

## OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

### CONDICIONES GEOTECNICAS

Basados en la exploración realizada por la firma APP CONTROL INGENIERIA SAS en el año 2013 mediante dos sondeos a profundidades entre 2.5 y 3.5 metros, y el estudio de suelos realizado por la firma Geotecnia e Ingeniería Ltda en el año de 1998 se definen similitudes y diferencias así:

En ambos estudios se identifica nivel freático entre 1.1 y 1.8 metros. La estratigrafía encontrada en ambos estudios es homogénea y similar. El sistema de cimentación recomendado por el estudio de suelos original (firma Geotecnia e Ingeniería Ltda), donde plantea cimientos en T invertida, se construyó siguiendo dicha recomendación y se pudo identificar que se materializó a -0.58m sobre una material de mejoramiento tipo recebo. La firma Geotecnia e Ingeniería Ltda, recomienda implementar un filtro perimetral hacia la base del talud que limita con la carrera 6D para evitar que las aguas lleguen a las zonas de construcción, y de acuerdo a la inspección realizada por la firma APP CONTROL INGENIERÍA SAS, se recomienda en lo posible contemplar la construcción de un filtro perimetral tipo francés en los costados occidental y sur del edificio en estudio, profundizado a -1.5m debido a la pendiente del terreno que facilita el empozamiento de aguas, y un ancho no inferior a 0.4m, envuelto en un Geotextil Gt 150 de 2500.

Se difiere en el perfil de suelo identificado por ambas empresas, puesto que la firma Geotecnia e Ingeniería Ltda argumenta que el perfil de suelo explorado con base en el NSR 98 es un tipo S1, mientras que la firma APP CONTROL INGENIERÍA SAS lo determina como un S2, lo que modifica los espectros de diseño.

### ENSAYOS O PRUEBAS DE CAMPO

Con base en los ensayos realizados sobre los materiales que componen la estructura se puede afirmar que, desde el punto de vista de los materiales estructurales (concreto, acero de refuerzo), no existe problemas de durabilidad en la estructura, por lo que el análisis estructural definirá las acciones a seguir para la rehabilitación de la misma.

El resultado de carbonatación de 2mm, indica que la estructura está lejos de verse comprometida por corrosión del acero de refuerzo, el cual aparece gris y sin señales de corrosión al hacer el apique de verificación.

Para este caso se tiene un pH alto (no está carbonatado el concreto) y potenciales entre -21mV y -34mV. Ausencia de cloruros y humedad alta. conduce a clasificar como despreciable el riesgo de corrosión.

### VERIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

La estructura presenta un sistema estructural de muros de carga reforzada, muros de mampostería de arcilla reforzada de bloque de perforación vertical, construido con vigencia del reglamento NSR-98 de la ley 400 de 1997 para una zona de amenaza sísmica intermedia, El sistema de entepiso es de placa maciza unidireccional apoyada en los muros de mampostería que transfieren las cargas a la cimentación, la cimentación es superficial conformada por vigas continuas tipo T invertida. La estructuración plantea luces de 2.5m en promedio.

Para el procedimiento de evaluación se recopiló información existente acerca del diseño arquitectónico, diseño geotécnico y estructural. El estudio de suelos inicial plantea un tipo de suelo tipo S1, los planos estructurales y las memorias de cálculo que describen un análisis por el método de la fuerza Horizontal equivalente y demás parámetros de acuerdo con la NSR-98.

La calidad del diseño y construcción de la estructura: es **BUENA** en su estado original y en su estado actual. No presenta mal comportamiento de la edificación debido a distribución irregular de la masa o la rigidez, ausencia de diafragmas, anclajes, amarres atípicos cumpliendo con lo estipulado en la NSR-98 y NSR-10.

Estado de la Estructura: es **BUENA**. No presenta daños en elementos estructurales por sismos ocurridos con anterioridad, no presenta fisuración, ajena al evento de explosión, ni por temperatura, corrosión, carbonatación, asentamientos diferenciales, reformas o deflexiones excesivas. No hubo ocurrencia de eventos extraordinarios pasados, que hayan podido afectar la integridad de la estructura.

### EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE (VULNERABILIDAD SISMICA ESTRUCTURAL)

El cálculo y análisis estructural está elaborado mediante el software especializado EngSolution RCB con licencia N. B29576-A5997, y la verificación del diseño mediante hojas de calculo bajo el Titulo D de la NSR-98 Y NSR-10, Para movimientos sísmicos par un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva. Titulo A.10.9.2.2.

La evaluación de la estructura existente aplica para un edificio de 5 pisos de mampostería de arcilla reforzada de bloque de perforación vertical con uso residencial para la ciudad de Tunja, barrio la florida, conjunto residencial Balcones de Florida y sistema estructural de muros de carga.

- Evaluación de la estructura existente NSR-98  
La vulnerabilidad se realizó teniendo en cuenta el estado actual de la estructura evaluada de acuerdo con la ausencia de los muros que fallaron debido a la explosión y bajo parámetros de NSR-98 obteniéndose los siguientes resultados: En esta evaluación bajo la NSR-98 el coeficiente de capacidad de disipación de energía es:  $R' = \phi_a \phi_p$   $R_o = 1 * 0.9 * 3.5 = 3.15$ .

- Índice de sobreesfuerzo de la estructura:  
Compr. Axial  $0.73 P_u / \phi P_n$  Cumple NSR-98 Axial - Flexion  $2.80 M_u / \phi M_n$  NO Cumple NSR-98 Cortante  $0.50 V_u / V_n$  Cumple NSR-98  
 $N_{ef} = N_{ex} \phi_c \phi_e$ . Los índices de sobreesfuerzo de cada elemento son presentados adjuntos en las memorias de cálculo de la vulnerabilidad.

- Índice de flexibilidad de la estructura: sentido X=.52% NO Cumple NSR-98, sentido Y=.19% Cumple NSR-98. Los índices de flexibilidad de piso son presentados en las memorias de cálculo de la vulnerabilidad.

- Diseño de intervención NSR-10  
La propuesta de intervención y alternativa de refuerzo sísmico se evaluó de acuerdo con la NSR-10 teniendo en cuenta la restauración de los muros de mampostería que fallaron obteniéndose los siguientes resultados: En esta evaluación bajo la NSR-10 el coeficiente de capacidad de disipación de energía es:  $R' = \phi_r \phi_a \phi_p$   $R_o = 1 * 1 * 0.9 * 2.5 = 2.25$

- Índice de sobreesfuerzo de la estructura:  
Compr. Axial  $0.95 P_u / \phi P_n$  Cumple NSR-10 Axial - Flexion  $0.84 M_u / \phi M_n$  Cumple NSR-10 Cortante  $0.49 V_u / V_n$  Cumple NSR-10  
 $N_{ef} = N_{ex} \phi_c \phi_e$ . Los índices de sobreesfuerzo de cada elemento son presentados adjuntos en las memorias de cálculo de la vulnerabilidad.

- Índice de flexibilidad de la estructura: sentido X=.39% sentido Y=.13% , Cumple NSR-10  
Los índices de flexibilidad de piso son presentados en las memorias de cálculo de la vulnerabilidad.

### RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS DE INTERVENCION DE LAS ACTIVIDADES RELEVANTES

Para llevar a cabo las actividades de intervención es necesario prestar gran atención a las recomendaciones constructivas estructurales, pues el no tenerlo en cuenta puede afectar la estabilidad global de la edificación. El orden de ejecución de las actividades se formula con base en las actividades definidas en el presupuesto de mayor relevancia.

#### 1. APUNTALAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN.

Se debe mantener el apuntalamiento existente reforzándolo en los sitios donde se adelanten tareas de reparación y/o reforzamiento de la estructura. El apuntalamiento se propone con cerchas y parales debidamente arriostrados en dirección norte-sur o paralelo a los ejes alfabéticos.

Cuando se vaya a intervenir un muro para reforzar, o en este caso, para sustituir se propone: en primer lugar permitir el paso de la cercha a lado y lado del muro al menos 0.80m perpendicular a la dirección del muro, rompiendo el muro en las zonas de pases de la cercha separadas máximo cada 0.60m, para posteriormente retirar el muro afectado por tramos no mayores a 2.5m. Cabe resaltar, que el contratista está en la obligación de calcular la estructura de apuntalamiento para establecer su dimensionamiento y capacidad resistente.

#### 2. REPARACIÓN PLACA ENTREPISO.

Una vez esté debidamente apuntalada la estructura de la edificación, se procede en primer lugar a reparar la placa de entepiso localizada en el eje 19 entre H-J. Esta reparación consiste en retirar con maceta y puntero o martillo pequeño el espesor de concreto por debajo de la placa, hasta llegar al acero de refuerzo, dejándolo al menos la mitad de diámetro expuesto; posteriormente se refuerza la placa con varillas #3 de longitud de 1.0m, desde el borde de la placa incluidas o ancladas por dentro de la viga desde el borde, separadas cada 0.15m en toda la zona afectada. Para el anclaje de las varillas puede emplearse Sika Anchor Fix4 o similar. Luego se reconforma la sección de la losa, previa limpieza de polvo y grasa, utilizar epóxico de puente de adherencia entre concreto viejo y concreto o mortero nuevo de reparación, se puede emplear SikaDur 32 o similar. Como mortero de reparación puede emplearse Sikatop 122 o similar, o concreto de reparación Sika Concrelisto-RE5000 o similar si el espesor de reparación es superior a 0.05m. Para el uso de cada producto Sika o similar, debe seguirse las recomendaciones de cada ficha técnica.

#### 3. RECONSTRUCCIÓN Y SUSTITUCIÓN DE MUROS ESTRUCTUALES EN MAMPOSTERIA.

Reparada la placa de entepiso se procede a la intervención de los muros estructurales de mampostería, que garantice propiedades y características similares a la mampostería existente. Se propone un orden de intervención de los muros estructurales. El orden debe ser: 1. Muro eje 16 (H-I), 2. Muro eje 16 (I-K), 3. Muro eje H (16-19), 4. Muro eje 19 (G-I), 5. Muro eje J (17-19), 6. Muro eje 19 (J-L), 7. Muro eje 18-N (18-19), 8. Muro eje 19 (N-N') y 9. Muro eje 19 (N'-M).

Se propone la intervención de los muros de la siguiente manera: Se retira y limpia la zona de construcción del muro hasta el nivel de placa de contrapiso o hasta la viga de cimentación, dependiendo del estado de la mampostería. Luego se anclan las varillas del diseño de la mampostería en la viga de amarre, si aplica; se empieza las hiladas de mampostería colocando los refuerzos horizontales cada cinco hiladas correspondiente a 2#2, se colocan los refuerzos verticales para cada muro de acuerdo al detalle del diseño de intervención; el mortero de pega debe ser un mortero de reparación tipo Sika 122 o similar de baja contracción y para la última hilada utilizar mortero groutin tipo SikaGrout 200 de cero contracción. Para el lleno de las celdas o dovelas emplear concreto tipo Sika Concrelisto-RE5000.

#### 4. RECONSTRUCCIÓN MUROS NO ESTRUCTUALES EN MAMPOSTERIA.

Corresponde a los muros antepechos como muros no estructurales; se propone su construcción en mampostería de perforación vertical con refuerzos en acero #4 vertical en elementos de borde y acero horizontal con 2#2 cada cinco hiladas. No requiere de tratamiento especial.

Las demás actividades pueden desarrollarse en distinto orden previo ejecución de las anteriores y las que se requieran para incorporar instalaciones en la mampostería.

Las cerchas utilizadas como apuntalamiento se deben retirar una vez se alcance la resistencia final del mortero y/o concreto y esta se logra a los 28 días, para lo cual se puede utilizar aditivos acelerantes a la mezcla para que se pueda reducir el tiempo de retiro de cerchas al menos en 15 días. El retiro de las cerchas debe ser por sectores y con intervalos mínimo de un día.



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD  
ABIERTA Y A DISTANCIA (VUAD)  
ESPECIALIZACIÓN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Proyecto  
ESTUDIO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL PARA UNA EDIFICACIÓN DE CINCO PISOS GENERADO POR UNA EXPLOSIÓN CON SISTEMA ESTRUCTURAL DE MUROS CARGA, LOCALIZADA EN EL BARRIO LA FLORIDA DE LA CIUDAD DE TUNJA - BOYACÁ.

Coordinador  
ING. OSCAR JULIAN CARDOZO SARMIENTO  
Coordinador Especialización Patología de la Construcción.

Estudiantes  
- ING. ELIZABETH MAHECHA VALERO  
- ING. ALVARO NIÑO GONZALEZ.

Contiene  
VERIFICACIÓN ESTADO ACTUAL:  
- OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

Archivo  
Est\_EstadoActual.pdf  
Escala  
N° Plano  
1  
Fecha  
2018