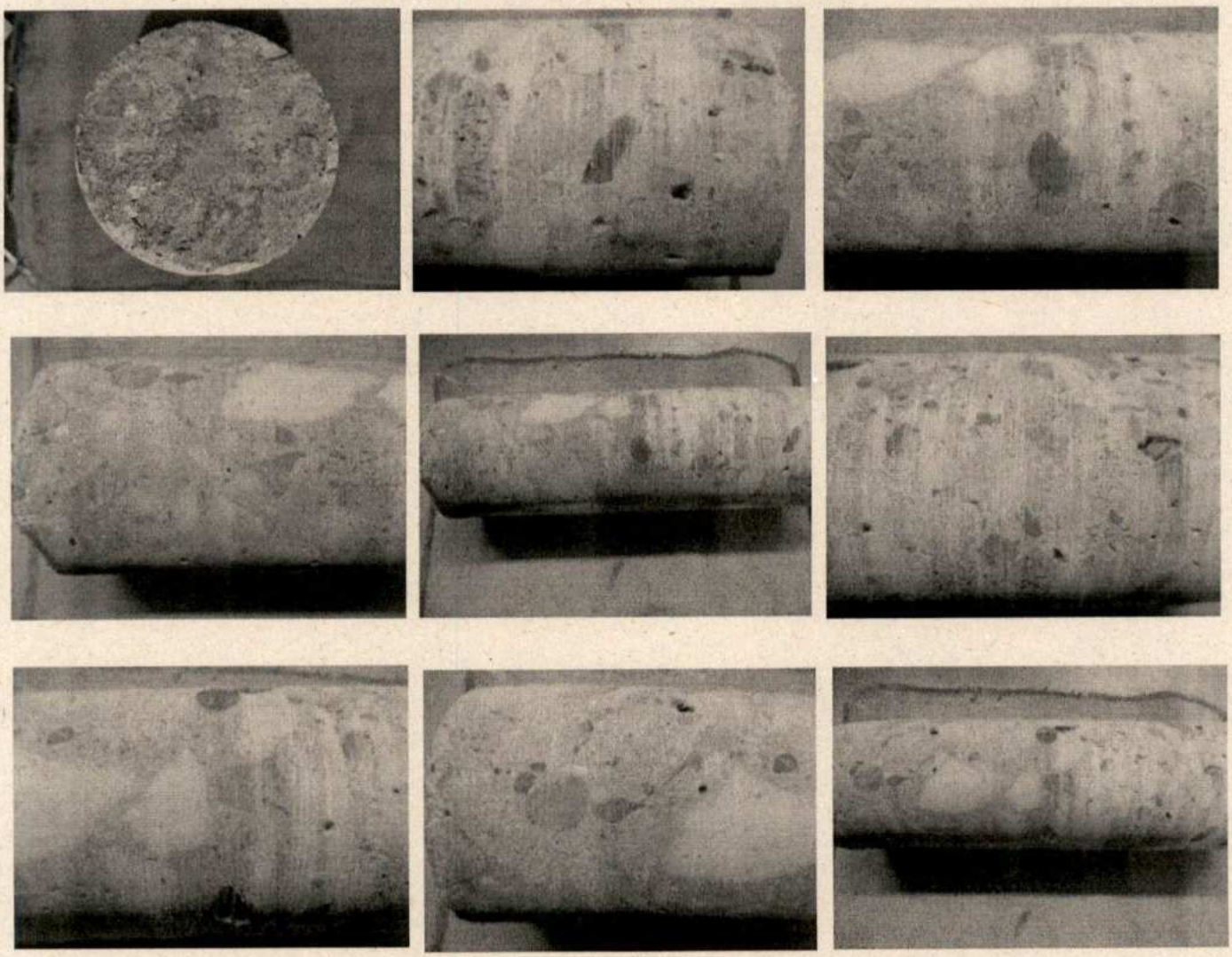
DIMENSIONES:

Espécimen Cilíndrico		Espécimen Cúbico		Consideraciones particulares:
Diámetro:	67.4 mm	Largo:	mm	
Longitud:	129.6 mm	Ancho:	mm	
Masa:	1014.0 g	Alto:	mm	

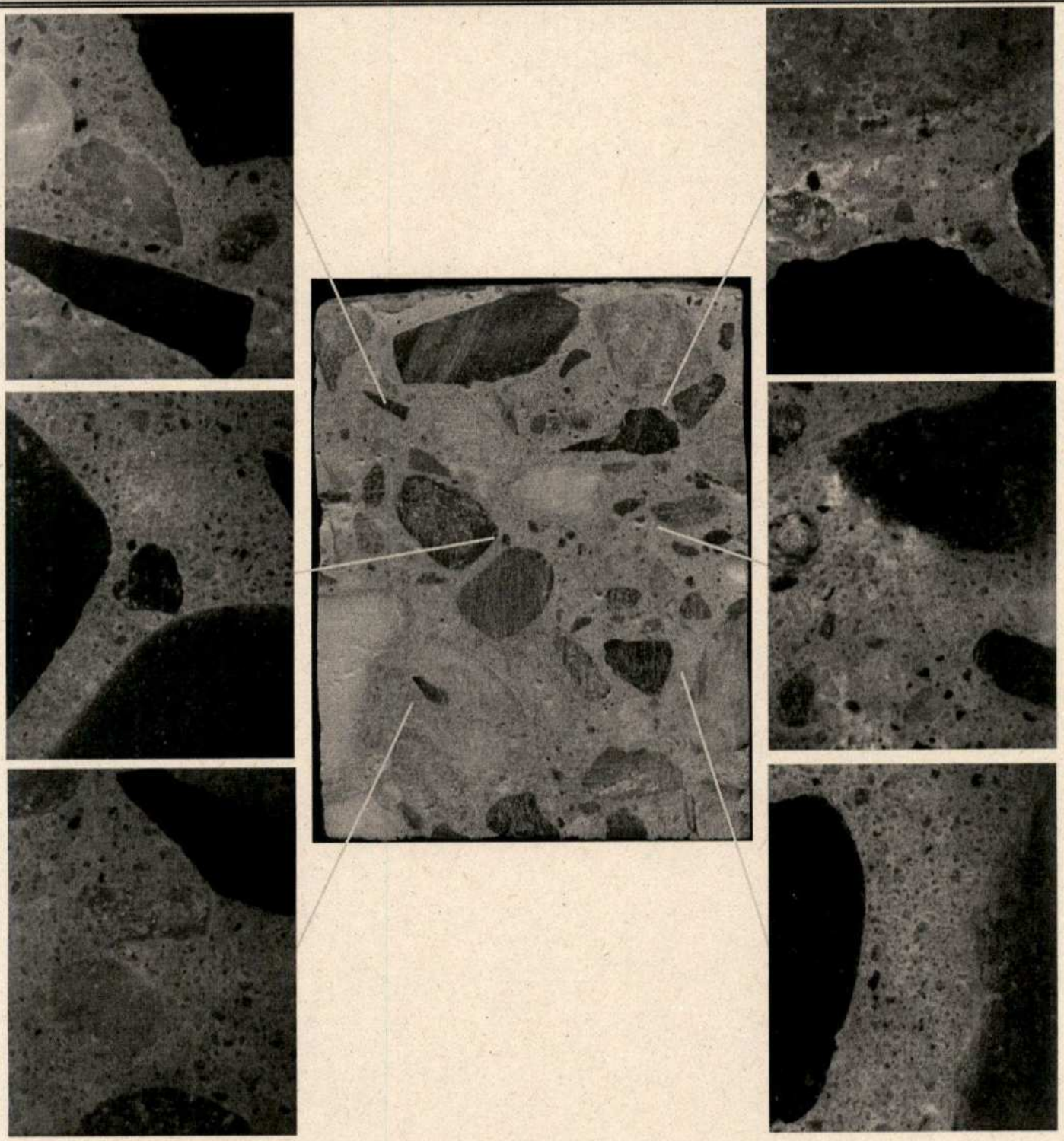
BLOQUES PULIDOS CON CORTE A TRAVÉS DEL EJE LONGITUDINAL



VISTA GENERAL DEL ESPÉCIMEN



VISTA GENERAL DEL ESPÉCIMEN



ANÁLISIS DETALLADO DEL CONCRETO EN GENERAL

Golpe con el martillo de Geología: Agudo [X] Grave [ ]

Rompimiento manual: Polvo [ ] Friable [ ] Ningún desplazamiento [X]

Comportamiento en el Corte: Corte Limpio [X] Fácilmente desgarrable [ ]

Superficie de análisis: Húmeda [ ] Seca [X]

Contacto agregado grueso y pasta: Buena [X] Regular [ ] Mala [ ]

Contacto agregado fino y pasta: Buena [X] Regular [ ] Mala [ ]

Notas adicionales:

Se presenta una grieta continua en uno de los costados del núcleo

ANÁLISIS DE AGREGADO GRUESO

Proporción Media 36.5% **Tamaño máximo** 22.5 mm **Tamaño medio** 9.6 mm **Tamaño mínimo** 5.0 mm

Distribución: La distribución de agregados gruesos es homogénea.

Gradación: Se aprecia una distribución de agregados continua, con presencia de todos los tamaños de partículas

FORMA DE LAS PARTÍCULAS		REDONDEZ											
		Muy Angular		Angular		Subangular		Subredondeado		Redondeado		Bien redondeado	
Cantidad: 30		Pr	% Par	Pr	% Par	Pr	% Par	Pr	% Par	Pr	% Par	Pr	% Par
ESFERICIDAD	Discoidal												
	Subdiscoidal												
	Esférica					1	3.3%	3	10.0%	1	3.3%	2	6.7%
	Subprismoidal					2	6.7%	4	13.3%	4	13.3%	3	10.0%
	Prismoidal					4	13.3%	4	13.3%	2	6.7%		

Orientación Preferencial: No se evidencia orientación preferencial de agregados

Composición Genética

IDENTIFICACIÓN	PROPORCIÓN
Areniscas	9.1%
Limolita	45.5%
Limolita silícea	31.8%
Areniscas silíceas finas	13.6%

Alteración: No se presentan alteraciones en partículas de agregados

Grietas: Se observan algunas partículas agrietadas en la zona de superficie del núcleo

Notas adicionales:

Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL
Oficinas y Laboratorio: Calle 165 No. 8F-88 Bogotá D.C.
PBX: 7022028 Bogotá D.C.

PRÁCTICA NORMALIZADA PARA EXAMEN PETROGRÁFICO DE CONCRETO ENDURECIDO

Compañía: CONCRETOS PFE SAS
Atención: Ing. Pablo Felipe Estrada
Proyecto: PP2 - BOX01

Espécimen: N6
Fecha de ensayo: 05-Mar-25
Fecha de informe: 14-Mar-25

Referencia: ENS-2552-2528-21 R1

GC-F-INF-013
VERSIÓN 01

Norma
ASTM C856

ANÁLISIS DE AGREGADO FINO

Proporción Media 30.2% **Tamaño máximo** 5 mm **Tamaño medio** 1.5 mm **Tamaño mínimo** 0.20 mm

Distribución: Es uniforme en general, no se presentan agrupamientos de agregados

Gradación: Corresponde en general a una gradación contínua, sin presencia de tamaños preferentes

Composición Genética

IDENTIFICACIÓN	PROPORCIÓN
Cuarzo	56.5%
Plagioclasa	3.4%
Feldespatos	6.5%
Opacos	7.3%
Areniscas	14.9%
Limolitas	11.5%

Alteración: Algunas partículas presentan signos incipientes de alteración

Grietas: Se presentan microagrietamientos en algunas partículas cuarzo

Notas adicionales:

PASTA DE CEMENTO

Color: El color de la pasta observada en la superficie pulida para inspección visual y bajo el estereomicroscopio, en general presenta un color diferencial, encontrando un color blanco pastoso en la zona superior del núcleo hasta una profundidad media de 9 mm. A partir de 9 mm se encuentra un color gris claro también pastoso. En sección delgada la pasta se persenta de color café claro en nicoles paralelos

Carbonatación: Se evidencia carbonatación en la zona superior del núcleo, en un espesor medio de 10 mm.

Resistencia: Considerando el punzonamiento de la pasta con una punta de aguja, como una medida de la resistencia, se realizó la prueba en varias zonas del núcleo. En general se encuentra una pasta de resistencia media, con poco desprendimiento de polvo fino y con raya poco profunda, luego de hacer el ensayo de punzonamiento. La resistencia a punzonamiento evaluada es homogénea en toda la superficie pulida

La dureza Mohs probada con punzones normalizados es de 5.0

MATERIAL CEMENTANTE NO HIDRATADO

Alita: En particulas muy finos distribuidos de manera aislada y en baja cantidad

Belita: Se presentan partículas de belita a manera de partículas aisladas y en también a manera de pequeños clusters o arreglos a manera de "racimo de uvas", muy pequeños. Su presencia es escasa

Grumos de clinker: Se presentan a manera de pequeñas partículas aisladas

Ferroaluminatos: En cristales muy finos de color negro y caramelo uniformemente distribuidos en la pasta, en muy baja proporción

Opacos:

MATERIAL CEMENTANTE HIDRATADO

Portlandita: ($Ca(OH)_2$): Se presenta a manera de abundantes cristales de tamaños muy pequeños, en general menor a 10 um, se presentan cristales en escasa proporción con tamaños entre 10 um a 18 um. Se observan agrupamientos en el borde de los vacíos y en el contorno de algunos agregados. La distribución de los cristales es homogénea y presenta en todas las zonas analizadas dentro de la sección

Gel de tobermorita: La gel de tobermorita se presenta con las siguientes características: a) Se observan zonas con gel de una densidad entre alta a media, con una textura clara y densa evidenciando las redes de C-S-H,b) la zona de contacto con agregados se aprecia continua sin interrupcion de continuidad por vacíos. c) Se presentan microagriegamientos en la zona superior del núcleo afectando hasta 7 mm de profundidad desde la superficie, estos agrietamientos rompen la continuidad de la gel de tobermorita, reduciendo su calidad

Relación A/C: De acuerdo con Walker (2004), la relación agua/material cementante puede determinarse de manera cualitativa y particularmente comparativa, considerando las siguientes caraceterísticas de la pasta: a) vacíos con aire, b) calidad de la pasta, c) apariencia de la pasta, d) reacción frente a la raya y punzonamiento con punta de aguja y e) considerando la absorción y permeabilidad. Bajo estas consideraciones se realizaron las observaciones respectivas en varias zonas del núcleo. Se encuentra que la coloración es homogénea en toda la sección transversal del núcleo; la resistencia por punzonamiento es media, en la mayor parte del área evaluada, con una apariencia opaca y pastosa para toda la pasta. En la prueba de la gota de agua, también sugerida por Walker (2004), se aprecia de manera clara como la tensión superficial en la gota se mantiene por un periodo de tiempo largo con filtración por su parte inferior. Se considero también la calidad y distribución de los cristales de portlandita en la sección evaluada. Con base en lo anterior se realizaron pruebas sobre la superficie analizada encontrando que la relación a/c puede clasificarse como media a alta.

VACÍOS EN LA MEZCLA

VACÍOS TOTALES

Proporción Media 2.7% **Tamaño máximo** 5.1 mm **Tamaño medio** 1.2 mm **Tamaño mínimo** 0.10 mm

Forma: Irregular a redondeada.

Distribución: Distribuidos de forma aleatoria y homogénea en toda la sección analizada. La totalidad corresponde a aire atrapado

Exudación: No se observan canales de exudación.

Contacto agregado-pasta El contacto entre pasta y agregado fino en general se aprecia de buena calidad con algunas condiciones de pasta variable en su rigidez, observando agregados en contacto fuerte con la pasta circundante, con una gel de C-S-H bien desarrollada.

COMPONENTES VOLUMÉTRICOS DE LA MEZCLA

La determinación de las proporciones que constituyen la mezcla endurecida, fueron determinadas empleando el método conteo de puntos sobre bloque pulido para la determinación de agregado grueso, agregado fino, pasta y vacío, usando el análisis de imágenes digitales mediante un programa específico de rastreo y conteo



COMPONENTES VOLUMÉTRICOS	
Agregado Grueso	36.5%
Agregado Fino	30.2%
Pasta de cemento	30.6%
Vacíos aire incorporado	2.7%
Vacíos aire atrapado	

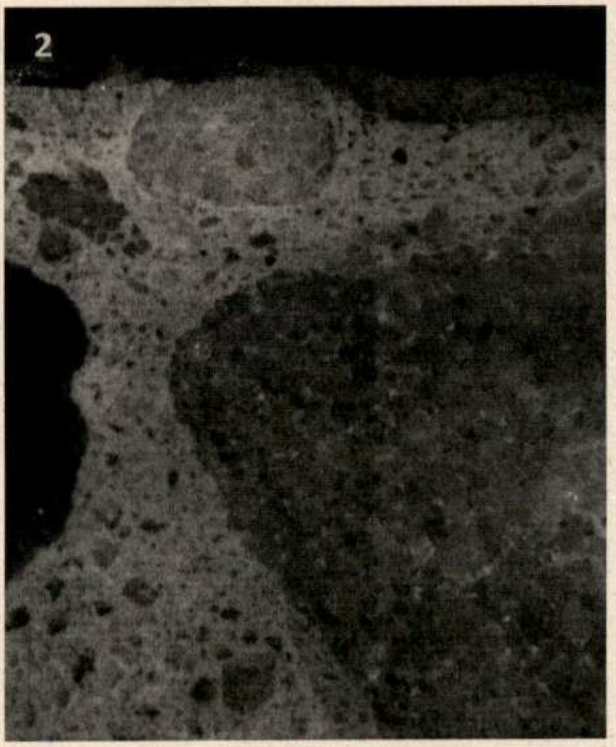
CONDICIONES PARTICULARES

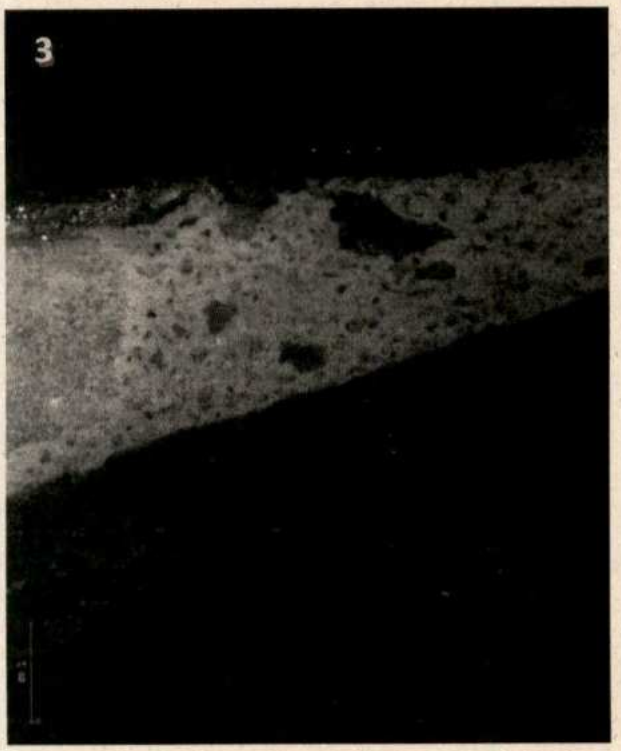
ANÁLISIS EN BLOQUE PULIDO

A continuación se presentan microfotografías detalladas del agrietamiento longitudinal del núcleo. Las ventanas numeradas que se indican sobre el bloque pulido, corresponden a la localización de las imágenes de detalle.

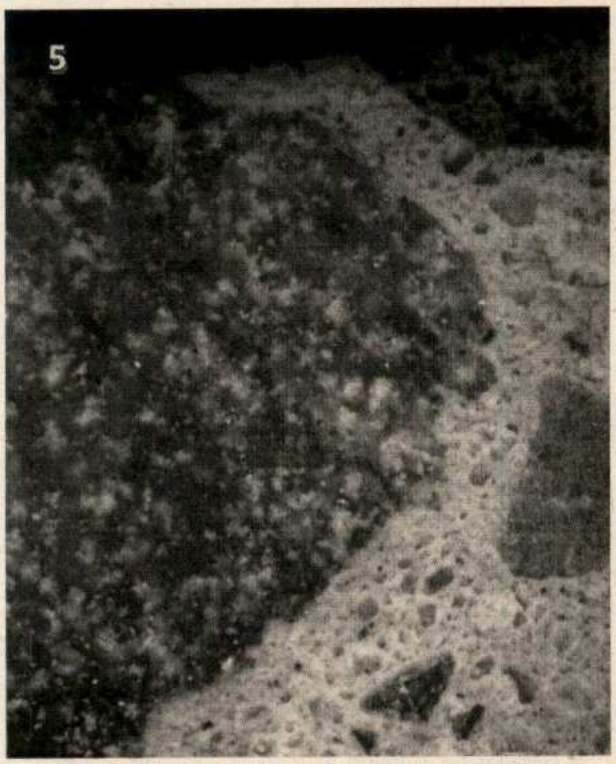



1


2


3

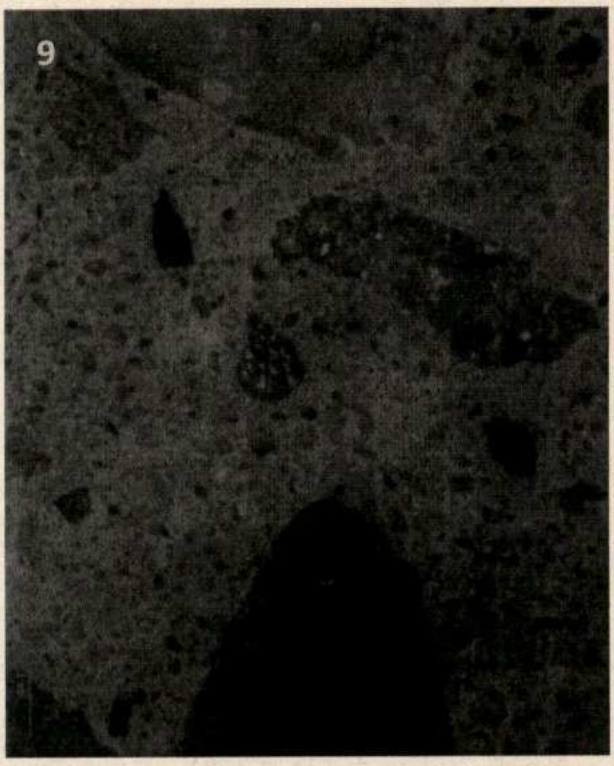

4

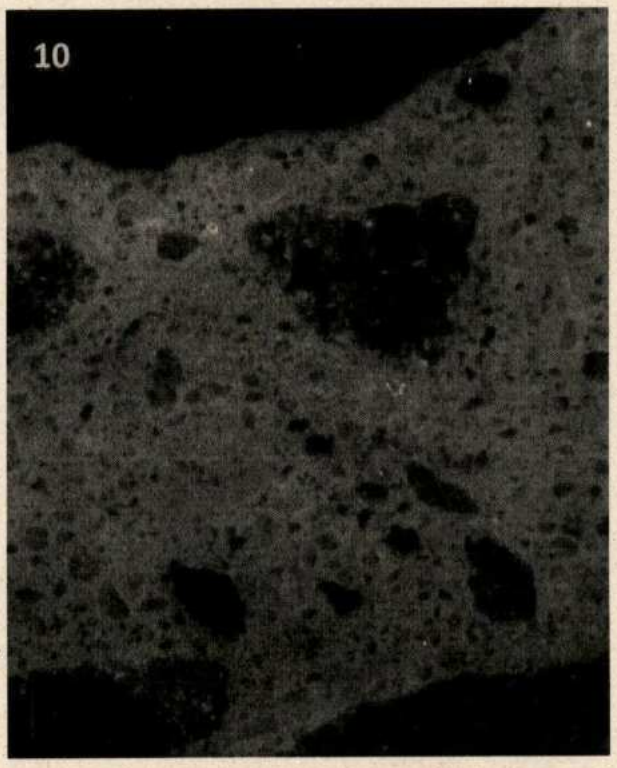

5


6

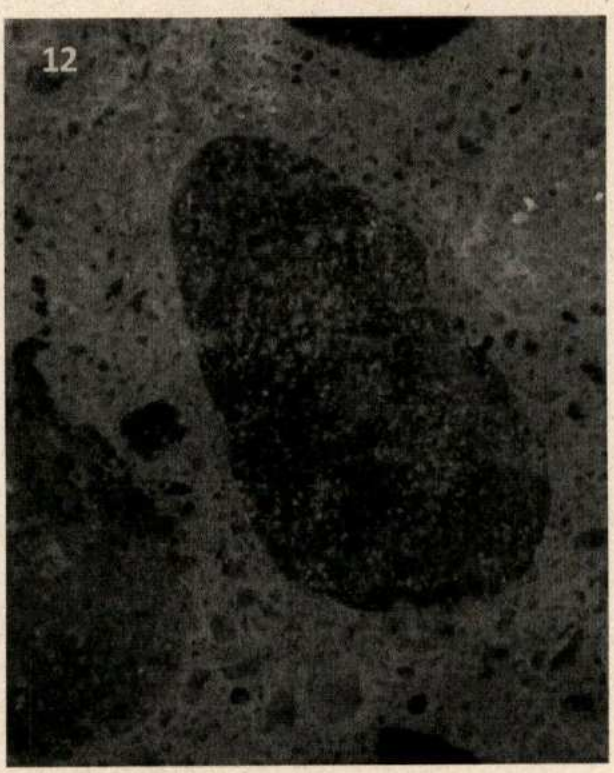

7


8


9


10


11


12

CONDICIONES PARTICULARES

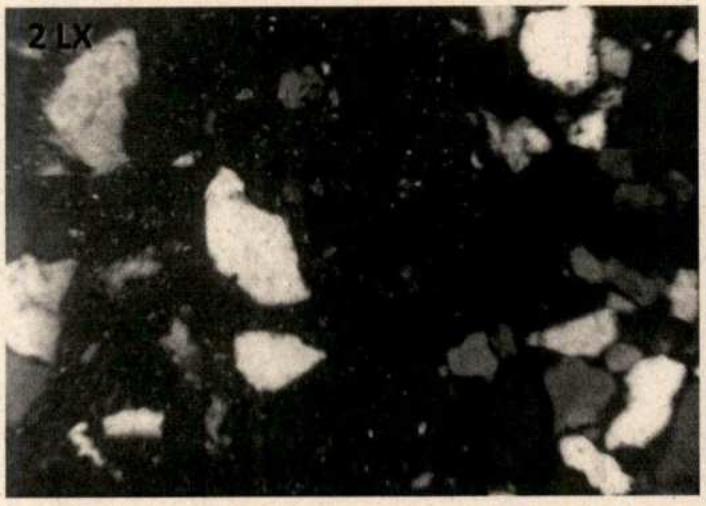
ANÁLISIS EN SECCIÓN DELGADA

A continuación se presentan microfotografías tomadas sobre algunos sectores de la sección delgada en análisis, con ayuda del microscopio de luz polarizada en condición de nicoles paralelos y nicoles cruzados.

SECCIÓN DELGADA 1









Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL
Oficinas y Laboratorio: Calle 165 No. 8F-88 Bogotá D.C.
PBX: 7022028 Bogotá D.C.

PRÁCTICA NORMALIZADA PARA EXAMEN PETROGRÁFICO DE CONCRETO ENDURECIDO

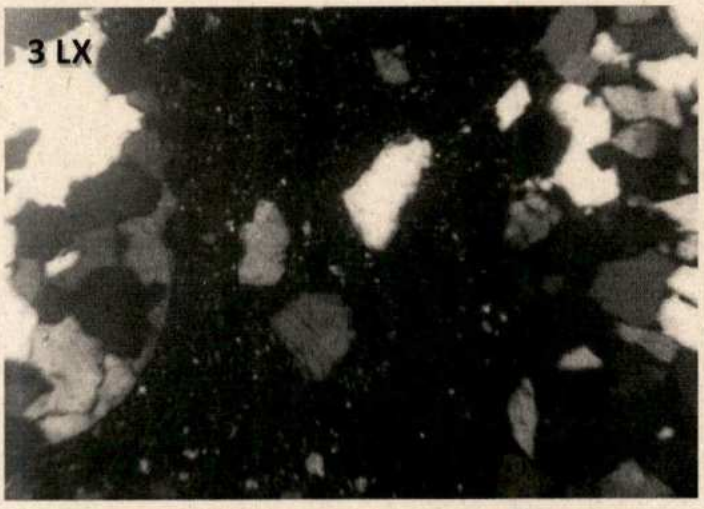
Compañía: CONCRETOS PFE SAS
Atención: Ing. Pablo Felipe Estrada
Proyecto: PP2 - BOX01

Espécimen: N6
Fecha de ensayo: 05-Mar-25
Fecha de informe: 14-Mar-25

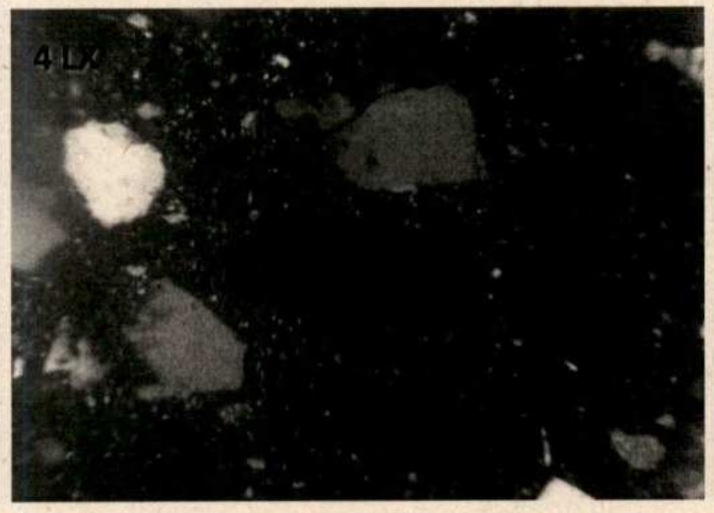
Referencia: ENS-2552-2528-21 R1

GC-F-INF-013
VERSIÓN 01

Norma
ASTM C856

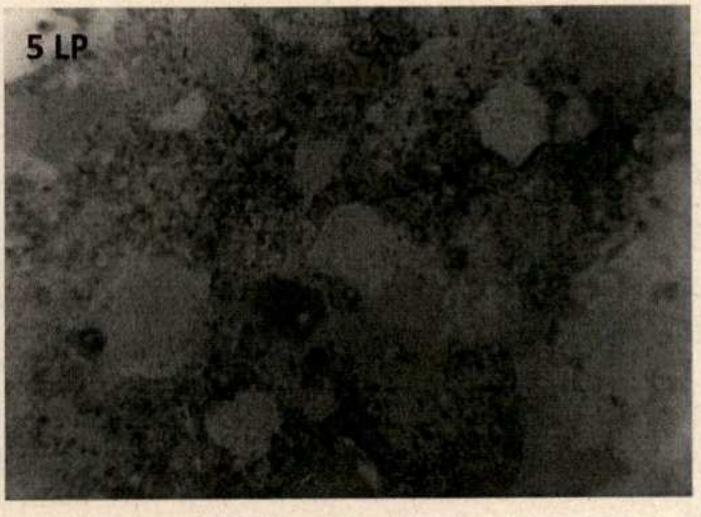




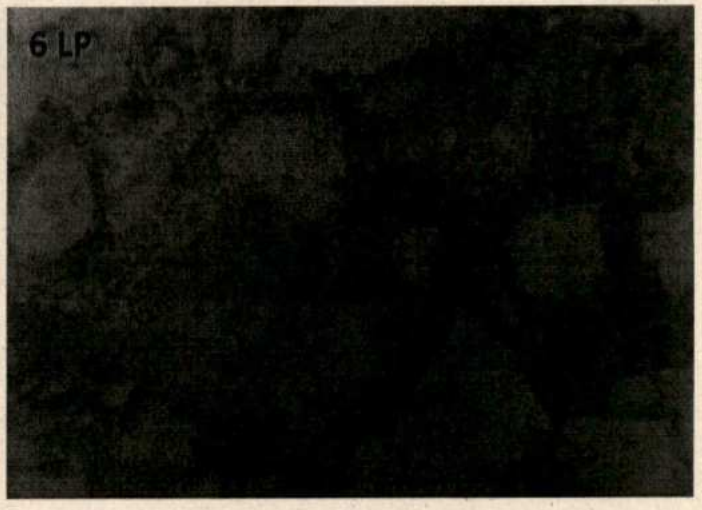









6 LX


6 LP


7 LX


7 LP

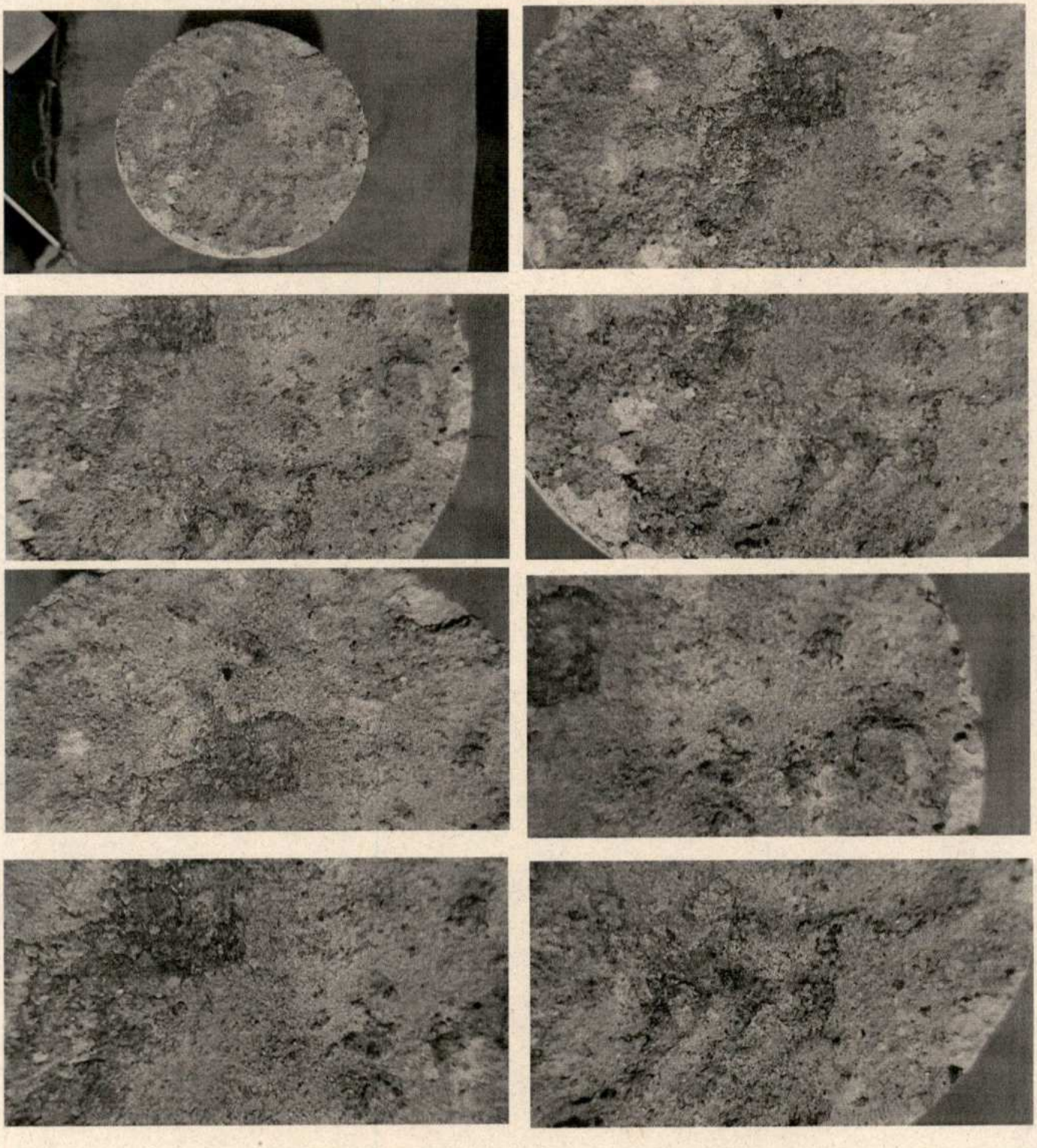

8 LX


8 LP

ZONA SUPERIOR DEL NÚCLEO

ANÁLISIS ZONA SUPERIOR

A continuación se presentan microfotografías tomadas en la zona superior del núcleo, evidenciando la condición de desgaste de la superficie de la estructura



Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL

Oficinas y Laboratorio: Calle 165 No. 8F-88 Bogotá D.C.

PBX: 7022028 Bogotá D.C.

PRÁCTICA NORMALIZADA PARA EXAMEN PETROGRÁFICO DE CONCRETO ENDURECIDO

Compañía: CONCRETOS PFE SAS
Atención: Ing. Pablo Felipe Estrada
Proyecto: PP2 - BOX01

Espécimen: N6
Fecha de ensayo: 05-Mar-25
Fecha de informe: 14-Mar-25

Referencia: ENS-2552-2528-21 R1

GC-F-INF-013
VERSIÓN 01

Norma
ASTM C856








Geocem ENSAYOS DISEÑO CONTROL

Oficinas y Laboratorio: Calle 165 No. 8F-88 Bogotá D.C.

PBX: 7022028 Bogotá D.C.

PRÁCTICA NORMALIZADA PARA EXAMEN PETROGRÁFICO DE CONCRETO ENDURECIDO

Compañía: CONCRETOS PFE SAS
Atención: Ing. Pablo Felipe Estrada
Proyecto: PP2 - BOX01

Espécimen: N6
Fecha de ensayo: 05-Mar-25
Fecha de informe: 14-Mar-25

Referencia: ENS-2552-2528-21 R1

GC-F-INF-013
VERSIÓN 01

Norma
ASTM C856








Bogotá D.C., 16 de abril de 2025

Señores:
GRUPO M&M CONSULTORÍA S.A.S.
John Alejandro Rico Vargas
Representante Legal
gerencia@grupomym.com.co

Ref.: "INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, CONTABLE, JURÍDICA Y AMBIENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEROS DE FERIAS B-7 DE LA UAE CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTÁ - SGC".

Asunto. Respuesta al comunicado MM-REM-161-2025 referente al informe de factibilidad de estructuras convencionales y no convencionales.

Por medio del presente, en función de la información recibida mediante el comunicado en el asunto y luego de la revisión correspondiente por parte de la interventoría, se emite el concepto de aprobación sobre el informe de factibilidad de la estructura convencional o no convencional y recomendaciones a seguir ante las diferentes posibilidades que se plantearán en lo consiguiente del contrato.

Agradecemos su atención y quedamos atentos a cualquier solicitud.

Cordialmente, CAMACHO OBREGON GUILLERMO ANDRES

Firmado digitalmente por CAMACHO OBREGON GUILLERMO ANDRES
Nombre de reconocimiento (DN): c=CO, givenName=GUILLERMO ANDRES, sn=CAMACHO OBREGON, l=BOGOTÁ, D.C., st=BOGOTÁ, D.C., street=CL 171 58 A 05, 1.3.6.1.4.1.17326.30.11=CC, serialNumber=79938883, cn=CAMACHO OBREGON GUILLERMO ANDRES, 2.5.4.13=CERTIFICADO DE PERSONA NATURAL - EMITIDO POR CAMERFIRMA COLOMBIA SAS
Versión de Adobe Acrobat: 2025.001.20438

GUILLERMO ANDRÉS CAMACHO OBREGÓN
REPRESENTANTE LEGAL
CEYCO INGENIERÍA S.A.S.

Elaboró: Ing. Kevin Julián Morán M.

Kevin Julián Morán Moncaleano Digitally signed by Kevin Julián Morán Moncaleano

Calle 171 No. 56A -05 Bogotá. Colombia | +57 601 7580765 +57 3174396249 | ingenieria@ceycorp.com

GRUPO M&M CONSULTORÍA SAS

INFORME DE FACTIBILIDAD DE LA ESTRUCTURA CONVENCIONAL O NO CONVENCIONAL Y RECOMENDACIONES

ESTACION DE BOMBEROS DE FERIAS

Cra 69J #72-61, BARRIO LAS FERIAS – BOGOTÁ

CONTRATO Nº 766-2024
"ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DEBOMBEROS DE FERIAS B-7 DE LA UAE CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE BOGOTÁ –SGC"

BOGOTÁ
2025

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
1.1 NECESIDAD ESPECIFICA 3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
2. ESTRUCTURAS CONVENCIONALES 5
2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 5
2.2 PRINCIPALES TIPOS DE ESTRUCTURAS CONVENCIONALES EN COLOMBIA 5
2.3 REGULACIÓN ESTRUCTURAS CONVENCIONALES EN COLOMBIA 6
3. ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES 8
3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 8
3.2 PRINCIPALES TIPOS DE ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES EN COLOMBIA 8
3.3 REGULACIÓN ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES EN COLOMBIA 9
4. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA ESTRUCTURAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES 11
4.1 DEFINICIÓN DE ESTRUCTURAS 11
4.2 COMPARACIÓN DE COSTOS 11
4.3 BENEFICIOS ADICIONALES DE LAS ESTRUCTURAS CONVENCIONALES 12
5. OTROS TIPOS DE ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES 13
5.1 ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES POR DISIPACIÓN DE ENERGIA 13
5.2 ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES ARQUITECTONICAS TENSADAS 14
5.3 ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES ARQUITECTONICAS INFLABLES Y NEUMATICAS 15
6. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES 17

1. INTRODUCCIÓN

1.1 NECESIDAD ESPECIFICA

A partir de la formulación por parte de la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá -UAECOB- sobre la necesidad prioritaria de contar con una nueva Estación de Bomberos de Ferias B-07, por la situación de riesgo en que se encuentra la construcción existente, se determinó la contratación de la consultoría para los estudios y diseños los cuales permitirán establecer la mejor opción para suplir esta necesidad y darle a la entidad y a la ciudad unas instalaciones en óptimas condiciones físicas desde el punto de vista operativo y funcional, garantizando esta actualización cumpliendo con la normativa vigente.
Por medio del presente documento se buscará determinar la pertinencia de alternativas de estructura convencional o no convencional a partir de la evaluación técnica y económica para el proyecto.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- **Localización**

El predio destinado a la Estación de Bomberos Las Ferias B-07 está ubicada en la Carrera 69 J # 72-61, en la localidad de Engativá, Bogotá.
Su posición estratégica le permite atender eficazmente emergencias en los barrios circundantes, como Santa Rosa, Las Ferias y Las Ferias Occidental.
La estación estaría cercana de importantes vías de acceso, incluyendo las Avenidas Calles 72 y 80 y la Carrera 68, facilitando una rápida movilización hacia diferentes puntos de la ciudad.



Ilustración 1. Localización Predio Estación Bomberos Las Ferias B-7

- **Descripción**

La estación de bomberos es el centro operativo diseñado para la respuesta inmediata a emergencias especialmente relacionadas con extinción de incendios, rescates y asistencia médica.
Dicha infraestructura debe contar con áreas para el almacenamiento de equipos, vehículos y personal especializado. Estas instalaciones suelen estar estratégicamente ubicadas dentro de la ciudad para garantizar tiempos de respuesta rápidos. Además de los equipos de extinción de incendios, la estación de bomberos alberga áreas de entrenamiento, salas de descanso y áreas administrativas para coordinar las operaciones diarias y de emergencia.

De acuerdo a los requerimientos establecidos para la estación Las Ferias B-07 para la estación de bomberos será necesario contemplar como mínimo los siguientes espacios:

TANQUES AGUA POTABLE + CONTRAINCENDIO	BAÑOS
CUARTO DE BOMBAS + RCI	PATIO DE MAQUINAS / ESTACIONAMIENTO
AREA TRAJES	OFICINA DE JEFE DE TURNO
DEPOSITO GENERAL	OFICINA JEFE DE ESTACION
PLANTA ELECTRICA	SALA DE JUNTAS
CUARTO ELECTRICO / TABLEROS	SALON MULTIPLE
SUBESTACIÓN	RACK
DEPOSITO ABSORVENTES	BAÑOS
DEPOSITO COMBUSTIBLES	SALA DE DESCANSO / LECTURA
ALMACEN Y MTO EQUIPOS/ DEPOSITO	COMEDOR / COCINA
MANGUERAS	ALOJAMIENTOS HOMBRES
ALMACEN Y MTO SCBA	ALOJAMIENTOS MUJERES
CUARTO DISPOSICIÓN DE RESIDUOS (BASURAS)	BATERIA BAÑOS HOMBRES
GUARDIA	BATERIA BAÑOS MUJERES
DESCONTAMINACIÓN	ALOJAMIENTO JEFE DE ESTACION
LAVANDERIA	ALOJAMIENTO JEFE DE TURNO
AREA TRANSICION	GIMNASIO
LINEA DE FUEGO	TERRAZA

La estación contara con las siguientes unidades funcionales:

Administrativa. En esta se ubicará la oficina correspondiente al comandante delegado por la Administración Distrital para el manejo de la estación.
Operativa. En esta se instalará toda la infraestructura de comunicaciones para la respuesta a emergencias de la zona, la dotación logística específica de herramientas, equipos y accesorios y el alojamiento del personal operativo.
Privada. En ésta se proveerá el alojamiento y los servicios complementarios al mismo como comedor, baterías sanitarias, zona de entretenimiento y entrenamiento físico.
Servicios. Está destinada a la ubicación de los espacios y los equipos necesarios para el funcionamiento de la edificación, incluye los cuartos de máquinas y depósitos.
Máquinas. En ésta se estacionarán los vehículos del servicio

2. ESTRUCTURAS CONVENCIONALES

Las estructuras convencionales son aquellas que siguen principios de diseño y construcción ampliamente aceptados y utilizados en la ingeniería y arquitectura. Se caracterizan por el uso de materiales tradicionales como concreto, acero, madera y mampostería, y se basan en normativas y códigos de construcción establecidos.

2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- **Diseño estandarizado**: Utilizan métodos de cálculo y construcción previamente probados.
- **Materiales comunes**: Se construyen con elementos como vigas, columnas, losas y muros convencionales.
- **Seguridad estructural**: Cumplen con regulaciones para soportar cargas y fuerzas externas (viento, sismos, etc.).
- **Facilidad de construcción**: Suelen ser más accesibles y requieren menos innovación en comparación con estructuras especiales o avanzadas.
- **Uso frecuente**: Se aplican en viviendas, edificios de oficinas, puentes, carreteras y otras infraestructuras urbanas.

2.2 PRINCIPALES TIPOS DE ESTRUCTURAS CONVENCIONALES EN COLOMBIA

- **Estructuras de concreto armado**

  Son las más utilizadas en edificios, puentes y viviendas.
  Combinan concreto y acero de refuerzo para soportar cargas.
  Ofrecen alta resistencia sísmica, fundamental en regiones propensas a sismos como el Eje Cafetero y el suroccidente del país.

- **Estructuras en mampostería confinada o estructural**

  Emplean ladrillo, bloques de concreto y refuerzos en columnas y vigas.
  Son comunes en viviendas de una o dos plantas.
  Son económicas y fáciles de construir, pero deben cumplir normativas sísmicas estrictas.

- **Estructuras metálicas**

  Usadas en bodegas, edificios de gran altura y puentes.

Permiten mayor rapidez en la construcción.
Requieren protección contra la corrosión debido al clima húmedo en algunas regiones.

- **Estructuras en madera**

  Comunes en regiones como la Amazonía y el Pacífico.
  Se utilizan en viviendas rurales y estructuras temporales.
  La madera debe tratarse para evitar plagas y deterioro.

- **Estructuras mixtas**

  Combinan acero, concreto y mampostería según las necesidades del proyecto.
  Son eficientes en costos y tiempo de construcción.

2.3 REGULACIÓN ESTRUCTURAS CONVENCIONALES EN COLOMBIA

En Colombia, la regulación de las estructuras convencionales se basa en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), establecido mediante el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010. Este reglamento establece los lineamientos técnicos y científicos para el diseño y construcción de edificaciones capaces de resistir eventos sísmicos, garantizando la seguridad estructural y la protección de los ocupantes.

- **Estructura del NSR-10**

La NSR-10 se compone de varios títulos que abarcan diferentes aspectos del diseño y la construcción sismo resistente:

Título A: Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.

Título B: Requisitos de análisis y diseño para edificaciones.

Títulos C a K: Especificaciones para materiales y sistemas constructivos específicos, como concreto reforzado, acero estructural, mampostería, madera y guadua, entre otros.

- **Actualizaciones y Modificaciones**

La NSR-10 ha sido objeto de actualizaciones para adaptarse a nuevos conocimientos y tecnologías:

  - **Decreto 1401 de 2023**: Modificó parcialmente el reglamento para incorporar avances en técnicas de construcción y

materiales, mejorando la resistencia sísmica de las edificaciones.

- **Proyecto de Modificación de 2023**: El Ministerio de Vivienda propuso ajustes adicionales al NSR-10 para fortalecer la normativa y adaptarla a las necesidades actuales del sector de la construcción.

- **Aplicación y Cumplimiento**

El cumplimiento de la NSR-10 es obligatorio en todo el territorio colombiano para todas las construcciones consideradas convencionales. Esto implica que ingenieros, arquitectos y constructores deben seguir las directrices del reglamento en todas las etapas del proyecto, desde el diseño hasta la ejecución, asegurando así la integridad estructural y la seguridad de los ocupantes.

3. ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES

Las estructuras no convencionales son aquellas que no siguen los métodos tradicionales de diseño y construcción. En lugar de emplear formas, materiales o técnicas comunes, exploran soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia, la estética y la funcionalidad de las edificaciones.

3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- **Diseño Innovador:** Incorporan geometrías inusuales, como estructuras curvilíneas, asimétricas o modulares.

- **Uso de Materiales Alternativos:** Se emplean materiales como bambú, plásticos reciclados, estructuras neumáticas o materiales compuestos de última generación.

- **Tecnología Avanzada:** Pueden integrar inteligencia artificial, impresión 3D, nanotecnología o técnicas de bioarquitectura.

  Sostenibilidad y Eficiencia Energética: Suelen reducir el impacto ambiental mediante el uso de energía renovable,
  aislamiento eficiente y materiales ecológicos.

- **Resistencia y Adaptabilidad:** Muchas de estas estructuras se diseñan para resistir condiciones extremas, como terremotos o fuertes vientos, y pueden ser modulares o desmontables.

3.2 PRINCIPALES TIPOS DE ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES EN COLOMBIA

- **Estructuras en Guadua**

  La guadua es un tipo de bambú ampliamente utilizado en la arquitectura sostenible.
  Se usa en viviendas, puentes, auditorios y mobiliario urbano.
  Destaca por su resistencia, flexibilidad y sostenibilidad.

- **Construcciones en Tierra Cruda (Bahareque y Tapia Pisada)**

  Bahareque: estructura de guadua o madera rellena con barro y fibras naturales.
  Tapia pisada: técnica que compacta capas de tierra en moldes.
  Son técnicas tradicionales con renovaciones modernas para mayor resistencia.

- **Arquitectura en Contenedores Marítimos**

Reciclaje de contenedores para viviendas, oficinas y comercios.
Estructuras modulares, resistentes y de rápida instalación.
Se combinan con materiales aislantes para mejorar el confort térmico.

- **Domos Geodésicos**

  Utilizados en ecoturismo, invernaderos y viviendas sostenibles.
  Estructuras ligeras y eficientes en la distribución de cargas.
  Favorecen el ahorro energético y la resistencia a fenómenos naturales.

- **Construcciones en Superadobe**

  Técnica que usa sacos de tierra compactados con cal o cemento.
  Alta resistencia sísmica y térmica.
  Popular en proyectos de vivienda autosuficiente.

- **Estructuras Inflables y Neumáticas**

  Se emplean en eventos, cubiertas temporales y espacios deportivos.
  Uso de membranas ligeras y aire presurizado para estabilidad.

- **Edificaciones con Material Reciclado**

  Uso de botellas plásticas, neumáticos y otros desechos sólidos.
  Aplicadas en viviendas de interés social y proyectos ecológicos.

- **Construcciones en Madera Laminada Estructural (MLE)**

  Madera tratada con tecnología avanzada para mayor resistencia.
  Alternativa sostenible al concreto y acero.
  Aplicaciones en puentes, edificios y cubiertas de grandes luces

3.3 REGULACIÓN ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES EN COLOMBIA

En Colombia, la regulación de las estructuras no convencionales se enmarca principalmente en la Ley 400 de 1997 y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

- **Definición de Edificaciones No Convencionales**

  Según el artículo 3 de la Ley 400 de 1997, una edificación no convencional es aquella que no cumple alguno o ningún requisito del NSR-10, ya sea por los materiales empleados, los procedimientos de diseño, las dimensiones o cualquier otro aspecto no contemplado en dicho reglamento.

- **Uso de Materiales y Métodos Alternativos**

La Ley 400 de 1997 permite el uso de materiales y métodos alternativos bajo ciertas condiciones:

- **Materiales Alternativos (Artículo 9):** Se autoriza su uso previa aprobación de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, asegurando que cumplan con los estándares de seguridad y resistencia sísmica.
- **Métodos Alternativos de Análisis y Diseño (Artículo 10):** Pueden emplearse si el diseñador demuestra que la alternativa propuesta garantiza seguridad, durabilidad y resistencia sísmica, y obtiene la autorización de la mencionada comisión.
- **Métodos Alternativos de Construcción (Artículo 11):** Se permiten cuando el diseñador y el constructor asumen conjuntamente la responsabilidad mediante un memorial que respalde la metodología propuesta.

- **Procedimiento de Aprobación**

Para implementar materiales o métodos no contemplados en el NSR-10, se debe presentar una solicitud detallada a la Comisión Asesora Permanente, incluyendo:

- Carta de presentación firmada por profesionales facultados según la Ley 400 de 1997.
- Informe detallado del procedimiento experimental utilizado, incluyendo sistemas de aplicación de cargas y medición de deformaciones.
- Evidencia que demuestre que la metodología alternativa cumple con los propósitos de seguridad y resistencia establecidos en el NSR-10.

Toda la documentación debe referirse al NSR-10 y estar fundamentada en sus requisitos, ya que es el único documento de diseño sismo resistente con validez jurídica en Colombia.

- **Consideraciones Adicionales**

Es esencial que los profesionales involucrados en el diseño y construcción de estructuras no convencionales estén debidamente facultados y asuman la responsabilidad correspondiente. Además, se debe garantizar que las edificaciones cumplan con los estándares de seguridad, durabilidad y resistencia sísmica establecidos en la normativa vigente.

4. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA ESTRUCTURAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES

La elección de la estructura para la construcción de la estación de bomberos de Las Ferias es crucial debido a la necesidad de garantizar seguridad, resistencia y durabilidad. Este análisis evalúa los costos de implementación, mantenimiento y operación, destacando la superioridad de las estructuras convencionales para este tipo de edificación.

4.1 DEFINICIÓN DE ESTRUCTURAS

Estructuras Convencionales: Construidas con materiales tradicionales como concreto y acero, con métodos de construcción estandarizados que garantizan mayor resistencia estructural y seguridad en situaciones de emergencia.

Estructuras No Convencionales: Utilizan materiales alternativos como madera laminada, bambú, estructuras modulares prefabricadas y técnicas ecológicas, que pueden ser menos adecuadas para edificaciones críticas como en este caso una edificación destinada a la seguridad.

4.2 COMPARACIÓN DE COSTOS

4.2.1 Costos de Implementación (*)

Concepto	Estructuras Convencionales (COP/m2)	Estructuras No Convencionales (COP/m2)
Materiales	1.200.000 - 2.000.000	800.000 - 1.500.000
Mano de Obra	400.000 - 800.000	300.000 - 600.000
Equipos y Maquinaria	200.000 - 500.000	100.000 - 400.000
Total, Aproximado	1.800.000 - 3.300.000	1.200.000 - 2.500.000

4.2.2 Costos de Mantenimiento (*)

Concepto	Estructuras Convencionales (COP/año)	Estructuras No Convencionales (COP/año)
Mantenimiento general	100.000 - 300.000	50.000 - 200.000
Reparaciones	200.000 - 500.000	100.000 - 400.000
Total, Aproximado	300.000 - 800.000	150.000 - 600.000

4.2.3 Costos Operativos

Si bien las estructuras no convencionales pueden ofrecer menor consumo energético, en edificaciones críticas como estaciones de bomberos, la prioridad es la resistencia estructural y la seguridad.

(*) Referencias

- Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). "Costos de Construcción en Colombia 2024."
- Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). "Normativas y Regulaciones para Infraestructura de Emergencia en Bogotá."

4.3 BENEFICIOS ADICIONALES DE LAS ESTRUCTURAS CONVENCIONALES

- **Mayor Resistencia y Seguridad**: La combinación de concreto y acero permite soportar cargas extremas, incendios y sismos, fundamentales en una estación de bomberos.
- **Durabilidad a Largo Plazo**: Requieren menos intervenciones estructurales y tienen una vida útil superior.
- **Cumplimiento Normativo**: Se alinean con las regulaciones de construcción para edificaciones de emergencia.
- **Capacidad para Soportar Equipamiento Pesado**: Son ideales para albergar camiones de bomberos, equipos de emergencia y almacenamiento de suministros críticos.

5. OTROS TIPOS DE ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES

Dentro de las estructuras no convencionales adicionalmente podemos encontrar estructuras que emplean disipación de energía y estructuras arquitectónicas tensadas, inflables y neumáticas.

5.1 ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES POR DISIPACIÓN DE ENERGIA

Las estructuras no convencionales que emplean disipación de energía juegan un papel crucial en ingeniería civil y estructural, especialmente en áreas donde la resistencia a eventos sísmicos y otras cargas dinámicas es fundamental.
Estas estructuras pueden denominarse de la siguiente manera:

- **Aislación en la base**: Este método implica separar la superestructura del suelo mediante aisladores que permiten desplazamientos relativos controlados durante un terremoto. Los aisladores más comunes son de elastómero o de deslizamiento.

- **Disipadores de energía tipo riostras de pandeo restringido**: Estos dispositivos consisten en elementos estructurales diseñados para deformarse plásticamente durante un terremoto, absorbiendo así la energía sísmica y reduciendo las fuerzas transmitidas a la estructura principal.

- **Disipadores de energía tipo ADAS (Added Damping and Stiffness)**: Los ADAS combinan rigidez adicional y amortiguamiento para mejorar la respuesta estructural frente a cargas dinámicas. Pueden incluir dispositivos como amortiguadores de masa sintonizada (TMD) o dispositivos de control activo.

- **Amortiguadores viscosos**: Estos amortiguadores utilizan fuerzas de fricción viscosa para disipar energía durante vibraciones y movimientos sísmicos, reduciendo así las deformaciones y las fuerzas transmitidas a la estructura principal.

- **Disipadores Metálicos (Fusibles Estructurales):** Estos elementos están diseñados para ceder primero ante cargas extremas, concentrando la deformación en zonas específicas para proteger los elementos principales. Pueden ser placas, dispositivos de cizalladura o flexión, y son fácilmente reemplazables después de un sismo. Su uso mejora la resiliencia estructural y facilita la recuperación posdesastre

- **Amortiguadores de Masa Sintonizada (TMD, Tuned Mass Dampers)** Los TMD consisten en una masa secundaria montada sobre la estructura, conectada con resortes y amortiguadores, que oscila fuera de fase con la estructura principal. Están sintonizados a la frecuencia fundamental de la estructura para reducir resonancias. Aunque son más comunes en

estructuras altas o puentes frente a viento, también pueden ser útiles en control sísmico complementario.

Costo y complejidad técnica:

A pesar del beneficio en términos de seguridad y reducción de daños, la implementación de estos sistemas requiere un diseño especializado y, en muchos casos, una inversión inicial mayor en comparación con métodos constructivos tradicionales. Esto significa que su uso se ha concentrado en proyectos donde la necesidad de alta resiliencia o la criticidad funcional justifican el mayor costo.

Evolución en el campo de la ingeniería:

La tendencia en Colombia es promover un mayor intercambio entre la investigación académica y la práctica profesional. Cada vez son más los estudios de simulación y ensayos experimentales que confirman la efectividad de estas estrategias, lo que augura una mayor integración de sistemas de disipación de energía en futuros proyectos de infraestructura.

5.2 ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES ARQUITECTONICAS TENSADAS

Las estructuras tensadas constituyen una categoría dentro de la arquitectura y la ingeniería estructural que utiliza elementos en tensión para definir y sostener la forma y la funcionalidad del edificio o la cubierta. Estas estructuras se caracterizan por la ligereza, la adaptabilidad de las formas y la eficiencia en el uso de materiales, permitiendo soluciones arquitectónicas innovadoras que abarcan desde cubiertas deportivas hasta pabellones y espacios culturales.

- **Principios Fundamentales.**

  Tensión como principal fuerza de estabilización: En las estructuras tensadas, los elementos (generalmente cables, membranas o tejidos flexibles) trabajan predominantemente en régimen de tensión. Esto permite transmitir las cargas (como el viento, nieve o peso propio) a través de la red de elementos tensados sin requerir elementos masivos y pesados.

  Geometría y distribución de tensiones: La forma geométrica es crucial en el diseño de estas estructuras, ya que la curvatura y la configuración espacial permiten que la tensión se distribuya de manera uniforme. La arquitectura tensada se apoya frecuentemente en superficies catenarias o hiperboloides, que ofrecen una alta eficiencia estructural y estéticamente llamativa.

- **Materiales y Tecnologías Empleadas**

  Membranas de poliéster recubiertas o PTFE (politetrafluoroetileno): Estos materiales sintéticos destacan por su alta resistencia a la tracción, durabilidad y flexibilidad. Se utilizan en cubiertas tensadas de grandes luces,

en las cuales el peso propio del material se mantiene en condiciones óptimas para actuar en tensión.

Cables y tensores metálicos: Los cables de acero y otros tensores son frecuentemente empleados como elementos portantes o como parte de sistemas de soporte complementarios. Su diseño se basa en la optimización de la tensión para maximizar la capacidad portante sin generar esfuerzos excesivos en compresión.

Sistemas híbridos: En algunos casos, se combinan elementos rígidos y tensados para obtener estructuras semiexpuestas que aprovechan las propiedades de ambos sistemas. Esto permite ampliar las posibilidades de forma y funcionalidad, integrando por ejemplo cúpulas tensadas con subestructuras de acero o hormigón.

- **Aplicaciones y Ejemplos de Implementación**

Cubiertas para recintos deportivos y pabellones: Las estructuras tensadas son ampliamente utilizadas en estadios, gimnasios y pabellones por su capacidad de cubrir grandes luces sin apoyos intermedios, lo que facilita una mayor flexibilidad en el uso del espacio.

Pabellones y estructuras efímeras en eventos: La rapidez de montaje y la ligereza de los sistemas tensados las hacen ideales para proyectos temporales o exhibiciones culturales, donde la espectacularidad y el dinamismo del espacio son fundamentales.

Infraestructuras urbanas y proyectos culturales: En el ámbito urbano, se han empleado estructuras tensadas en la cobertura de espacios públicos, centros culturales y zonas peatonales, integrando el diseño arquitectónico con necesidades funcionales y climáticas.

5.3 ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES ARQUITECTONICAS INFLABLES Y NEUMATICAS

Las estructuras inflables y neumáticas se pueden considerar parte del amplio espectro de soluciones ligeras y tensadas, aunque presentan diferencias significativas en su forma de actuar y en los principios que las rigen.

- **Estructuras Inflables y neumáticas:**

Las estructuras inflables se sostienen principalmente por la presión interna generada al inflarlas con aire u otro gas. La presión actúa uniformemente sobre la envoltura, generando una tensión que mantiene la forma definida del edificio o cubierta. Su diseño requiere de un material que, a pesar de ser flexible, tenga la resistencia

necesaria para soportar las presiones internas y las fuerzas externas.

Las neumáticas, similar a las inflables, utilizan aire a presión para mantener su integridad estructural. Sin embargo, en ciertos casos se emplean sistemas más sofisticados de control de presión y refuerzo, lo que permite respuestas dinámicas frente a cargas variables y una mayor estabilidad en condiciones ambientales extremas.

- **Principios básicos**

Uso de Tensiones: Al igual que en las estructuras tensadas, el mantenimiento de una forma estable en las estructuras inflables y neumáticas se basa en la tensión, ya sea generada por cables, membranas o, en este caso, por la presión interna. La tensión en los materiales es esencial para resistir las cargas y mantener la integridad estructural.

Ligereza y Eficiencia Material: Ambas categorías comparten la ventaja de utilizar menos material en comparación con soluciones tradicionales, lo que permite diseños ligeros, de rápida instalación y con potencial de eficiencia energética en la fabricación y construcción.

- **Aplicaciones y Flexibilidad:**

Las estructuras inflables y neumáticas son particularmente útiles en aplicaciones temporales, emergencias, o donde se requiera una rápida instalación y desmontaje. A su vez, permiten una gran versatilidad en formas y adaptaciones a espacios, aunque pueden tener limitaciones en términos de durabilidad y resistencia frente a cargas permanentes muy elevadas.

6. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Para la construcción de la Estación de Bomberos La Ferias (B-07) en Bogotá, las estructuras convencionales representan la mejor opción debido a su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar condiciones extremas. Aunque las estructuras no convencionales pueden ofrecer beneficios ambientales y de costos iniciales, su uso en edificaciones críticas puede comprometer la seguridad y operatividad del servicio.

Las estructuras no convencionales con dispositivos de disipación de energía en Colombia se encuentra aún en una fase relativamente especializada y selectiva, se han dado pasos importantes tanto en proyectos nuevos como en iniciativas de rehabilitación, pero a nivel económico puede requerir de fuertes inversiones en su implementación, adicionalmente dada la pequeña escala del proyecto objeto de estudio, permite prescindir de este tipo de estructuras especializadas que bien pueden funcionar y justificar su inversión en edificaciones de mayor escala y complejidad.

Las estructuras arquitectónicas tensadas, inflables y neumáticas son buenas alternativas a nivel estético, sin embargo, su aplicación requiere un alto grado de precisión en el diseño, una rigurosa planificación en la instalación y un continuo monitoreo de su comportamiento estructural, aspectos que deben ser considerados para aprovechar al máximo sus ventajas y asegurar su durabilidad en el tiempo. Sus aplicaciones y características las hacen particularmente adecuadas para ciertos contextos, como soluciones temporales y/o emergentes.

Se recomienda optar por una estructura convencional y considerar materiales innovadores dentro de este marco para mejorar la eficiencia sin comprometer la seguridad y funcionalidad del proyecto.

En síntesis:

- La estructura convencional garantiza una mayor seguridad estructural frente a incendios, movimientos sísmicos y cargas pesadas, lo cual es imprescindible en un proyecto como la estación de bomberos.
- Se permite una mayor vida útil del edificio, con menores riesgos de fallos estructurales.
- Se ajustan plenamente a los estándares y normativas técnicas exigidas para instalaciones de emergencia en Bogotá.
- Pese a que los costos iniciales puedan ser más altos, los beneficios a largo plazo en funcionalidad, seguridad y mantenimiento compensan la inversión y son mas bajos vs estructuras de dispositivos de disipación de energía.

CONTROL DE REVISIONES Y APROBACIÓN

REGISTRO DE MODIFICACIONES

VERSIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
NUMERO	FECHA	
1	4-04-2025	Documento original
2	14-04-2025	Documento final

FIRMA RESPONSABLE

ARQ. JOHN ALEJANDRO RICO V.
Representante legal

21-05-2025

FIRMA APROBACIÓN

ING. CARLOS GABRIEL CAMACHO OBREGóN
Interventoría Ceyco ingeniería s.a.s