

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

INFORME DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

HOGAR PARA ANCIANOS: HOGAR CORAZÓN INMACULADO DE MARÍA

DIRECCIÓN: CARRERA 6A CALLE 19

MUNICIPIO: FUNZA- AREA URBANA



MARZO 2021

1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

El Hogar para ancianos, Hogar Corazón Inmaculado de María, es una edificación de uso institucional, construida en una planta la cual está distribuida de la siguiente manera:

- a. Hogar: Cuenta con siete (7) edificaciones independientes 6 de ellas de un solo nivel y una de dos niveles y altillo, denominadas como sigue:
 - Bloque de Oficinas
 - Comedor
 - Pabellón Cabañas Corazon de María
 - Pabellon María Sara
 - Pabellon San Jose
 - Pabellón María Nazareth
 - Vivienda Hermanas (dos niveles y altillo)

(Ver Figura 1. Planta Arquitectónica)

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

- b. Exteriores: La construcción presenta varios tipos de cerramiento. En su fachada principal no existe cerramiento. En su fachada lateral izquierda el cerramiento constituyen; en su fachada lateral derecha existe un cerramiento en pórticos de ladrillo tolete confinado con elementos de concreto reforzado.

Alrededor de la edificación se encuentra un andén en concreto.

- c. Cubierta: es una cubierta a dos aguas en teja de fibro cemento ondulada, apoyada sobre correas de madera. Las correas se encuentran apoyadas sobre los muros.

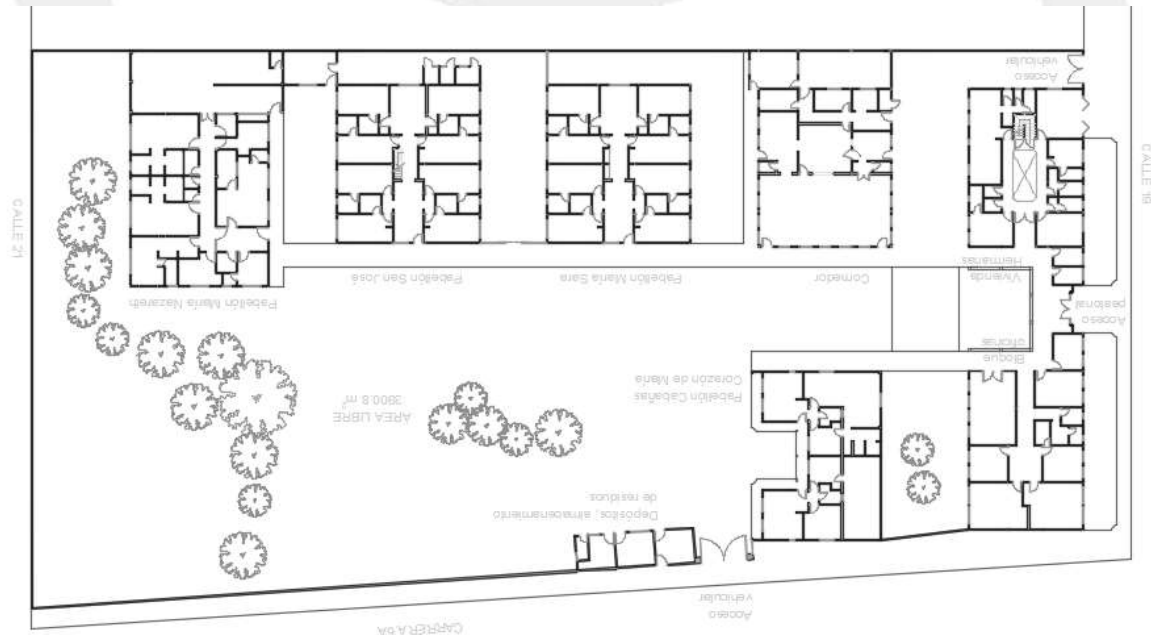


Figura 2. Planta general del jardín infantil

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Con base en la exploración de campo efectuada, se encontró que el sistema estructural está conformado de la siguiente manera:

- Tipo de Estructura: Muros de carga sencillos en ladrillo tolete común, con espesor de 0.15cm (en mampostería simple) con vigas de coronación de sección 20x20 en el perímetro y de sección 15x20 sobre los muros interiores, en la mayoría de los muros, los cuales cumplen dos funciones; la primera, soportan las cubiertas y la segunda dividen los espacios dentro de la edificación.

Las estructura no presentan ningún tipo de irregularidad en planta ni en altura de acuerdo a la NSR 10

- Placas: En la exploración de campo, se encontró una losa de 11 cm de espesor, la que conforma el entrepiso del Pabellón de Vivienda de las Hermanas.
- Cubierta: La cubierta esta constituida por teja ondulada de asbesto cemento apoyada sobre correas de madera, (Ver Fotografía1). En el sector del jardín

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

entre las edificaciones se colocaron cubierta apoyadas sobre correas metálicas apoyadas externamente en los muros de las edificaciones (Ver Fotografía 2).

- Los corredores externos que se ubican conectando los edificios, tienen una cubierta liviana apoyada sobre pérgolas, y la continuación de la madera de la cubierta de las edificaciones



Fotografía 1. Cubierta apoyada sobre correas de madera



Fotografía 2. Cubierta intermedia sobre perfiles metálicos.

1.3. INFORMACIÓN PRELIMINAR

Siguiendo los lineamientos de la norma NSR-10 en el Capítulo A.10. "EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO", se investigó acerca de la existencia de planos de diseño o constructivos de la estructura e igualmente memorias de cálculo o libros de obra que suministraran información referente a la calidad tanto en el diseño como en la construcción de la edificación.

2. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL EXISTENTE DE ACUERDO CON LA NSR-10

Con el fin de clasificar el tipo de sistema estructural que posee la edificación, es necesario tener en cuenta los parámetros definidos por la norma NSR-10, en su título A.



Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

2.1. LOCALIZACIÓN, NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA Y VALOR DE A_a

El Hogar Inmaculado Corazón de María se encuentra ubicado en el municipio de Funza Cundinamarca, ubicada al occidente de la ciudad de Bogotá la cual de acuerdo con el Mapa de Amenaza Sísmica de la norma NSR-10 (Figura A-2-1), mapa que se reproduce a continuación como Figura 4, para mayor comprensión; se encuentra localizada en la zona de **AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA**.

Dicha zona posee un valor de aceleración pico efectiva (A_a) mayor de 0.10 y no excede de 0.20 (NSR-10 A.2.3.2) y particularmente a Bogotá D.C. le corresponde un A_a igual a 0.20.¹

¹ NSR 10 sección A.2.3 Zonas de Amenaza Sísmica. Tabla A.2.2 Valor de A_a para ciudades capitales de departamento.

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

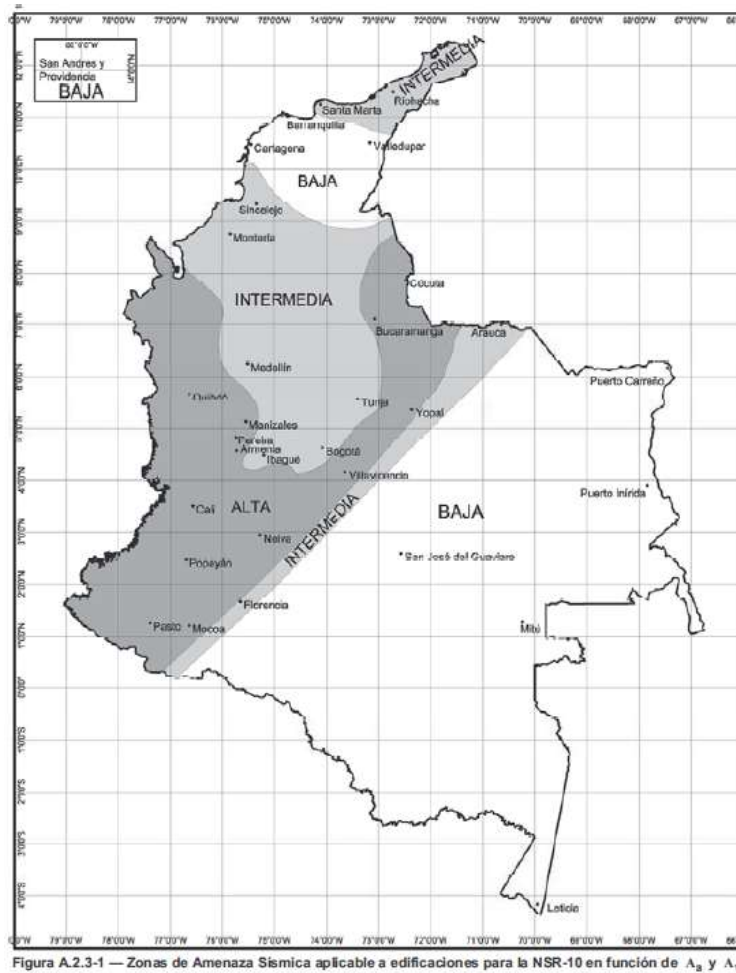


Figura 4. Zonas de Amenaza Sísmica

2. 2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

En referencia a la sección A.2.5 de la NSR-10 se clasifica el tipo de estructura de acuerdo con su uso en el **Grupo I**, según el numeral A.2.5.1.3 Literal (b).²

Con la información anterior y de la tabla A.2.4 de la NSR-10 determinamos el coeficiente de importancia I^3

Por lo tanto, el coeficiente de importancia I , para la edificación es de 1.0

$$I=1.0$$

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES EXISTENTES

² Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.



Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Con los valores definidos hasta el momento se procede a clasificar el sistema estructural del Hogar de ancianos , dentro de los grupos estructurales definidos por la norma NSR-10, de la siguiente manera:

Conociendo la Zona de Amenaza Sísmica en que se encuentra la construcción (Zona de Amenaza Sísmica Intermedia) y el sistema estructural actual de la edificación (Muros de Carga), se establece mediante la tabla A.3.1 de la NSR-10, que el sistema de muros de mampostería no reforzada o simple no se puede utilizar en esta zona de amenaza sísmica (ver recuadros resaltados en la Figura 4, correspondiente a la tabla A.3.1 de la NSR-10), razón por la cual el sistema deberá ser complementado para garantizar su funcionamiento dentro del sistema de muros confinados, que es el sistema que mejor se asimila a la construcción existente aun cuando se debe complementar con la construcción de columnetas que permitan el funcionamiento del sistema.

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			alta		intermedia		Baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
1. Paneles de cortante de madera	muros ligeros de madera laminada	3.0	2.5	si	6 m	si	9 m	si	12 m
2. Muros estructurales									
a. Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
b. Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	4.0	2.5	no se permite		si	50 m	si	Sin límite
c. Muros de concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)	el mismo	2.5	2.5	no se permite		no se permite		si	50 m
d. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DES) con todas las celdas rellenas	el mismo	3.5	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
e. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	el mismo	2.5	2.5	si	30 m	si	50 m	si	Sin límite
f. Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	si	12 m	si	18 m
g. Muros de mampostería confiada	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	Grupo I	12 m	Grupo I	18 m
h. Muros de mampostería de cavidad reforzada	el mismo	4.0	2.5	si	45 m	si	60 m	si	Sin límite
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos
3. Pórticos con diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)									
a. Pórticos de acero estructural con diagonales concéntricas (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	24 m	si	30 m	si	Sin límite
b. Pórticos con diagonales de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	3.5	2.5	no se permite		si	30 m	si	30 m
c. Pórticos de madera con diagonales	el mismo	2.0	2.5	si	12 m	si	15 m	si	18 m

Notas:

- El sistema de muros de carga es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo, en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.
- Para edificaciones clasificadas como irregulares el valor de R_0 debe multiplicarse por ϕ_a , ϕ_p y ϕ_r para obtener $R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$ (Véase A.3.3.3).
- La mampostería no reforzada sólo se permite en las regiones de las zonas de amenaza sísmica baja donde A_a sea menor o igual a 0.05 cuando se trata de edificaciones del grupo de uso I, de uno y dos pisos.
- El valor de Ω_0 puede reducirse restandole 0.5 en estructuras con diafragma flexible, pero no debe ser menos de 2.0 para cualquier estructura.

Figura 5. SISTEMA ESTRUCTURAL DE MUROS DE CARGA

CAPÍTULO D.10 MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

D.10.1.1 — CLASIFICACIÓN — Se clasifica como mampostería confinada aquella que se construye utilizando muros de mampostería rodeados con elementos de concreto reforzado, vaciados posteriormente a la ejecución del muro y que actúan monolíticamente con éste.

D.10.2.1 — La mampostería de muros confinados debe cumplir con las limitaciones establecidas en el Capítulo A.3 del presente Reglamento. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sísmo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*).

D.10.5 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

D.10.5.1 — GENERAL — Se consideran columnas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en los dos bordes del muro que confinan y en puntos intermedios dentro del muro. Las columnas de confinamiento deben ser continuas desde la cimentación hasta la parte superior del muro y se deben vaciar directamente contra el muro con posterioridad al alzado de los muros estructurales de cada piso.

4. PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

Durante la exploración de realizada en el Hogar de Ancianos, se pudo observar el estado actual de la estructura y determinar que en cuanto a su diseño este fue desarrollado de una manera modulada lo que permite establecer que es el producto de un trabajo realizado por personal profesional calificado.

Cuenta con un sistema estructural a base de muros de carga en ladrillo tolete común con vigas de confinamiento y en varios sitios se encontraron columnetas de confinamiento; estos muros soportan el peso de vigas en concreto reforzado de 0.20m X 0.20m en el perímetro y de 15x20 en la parte interior.

4.1 FACHADAS

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

En las ventanas de la Fachada Principal, se observan solamente alfajías en concreto, pero los vanos de las ventanas no tienen ningún tipo de elemento de borde o confinante. La fachada lateral y posterior está conformada por un muro de cerramiento en mampostería confinado por vigas y columnas.



Fotografía 3. FACHADA PRINCIPAL

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María



Fotografía 4. Fachada lateral

4.2 ZONAS EXTERIORES

La zona exterior esta conformada por una zona verde, que se extiende hasta los andenes perimetrales de las edificaciones.



Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Fotografía 5. ZONA EXTERIOR.

4.3. CUBIERTAS

En la exploración de campo se detectó que la cubierta del Hogar de Ancianos esta constituida con teja ondulada de fibro cemento, la cual en términos generales presenta un buen funcionamiento y un adecuado mantenimiento



Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Fotografía 6. DETALLE CUBIERTA.

- a. También se observa que las tejas descansan sobre correas de madera, las cuales se apoyan directamente sobre los muros.

En el pasillo principal se encuentran ubicadas unas pérgolas de madera, apoyadas directamente sobre columnas de madera mediante conexiones atornilladas.

4.4 INTERIOR DE LA EDIFICACIÓN

Dentro de la edificación se observó un buen estado de mantenimiento, y no es evidente ningún tipo de patología o deterioro particular de la misma.

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María



Fotografía 11. DETALLE MUROS INTERIORES.

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María



Fotografía 12. DETALLE INTERIOR MURO CERRAMIENTO

5. ESTUDIO DE SUELOS

Dentro de las actividades llevadas a cabo en la exploración de campo se encuentra la investigación del subsuelo, esta actividad se realiza con el objeto de determinar las características geotécnicas del subsuelo. Para esto se realizaron un total de tres perforaciones a 6.0 m de profundidad y un apique; tomando muestras a diferentes profundidades (ver estudio de suelos capítulo 2). A estas muestras se le realizaron ensayos de laboratorio de humedad natural, límites de Atterberg, y peso unitario, con el fin de clasificar el suelo y determinar sus propiedades índices.

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Adicionalmente se efectuaron ensayos complementarios de penetrómetro de bolsillo, con el fin de determinar la resistencia al corte no drenada, del suelo.

Como resultado de este estudio se obtuvieron entre otros, la capacidad última de soporte del suelo. La capacidad última es de 102 ton/m² cuyo factor de seguridad es de 7.5 en condición de carga estática, considerando como admisibles las presiones actuales ejercidas sobre el terreno, (ver Estudio de Suelos Capítulo 4).

6. VULNERABILIDAD SÍSMICA

De conformidad con la norma NSR-10 en su capítulo A.3., numeral A.3.2, se establece que solo se reconocen cuatro tipos de sistemas estructurales, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- a. Tipo de material utilizado.
- b. Tipo de elementos verticales utilizados para resistir fuerzas sísmicas
- c. El grado de capacidad de disipación de energía.

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente expuestos los sistemas estructurales se clasifican de la siguiente manera:

- a. Sistema de Muros de Carga

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

- b. Sistema Combinado
- c. Sistema de Pórtico
- d. Sistema Dual

En la zona de riesgo sísmico intermedio en la cual se encuentra la edificación en estudio no se pueden utilizar ningún tipo de sistema estructural con capacidad mínima de disipación de energía (DMI).

Considerando las recomendaciones expuestas en el numeral anterior y la descripción del tipo de estructura que presenta el Hogar de Ancianos; este se clasifica dentro del Sistema de Muros de Carga de Mampostería No Reforzada con una Capacidad Mínima de Disipación de Energía (DMI). Esto implica que este sistema estructural no tiene capacidad de disipación de energía en el rango inelástico y por lo tanto es inapropiado llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad sísmica tal como lo prescribe la NSR-10 en su capítulo A.10 "EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO".

Un análisis de vulnerabilidad sísmica implicaría calcular los esfuerzos que tendría la estructura debido a unas cargas equivalentes calculadas de acuerdo a la NSR-10 (Artículo A.10.3.2) donde se encontraría que la mampostería por no estar reforzada no será capaz de absorber esfuerzos de tensión inducidos por un movimiento sísmico con las características de los Espectros de Diseño que actualmente se exigen.

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

En cuanto a la evaluación de las deflexiones y derivas de la estructura sería inoficioso revisarlas, sabiendo la casi totalidad de los elementos deben ser objeto de intervención para dotarlos de los elementos confinantes de concreto reforzado para que resistan los esfuerzos inducidos. En esta parte y con respecto a las derivas por tratarse de edificaciones de un solo nivel se debe tener en cuenta lo establecido en el numeral A.6.4.1.5

A.6.4.1.5 — No hay límites de deriva en edificaciones de un piso, siempre que los muros y las particiones interiores y exteriores así como los cielorrasos se diseñen para acomodar las derivas del piso.

Es por estas razones que podemos afirmar que la estructura actual **NO CUMPLE** y debe ser reforzada.

8. LIMITACIONES Y ALCANCE



Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Las observaciones realizadas en el presente informe tienen un alcance limitado debido a la complejidad de los fenómenos involucrados la vulnerabilidad estructural de las edificaciones en estudio. Por tal razón, se deberán contrastar las impresiones y recomendaciones dadas aquí con lo observado en obra con base en el buen criterio ingenieril. La información del levantamiento estructural se obtuvo a partir de la exploración de elementos representativos de la estructura, por lo que se recomienda reportar sobre cambios encontrados en obra.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con la exploración de campo y la clasificación del sistema estructural del Hogar de ancianos; se debe realizar el reforzamiento de la estructura con el fin de proveer a la edificación de un sistema estructural adecuado para resistir las solicitaciones impuestas tanto por un sismo como por el uso propio de la edificación de acuerdo con lo establecido en la norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10.
- Las alfajías se encuentran sueltas sin ningún tipo de anclaje, por lo tanto se deben proveer de anclajes adecuados para que resisten las solicitaciones sísmicas que sean inducidas en el futuro.

José Hilario Benavides

C.C. 19.397.276 de Bogotá



Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

Proyecto:	Hogar de Ancianos	Grupo de uso:	I
Ubicación:	Hogar Inmaculado Corazón de María	Departamento de Cundinamarca	
	Funza	25286	
	Aa= 0.15	Fa= 1.5	
	Av= 0.20	Fv= 2.00	
	Ad= 0.06	I= 1.00	0.5625
	Ae= 0.10		
Suelo tipo :		Tipo D	
		T	Sa
		0.1402	0.5625
		Sr	0.40343
To= 0.178	Ro= 2.0	T	Sa
Tc= 0.85	$\Omega_o= 2.5$	0	0.5625
TL= 4.8		0.05	0.5625
		0.1	0.5625
h= 2.30	Cu= 1.27	0.15	0.5625
Ct= 0.072		0.2	0.5625
$\alpha= 0.8$		0.25	0.5625
	CuTa= 0.1780 >=	0.3	0.5625
	fund= UX	0.35	0.5625
Ta= 0.1402 seg		0.4	0.5625
		0.45	0.5625
		0.5	0.5625
		0.55	0.5625
		0.6	0.5625
		0.65	0.5625
		0.7	0.5625
		0.75	0.5625
		0.8	0.5625
		0.85	0.5625
		0.9	0.5333
		0.95	0.5053
		1	0.48
		1.05	0.4571
		1.1	0.4364
		1.15	0.4174
		1.2	0.4
		1.25	0.384
		1.3	0.3692
		1.35	0.3556
		1.4	0.3429
		1.45	0.331
		1.5	0.32
		1.55	0.3097
		1.6	0.3
		1.65	0.2909
		1.7	0.2824
		1.75	0.2743
		1.8	0.2667
		1.85	0.2595
		1.9	0.2526
		1.95	0.2462
		2	0.24
		2.05	0.2341
		2.1	0.2286
		2.15	0.2233
		2.2	0.2182
		2.25	0.2133
		2.3	0.2087
		2.35	0.2043

Graph showing Spectral Acceleration (S_a) versus Period (T). The graph includes curves for different soil types and periods, with labels for T_o , T_c , and T_L . The curves are defined by the following equations:

- $S_a = 2.5 A_a F_a I$
- $1.2 A_v F_v I / T$
- $S_a = 1.2 A_v F_v I / T_L / T^2$

Graph showing Spectral Ratio (S_r) versus Period (T). The graph includes curves for different soil types and periods, with labels for T_o , T_c , and T_L . The curves are defined by the following equations:

- $S_r = 0.48$
- $S_r = 0.4$
- $S_r = 0.3$
- $S_r = 0.2$
- $S_r = 0.1$
- $S_r = 0.05$

SISTEMA ESTRUCTURAL

Mamposteria Confinada

Capacidad de disipacion de energia DMO

(TABLA A.3-3)

Estudio Vulnerabilidad Hogar Inmaculado Corazón de María

			2.4	0.2	0.1
	Muros de concreto $R_o =$		2.45	0.1959	0.09796
	Porticos de concreto $R_o =$		2.5	0.192	0.096
$R_o' =$	2.00		2.55	0.1882	0.09412
			2.6	0.1846	0.09231
Irregularidad en planta (ϕ_p)	1.00 (TABLA A.3-6)		2.65	0.1811	0.09057
			2.7	0.1778	0.08889
Irregularidad en Altura (ϕ_a)	1.00 (TABLA A.3-7)		2.75	0.1745	0.08727
			2.8	0.1714	0.08571
Irregularidad x redund. (ϕ_r)	1.00 (TABLA A.3-7)		2.85	0.1684	0.08421
			2.9	0.1655	0.08276
Coeficiente de Capacidad de Disipación de Energía de Diseño (R') = $\phi_p \cdot \phi_a \cdot \phi_r \cdot R_o'$ (A.3.3.3)			2.95	0.1627	0.08136
			3	0.16	0.08
	$R' = 2.00$		3.05	0.1574	0.07869
			3.1	0.1548	0.07742
			3.15	0.1524	0.07619
			3.2	0.15	0.075
			3.25	0.1477	0.07385
			3.3	0.1455	0.07273
			3.35	0.1433	0.07164
			3.4	0.1412	0.07059
			3.45	0.1391	0.06957
			3.5	0.1371	0.06857
			3.55	0.1352	0.06761