

Bogotá D.C. 13 de Junio de 2.022

Señores  
CURADURIA URBANA No. 5  
Bogotá D.C.

**Asunto: MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD REVISION ESTRUCTURAL INDEPENDIENTE DEL PROYECTO "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL-HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA SAMARITANA, UBICADO EN LA CARRERA 8 No. 0-29 SUR EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.**


Estimados señores:


En primer lugar, como encargado de realizar la revisión estructural externa independiente de los diseños estructurales del proyecto en mención, según lo indicado por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 en el Decreto 945 de junio 5 de 2017 y la Ley 1796 de julio 13 de 2016. **Manifiesto que no incurro en ninguna de las causales de incompatibilidad prevista por el artículo 14 de la ley 1796 de 2016**, así mismo certifico que no realicé el diseño estructural del proyecto de la referencia, ni tengo ningún tipo de relación laboral y/o profesional con el responsable del diseño ni con la empresa que presenta el proyecto.

Lo anterior de conformidad con lo dispuesto por la ley 1796 de 2016, el decreto 1077 de 2015 y sus modificaciones, el decreto 945 del 5 de junio de 2017, y la ley 1796 del 13 de julio de 2016.

Por otro lado Certifico que el Diseño revisado ha sido ejecutado en total concordancia con lo estipulado en la NSR-10 y demás actualizaciones de la misma, como la Resolución 17 de 2017 entre otras, así como ha dado total cumplimiento a lo solicitado en la resolución de requerimientos de Curaduría.

Atentamente,

  
**Camilo Baqueró Santos**  
Ingeniero Civil Diseñador  
Mat. No. 25202-64096 CND

Curadora Urbana   
Arq. Adriana López Morcayo

14 JUN 2022  
SNR11001-5-22-0076  
CU51001-5-22-0204  
NO. RADICACIÓN

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Cel. 300-2093063 email: cbaqueros12@hotmail.com  
Carrera 116 No.77 B-42 OF 234 Bogotá D.C.

220001507

Bogotá D.C. 13 de Junio de 2.022

Señores  
**CURADURIA URBANA No. 5**  
Bogotá D.C.

**Asunto: CONCEPTO TECNICO REVISION ESTRUCTURAL INDEPENDIENTE DEL PROYECTO "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL-HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA SAMARITANA, UBICADO EN LA CARRERA 8 No. 0-29 SUR EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.**

Estimados señores:

En primer lugar, como encargado de realizar la revisión estructural externa independiente de los diseños estructurales del proyecto en mención, según lo indicado por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 en el Decreto 945 de junio 5 de 2017 y la Ley 1796 de julio 13 de 2016. **Manifiesto que no incurro en ninguna de las causales de incompatibilidad prevista por el artículo 14 de la ley 1796 de 2016**, así mismo certifico que no realicé el diseño estructural del proyecto de la referencia, ni tengo ningún tipo de relación laboral y/o profesional con el responsable del diseño ni con la empresa que presenta el proyecto.

Lo anterior de conformidad con lo dispuesto por la ley 1796 de 2016, el decreto 1077 de 2015 y sus modificaciones, el decreto 945 del 5 de junio de 2017, y la ley 1796 del 13 de julio de 2016.

Así mismo adjunto copia de la tarjeta profesional, el certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios y certificaciones de experiencia.

### **REVISION TECNICA**

En primer lugar, los profesionales responsables de los diseños son:

DISEÑADOR ESTRUCTURAL: PCA-Ing. Luis Enrique Aycardi. Mat.25202-12794 CND.

ESTUDIO DE SUELOS: ALFONSO URIBE S & CIA SA-Ing. Alfonso Uribe Sardiña.  
Mat.25202-20489 CND.

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

La firma PCA realizó El Estudio de Vulnerabilidad Sísmica y Reforzamiento Estructural para el Hospital Universitario de la Samaritana en el año 2012, y como resultado del mismo se generaron los diseños de reforzamiento estructural del cual en una primera etapa se implementó parte del reforzamiento planteado. Actualmente se requiere continuar con el reforzamiento en la denominada Etapa 2. Para ésta etapa tanto el Estudio de Suelos como el Estudio de Reforzamiento estructural fueron actualizados por los responsables de los mismos.

En la Etapa 2 se reforzarán los siguientes bloques:

- Bloque 1 en su totalidad con un área total de 854.59 m<sup>2</sup>.
- Bloque 3 en su totalidad con un área total de 3610.37 m<sup>2</sup>.
- Bloque 5 ya se ha reforzado en la 1 etapa 1043.55 m<sup>2</sup> y se reforzará en la 2 etapa el faltante con un área de 448.20 m<sup>2</sup>.

Se estudió y se emite concepto sobre el cumplimiento del Reglamento NSR-10, conforme al numeral A-6.2.5 del Decreto 945 de 2017 que modifica parcialmente la NSR-10 y siguiendo lo establecido por la Resolución 15 de 2015 de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes numerales 3.6.2 y 3.6.3 en lo referente a alcance de los trabajos y entregas, de igual manera se revisó que los estudios cumplieran que todo lo estipulado en el capítulo A.10 de la NSR-10, referente a la evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del reglamento:

En primer lugar, según lo solicitado al diseñador en el requerimiento expedido por la curaduría, para cada uno de los 3 bloques a intervenir, se presentan las respectivas memorias del estudio de vulnerabilidad y del reforzamiento planteado, la memoria de la revisión de la cimentación a partir del reforzamiento planteado y la memoria detallada del diseño de los muros de reforzamiento planteados, chequeados respecto a la exigencia de la Resolución 17 de 2017. De igual manera se presentan los planos correspondientes al reforzamiento planteado.

En concordancia con el literal A.10.1.4 Procedimiento de evaluación de la intervención de la NSR-10 se revisó para cada bloque en estudio los 12 pasos planteados encontrándolos acordes a la norma.

1. **Etapa 1:** La intervención de reforzamiento esta cubierta por el alcance dado en A.10.1.3 dado que aplica el estudio de vulnerabilidad planteado en A.10.1.3.3 y el reforzamiento estructural planteado en A.10.1.3.5

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email

2. **Etapa 2:** En las memorias se describe todo el proceso de recopilación de información realizada en concordancia con A.10.2. En los capítulos 1, 2 y 3 de cada memoria del estudio de vulnerabilidad se presenta la recopilación de información acerca de la estructura existente para cada bloque. A continuación se presenta apartes de la misma:

1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	001
2. ELABORACION DE MODELOS ESTRUCTURALES DE ESTRUCTURAS INICIALES	003
2.1. IDENTIFICACION DE ELEMENTOS ETABS	006
2.2. DATOS DE ENTRADA	009
3. INFORME DE LA VISITA DE INSPECCIÓN	016
3.1. DESCRIPCION ESTRUCTURAL	017
3.2. CALIDAD Y ESTADO DE LA ESTRUCTURA	018
3.3. EXPLORACION DE COLUMNAS	019
3.4. EXPLORACION DE VIGAS	024
3.5. RESUMEN NUCLEOS DE CONCRETO	027
3.6. DATOS ELECTROMETRO	028

Se presenta resumen de las características de la estructura existente:

**PARÁMETROS DE DISEÑO:**

<b><u>CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA:</u></b>	Edificio Administración
Localización:	Carrera 116 entre calles 1era y 2 sur
Número de pisos elevados:	5
Número de pisos enterrados:	0
Uso de la edificación:	Oficinas
Placa de Entrepisos:	Pisos Aligerados
Método de Análisis:	Análisis Dinámico
Sistema Estructural:	PORTICOS DE CONCRETO - DMO $R_o = 5.0$ (Según MSR-10)

Análisis Sísmico según Microzonificación Sísmica de Bogotá

Zona de Amenaza Sísmica:	Intermedia
Caracterización Sísmica:	Microzonificación Bogotá

**PIEDIMONTE B**

$A_B = 0.15$	$F_B = 1.95$	$T_{CL} = 0.55$
$A_V = 0.20$	$F_V = 1.70$	$T_L = 3.00$
$A_C = 0.26$		

Grupo de Uso:	IV	I = 1.5
---------------	----	---------

**CARGAS:**

**MUERTAS:**

Acabados:	100	Kg/cm <sup>2</sup>	1.00	KN/m <sup>2</sup>
Muros Divisorios:	150	Kg/cm <sup>2</sup>	1.50	KN/m <sup>2</sup>

**VIVAS:**

Viva:	400	Kg/cm <sup>2</sup>	4.0	KN/m <sup>2</sup>	Zonas de Oficina
	600	Kg/cm <sup>2</sup>	6.0	KN/m <sup>2</sup>	Zonas de Archivo

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

Se aprecia que se describe el sistema estructural de pórticos en concreto reforzado con los parámetros sísmicos, el grupo de uso IV por corresponder a un hospital y los parámetros de acuerdo a la microzonificación en la que se encuentra el hospital.

En el capítulo 3 se presenta detalladamente las labores de inspección y recopilación de información realizada:

### **CAPITULO 3**

#### **INFORME DE LA VISITA DE INSPECCIÓN**

De acuerdo con la información suministrada por *El Hospital Universitario de la Samaritana*, existen planos arquitectónicos dando un indicio de la configuración de la estructura. Se llevó a cabo un levantamiento estructural de las edificaciones, para verificar la veracidad de la información recopilada y para identificar de una manera más exacta el sistema estructural principal de las mismas tanto en planta como en altura, así como las propiedades de los materiales que las componen.

En el levantamiento estructural se adelantó una inspección detallada del estado de la estructura y de la construcción en general, el cual luego permitió calificar la calidad y el estado de la edificación. Para lo anterior, se realizaron exploraciones en algunos elementos típicos que permitieron determinar las dimensiones, el refuerzo tanto longitudinal como transversal y la calidad del concreto y del acero de refuerzo (Ver detalles de exploración estructural y registro fotográfico). En este trabajo se hicieron regatas perimetrales y longitudinales.

La calidad del concreto se evaluó para la edificación mediante el ensayo realizado a diferentes núcleos (Ver resultados de exploración estructural y registro fotográfico) que se extrajeron de diferentes columnas.

Para determinar la calidad del acero de la edificación, está se definió mediante la inspección visual en las regatas. Se terminó la exploración resanando nuevamente el elemento con un mortero de reparación de alta resistencia.

Se describe el levantamiento realizado de la estructura y las exploraciones realizadas para determinar refuerzo y resistencia del concreto. Para los 3 bloques se aprecia en el capítulo 3 las fotos de las regatas realizadas para la determinación del acero de refuerzo y núcleos y esclerometría para la determinación de la resistencia del concreto. Finalmente, se le asigna al concreto existente una resistencia de 200 kg/cm<sup>3</sup> para los elementos de los 3 bloques.

**ING. CAMILO BAQUERO SANTOS**  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

3. **Etapa 3:** De acuerdo con la información recopilada se califica el estado de la estructura existente, en concordancia con A.10.2.:

#### CALIDAD DE LA ESTRUCTURA

Del Comportamiento Estructural Esperado:

	OK	NO
Distribución de Masas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Distribución de la Rigidez	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Diafragmas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Año de Construcción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Piso Débil - Piso Flexible	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

De la Calidad Aparente de los Materiales:

	Bueno	Regular	Malo
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acero	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mampostería	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### ESTADO DE LA ESTRUCTURA

	OK	NO
Fisuración en Columnas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fisuración en Vigas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carbonatación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evidencia de Asentamientos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reformas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuentes potenciales de Deterioro: \_\_\_\_\_

Calificación Preliminar de la Calidad de la Estructura:	Bueno	<input type="checkbox"/>
	Regular	<input checked="" type="checkbox"/>
	Malo	<input type="checkbox"/>

Calificación Preliminar del Estado de la Estructura:	Bueno	<input type="checkbox"/>
	Regular	<input checked="" type="checkbox"/>
	Malo	<input type="checkbox"/>

Para los 3 bloques se determinó que tanto la calidad de la estructura como el estado de la estructura esta es regular según la tabla A.10.4-1 con lo cual los valores  $\phi_c$  y  $\phi_e$  deben ser 0.8, valor que se utiliza en el proceso:

Con la información de las secciones originales de los elementos estructurales y sus refuerzos actuales, se determinaron sus capacidades o resistencias últimas tanto para los esfuerzos de corte como para los de flexión y flexo-compresión. Estas resistencias existentes fueron a su vez afectadas por los valores  $\phi_c$  y  $\phi_e$ , los cuales dependen de *la calidad del diseño y la construcción y del estado de la estructura*. Una vez completadas las actividades de reconocimiento estructural y teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante las diferentes exploraciones, se optaron valores de 0.8 para dichos coeficientes.

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

4. **Etapa 4:** En las memorias se presentan las solicitudes equivalentes en concordancia con A.10.4.2. Como se indicó en los 3 capítulos iniciales se presenta toda la evaluación de la estructura existente, en cuanto a movimientos sísmicos, clasificación del sistema estructural y determinación de los coeficientes R.
5. **Etapa 5:** En cada estudio de vulnerabilidad se presenta el análisis elástico de la estructura y su sistema de cimentación. Para ello se realizó para cada bloque un modelo en el programa ETABS, se incluyó la información de cargas y especificaciones de los elementos y se realizó así el análisis requerido. En el capítulo 2 se presenta la modelación realizada para cada bloque:

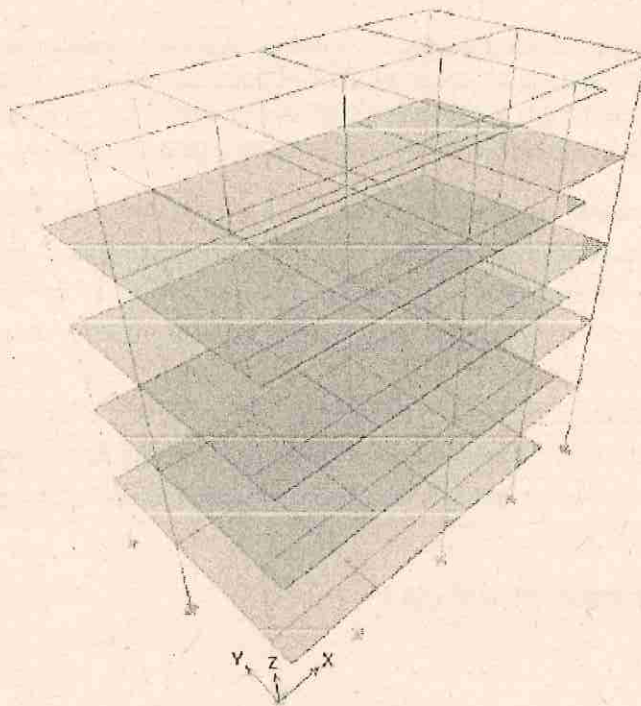
Con toda la información obtenida tanto en los planos estructurales encontrados, como en los levantamientos y exploraciones adelantadas, se elaboró un modelo para la estructura actual, el cual se analizó para las fuerzas sísmicas  $F_s$  que el sismo de diseño impone en combinación con las fuerzas de gravedad mayoradas de acuerdo con las combinaciones de carga del *Título B de la NSR-10*.

Para estos análisis se utilizó el programa *ETABS®*, con el cual se llevó a cabo un análisis por el método de *ANÁLISIS DINÁMICO*. Con la información de las secciones originales de los elementos y sus refuerzos, se determinaron sus capacidades últimas tanto para los esfuerzos de corte como para los de flexión y flexo-compresión.

Ejemplo del modelo realizado para el bloque 1:

## 2.1. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS ETABS

### MODELO TRIDIMENSIONAL



En las memorias se presentan los datos de entrada del modelo en el capítulo 2.

En el capítulo 4 se presenta toda la información con la que se realizó el estudio de vulnerabilidad. Se presenta los siguientes ítems al respecto:

- Avaluo de cargas: Se describen las cargas muertas obtenidas del levantamiento estructural y se aplica una carga viva de  $400\text{kg/m}^2$ , que es la carga para Salas de cirugía que es el caso crítico en hospitales, por lo tanto, es correcto.
- Del programa modelado se obtienen los cortantes basales de cada bloque, así como el espectro sísmico. Se realiza el análisis de fuerza equivalente para ajustar el cortante dinámico en la base, según A.5.4.5 NSR-10:



Análisis Sísmico por Fuerza Horizontal Equivalente:

Análisis por el método de la Fuerza Horizontal Equivalente para ajustar el valor del cortante dinámico en la base ( según A.5.4.5 -- NSR - 10 )

$$\begin{aligned} A_h &= 0.15 & F_h &= 1.95 & I &= 1.50 \\ A_v &= 0.20 & F_v &= 1.70 \end{aligned}$$

Periodo fundamental aproximado (según A.4.2.2 -- NSR - 10)

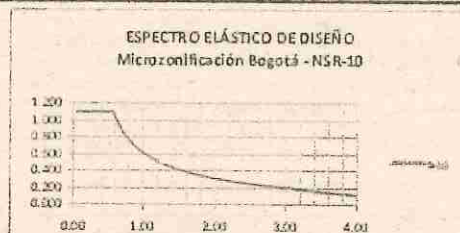
$$\begin{aligned} C_u &= 1.342 & C_u &= 1.75 - 1.2A_v F_v \\ C_1 &= 0.047 & \text{Pórticos de concreto - DMO} \\ \alpha &= 0.90 \end{aligned}$$

$T_a = C_1 h^{0.75}$	=	0.82 seg
$C_u T_a$	=	0.83 seg

$$\begin{aligned} T_x &= 0.90 & \text{seg (obtenido del análisis dinámico de la estructura)} \\ T_y &= 0.82 & \text{seg (obtenido del análisis dinámico de la estructura)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_x &= 0.83 & \text{seg (definitivo)} \\ T_y &= 0.82 & \text{seg (definitivo)} \end{aligned}$$

$S_a = 1.2 A_v F_v I / T$	$S_a = 2.5 A_h F_h I$	$S_a = 1.2 A_v F_v T_1 / T^2$	$S_{ax} = 0.74$ (Definitivo)
$S_{ax} = 0.74$	$S_a = 1.10$	$S_{ax} = 2.67$	$S_{ay} = 0.74$ (Definitivo)
$S_{ay} = 0.74$		$S_{ay} = 2.71$	$V_{sx} = 402.8$ Ton
			$V_{sy} = 405.8$ Ton



Cortantes Dinámicos en la Base. ( $V_b$ ):

$$\begin{aligned} V_{bx} &= 378.1 \text{ ton} & (\text{Ver página siguiente}) \\ V_{by} &= 348.0 \text{ ton} \end{aligned}$$

Regularidad de la Estructura: 2 (1: Regular, 2: Irregular)

- Si la estructura es regular, el cortante dinámico en la base no puede ser menor que el 80 % del cortante calculado por Fuerza Horizontal Equivalente ( $V_s$ ) - ( según A.5.4.5 -- NSR - 10 )

- Si la estructura es irregular, el cortante dinámico en la base no puede ser menor que el 50 % del cortante calculado por Fuerza Horizontal Equivalente ( $V_s$ ) - ( según A.5.4.5 -- NSR - 10 )

Factores de Ajuste :

$$\begin{aligned} F_x &= 382.5 / 318.1 = 1.14 \\ F_y &= 365.2 / 348.0 = 1.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_x &= 1.14 & (\text{Definitivo}) \\ F_y &= 1.05 & (\text{Definitivo}) \end{aligned}$$

**ING. CAMILO BAQUERO SANTOS**  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

- Se calculan las irregularidades:

**IRREGULARIDADES EN PLANTA** - (Ver tabla A.3.6 - NSR-10)

PARAMETRO	Tipo	S	No
Irregularidad Torsional	1aP	X	
Irregularidad Torsional Externa	2aP		X
Retorciones excesivas en las Esquinas	3P		X
Discontinuidades en el Diafragma	4P		X
Desplazamiento del Plano de Acción	5P		X
Sistemas no Paralelos			X

Factor de Reducción
0.9
0.8
0.9
0.9
0.8
0.8

ap = 0.9

- Si existen varias irregularidades se escoge el menor valor de ap
- En zonas de amenaza sísmica intermedia para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I la revisión de irregularidad se puede limitar a las irregularidades 1aP, 2aP, 3P y 4P (Ver A.3.3.7 NSR-10)
- En zonas de amenaza sísmica baja para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I y II la evaluación de irregularidad se puede limitar a las irregularidades 1aP y 2aP (Ver A.3.3.6 NSR-10)

**IRREGULARIDADES EN ALTURA** - (Ver tabla A.3.7 - NSR-10)

PARAMETRO	Tipo	S	No
Piso Flexible (Irregularidad en Rigidez)	1aA		X
Piso Flexible (Irregularidad externa en Rigidez)	1bA		X
Distribución de Masas	2A		X
Geométrica	3A		X
Desplazamiento del Plano de Acción	4A		X
Piso Dócil (Discontinuidad en la resistencia)	5aA		X
Piso Dócil (Discontinuidad externa en la resistencia)	5bA		X

Factor de Reducción
0.9
0.8
0.9
0.9
0.8
0.9
0.8

ap = 1.0

- Si existen varias irregularidades se escoge el menor valor de ap
- Cuando la deriva de cualquier piso es menor a 1.3 veces la deriva del piso siguiente hacia arriba, puede considerarse que no existen irregularidades de los tipos 1aA, 1bA, 2A ó 3A (Ver A.3.3.5.1 NSR-10)
- En zonas de amenaza sísmica intermedia y para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I la evaluación de la irregularidad se puede limitar a las irregularidades de los tipos 4A, 5aA y 5bA (Ver A.3.3.7 NSR-10)
- En zonas de amenaza sísmica baja para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I y II la evaluación de irregularidad se puede limitar a las irregularidades 5aA y 5bA (Ver A.3.3.6 NSR-10)

**AUSENCIA DE REDUNDANCIA** - (Ver A.3.3.8 - NSR-10)

PARAMETRO	S	No
Ausencia de redundancia en el sistema sismo-resistente		X

Factor de Reducción
0.75

ap = 1.00

- Se presentan las combinaciones de carga según lo exigido por la NSR-10 para calculo de la deriva y para el diseño de concreto:

4.8. CASOS DE CARGA

Factores - Resistido	Fx =	1.14
Arbitrio Simbólico	Fy =	1.95

Combinaciones de Carga

1.0. DISEÑO DE LA DERIVA

1	1.20 C.M.		
2	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	
3	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 1.14 S.X.
4	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	- 1.14 S.X.
5	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 1.06 S.Y.
6	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	- 1.06 S.Y.
7	0.90 C.M.		+ 1.14 S.X.
8	0.90 C.M.		- 1.14 S.X.
9	0.90 C.M.		+ 1.06 S.Y.
10	0.90 C.M.		- 1.06 S.Y.

C.M. = Carga Muerta  
 C.V. = Carga Viva  
 S.X. = Fuerzas Simbólicas Básicas en X  
 S.Y. = Fuerzas Simbólicas Básicas en Y

R<sub>o</sub> = 3.00 Perfiles de concreto - CM3  
 Ω<sub>o</sub> = 3.00

φ<sub>u</sub> = 1.00  
 φ<sub>p</sub> = 0.90  
 φ = 1.00

R<sub>x</sub> = 4.50  
 R<sub>y</sub> = 4.50

R<sub>ex</sub> = 4.50  
 R<sub>ey</sub> = 4.50

2.0. DISEÑO DE COLUMNAS Y VIGAS (FLEXIÓN)

D1	1.20 C.M.			
D2	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.		
D3	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.25 S.X.	+ 0.07 S.Y.
D4	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.25 S.X.	- 0.07 S.Y.
D5	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	- 0.25 S.X.	+ 0.07 S.Y.
D6	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	- 0.25 S.X.	- 0.07 S.Y.
D7	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.08 S.X.	+ 0.23 S.Y.
D8	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.08 S.X.	- 0.23 S.Y.
D9	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	- 0.08 S.X.	+ 0.23 S.Y.
D10	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	- 0.08 S.X.	- 0.23 S.Y.
D11	0.90 C.M.		+ 0.25 S.X.	+ 0.07 S.Y.
D12	0.90 C.M.		+ 0.25 S.X.	- 0.07 S.Y.
D13	0.90 C.M.		- 0.25 S.X.	+ 0.07 S.Y.
D14	0.90 C.M.		- 0.25 S.X.	- 0.07 S.Y.
D15	0.90 C.M.		+ 0.08 S.X.	+ 0.23 S.Y.
D16	0.90 C.M.		+ 0.08 S.X.	- 0.23 S.Y.
D17	0.90 C.M.		- 0.08 S.X.	+ 0.23 S.Y.
D18	0.90 C.M.		- 0.08 S.X.	- 0.23 S.Y.

3.0. DISEÑO DE COLUMNAS Y VIGAS (CORTANTE) - Según Norma C.31.3.3 (NSR-10)

COLUMNAS		D <sub>x</sub> (S.X.)	D <sub>y</sub> (S.Y.)	VIGAS					
				2' (S.X.)	2' (S.Y.)				
CC1	1.20 C.M.			CV1	1.20 C.M.				
CC2	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.		CV2	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.			
CC3	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.78 S.X.	+ 0.21 S.Y.	CV3	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.51 S.X.	+ 0.14 S.Y.
CC4	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.78 S.X.	- 0.21 S.Y.	CV4	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.51 S.X.	- 0.14 S.Y.
CC5	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	- 0.78 S.X.	+ 0.21 S.Y.	CV5	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	- 0.51 S.X.	+ 0.14 S.Y.
CC6	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	- 0.78 S.X.	- 0.21 S.Y.	CV6	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	- 0.51 S.X.	- 0.14 S.Y.
CC7	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.23 S.X.	+ 0.70 S.Y.	CV7	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.15 S.X.	+ 0.47 S.Y.
CC8	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.23 S.X.	+ 0.70 S.Y.	CV8	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.15 S.X.	- 0.47 S.Y.
CC9	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.23 S.X.	- 0.70 S.Y.	CV9	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.15 S.X.	+ 0.47 S.Y.
CC10	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.23 S.X.	- 0.70 S.Y.	CV10	1.20 C.M.	+ 1.80 C.V.	+ 0.15 S.X.	- 0.47 S.Y.
CC11	0.90 C.M.		+ 0.78 S.X.	+ 0.21 S.Y.	CV11	0.90 C.M.		+ 0.51 S.X.	+ 0.14 S.Y.
CC12	0.90 C.M.		+ 0.78 S.X.	- 0.21 S.Y.	CV12	0.90 C.M.		+ 0.51 S.X.	- 0.14 S.Y.
CC13	0.90 C.M.		- 0.78 S.X.	+ 0.21 S.Y.	CV13	0.90 C.M.		- 0.51 S.X.	+ 0.14 S.Y.
CC14	0.90 C.M.		- 0.78 S.X.	- 0.21 S.Y.	CV14	0.90 C.M.		- 0.51 S.X.	- 0.14 S.Y.
CC15	0.90 C.M.		+ 0.23 S.X.	+ 0.70 S.Y.	CV15	0.90 C.M.		+ 0.15 S.X.	+ 0.47 S.Y.
CC16	0.90 C.M.		+ 0.23 S.X.	+ 0.70 S.Y.	CV16	0.90 C.M.		+ 0.15 S.X.	- 0.47 S.Y.
CC17	0.90 C.M.		+ 0.23 S.X.	- 0.70 S.Y.	CV17	0.90 C.M.		+ 0.15 S.X.	+ 0.47 S.Y.
CC18	0.90 C.M.		+ 0.23 S.X.	- 0.70 S.Y.	CV18	0.90 C.M.		+ 0.15 S.X.	- 0.47 S.Y.

6. **Etapa 6, 7, 8, 9 y 10:** La resistencia de la estructura se determinó según A.10.4.3.3 para cada uno de los bloques. Se estimaron los índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad, encontrándolo para las 3 edificaciones que son superiores a la unidad con lo cual la estructura debe reforzarse.

A modo de ejemplo:

#### 4.9. DERIVA PÓRTICOS

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

$\Delta_a$  = Deriva del análisis.

$\Delta_p$  = Deriva permitida.  
(0.01 h)

<u>SISMO EN X</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		16 3			
	Alt. piso	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_a$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)	OK	%
CUB	3.50	0.1678	0.0666	1.38	3.50	OK	0.39
PISO5	3.50	0.1550	0.0615	2.09	3.50	OK	0.85
PISO4	3.50	0.1272	0.0505	4.85	3.50	NO	1.30
PISO3	3.50	0.0850	0.0335	5.39	3.50	NO	1.54
PISO2	3.50	0.0349	0.0135	3.74	3.50	NO	1.07
<u>SISMO EN Y</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		16 5			
	Alt. piso	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_a$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)	OK	%
CUB	3.50	0.0487	0.1412	1.24	3.50	OK	0.35
PISO5	3.50	0.0450	0.1294	2.56	3.50	OK	0.73
PISO4	3.50	0.0369	0.1051	3.84	3.50	NO	1.10
PISO3	3.50	0.0247	0.0687	4.41	3.50	NO	1.26
PISO2	3.50	0.0103	0.0270	2.89	3.50	OK	0.83
<u>SISMO EN X</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		20 3			

Índices de flexibilidad superiores a la unidad.

Se presentan el resumen de los índices mayores de flexibilidad y sobreesfuerzo. Para las 3 edificaciones estos son mayores a la unidad:

## BLOQUE 1:

RESUMEN

Luego de obtenidos todos los índices de sobre esfuerzo y flexibilidad que se mostrarán en las páginas siguientes, a continuación presentamos un cuadro resumen con los mayores índices:

INDICES DE FLEXIBILIDAD Y SOBRE-ESFUERZO	
INDICE	EST. ACTUAL
Flexibilidad	2.06
Sobreesfuerzo	5.63

## BLOQUE 3:

RESUMEN

Luego de obtenidos todos los índices de sobre esfuerzo y flexibilidad que se mostrarán en las páginas siguientes, a continuación presentamos un cuadro resumen con los mayores índices:

INDICES DE FLEXIBILIDAD Y SOBRE-ESFUERZO	
INDICE	EST. ACTUAL
Flexibilidad	2.08
Sobreesfuerzo	4.77

## BLOQUE 5:

RESUMEN

Luego de obtenidos todos los índices de sobre esfuerzo y flexibilidad que se mostrarán en las páginas siguientes, a continuación presentamos un cuadro resumen con los mayores índices:

INDICES DE FLEXIBILIDAD Y SOBRE-ESFUERZO	
INDICE	EST. ACTUAL
Flexibilidad	2.93
Sobreesfuerzo	4.97

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
 Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
 Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

Una vez determinada la necesidad del reforzamiento, se presentan las memorias referentes al reforzamiento de cada bloque.

7. **Etapa 11:** Se realiza propuesta de reforzamiento bajo la categoría c: Actualización del reglamento.
8. **Etapa 12:** Al modelo de la estructura existente para cada bloque se le adiciona una serie de muros pantalla, se analiza nuevamente la estructura y se obtienen los resultados que indican que con la solución planteada la resistencia de la solución propuesta es apta:

Por ejemplo para el bloque 1 la solución propuesta es:

## **1. CAPITULO 1**

### DISEÑO ESTRUCTURAL DETALLADO DEL REFORZAMIENTO

Una vez conocidos los índices de vulnerabilidad y de sobreesfuerzo, se procede a evaluar alternativas de reforzamiento que permitan el cumplimiento de los requerimientos del NSR-10. Finalmente para el Bloque 1 se presenta la siguiente propuesta.

**PROPUESTA DE REFORZAMIENTO:** Reforzamiento con pantallas de concreto desde cimentación hasta cubierta, distribuidas de la siguiente manera:

Una Pantalla  $e=15\text{cm}$  sobre el eje AA, entre ejes A9 Y A6 (Muro Tipo T28)

Una Pantalla  $e=15\text{cm}$  sobre el eje A6, entre ejes AA y AB (Muro Tipo T27)

Una Pantalla  $e=15\text{cm}$  sobre el eje A11, entre ejes AD y AF (Muro Tipo T29)

Una Pantalla  $e=15\text{cm}$  sobre el eje AF, entre ejes A11 y A9 (Muro Tipo T30)

Para garantizar la eficiencia de la solución en el modelo se asignó al concreto existente solo el 20% de E y para las pantallas nuevas el 100% y se tomo  $I = a 1.0$  tal como lo estipula el literal A.6.2.1.2 para edificaciones de los grupos II a IV:

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

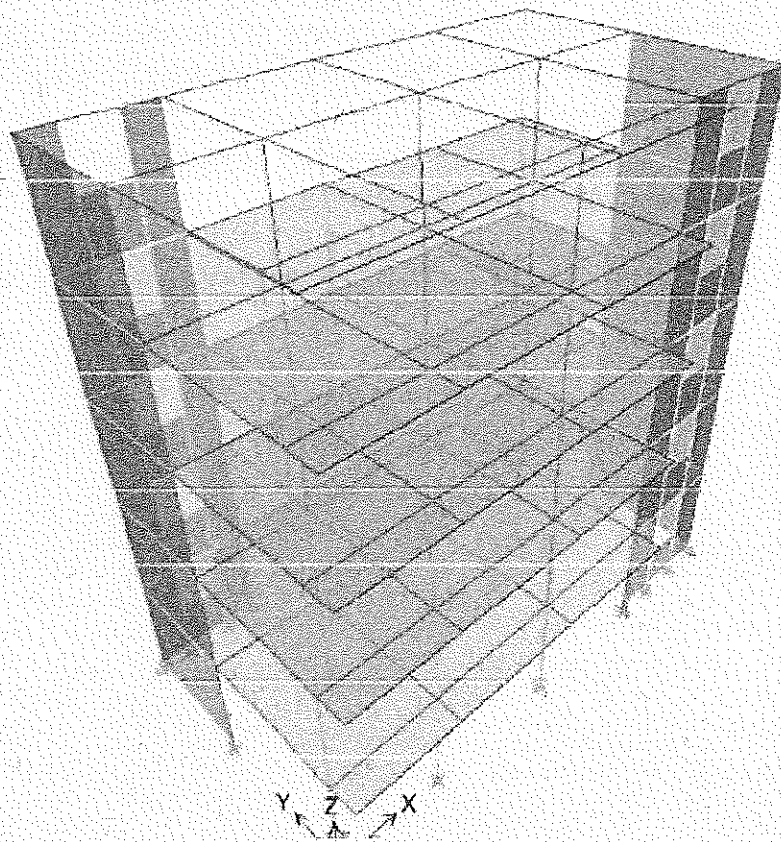
Para definir las pantallas de reforzamiento fue necesario tener en cuenta varias consideraciones propias para el proyecto, así:

1. Las pantallas que se definieron para reforzar los edificios, fueron previamente coordinadas con la arquitectura para evitar daños en la distribución arquitectónica de la edificación, además se coordinó con el Hospital para garantizar que no se presenten afectaciones funcionales.
2. Para la modelación de las estructuras se asignó al concreto de toda la estructura existente un 20% del módulo de elasticidad y a las pantallas de reforzamiento se asignó un 100% del módulo de elasticidad para así garantizar una mayor responsabilidad a la estructura nueva de reforzamiento.
3. Para el chequeo del índice de vulnerabilidad se utilizó el coeficiente de Importancia  $I=1.0$ , teniendo en cuenta el numeral A.6.2.1.2 del NSR-10.
4. El concreto de las pantallas de reforzamiento deberá tener un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Para cada bloque se presenta el listado de computador ajustado con la propuesta de pantallas:

### 1.1.2. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS ETABS

#### MODELO TRIDIMENSIONAL



En el capítulo 14 se presenta toda la información con la que se modeló el reforzamiento. Se presentan los siguientes ítems al respecto:

- Avalúo de cargas: Es similar al de la estructura existente, toda vez que las cargas son las mismas dado que no hay cambio de uso, se aplica una carga viva de  $400\text{kg/m}^2$ , que es la carga para Salas de cirugía que es el caso crítico en hospitales, por lo tanto, es correcto.

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)



- Del programa modelado se obtienen los cortantes basales de cada bloque, así como el espectro sísmico. Se realiza el análisis de fuerza equivalente para ajustar el cortante dinámico en la base, según A.5.4.5 NSR-10:

Análisis Sísmico por Fuerza Horizontal Equivalente:

Análisis por el método de la Fuerza Horizontal Equivalente para ajustar el valor de cortante dinámico en la base (según A.5.4.5 - NSR - 10)

$A_h = 0.15$        $F_h = 1.95$        $I = 1.50$   
 $A_v = 0.23$        $F_v = 1.75$

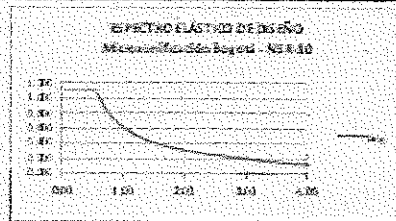
Período fundamental considerada (según A.4.2.2 - NSR - 10)

$C_u = 1.342$      $C_u = 1.75 - 1.24 \sqrt{F_u}$   
 $C_c = 0.047$     Partículas de concreto - DMO  
 $n = 5.99$

$T_u = C_u \cdot n$	=	0.62 seg
$C_u \cdot T_u$	=	0.33 seg

$T_x = 0.37$     seg (obtenido de análisis dinámico de la estructura)  
 $T_y = 0.25$     seg (obtenido de análisis dinámico de la estructura)  
 $T_x = 0.37$     seg (definitivo)  
 $T_y = 0.25$     seg (definitivo)

$S_u = 1.2 A_h F_v / I$	$S_u = 2.5 A_h F_v / I$	$S_u = 1.2 A_v F_v / T_u^2$	$S_{ax} = 1.19$ (Definitivo)
$S_{ax} = 1.67$	$S_u = 1.19$	$S_{ay} = 13.79$	$S_{ay} = 1.19$ (Definitivo)
$S_{ay} = 2.43$		$S_{bx} = 39.33$	$V_{ax} = 657.3$ Ton
		$S_{by} = 39.33$	$V_{ay} = 657.2$ Ton



Cortantes Dinámicos en la Base. (V<sub>ij</sub>):

$V_{ix} = 316.8$  ton      (Ver página siguiente)  
 $V_{iy} = 301.1$  ton

Regularidad de la Estructura:      1      (1: Regular, 2: Irregular)

- Si la estructura es regular, el cortante dinámico en la base no puede ser menor que el 80 % del cortante calculado por Fuerza Horizontal Equivalente (V<sub>s</sub>) - (según A.5.4.5 - NSR - 10)
- Si la estructura es irregular, el cortante dinámico en la base no puede ser menor que el 90 % del cortante calculado por Fuerza Horizontal Equivalente (V<sub>s</sub>) - (según A.5.4.5 - NSR - 10)

Factores de Ajuste:

$F_x = 525.9 / 316.8 = 1.66$   
 $F_y = 525.9 / 301.1 = 1.75$   
 $F_x = 1.66$  (Definitivo)  
 $F_y = 1.75$  (Definitivo)

**ING. CAMILO BAQUERO SANTOS**  
 Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
 Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

- Se calculan las irregularidades:

**IRREGULARIDADES EN PLANTA - (Ver tabla A.3.5 - NSR-10)**

PARAMETRO	Tipo	SI	NO
Frecuencia Torcional	1aP		x
Irregularidad Torcional Extrema	1bP		x
Reducción excesiva en las Esquinas	2P		x
Discontinuidad en el Diámetro	3P		x
Desplazamiento del Plano de Acción	4P		x
Distorsión Paralela	5P		x

Factor de Reducción
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5

α = 1.0

- Si existen varias irregularidades se escoge el menor valor de α
- En zonas de amenaza sísmica intermedia para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I
- La revisión de irregularidad se puede limitar a las irregularidades 1aP, 1bP, 3P y 4P (Ver A.3.3.7 NSR-10)
- En zonas de amenaza sísmica baja para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I y II
- La evaluación de irregularidad se puede limitar a las irregularidades 1aP y 1bP (Ver A.3.3.6 NSR-10)

**IRREGULARIDADES EN ALTURA - (Ver tabla A.3.7 - NSR-10)**

PARAMETRO	Tipo	SI	NO
Piso Flector (Irregularidad en Flector)	1aA		x
Piso Flector (Irregularidad extrema en Rigidez)	1bA		x
Distribución de Masas	2A		x
Segunda Vela	3A		x
Desplazamiento del Plano de Acción	4A		x
Piso Débil (Discontinuidad en la resistencia)	5aA		x
Piso Débil (Discontinuidad extrema en la resistencia)	5bA		x

Factor de Reducción
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5

α = 1.0

- Si existen varias irregularidades se escoge el menor valor de α
- Cuando la deriva de cualquier piso es menor a 1/3 veces la deriva del piso siguiente hacia arriba, puede considerarse que no existen irregularidades de los tipos 1aA, 1bA, 2A y 3A (Ver A.3.3.5.1 NSR-10)
- En zonas de amenaza sísmica intermedia y para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I
- La evaluación de la irregularidad se puede limitar a las irregularidades de los tipos 4A, 5aA y 5bA (Ver A.3.3.7 NSR-10)
- En zonas de amenaza sísmica baja para edificaciones pertenecientes al grupo de uso I y II
- La evaluación de irregularidad se puede limitar a las irregularidades 5aA y 5bA (Ver A.3.3.6 NSR-10)

**ADGENCIA DE REDUNDANCIA - (Ver A.3.3.8 - NSR-10)**

PARAMETRO	SI	NO
Asistencia de redundancia a un sistema sismo-resistente		x

Factor de Reducción
0.75

α = 1.00

- Se presentan las combinaciones de carga según lo exigido por la NSR-10 para calculo de la deriva y para el diseño de concreto:

Factores - Resultado	Fx =	1.66	1.00
Análisis Sísmico	Fy =	1.75	1.03

Combinaciones de Carga:

1.0. CHEQUEO DE LA DERIVA

1	1.00 C.M.		
2	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	
3	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	+1.66 E.X.
4	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	-1.66 E.X.
5	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	+1.75 E.Y.
6	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	-1.75 E.Y.
7	0.90 C.V.		+1.66 E.X.
8	0.90 C.V.		-1.66 E.X.
9	0.90 C.V.		+1.75 E.Y.
10	0.90 C.V.		-1.75 E.Y.

C.M. = Carga Muerta  
 C.V. = Carga Viva  
 S.X. = Fuerzas Sísmicas Existentes en X  
 S.Y. = Fuerzas Sísmicas Existentes en Y

R<sub>a</sub> = 5.00 Forcos de concreto - EAC  
 R<sub>g</sub> = 2.00

δ<sub>a</sub> = 1.00  
 δ<sub>p</sub> = 1.00  
 δ<sub>cr</sub> = 1.00

R<sub>c</sub> = 5.00  
 R<sub>y</sub> = 5.00

R<sub>cx</sub> = 5.00  
 R<sub>cy</sub> = 5.00

2.0. DISEÑO DE COLUMNAS Y VIGAS (FLEXIÓN)

D1	1.00 C.M.			
D2	1.20 C.M.	+1.00 C.V.		
D3	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	+0.33 S.X.	+0.10 S.Y.
D4	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	+0.33 S.X.	-0.10 S.Y.
D5	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	-0.33 S.X.	+0.10 S.Y.
D6	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	-0.33 S.X.	-0.10 S.Y.
D7	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	+0.10 S.X.	+0.35 S.Y.
D8	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	+0.10 S.X.	-0.35 S.Y.
D9	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	-0.10 S.X.	+0.35 S.Y.
D10	1.20 C.M.	+1.00 C.V.	-0.10 S.X.	-0.35 S.Y.
D11	0.90 C.V.		+0.33 S.X.	+0.10 S.Y.
D12	0.90 C.V.		+0.33 S.X.	-0.10 S.Y.
D13	0.90 C.V.		-0.33 S.X.	+0.10 S.Y.
D14	0.90 C.V.		-0.33 S.X.	-0.10 S.Y.
D15	0.90 C.V.		+0.10 S.X.	+0.35 S.Y.
D16	0.90 C.V.		+0.10 S.X.	-0.35 S.Y.
D17	0.90 C.V.		-0.10 S.X.	+0.35 S.Y.
D18	0.90 C.V.		-0.10 S.X.	-0.35 S.Y.

Como resultado se presntan nuevamente los índices de flexibilidad que al ser inferiores a 1.0, indican que la propueta de pantallas permite a las edificaciones una deriva inferior al 1.0% acorde con lo exigido por la NSR-10:

A modo de ejemplo:

## INDICES DE FLEXIBILIDAD CON REFORZAMIENTO BLOQUE 1

DEBVA PÓRTICOS

$$\Delta_s = \sqrt{(\delta_{s1} - \delta_{s2})^2 + (\delta_{s3} - \delta_{s4})^2}$$

 $\Delta_s$  = Despl. de análisis.

 $\Delta_p$  = Despl. permitida.  
(0.01 m)

SISMO ENX	Alt. piso	Columna Eje Vertical Caso de Carga		16 3		CK	%
		$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_s$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		
CUB	3.50	0.0522	0.0291	1.25	3.50	OK	0.35
PISO5	3.50	0.0412	0.0199	1.38	3.50	OK	0.39
PISO4	3.50	0.0290	0.0134	1.38	3.50	OK	0.39
PISO3	3.50	0.0166	0.0073	1.18	3.50	OK	0.34
PISO2	3.50	0.0059	0.0024	0.54	3.50	OK	0.18

SISMO ENY	Alt. piso	Columna Eje Vertical Caso de Carga		16 5		CK	%
		$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_s$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		
CUB	3.50	0.0259	0.0239	0.87	3.50	OK	0.25
PISO5	3.50	0.0205	0.0239	0.96	3.50	OK	0.27
PISO4	3.50	0.0147	0.0163	0.84	3.50	OK	0.27
PISO3	3.50	0.0086	0.0091	0.80	3.50	OK	0.23
PISO2	3.50	0.0032	0.0032	0.45	3.50	OK	0.13

SISMO ENX	Alt. piso	Columna Eje Vertical Caso de Carga		20 3		CK	%
		$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_s$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		
CUB	3.50	0.0519	0.0254	1.21	3.50	OK	0.35
PISO5	3.50	0.0412	0.0193	1.27	3.50	OK	0.39
PISO4	3.50	0.0290	0.0130	1.38	3.50	OK	0.39
PISO3	3.50	0.0166	0.0079	1.17	3.50	OK	0.34
PISO2	3.50	0.0059	0.0022	0.63	3.50	OK	0.18

SISMO ENY	Alt. piso	Columna Eje Vertical Caso de Carga		20 5		CK	%
		$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_s$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		
CUB	3.50	0.0258	0.0219	0.72	3.50	OK	0.21
PISO5	3.50	0.0205	0.0159	0.80	3.50	OK	0.23
PISO4	3.50	0.0147	0.0115	0.80	3.50	OK	0.23
PISO3	3.50	0.0086	0.0054	0.68	3.50	OK	0.20
PISO2	3.50	0.0032	0.0022	0.29	3.50	OK	0.11

1. El análisis se realizó con la fuerza de las vigas y las columnas completa.

% indica INDICE DE FLEXIBILIDAD =  $\Delta_s/\Delta_p$

## INDICES DE FLEXIBILIDAD CON REFORZAMIENTO BLOQUE 3

DERIVA PÓRTICOS

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

 $\Delta_o$  = Deriva del análisis.

 $\Delta_p$  = Deriva permitida.  
(0.21 h)

<u>SISMO EN X</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		29 3			
	Alt. piso	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_o$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%
CUBIERTA	4.00	0.0078	0.0077	2.60	4.00	OK	0.65
PISO 5	4.00	0.0416	0.0050	3.54	4.00	OK	0.89
PISO 4	4.00	0.0062	0.0047	0.27	4.00	OK	0.07
PISO 3	4.10	0.0049	0.0025	0.26	4.10	OK	0.06
PISO 2	4.10	0.0020	0.0012	0.23	4.10	OK	0.06
<u>SISMO EN Y</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		78 5			
	Alt. piso	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_o$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%
CUBIERTA	4.00	0.0086	0.0075	3.78	4.00	OK	0.95
PISO 5	4.00	0.0091	0.0013	2.43	4.00	OK	0.61
PISO 4	4.00	0.0079	0.0016	0.89	4.00	OK	0.23
PISO 3	4.10	0.0047	0.0013	0.77	4.10	OK	0.19
PISO 2	4.10	0.0021	0.0006	0.69	4.10	OK	0.16
<u>SISMO EN X</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		30 3			
	Alt. piso	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_o$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%
CUBIERTA	4.00	0.0078	0.0072	2.65	4.00	OK	0.66
PISO 5	4.00	0.0416	0.0052	3.55	4.00	OK	0.89
PISO 4	4.00	0.0062	0.0032	0.25	4.00	OK	0.06
PISO 3	4.10	0.0049	0.0020	0.23	4.10	OK	0.06
PISO 2	4.10	0.0020	0.0010	0.22	4.10	OK	0.05
<u>SISMO EN Y</u>		Columna Eje Vertical: Caso de Carga:		30 5			
	Alt. piso	$\delta_x$ (m)	$\delta_y$ (m)	$\Delta_o$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%
CUBIERTA	4.00	0.0065	0.0055	3.89	4.00	OK	0.97
PISO 5	4.00	0.0091	0.0019	2.35	4.00	OK	0.59
PISO 4	4.00	0.0079	0.0016	0.65	4.00	OK	0.16
PISO 3	4.10	0.0047	0.0006	0.50	4.10	OK	0.14
PISO 2	4.10	0.0021	0.0007	0.46	4.10	OK	0.11

INDICES DE FLEXIBILIDAD CON REFORZAMIENTO BLOQUE 5

DESPLAZAMIENTOS

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

$\Delta_a$  = Despl. del análisis

$\Delta_p$  = Despl. perm. lida.  
(0.01h)

<u>SISMO EN X</u>		Columna Eje Vertical Caso de Carga:			<u>3</u>			
	Alt. piso	$\delta_x$ (cm)	$\delta_y$ (cm)	$\Delta_a$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%	
CUBIERTA	4.00	0.0914	0.1233	1.44	4.00	OK	0.36	
PISO5	4.00	0.0744	0.1097	1.74	4.00	OK	0.54	
PISO4	4.00	0.0227	0.0785	1.59	4.00	OK	0.39	
PISO3	4.10	0.0376	0.0902	2.16	4.10	OK	0.77	
PISO2	4.10	0.0141	0.0239	2.17	4.10	OK	0.53	
PISO1	2.80	0.0027	0.0054	0.60	2.80	OK	0.22	

<u>SISMO EN Y</u>		Columna Eje Vertical Caso de Carga:			<u>3</u>			
	Alt. piso	$\delta_x$ (cm)	$\delta_y$ (cm)	$\Delta_a$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%	
CUBIERTA	4.00	0.0020	0.1220	1.75	4.00	OK	0.43	
PISO5	4.00	0.0229	0.1063	1.13	4.00	OK	0.28	
PISO4	4.00	0.0119	0.0755	1.29	4.00	OK	0.32	
PISO3	4.10	0.0103	0.0462	2.59	4.10	OK	0.63	
PISO2	4.10	0.0047	0.0209	1.59	4.10	OK	0.42	
PISO1	2.80	0.0007	0.0043	0.44	2.80	OK	0.16	

<u>SISMO EN X</u>		Columna Eje Vertical Caso de Carga:			<u>24</u>			
	Alt. piso	$\delta_x$ (cm)	$\delta_y$ (cm)	$\Delta_a$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%	
CUBIERTA	4.00	0.0556	0.1079	2.81	4.00	OK	0.70	
PISO5	4.00	0.0736	0.0889	3.22	4.00	OK	0.80	
PISO4	4.00	0.0516	0.0653	3.11	4.00	OK	0.78	
PISO3	4.10	0.0313	0.0418	2.77	4.10	OK	0.68	
PISO2	4.10	0.0107	0.0200	1.91	4.10	OK	0.47	
PISO1	2.80	0.0027	0.0047	0.59	2.80	OK	0.21	

<u>SISMO EN Y</u>		Columna Eje Vertical Caso de Carga:			<u>24</u>			
	Alt. piso	$\delta_x$ (cm)	$\delta_y$ (cm)	$\Delta_a$ (cm)	$\Delta_p$ (cm)		%	
CUBIERTA	4.00	0.0287	0.1064	3.69	4.00	OK	0.92	
PISO5	4.00	0.0216	0.1303	3.98	4.00	OK	0.97	
PISO4	4.00	0.0104	0.0929	3.84	4.00	OK	0.96	
PISO3	4.10	0.0059	0.0561	3.12	4.10	OK	0.76	
PISO2	4.10	0.0043	0.0233	2.65	4.10	OK	0.64	
PISO1	2.80	0.0009	0.0057	0.52	2.80	OK	0.18	

Finalmente se presentan las memorias con el diseño de los muros pantallas incluida la revisión solicitada referente al chequeo del diseño de las pantafilas en concordancia con la Resolución 17 de 2017.

## 1.2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE REFORZAMIENTO

Además de las consideraciones que se tuvieron en cuenta para definir las pantallas de reforzamiento en cuanto a dimensiones y localización, también se tienen en cuenta los siguientes parámetros para el diseño de dichos elementos:

- Coeficiente de Importancia  $I=IV$  (1.5)
- Concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> para pantallas de reforzamiento
- Concreto  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> para estructura existente
- 20%E para concreto de estructura existente
- 100%E para concreto de pantallas de reforzamiento

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, y luego de realizar el correspondiente análisis de la estructura, se tienen las siguientes combinaciones de carga para el diseño de las pantallas:

### DISEÑO DE MUROS

M1	1.40 C.M.		
M2	1.20 C.M.	+ 1.60 C.V.	
M3	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.33 S.X.
M4	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	-0.33 S.X.
M5	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	+ 0.35 S.Y.
M6	1.20 C.M.	+ 1.00 C.V.	-0.35 S.Y.
M7	0.90 C.M.		+ 0.33 S.X.
M8	0.90 C.M.		-0.33 S.X.
M9	0.90 C.M.		+ 0.35 S.Y.
M10	0.90 C.M.		-0.35 S.Y.

Se presenta el cuadro resumen del diseño de las pantallas:

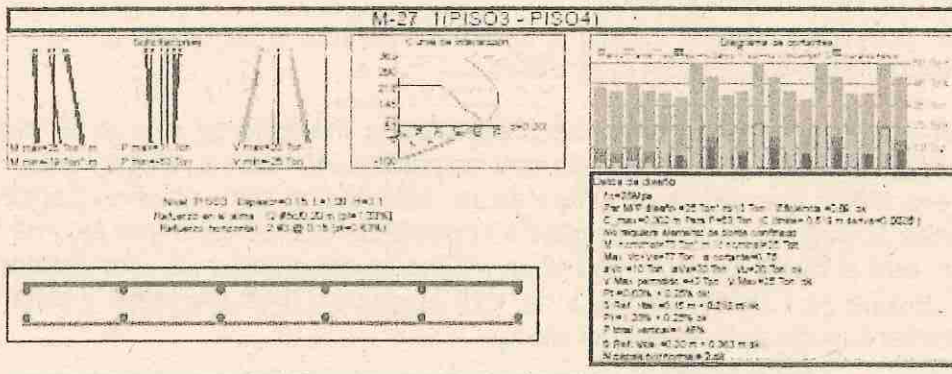
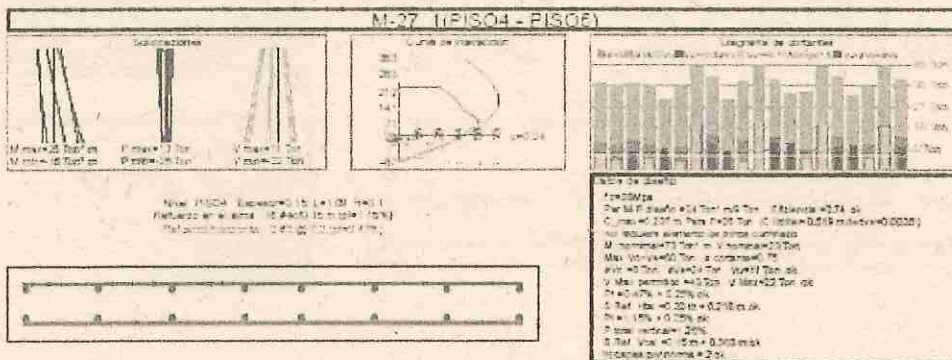
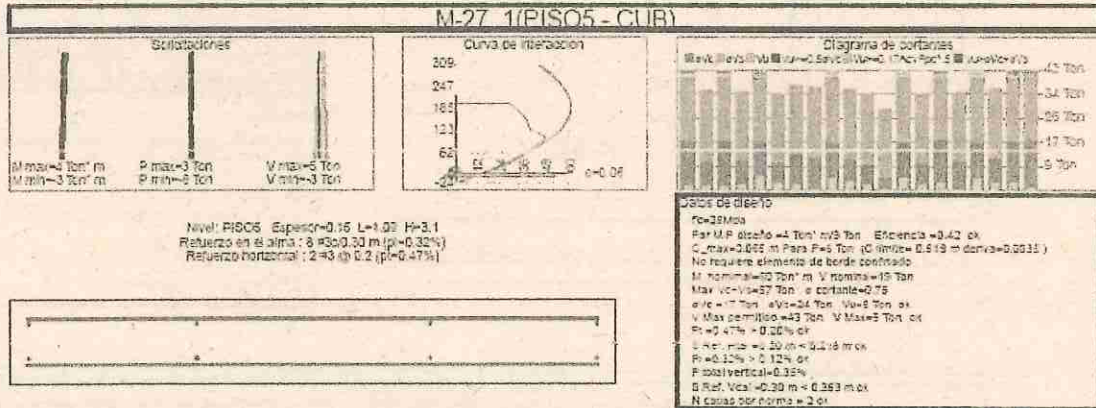
ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
 Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
 Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

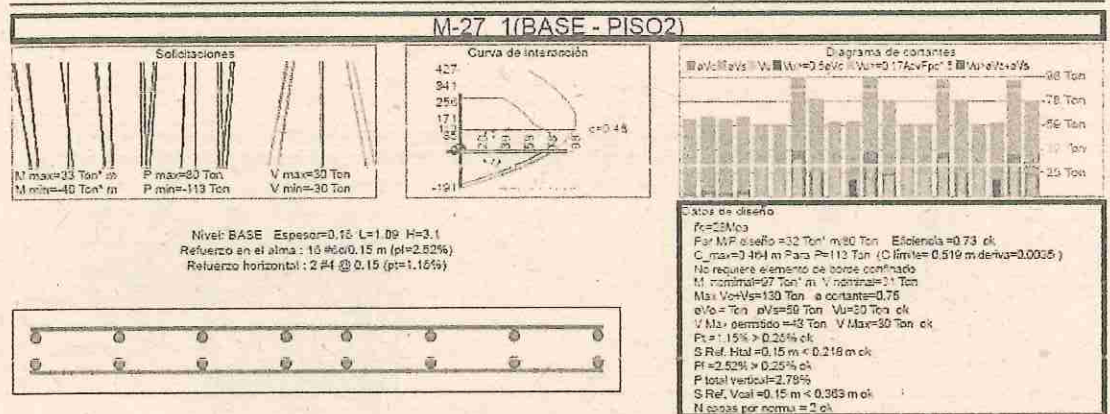
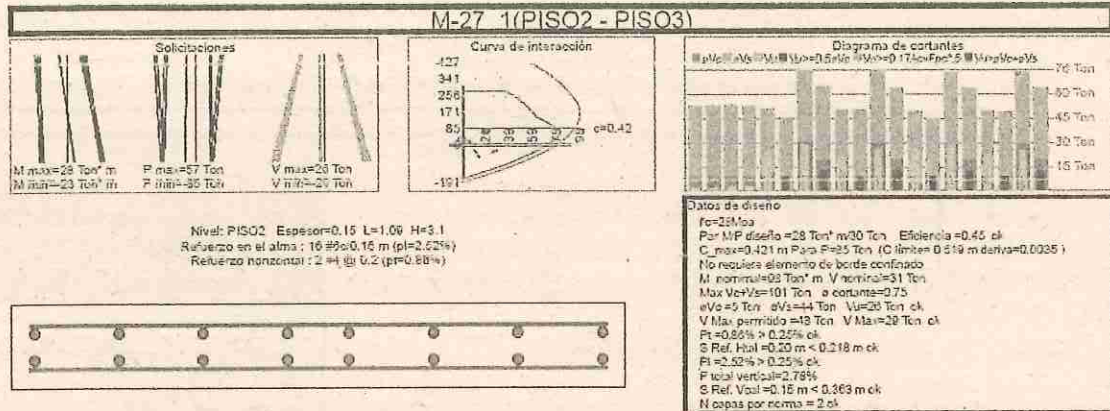




M-27\_1

Norma: NSR-10 DMO  
 Procedimiento de diseño: Desplazamiento de la cubierta (d/h = 0.0035)  
 Se considera la compresión de todas las barras  
 Volumen sin nudos= 2.5 m3 Peso del refuerzo= 848.3 Kg Cuantía= 334.7 kg/m3





Como se aprecia se tiene el chequeo de los muros para todos los bloques de manera detallada y acorde a la Resolución 17 de 2017 y la NSR-10.

- Revisión de la cimentación:** Se presenta una memoria en la que se verifica la cimentación existente con el peso que se genera con las nuevas pantallas. Si bien se encuentra que algunos puntos de la cimentación para algunas pantallas los índices de sobreesfuerzo referentes a capacidad portante están por encima de 1.0, dado que el factor de seguridad de la misma es del orden de 3 y los índices están por encima de 1 siendo el mayor de 1.26 respecto a 3 es aceptable y dista mucho de llegar a la capacidad real del suelo:

**Índices de sobreesfuerzo zapatas bloque 5 el que presenta el mayor índice de sobreesfuerzo:**

Elemento	Estructura Inicial					Estructura Reforzada con pantallas		
	Reacción	A req	A	B	Area del	Reacción	A req	Índice de sobre esfuerzo
7	37	3.35	2.1	2.1	4.41	50	4.55	1.03
8	46	4.21	2.3	2.3	5.29	59	5.41	1.02
30	63	5.81	2.7	2.7	7.29	81	7.40	1.02
31	27	2.52	2.1	2.1	4.41	60	5.51	1.25
35	76	6.96	3	3	9.00	103	9.45	1.05
36	125	11.48	3.8	3.8	14.44	152	13.96	0.97
52	58	5.29	2.6	2.6	6.76	72	6.58	0.97
53	24	2.20	1.7	1.7	2.89	38	3.49	1.21
59	49	4.49	2.6	2.6	6.76	64	5.89	0.87

**10. Revisión de los planos estructurales:** Se revizaron 14 planos estructurales:

PLANO 1: Incluye Planta General de Localización de los bloques a intervenir, Índice de Planos y las especificaciones técnicas.

PLANO 2: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento.

PLANO 3: Incluye los detalles del reforzamiento de los muros tipo 27 a 30 del Bloque 1.

PLANO 4: Incluye los detalles del reforzamiento de los muros tipo 8 a 10 del Bloque 3.

PLANO 5: Incluye los detalles del reforzamiento de los muros tipo 11 a 12 del Bloque 3.

PLANO 6: Incluye los detalles del reforzamiento de los muros tipo 23 a 26 del Bloque 5.

PLANO 7: Incluye los cortes 1-1 a 14-14 de los muros y sus especificaciones.

PLANO 8: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento para el sótano y bloque administrativo.

PLANO 9: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento 1 piso.

PLANO 10: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento 2 piso.

PLANO 11: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento piso 3 y 3<sup>a</sup> - Bloque 5.


PLANO 12: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento 4 piso.

PLANO 13: Incluye Planta General de la ubicación de las pantallas del reforzamiento 5 piso.

PLANO 14: Incluye las alternativas 1 y 2 para los elementos no estructurales, acorde con los requerimientos de la NR-10.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores y una vez efectuada la revisión estructural del proyecto, se concluye que **CUMPLE** con todos los requerimientos exigidos por El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Atentamente,

  
**CAMILO BAQUERO SANTOS**  
Ingeniero Civil  
Matrícula No. 25202-64096 CND

ING. CAMILO BAQUERO SANTOS  
Carrera 116 No. 76 B-42 Of 234  
Cel. 300 2093063 email [cbaqueros12@hotmail.com](mailto:cbaqueros12@hotmail.com)

REPUBLICA DE COLOMBIA  
IDENTIFICACION PERSONAL  
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **79352471**

**BAQUERO SANTOS**  
APELLIDOS

**CAMILO**  
NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **26-JUN-1965**

**BOGOTA D.C.**  
(CUNDINAMARCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

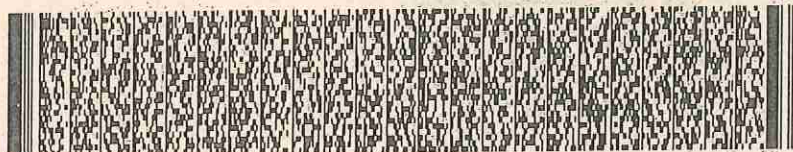
**1.70**  
ESTATURA

**O+**  
G.S. RH

**M**  
SEXO

**31-AGO-1983 BOGOTA D.C.**  
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

  
REGISTRADOR NACIONAL  
IVAN DUQUE ESCOBAR



A-1500102-42107732-M-0079352471-20021011

01044 02284A 01 115012251



CPV S.A. 06/96-22143

Esta tarjeta es el único documento idóneo que autoriza a su titular para ejercer la profesión de Ingeniero o Arquitecto dentro de los parámetros establecidos por Ley 64/78 y el Decreto reglamentario 2500/87 de acuerdo con el cual se expide.

## CERTIFICACION

Por medio de la presente nos permitimos certificar que el Ingeniero CAMILO BAQUERO SANTOS, identificado con la cédula de ciudadanía No. 79.352.471 de Bogotá y tarjeta profesional 25202-64096 estuvo vinculado a nuestra firma entre el 01 de mayo de 1995 y el 31 de mayo de 2004, tiempo en el cual realizó diversos proyectos del sector petrolero, industrial y de vivienda, incluyendo los diseños estructurales, hidráulicos y sanitarios, cantidades de obra y presupuestos. Se citan entre otros los siguientes:

Edificios para Vivienda y oficinas construidos en estructuras convencionales de concreto. Análisis y diseño estructural, revisión de planos y cálculo de cantidades.

- Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Torre del DAS, Paloquemao, Bogotá. Área 8500 m<sup>2</sup>. 13 pisos. Elaboración de modelos matemáticos en computador, diseño de sistemas de pantallas de cortés, anclajes puntos fijos y reforzamiento elementos principales, para adecuar la estructura a las exigencias antisísmicas de las normas vigentes. - 1996.

- Edificio Connor II, Bogotá- 12 pisos - Estudio y Diseño modificación cimentación Existente para nivelación del edificio, el cual presenta grandes asentamientos y desplome. - 1996.

- Edificio "Torres Avenida 9" - 10 pisos, 2 sótanos. Diseño estructural. 6000 m<sup>2</sup>. - 1998.

- Edificio "Calle 90" - 7 pisos, 1 sótanos. Diseño estructural. 4000 m<sup>2</sup>. - 2003.

Diseño estructural, hidrosanitario, redes de combustible y pisos de más de 50 Estaciones de Servicio MOBIL, ESSO, TERPEL Y TEXACO, dentro de las cuales se mencionan las siguientes:

- > Estación de Servicios Serviruedas, Bogotá - TERPEL. - 1996
- > Estación de Servicios Dagar, Bucaramanga - MOBIL. - 1997
- > Estación de Servicios La Isabela, Bucaramanga - MOBIL. - 1997
- > Ampliación Planta de Llenado de Mansilla, Facatativa - TERPEL. - 1997



- > Planta J. P. El Dorado, Bogotá – TERPEL. - 1997
- > Estación de Servicios El Chorro, Florencia-Caquetá = MOBIL. - 1998
- > Estación de Servicios Cajicá, Cajicá – SHELL. - 1999
- > Estación de Servicios Av. Boyacá, Bogotá = TEXACO. - 1999
- > Estación de Servicios Alamos, Medellín – ESSO. – 2000
- > Estación de Servicios Calle 100, Bogotá – TERPEL. - 2000
- > Estación de Servicios Almendros, Medellín – MOBIL. - 2001
- > Estación de Servicios Planeta Rica, Planeta Rica – ESSO. - 2001
- > Estación de Servicios Creciendo en Gracia, Barranquilla – ESSO. - 2002
- > Estación de Servicios Bazurto, Cartagena – ESSO. - 2003
- > Estación de Servicios Brasil, Bogotá – ESSO. - 2003

Esta certificación se expide en Bogotá, a solicitud del interesado el día 26 de Mayo de 2.005.

Atentamente,

Unión Tec Ingenieros Consultores Ltda.  
Luis Alfredo Escovar Pardo  
Representante Legal



**GUSTAVO HUERTAS ROJAS**

ARQUITECTO  
CRA 19B N° 150 - 42 311 26 25 861  
[argtatavis@hotmail.com](mailto:argtatavis@hotmail.com)

Bogotá, Agosto 26 de 2015

### A QUIEN PUEDA INTERESAR

Por medio de la presente, me permito certificar que el Ingeniero Civil, **Camilo Baquero Santos**, identificado con cedula No.79.352.471 de Bogotá y Matricula Profesional No. 25202-64096 de Cundinamarca ha realizado para mí, desde el año 1997, el Cálculo y Diseño Estructural para diversos proyectos de vivienda e industria. Al respecto siempre se ha caracterizado por ser un profesional, cumplido que ha llevado a cabalidad los proyectos contratados de manera ética y profesional.

Por lo anterior es un profesional recomendable en el área de la Ingeniería Civil y el cabal diseño y supervisión de proyectos estructurales.

Cordialmente,



GUSTAVO HUERTAS ROJAS  
C.C. N° 19.230.116  
MAT. 25700-10936 CND.

