

***Nomogramas para el predimensionamiento de muros transversales
en sistemas estructurales de muros de carga***

Alexis Vega Arguello, Ingeniero civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas
Escuela de ingeniería civil
Bucaramanga, julio de 2004

***Nomogramas para el predimensionamiento de muros transversales
en sistemas estructurales de muros de carga***

**MONOGRAFIA PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN
ESTRUCTURAS**

FACULTAD:

Ingenierías Físico – Mecánicas

ESCUELA:

Ingeniería Civil – Especialización en estructuras

Autor:

Alexis Vega Arguello, Ingeniero civil

DIRECTOR:

Dalton Moreno Girardot, Ingeniero civil MSc en estructuras

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Bucaramanga, julio de 2004

RESUMEN

TITULO: NOMOGRAMAS PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO DE MUROS TRANSVERSALES EN SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MUROS DE CARGA*

AUTOR: ALEXIS VEGA ARGUELLO**

PALABRAS CLAVES: Predimensionamiento, sistemas estructurales, muros de carga, rigidez transversal, derivas.

DESCRIPCION O CONTENIDO: Esta monografía es un estudio de la incidencia de la variación de las principales variables que intervienen al momento de predimensionar la cantidad de muros ortogonales en edificaciones con sistema estructural portante de muros en concreto reforzado.

Con las tablas suministradas en esta monografía, el proyectista arquitectónico, sin el uso de fórmulas y solamente entrando con el área de entrepiso, el número de pisos y el espesor de los muros tendrá una idea muy aproximada de si la longitud de muros que esta colocando esta o no ajustada desde el punto de vista de la rigidez lateral de la edificación y por consiguiente del cumplimiento de las derivas exigidas a la luz de la Norma Sismo Resistente de 1998 NSR-98.

* Monografía

** ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería civil,
Dalton Moreno Girardot, Ingeniero Civil M.Sc.en Estructuras

Director

SUMMARY

TITLE: CHARTS FOR THE PRE MEASUREMENT OF TRAVERSE WALLS IN STRUCTURAL SYSTEMS OF LOAD WALLS *

AUTHOR: ALEXIS VEGA ARGUELLO * *

KEY WORDS: Pre measurement, structural systems, load walls, traverse rigidity, drifts.

DESCRIPTION OR CONTENT: This monograph is a study of the incidence of the variation of the main variables that intervene in the moment the quantity of traverse walls in constructions with system structural amble of walls reinforced concrete.

With the charts given in this monograph, the architectural planner, without the use of formulas and only entering with the floor area, the one numbers of floors and the thickness of the walls will have a very approximate idea of if the longitude of walls that this placing this or not adjusted from the point of view of the lateral rigidity of the construction and consequently of the execution of the drifts demanded by the light of the Normative Resistant Earthquake of 1998 NSR-98.

* Monograph

**Engineering Physique Mechanics, School of civil, Managing Engineering Dalton Moreno Girardot, Civil Engineer M.Sc. of Structures

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
1.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3. MARCO TEÓRICO	15
4. METODOLOGÍA	17
4.1 HIPÓTESIS	17
5. MODELAMIENTO	19
5.1 EDIFICACIONES DE UN PISO	19
5.2 Fuerza horizontal equivalente modelo 1	19
5.3 Fuerza horizontal equivalente modelo 2	19
5.4 Fuerza horizontal equivalente modelo 3	20
5.5 Fuerza horizontal equivalente modelo 4	20
5.6 Fuerza horizontal equivalente modelo 5	21
5.7 Fórmula de rigidez	21
Grafico No 1	22
Gráfico No 2	22
5.8 EDIFICACIONES DE DOS PISOS	23
5.9 Fuerza horizontal equivalente modelo 6	23
5.10 Fuerza horizontal equivalente modelo 7	23

5.11 Fuerza horizontal equivalente modelo 8	24
5.12 Fuerza horizontal equivalente modelo 9	24
5.13 Fuerza horizontal equivalente modelo 10	25
5.14 Fuerza horizontal equivalente modelo 11	25
5.15 Fuerza horizontal equivalente modelo 12	26
5.16 Fuerza horizontal equivalente modelo 13	26
5.17 Fuerza horizontal equivalente modelo 14	27
5.18 Fuerza horizontal equivalente modelo 15	27
Grafico No 3	29
Gráfico No 4	29
5.19 EDIFICACIONES DE TRES PISOS	30
5.20 Fuerza horizontal equivalente modelo 16	30
5.21 Fuerza horizontal equivalente modelo 17	30
5.22 Fuerza horizontal equivalente modelo 18	31
5.23 Fuerza horizontal equivalente modelo 19	31
5.24 Fuerza horizontal equivalente modelo 20	32
Grafico No 5	33
Gráfico No 6	33
5.25 EDIFICACIONES DE CUATRO PISOS	34
5.26 Fuerza horizontal equivalente modelo 21	34
5.27 Fuerza horizontal equivalente modelo 22	34
5.28 Fuerza horizontal equivalente modelo 23	35

5.29 Fuerza horizontal equivalente modelo 24	35
5.30 Fuerza horizontal equivalente modelo 25	36
Grafico No 7	37
Gráfico No 8	37
5.31 EDIFICACIONES DE CINCO PISOS	38
5.32 Fuerza horizontal equivalente modelo 26	38
5.33 Fuerza horizontal equivalente modelo 27	38
5.34 Fuerza horizontal equivalente modelo 28	39
5.35 Fuerza horizontal equivalente modelo 29	39
5.36 Fuerza horizontal equivalente modelo 30	40
Grafico No 9	41
Gráfico No 10	41
5.37 EDIFICACIONES DE DIEZ PISOS	42
5.38 Fuerza horizontal equivalente modelo 31	42
5.39 Fuerza horizontal equivalente modelo 32	43
5.40 Fuerza horizontal equivalente modelo 33	44
5.41 Fuerza horizontal equivalente modelo 34	45
5.42 Fuerza horizontal equivalente modelo 35	46
Grafico No 11	47
Gráfico No 12	47
Gráfico No 13	48
6. EJEMPLOS DE APLICACIÓN	49

6.1 Ejemplo 1	49
6.2 Ejemplo 2	51
7. CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFIA	54

LISTA DE GRAFICOS

Grafico No 1	Rigidez Necesaria Vs Área Total Construida en Edificaciones de Un piso
Gráfico No 2	Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Un Piso
Grafico No 3	Rigidez Necesaria Vs Área Total Construida en Edificaciones de Dos Pisos
Gráfico No 4	Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Dos Pisos
Grafico No 5	Rigidez Necesaria Vs Área Total Construida en Edificaciones de Tres Pisos
Gráfico No 6	Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Tres Pisos
Grafico No 7	Rigidez Necesaria Vs Área Total Construida en Edificaciones de Cuatro Pisos
Gráfico No 8	Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Cuatro Pisos
Grafico No 9	Rigidez Necesaria Vs Área Total Construida en Edificaciones de Cinco Pisos
Gráfico No 10	Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Cinco Pisos
Gráfico No 11	Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Diez Pisos

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes interrogantes que se plantea diariamente el proyectista arquitectónico al momento de dimensionar una edificación en sistema estructural portante de muros de concreto reforzado, es que si se colocaron o no suficientes muros transversales en la edificación para garantizar un adecuada rigidez lateral del edificio de tal manera que se cumplan las “derivadas” exigidas por la norma sismo resistente colombiana. De esta sencilla pregunta depende o no una culminación exitosa de su proyecto arquitectónico, pues si el proyecto dimensionado por el arquitecto colocó suficientes muros ortogonales, la tarea del ingeniero estructural se limitará a diseñar la estructura sin modificar los espacios internos del edificio, pero en el caso contrario cuando el proyecto arquitectónico “no cumple” este entra en una difícil fase de incorporar muros en espacios donde no se había pensado inicialmente y por consiguiente cambiar la idea inicial de la distribución arquitectónica.

En esta monografía se le ofrecen al proyectista arquitectónico unas tablas para que entrando con el área de entrepiso, el número de pisos y el espesor de los muros, este tenga una idea de la cantidad exigida de muros ortogonales y hacer que esta labor no se convierta en un simple proceso de prueba y error, muy sencillo cuando se cumple pero demasiado tortuoso cuando no se acierta.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Obtener unas tablas o nomogramas que permitan al proyectista arquitectónico tener una idea inicial de la cantidad necesaria de muros estructurales en el sentido transversal de las edificaciones que garanticen el cumplimiento de las derivas de la estructura de tal forma que cuando el proyecto entre en la fase de diseño estructural, la rigidez transversal de la edificación ya esta pre-verificada y la revisión de esta requisito no implique un rediseño arquitectónico.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.2.1 Establecer mediante tablas sin el uso de fórmulas, relaciones entre área de placas, número de pisos y longitud necesaria de muros estructurales.
- 1.2.2 Presentar al gremio de los arquitectos el concepto de rigidez transversal de una edificación de muros estructurales y suministrar ayudas de diseño para el cumplimiento de este requisito a la luz de la NSR-98.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La optimización de los recursos económicos en países en vía de desarrollo como el nuestro, es una determinante hoy en día en cualquier proceso que implique una transformación de materias primas y la oferta de un producto a un consumidor. La industria de la construcción no ha sido ajena a esta tendencia y desde siempre ha buscado la mejor relación beneficio/costo. Hoy por hoy este compromiso ha hecho que todas las instancias relacionadas con el desarrollo de un proyecto busquen alternativas de sistemas estructurales diferentes a los sistemas aporticados o “tradicionales” que optimicen los recursos, sean funcionales, seguros y tengan apropiado comportamiento sísmico.

Un sistema estructural que responde a todas estas expectativas es el sistema estructural de “Muros de Carga”, un sistema estructural donde las cargas gravitatorias (vivas y muertas), y las cargas horizontales (sísmicas) son resistidas por los muros. Sin embargo, este sistema estructural requiere que desde la concepción inicial del proyecto arquitectónico se tenga presente si dicho proyecto va a ser plasmado o no con sistema estructural de muros de carga, pues en el inicio del diseño arquitectónico de la edificación se requiere una modulación especial que garantice ciertas luces máximas, continuidad de muros y otros requisitos que hacen que si un proyecto no está pensado desde su comienzo para muros estructurales, este sistema estructural no se pueda incorporar sobre la marcha o al final como eventualmente si se puede hacer con un sistema estructural de pórticos.

Esta aparente “camisa de fuerza” en que se pone al proyectista arquitectónico es ampliamente recompensada al final, pues los costos en cuanto al consumo de materiales y rendimiento en el tiempo de construcción del proyecto es más favorable para el sistema de muros de carga que para el sistema de pórticos, diferencia que se marca aun más si se trata de una construcción industrializada o en serie donde el sistema de muros de carga es, lejos, la mejor elección.

Sin embargo hay un aspecto de relevante importancia para tener en cuenta en la concepción inicial de un proyecto en muros de carga, y es la adecuada rigidez transversal que se le debe suministrar a una edificación de este tipo, pues la tendencia obligatoria a colocar solamente muros en la dirección longitudinal de la edificación hace que este sea un punto delicado en este tipo de proyectos, primero por que en este tipo de proyectos la colocación o no de un muro estructural transversal es un aspecto que modifica enormemente los espacios y por consiguiente esta decisión debe estar concertada con el proyectista arquitectónico que se encuentra ante la disyuntiva de colocar adecuadamente una cantidad suficiente de muros transversales para garantizar que cuando el proyecto entre en la fase de diseño estructural este tenga apropiado comportamiento sísmico, pero *¿tiene idea un arquitecto de que tantos muros estructurales debe colocar para que esto suceda?* La respuesta es que no, la rigidez transversal de una edificación es una característica que solo un ingeniero estructural con el uso de complejas formulas o mediante un software especializado puede determinar.

El objetivo de esta monografía es construir una tablas donde en forma grafica sin el uso de formulas se establezcan unas relaciones sencillas donde intervengan las variables que son mas determinantes en la rigidez transversal de una edificación y suministrarle al proyectista arquitectónico un punto de arranque seguro para el predimensionamiento de los muros transversales.

3. MARCO TEORICO

Los sismos mas severos e importantes desde el punto de vista de la ingeniería estructural, se originan debido a desplazamientos bruscos de las grandes placas en que esta dividida la corteza terrestre, llamadas placas tectónicas. Las presiones que se generan dentro de la corteza terrestre por los flujos de magma desde el interior de la tierra, llegan a vencer la fricción que mantiene en contacto los bordes de las placas y producen liberación de enormes cantidades de energía almacenada en la roca. La energía se libera principalmente en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza.

Estas ondas viajan desde el lugar donde se generó el fenómeno llamado foco o hipocentro del sismo y se traducen en una aceleración en la base de las estructuras que les genera enormes fuerzas proporcionales a la masa o peso de la edificación y a la aceleración con que se desplaza la base de la misma. Un aspecto de suma importancia es que aunque la dirección de esta aceleración puede describir un aleatoria dirección vectorial en el espacio, las componentes mas nocivas de este desplazamiento y por consiguiente la dirección mas vulnerable de un edificio es la dirección sobre un plano horizontal, de ahí que sea importante de aquí en adelante hablar de la rigidez lateral de una edificación, como la capacidad de la misma para soportar sin deformarse demasiado fuerzas en sentido horizontal, es decir, perpendiculares a la dirección de la gravedad.

Las normativas sismorresistentes en todo el mundo procuran cada vez controlar que tanto se deforman las estructuras ante las cargas laterales generadas por la acción de las fuerzas sísmicas, ya que esta deformación, produce enormes efectos nocivos en las edificaciones como son entre otros:

- Deformación inelástica en los elementos estructurales y no estructurales
- Inestabilidad global de la estructura

- Daño a los elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica y a los electos no estructurales, tales como escaleras, muros divisorios, particiones, enchapes, acabados, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.
- Alarma y pánico entre las personas que ocupen la edificación

Una forma de controlar este fenómeno es limitando el desplazamiento lateral relativo entre un piso y otro de la edificación, a esta media se le conoce como deriva y esta controlada por la Norma Sismo Resistente de 1998 NSR-98 como máximo el 1% de la altura del entrepiso, es decir si la altura del entrepiso entre ejes es de 2.5 metros, la deriva máxima permitida por ley para las edificaciones en Colombia es de 2.5 centímetros.

Para que las edificaciones tengan una adecuada rigidez lateral y por consiguiente cumplan la anterior exigencia deben poseer un adecuado sistema estructural de resistencia sísmica, es decir una estructura capaz de absorber la fuerzas inerciales generadas por el evento sísmico deformándose apenas lo justo. La NSR-98 clasifica como sistemas de resistencia sísmica los siguientes sistemas:

- Sistema de pórticos; llamado sistema tradicional, formado por vigas y columnas, ideal para resistir las cargas verticales (peso propio y cargas de uso) pero de excesiva flexibilidad ante las cargas laterales.
- Sistema de muros estructurales; mal llamado sistema túnel ya que el nombre de túnel es solo una formas de muchas para construir muros, este sistema posee enorme rigidez para soportar cargas laterales y un comportamiento adecuado ante cargas verticales, con la única desventaja de su dificultad en el diseño arquitectónico por la poca variabilidad en el tratamiento de los espacios, aspecto que comparado con su economía en materiales y rendimiento en la construcción, lo tienen hoy en día como primera elección de los constructores en la dura competencia del precio final al consumidor.
- Sistemas combinados; personalmente los mejores sistemas ya que podemos combinar las ventajas de versatilidad en la distribución de espacios de los pórticos, con la gran rigidez de los muros para resistir adecuadamente las cargas horizontales generadas por los eventos sísmicos.

4. METODOLOGIA

La metodología a seguir en la presente monografía será la siguiente:
Se realizarán varios modelamientos numéricos mediante el uso del software SAP 2000 con elementos tipo shell para estructuras de diferente número de pisos con diferentes áreas de construcción y mediante la incorporación de muros de carga se garantizará que cada uno de los modelos cumpla con la rigidez necesaria para el cumplimiento de la derivas según la norma NSR-98, posteriormente en una segunda fase se graficarán las variables más importantes que intervinieron en cada modelo como área de cada entrecimso, número de pisos, espesor y longitud de muros etc., en una tercera fase se analizarán las tendencias y mediante el uso de regresiones y ajustes se obtendrán unas tablas o nomogramas que no contengan fórmulas y que sean totalmente gráficas para el uso del proyectista arquitectónico o estructural.

4.1 HIPOTESIS

Para el desarrollo de los nomogramas es necesario asumir las siguientes consideraciones:

- La distribución de masas y rigideces de los pisos es uniforme, es decir se mantiene constante en la altura.
- La altura libre de los entrecimso es constante y tiene un valor de 2.40 m.
- Las placas de los entrecimso son macizas de 0.10 m en concreto reforzado armadas en la dirección de los muros transversales.
- La densidad de carga muerta es de 7.0 KN/m²
- No existe torsión ni propia ni accidental en los modelos usados.
- El método de análisis sísmico es el de la fuerza horizontal equivalente.
- El predimensionamiento acá presentado se realizará por rigidez mas no por resistencia.
- Los parámetros sísmicos tomados corresponden a la ciudad de Bucaramanga

- Todos los entrepisos tienen la misma área construida.
- El coeficiente de importancia I de todos los modelos es de 1
- El coeficiente de sitio S es de 1.2

5. MODELAMIENTO

5.1 Edificaciones de un piso

Para el modelamiento de las edificaciones de un piso se asumirá que todas tienen cubierta en placa maciza de espesor igual a 0.10 m con carga muerta en placa igual a un entrepiso; se realizaran 5 modelos empezando con 40 m² de área total construida incrementando 20 m² de área construida en cada modelo.

5.2 Modelo 1 Un piso 40 m² de área construida

Fuerza horizontal equivalente Modelo 1 Area 40 m²

$$h_n(m) = 2.50$$

$$T_a(s) = 0.10$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 280.00$$

$$V_s(KN) = 175.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	280	2.5	700.00	1.000	175.00
sumas	280		700.00	1.00	175.00

5.3 Modelo 2 Un piso 60 m² de área construida

Fuerza horizontal equivalente Modelo 2 Area 60 m²

$$h_n(m) = 2.50$$

$$T_a(s) = 0.10$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 420.00$$

$$V_s(KN) = 262.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	420	2.5	1050.00	1.000	262.50
sumas	420		1050.00	1.00	262.50

5.4 Modelo 3 Un piso 80 m² de área construida

Fuerza horizontal equivalente Modelo 3 Area 80 m²

$$h_n(m) = 2.50$$

$$T_a(s) = 0.10$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 560.00$$

$$V_s(KN) = 350.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi^k	Cvi	Fi(KN)
1	560	2.5	1400.00	1.000	350.00
sumas	560		1400.00	1.00	350.00

5.5 Modelo 4 Un piso 100 m² de área construida

Fuerza horizontal equivalente Modelo 4 Area 100 m²

$$h_n(m) = 2.50$$

$$T_a(s) = 0.10$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 700.00$$

$$V_s(KN) = 437.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi^k	Cvi	Fi(KN)
1	700	2.5	1750.00	1.000	437.50
sumas	700		1750.00	1.00	437.50

5.6 Modelo 5 Un piso 120 m² de área construida

Fuerza horizontal equivalente Modelo 5 Area 120 m²

$$h_n(m) = 2.50$$

$$T_a(s) = 0.10$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_d(KN) = 840.00$$

$$V_s(KN) = 525.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi^k	Cvi	Fi(KN)
1	840	2.5	2100.00	1.000	525.00
sumas	840		2100.00	1.00	525.00

5.7 Rigidez necesaria para el cumplimiento de las derivas en cada modelo:

$$R = \frac{E t}{4(H/L)^3 + 3(H/L)}$$

Donde:

R= Rigidez en KN/m

E= Modulo de elasticidad del concreto (2E7 KN/m²)

t= Espesor del muro en metros

H= Altura total del muro en metros

L= Longitud del muro en metros

A continuación presentamos el resumen de los modelos realizados para edificaciones de un piso:

Modelo	1	2	3	4	5
Area (m ²)	40	60	80	100	120
Cortante (KN)	175.00	262.50	350.00	437.50	525.00
Rigidez (KN/m)	8364	12646.4	18084.1	21261.4	24755.03

Graficando el área total construida contra la rigidez necesaria para el cumplimiento de derivas obtenemos:

Grafica No 1 Rigidez Necesaria Vs Area Total Construida en Edificaciones de Un piso

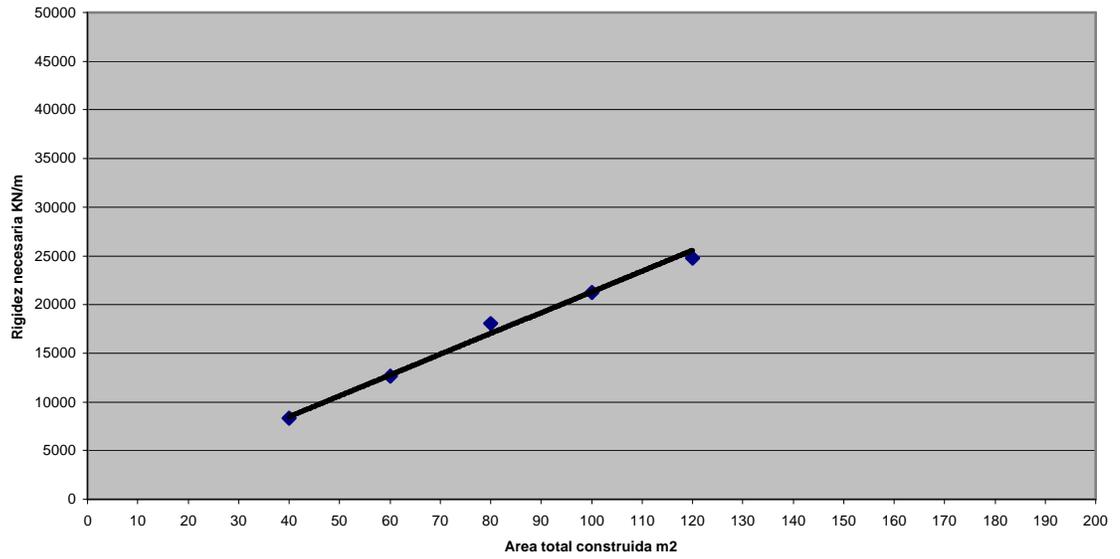
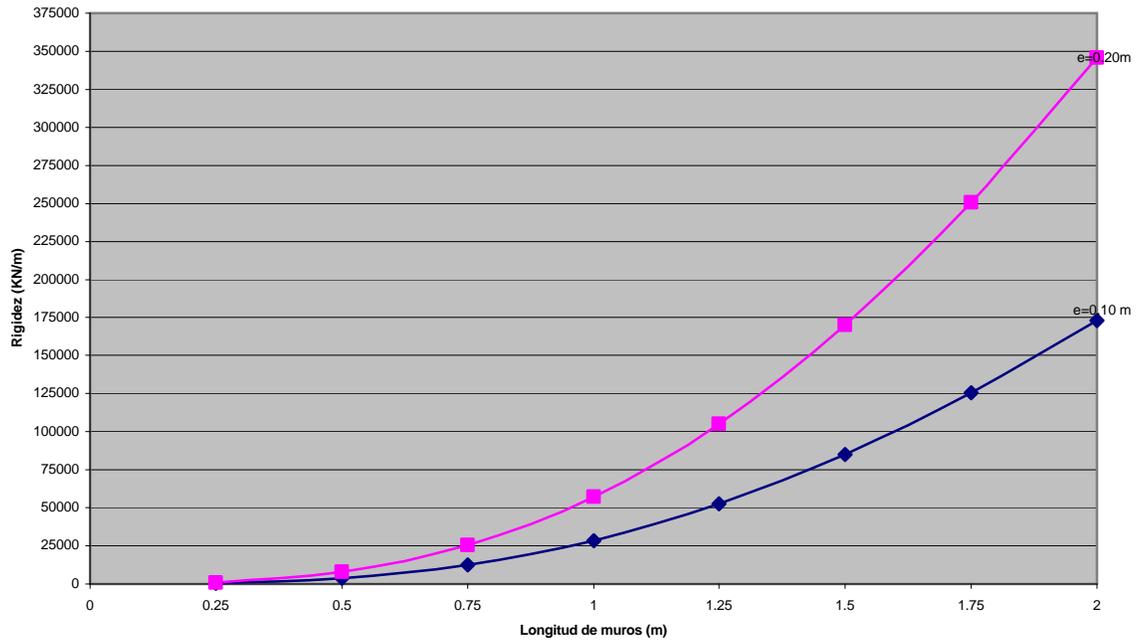


Gráfico No 2 Rigidez Vs Longitud de muros en Edificaciones de Un piso



5.8 Edificaciones de dos pisos

Para el modelamiento de las edificaciones de dos pisos se asumirá que todas tienen cubierta en placa maciza de espesor igual a 0.10 m con carga muerta en placa igual a un entrepiso; se realizarán 10 modelos empezando con 80 m² de área construida en cada entrepiso incrementando 20 m² de área de entrepiso en cada modelo.

5.9 Modelo 6 Dos pisos 80 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 6 Area
entrepiso 80 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 1120.00$$

$$V_s(KN) = 700.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _d (KN)	h _i (m)	W _d *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	560	2.5	1400.00	0.333	233.33
2	560	5	2800.00	0.667	466.67
sumas	1120		4200.00	1.000	700.000

5.10 Modelo 7 Dos pisos 100 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 7 Area
entrepiso 100 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 1400.00$$

$$V_s(KN) = 875.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _d (KN)	h _i (m)	W _d *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	700	2.5	1750.00	0.333	291.67
2	700	5	3500.00	0.667	583.33
sumas	1400		5250.00	1.000	875.000

5.11 Modelo 8 Dos pisos 120 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 8 Area entrepiso 120 m²

hn(m) = 5.00

Ta(s) = 0.17

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

l = 1.00

Sa = 0.625

Wdt(KN)= 1680.00

Vs(KN) = 1050.00

K = 1.00

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	840	2.5	2100.00	0.333	350.00
2	840	5	4200.00	0.667	700.00
sumas	1680		6300.00	1.000	1050.000

5.12 Modelo 9 Dos pisos 140 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 9 Area entrepiso 140 m²

hn(m) = 5.00

Ta(s) = 0.17

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

l = 1.00

Sa = 0.625

Wdt(KN)= 1960.00

Vs(KN) = 1225.00

K = 1.00

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	980	2.5	2450.00	0.333	408.33
2	980	5	4900.00	0.667	816.67
sumas	1960		7350.00	1.000	1225.000

5.13 Modelo 10 Dos pisos 160 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 10 Area entrepiso 160 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 2240.00$$

$$V_s(KN) = 1400.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1120	2.5	2800.00	0.333	466.67
2	1120	5	5600.00	0.667	933.33
sumas	2240		8400.00	1.000	1400.000

5.14 Modelo 11 Dos pisos 180 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 11 Area entrepiso 180 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 2520.00$$

$$V_s(KN) = 1575.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1260	2.5	3150.00	0.333	525.00
2	1260	5	6300.00	0.667	1050.00
sumas	2520		9450.00	1.000	1575.000

5.15 Modelo 12 Dos pisos 200 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 12 Area entrepiso 200 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 2800.00$$

$$V_s(KN) = 1750.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1400	2.5	3500.00	0.333	583.33
2	1400	5	7000.00	0.667	1166.67
sumas	2800		10500.00	1.000	1750.000

5.16 Modelo 13 Dos pisos 220 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 13 Area entrepiso 220 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 3080.00$$

$$V_s(KN) = 1925.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1540	2.5	3850.00	0.333	641.67
2	1540	5	7700.00	0.667	1283.33
sumas	3080		11550.00	1.000	1925.000

5.17 Modelo 14 Dos pisos 240 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 14 Area entrepiso 240 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 3360.00$$

$$V_s(KN) = 2100.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1680	2.5	4200.00	0.333	700.00
2	1680	5	8400.00	0.667	1400.00
sumas	3360		12600.00	1.000	2100.000

5.18 Modelo 15 Dos pisos 260m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 15 Area entrepiso 260 m²

$$h_n(m) = 5.00$$

$$T_a(s) = 0.17$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 3640.00$$

$$V_s(KN) = 2275.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1820	2.5	4550.00	0.333	758.33
2	1820	5	9100.00	0.667	1516.67
sumas	3640		13650.00	1.000	2275.000

A continuación presentamos el resumen de los modelos realizados para edificaciones de dos pisos:

Modelo	6	7	8	9	10
Area Entrepiso(m ²)	80	100	120	140	160
Cortante (KN)	700	875	1050	1225	1400
Rigidez (KN/m)	10366.45	15215.45	18084.11	21261.39	24755.03

Modelo	11	12	13	14	15
Area Entrepiso(m ²)	180	200	220	240	260
Cortante (KN)	1575	1750	1925	2100	2275
Rigidez (KN/m)	28571.43	32715.71	37191.76	42002.24	47148.70

Graficando el área total construida contra la rigidez necesaria para el cumplimiento de derivas obtenemos:

Gráfica No 3 Rigidez Necesaria Vs Area de Entrepiso en Edificaciones de Dos Pisos

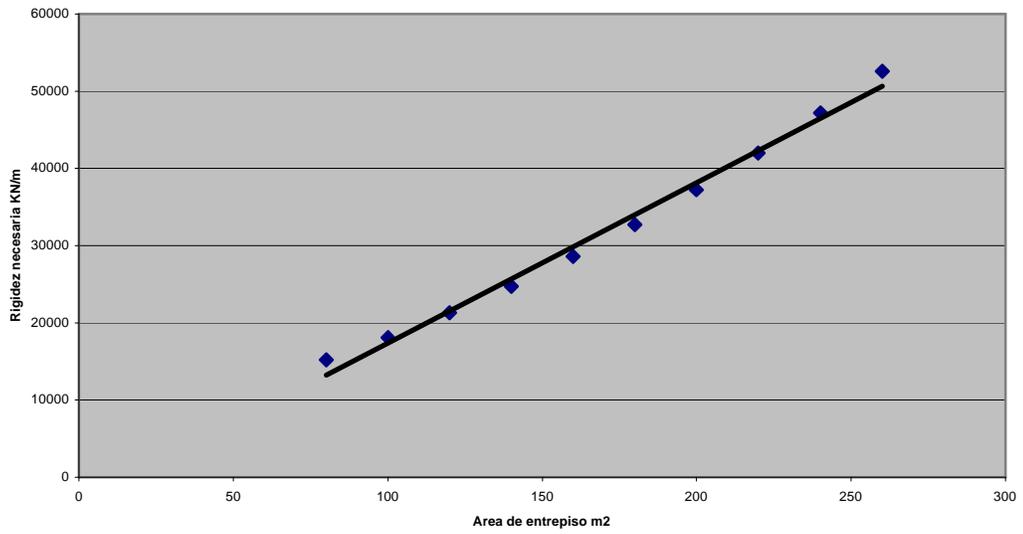
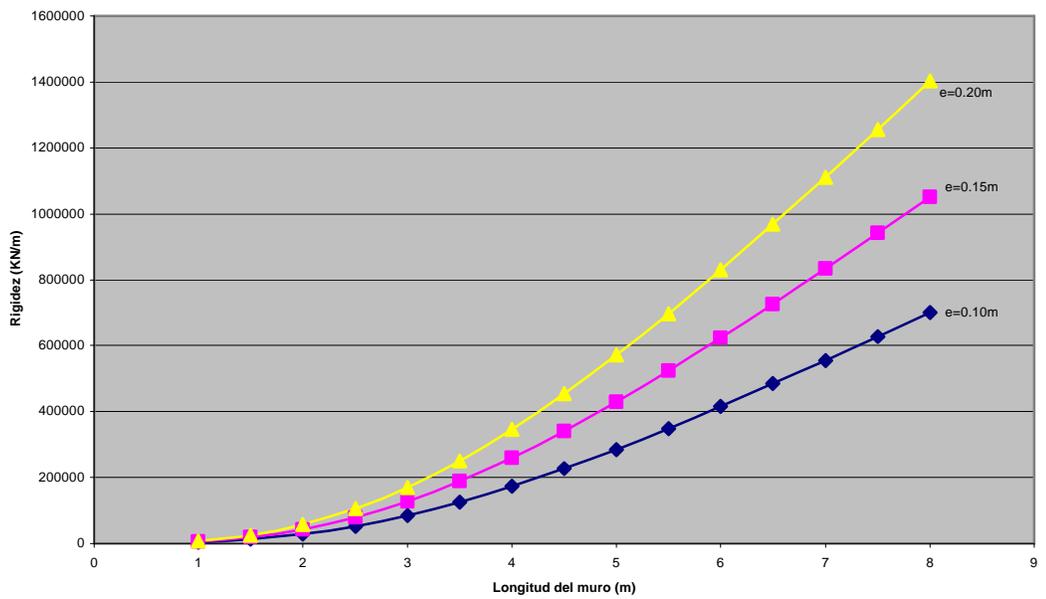


Gráfico No 4 Longitud de muros (m) Vs Rigidez (KN/m) en Edificaciones de Dos Pisos



5.19 Edificaciones de tres pisos

Para el modelamiento de las edificaciones de tres pisos se asumirá que todas tienen cubierta en placa maciza de espesor igual a 0.10 m con carga muerta en placa igual a un entrepiso; se realizarán 5 modelos empezando con 60 m² de área construida en cada entrepiso incrementando 40 m² de área de entrepiso en cada modelo.

5.20 Modelo 16 Tres pisos 60m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 16 Area
entrepiso 60 m²

$$h_n(m) = 7.50$$

$$T_a(s) = 0.23$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 1260.00$$

$$V_s(KN) = 787.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	420	2.5	1050.00	0.172	135.78
2	420	5	2100.00	0.345	271.55
3	420	7	2940.00	0.483	380.17
sumas	1260		6090.00	1.000	787.50

5.21 Modelo 17 Tres pisos 100 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 17 Area
entrepiso 100 m²

$$h_n(m) = 7.50$$

$$T_a(s) = 0.23$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 2100.00$$

$$V_s(KN) = 1312.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	700	2.5	1750.00	0.172	226.29
2	700	5	3500.00	0.345	452.59
3	700	7	4900.00	0.483	633.62
sumas	2100		10150.00	1.000	1312.50

5.22 Modelo 18 Tres pisos 140 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 18 Area entrepiso 140 m²

$$h_n(m) = 7.50$$

$$T_a(s) = 0.23$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 2940.00$$

$$V_s(KN) = 1837.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	980	2.5	2450.00	0.172	316.81
2	980	5	4900.00	0.345	633.62
3	980	7	6860.00	0.483	887.07
sumas	2940		14210.00	1.000	1837.50

5.23 Modelo 19 Tres pisos 180 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 19 Area entrepiso 180 m²

$$h_n(m) = 7.50$$

$$T_a(s) = 0.23$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 3780.00$$

$$V_s(KN) = 2362.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	1260	2.5	3150.00	0.172	407.33
2	1260	5	6300.00	0.345	814.66
3	1260	7	8820.00	0.483	1140.52
sumas	3780		18270.00	1.000	2362.50

5.24 Modelo 20 Tres pisos 220 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 20 Area entrepiso 220 m²

$$h_n(m) = 7.50$$

$$T_a(s) = 0.23$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 4620.00$$

$$V_s(KN) = 2887.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1540	2.5	3850.00	0.172	497.84
2	1540	5	7700.00	0.345	995.69
3	1540	7	10780.00	0.483	1393.97
sumas	4620		22330.00	1.000	2887.50

A continuación presentamos el resumen de los modelos realizados para edificaciones de tres pisos:

Modelo	16	17	18	19	20
Area entrepiso (m ²)	60	100	140	180	220
Cortante (KN)	787.50	1312.50	1837.50	2362.50	2887.50
Rigidez (KN/m)	11854.82	17094.02	23554.91	31298	40362

Graficando el área total construida contra la rigidez necesaria para el cumplimiento de derivas obtenemos:

Gráfico No5 Rigidez Necesaria Vs Area de Entrepiso en Edificaciones de Tres Pisos

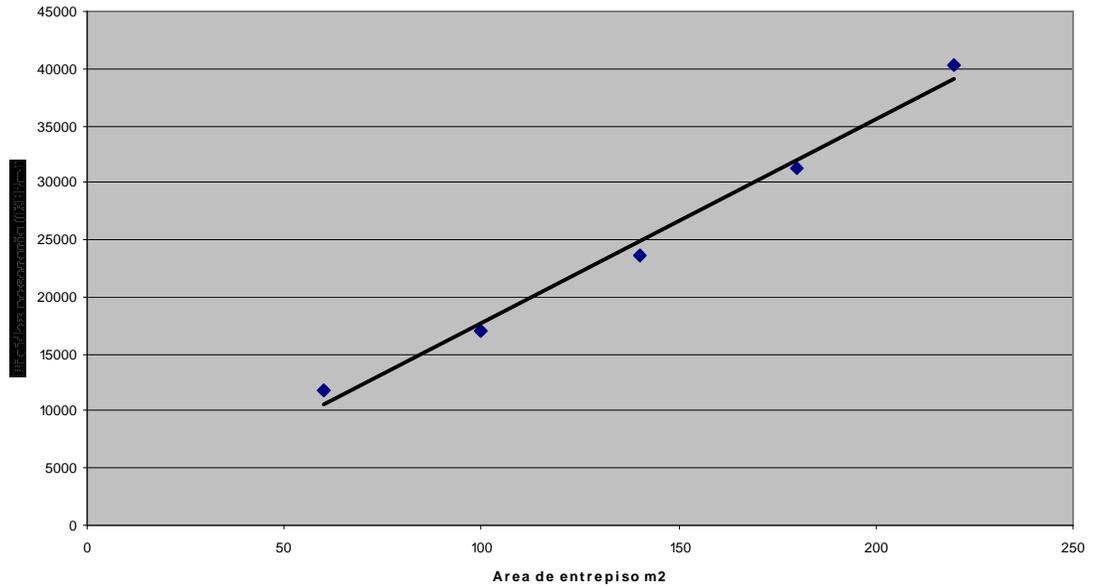
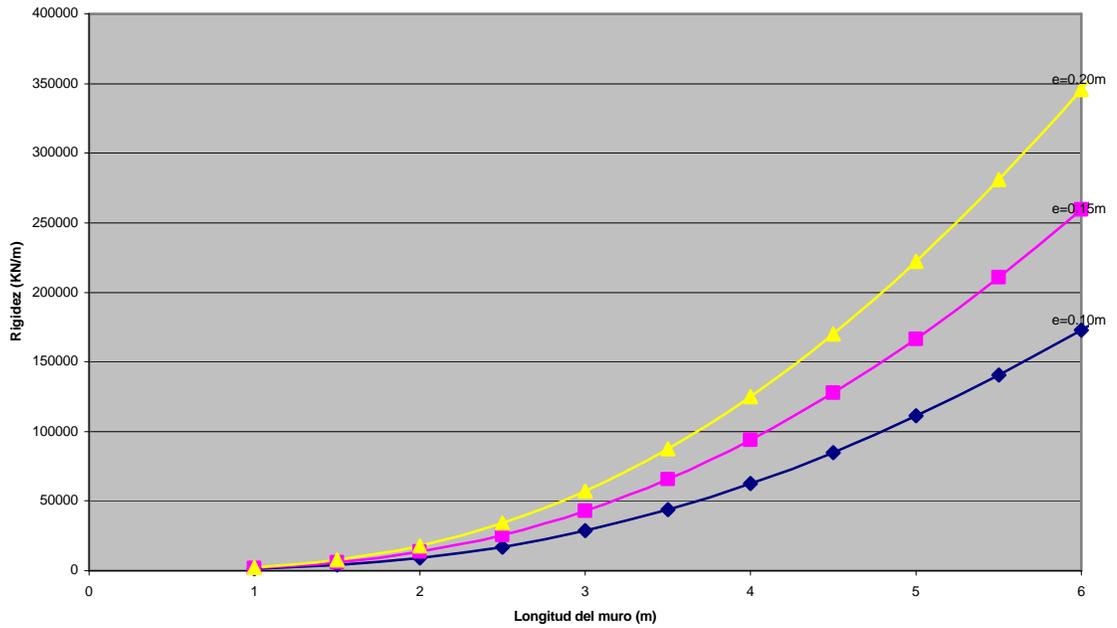


Gráfico No 6 Longitud de muros (m) Vs Rigidez (KN/m) en Edificaciones de Tres Pisos



5.25 Edificaciones de cuatro pisos

Para el modelamiento de las edificaciones de cuatro pisos se asumirá que todas tienen cubierta en placa maciza de espesor igual a 0.10 m con carga muerta en placa igual a un entrepiso; se realizaran 5 modelos empezando con 60 m² de área construida en cada entrepiso incrementando 40 m² de área de entrepiso en cada modelo.

5.26 Modelo 21 Cuatro pisos 60m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 21 Area
entrepiso 60 m²

$$h_n(m) = 10.00$$

$$T_a(s) = 0.28$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 1680.00$$

$$V_s(KN) = 1050.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	420	2.5	1050.00	0.102	107.14
2	420	5	2100.00	0.204	214.29
3	420	7	2940.00	0.286	300.00
4	420	10	4200.00	0.408	428.57
sumas	1680		10290.00	1.000	1050.00

5.27 Modelo 22 Cuatro pisos 100 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 22 Area
entrepiso 100 m²

$$h_n(m) = 10.00$$

$$T_a(s) = 0.28$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 2800.00$$

$$V_s(KN) = 1750.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	700	2.5	1750.00	0.102	178.57
2	700	5	3500.00	0.204	357.14
3	700	7	4900.00	0.286	500.00
4	700	10	7000.00	0.408	714.29
sumas	2800		17150.00	1.000	1750.00

5.28 Modelo 23 Cuatro pisos 140 m² de área de entrespiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 23 Area entrespiso 140 m²

$$h_n(m) = 10.00$$

$$T_a(s) = 0.28$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 3920.00$$

$$V_s(KN) = 2450.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	980	2.5	2450.00	0.102	250.00
2	980	5	4900.00	0.204	500.00
3	980	7	6860.00	0.286	700.00
4	980	10	9800.00	0.408	1000.00
sumas	3920		24010.00	1.000	2450.00

5.29 Modelo 24 Cuatro pisos 180 m² de área de entrespiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 24 Area entrespiso 180 m²

$$h_n(m) = 10.00$$

$$T_a(s) = 0.28$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 5040.00$$

$$V_s(KN) = 3150.00$$

$$K = 1.00$$

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	1260	2.5	3150.00	0.102	321.43
2	1260	5	6300.00	0.204	642.86
3	1260	7	8820.00	0.286	900.00
4	1260	10	12600.00	0.408	1285.71
sumas	5040		30870.00	1.000	3150.00

5.30 Modelo 25 Cuatro pisos 220 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 25 Area entrepiso 220 m²

$h_n(m) = 10.00$

$T_a(s) = 0.28$

$S = 1.10$

$T_c(s) = 0.53$

$A_a = 0.25$

$I = 1.00$

$S_a = 0.625$

$W_{dt}(KN) = 6160.00$

$V_s(KN) = 3850.00$

$K = 1.00$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	1540	2.5	3850.00	0.102	392.86
2	1540	5	7700.00	0.204	785.71
3	1540	7	10780.00	0.286	1100.00
4	1540	10	15400.00	0.408	1571.43
sumas	6160		37730.00	1.000	3850.00

A continuación presentamos el resumen de los modelos realizados para edificaciones de cuatro pisos:

Modelo	21	22	23	24	25
Area entrepiso (m ²)	60	100	140	180	220
Cortante (KN)	1050.00	1750.00	2450.00	3150.00	3850.00
Rigidez (KN/m)	9331	16612	24755	28571	37192

Grafica No 7 Rigidez Necesaria Vs Area de Entrepiso en Edificaciones de Cuatro pisos

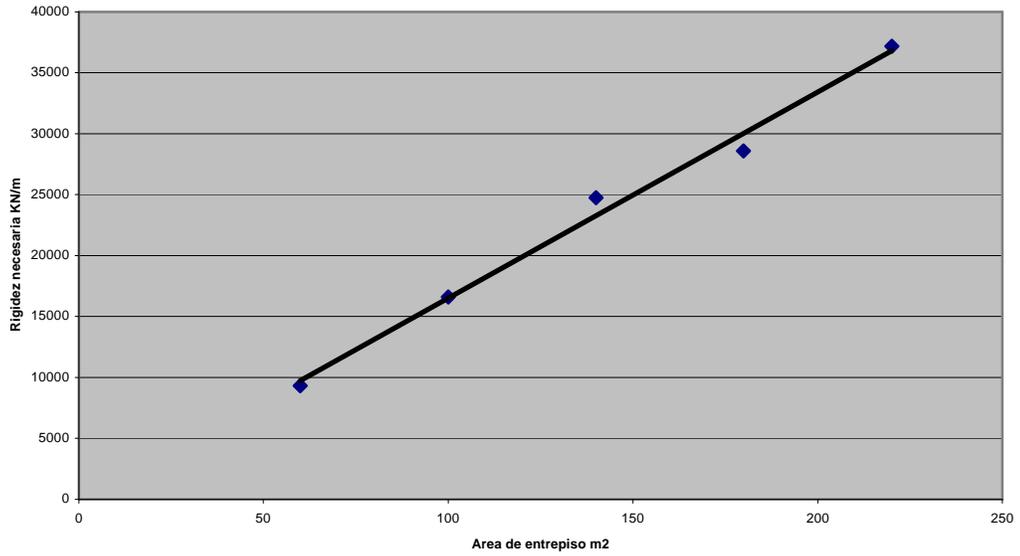
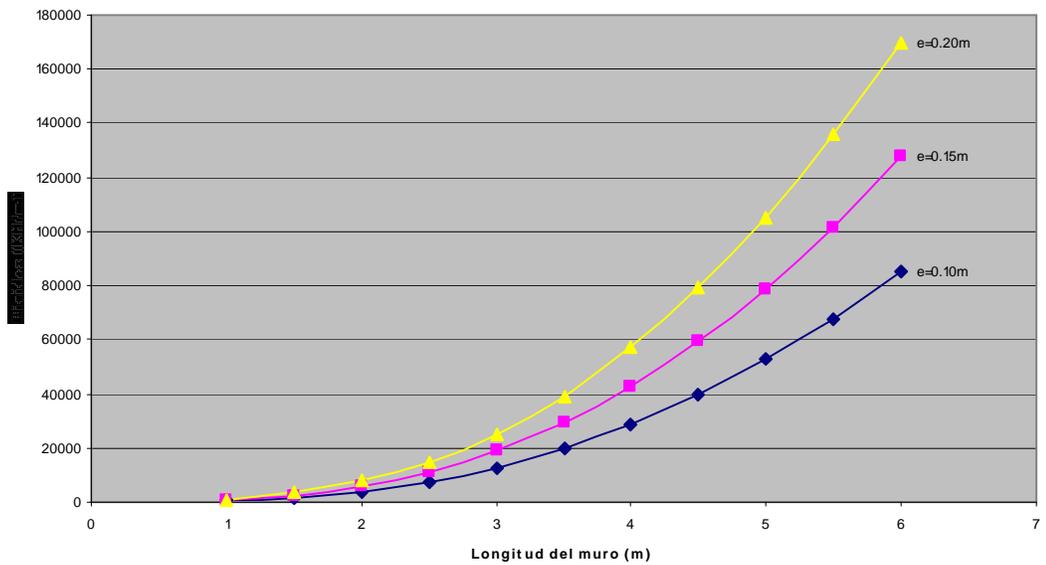


Grafico No 8 Longitud de muros (m) Vs Rigidez (KN/m) en Edificaciones de Cuatro Pisos



5.31 Edificaciones de cinco pisos

Para el modelamiento de las edificaciones de cinco pisos se asumirá que todas tienen cubierta en placa maciza de espesor igual a 0.10 m con carga muerta en placa igual a un entrepiso; se realizaran 5 modelos empezando con 60 m² de área construida en cada entrepiso incrementando 40 m² de área de entrepiso en cada modelo.

5.32 Modelo 26 Cinco pisos 60m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 26 Area
entrepiso 60 m²

$$h_n(m) = 12.50$$

$$T_a(s) = 0.33$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_d t(KN) = 2100.00$$

$$V_s(KN) = 1312.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1.00	420.00	2.50	1,050.00	0.07	88.68
2.00	420.00	5.00	2,100.00	0.14	177.36
3.00	420.00	7.00	2,940.00	0.19	248.31
4.00	420.00	10.00	4,200.00	0.27	354.73
5.00	420.00	12.50	5,250.00	0.34	443.41
sumas	2100		15540	1	1312.5

5.33 Modelo 27 Cinco pisos 100 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 27 Area
entrepiso 100 m²

$$h_n(m) = 12.50$$

$$T_a(s) = 0.33$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1	700.00	2.50	1,750.00	0.07	147.80
2	700.00	5.00	3,500.00	0.14	295.61
3	700.00	7.00	4,900.00	0.19	413.85
4	700.00	10.00	7,000.00	0.27	591.22
5			8,750.00	0.34	739.02

		700.00	12.50			
Wdt(KN)=	3500.00	sumas	3500	25900	1	2187.5
Vs(KN) =	2187.50					
K =	1.00					

5.34 Modelo 28 Cinco pisos 140 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 28 Area entrepiso 140 m²

hn(m) = 12.50

Ta(s) = 0.33

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

I = 1.00

Sa = 0.625

Wdt(KN)=	4900.00	sumas	4900	36260	1	3062.5
----------	---------	-------	------	-------	---	--------

Vs(KN) = 3062.50

K = 1.00

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1.00	980.00	2.50	2,450.00	0.07	206.93
2.00	980.00	5.00	4,900.00	0.14	413.85
3.00	980.00	7.00	6,860.00	0.19	579.39
4.00	980.00	10.00	9,800.00	0.27	827.70
5.00	980.00	12.50	12,250.00	0.34	1,034.63

5.35 Modelo 29 Cinco pisos 180 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 29 Area entrepiso 180 m²

hn(m) = 12.50

Ta(s) = 0.33

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

I = 1.00

Sa = 0.625

Wdt(KN)=	6300.00	sumas	6300	46620	1	3937.5
----------	---------	-------	------	-------	---	--------

Vs(KN) = 3937.50

k = 1.00

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1.00	1,260.00	2.50	3,150.00	0.07	266.05
2.00	1,260.00	5.00	6,300.00	0.14	532.09
3.00	1,260.00	7.00	8,820.00	0.19	744.93
4.00	1,260.00	10.00	12,600.00	0.27	1,064.19
5.00	1,260.00	12.50	15,750.00	0.34	1,330.24

5.36 Modelo 30 Cinco pisos 220 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 30 Area entrepiso 220 m²

$$h_n(m) = 12.50$$

$$T_a(s) = 0.33$$

$$S = 1.10$$

$$T_c(s) = 0.53$$

$$A_a = 0.25$$

$$I = 1.00$$

$$S_a = 0.625$$

$$W_{dt}(KN) = 7700.00 \text{ sumas}$$

$$V_s(KN) = 4812.50$$

$$K = 1.00$$

Placa	W _{di} (KN)	h _i (m)	W _{di} *h _i ^k	C _{vi}	F _i (KN)
1.00	1,540.00	2.50	3,850.00	0.07	325.17
2.00	1,540.00	5.00	7,700.00	0.14	650.34
3.00	1,540.00	7.00	10,780.00	0.19	910.47
4.00	1,540.00	10.00	15,400.00	0.27	1,300.68
5.00	1,540.00	12.50	19,250.00	0.34	1,625.84
sumas	7700		56980	1	4812.5

A continuación presentamos el resumen de los modelos realizados para edificaciones de cinco pisos:

Modelo	26	27	28	29	30
Area entrepiso (m ²)	60	100	140	180	220
Cortante (KN)	1312.50	2187.5	3062.5	3937.50	4812.5
Rigidez (KN/m)	9533	15215	22621	31860	39076

Graficando el área total construida contra la rigidez necesaria para el cumplimiento de derivas obtenemos:

Gráfico No 9 Rigidez Necesaria Vs Area de Entrepiso en Edificaciones de Cinco pisos

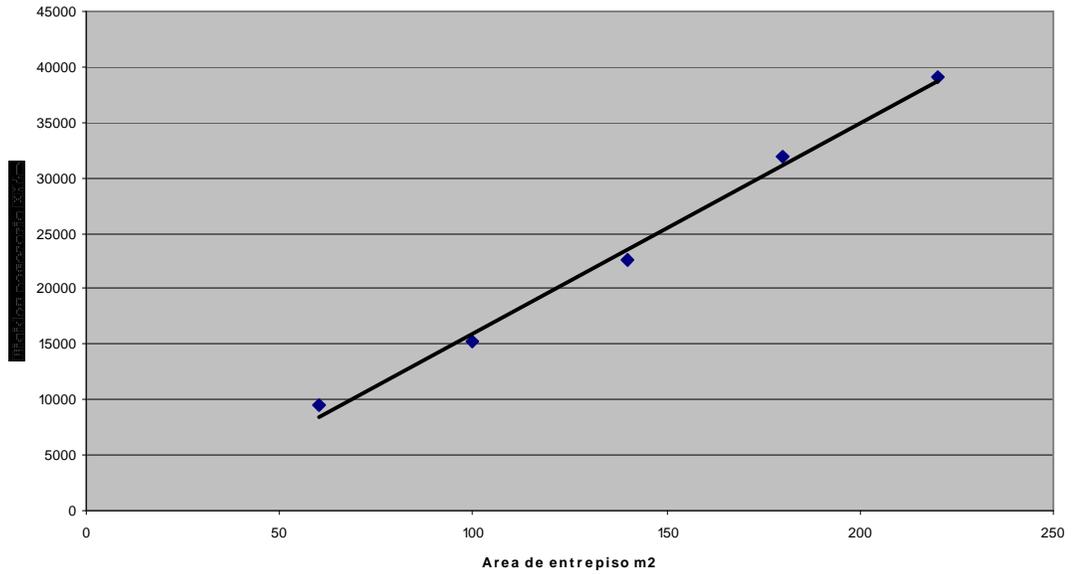
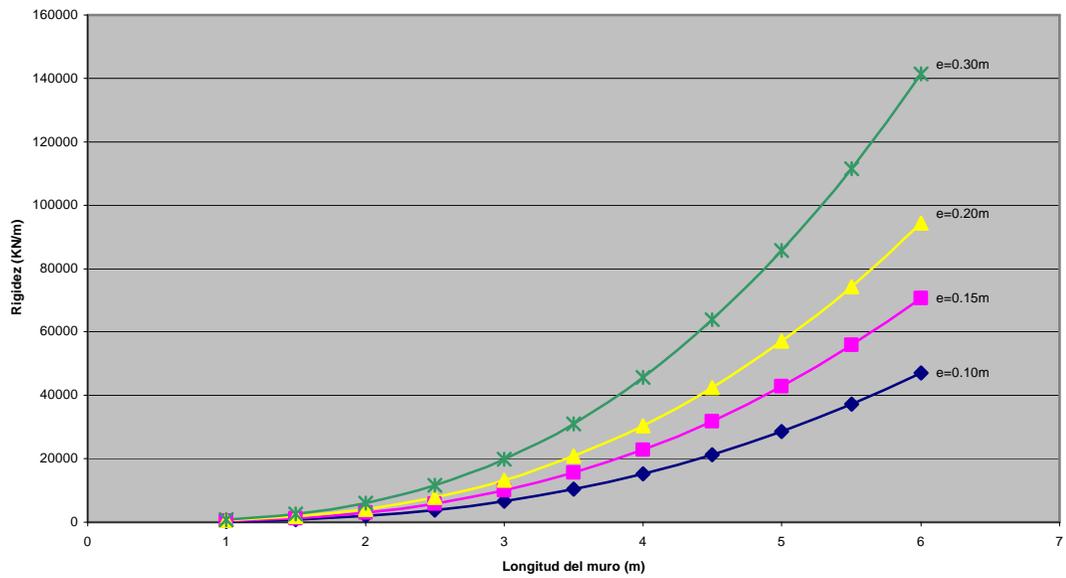


Gráfico No 10 Longitud de muros (m) Vs Rigidez (KN/m) en Edificacione de Cinco Pisos



5.37 Edificaciones de diez pisos

Dada la tendencia que muestran las rigideces requeridas en las edificaciones independiente casi del número de pisos, con una incidencia casi única del área del entrepiso, pasamos a edificaciones de diez piso con las siguientes consideraciones.

Para el modelamiento de las edificaciones de diez pisos se asumirá que todas tienen cubierta en placa maciza de espesor igual a 0.10 m con carga muerta en placa igual a un entrepiso; se realizaran 5 modelos empezando con 60 m² de área construida en cada entrepiso incrementando 40 m² de área de entrepiso en cada modelo.

5.38 Modelo 31 Diez pisos 60m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 31		Area entrepiso		60 m ²			
hn(m) =	25.00						
Ta(s) =	0.56						
S =	1.10						
Tc(s) =	0.53						
Aa =	0.25						
I =	1.00						
Sa =	0.590						
Wdt(KN)=	4200.00						
Vs(KN) =	2479.35						
K =	1.03						
		Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
		1	420.00	2.50	1,078.78	0.02	42.83
		2	420.00	5.00	2,202.14	0.04	87.43
		3	420.00	7.00	3,113.76	0.05	123.62
		4	420.00	10.00	4,495.29	0.07	178.47
		5	420.00	12.50	5,656.24	0.09	224.56
		6	420.00	15.00	6,824.10	0.11	270.93
		7	420.00	17.50	7,997.74	0.13	317.52
		8	420.00	20.00	9,176.37	0.15	364.31
		9	420.00	22.50	10,359.35	0.17	411.28
		10	420.00	25.00	11,546.24	0.18	458.40
		sumas	4,200.00		62450.00	1.000	2479.35

5.39 Modelo 32 Diez pisos 100m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 32 Area
entrepiso 100 m²

hn(m) = 25.00

Ta(s) = 0.56

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

I = 1.00

Sa = 0.590

Wdt(KN)= 7000.00

Vs(KN) = 4132.25

K = 1.03

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	700.00	2.50	1,797.96	0.02	71.38
2	700.00	5.00	3,670.23	0.04	145.71
3	700.00	7.00	5,189.60	0.05	206.03
4	700.00	10.00	7,492.15	0.07	297.45
5	700.00	12.50	9,427.06	0.09	374.27
6	700.00	15.00	11,373.50	0.11	451.54
7	700.00	17.50	13,329.57	0.13	529.20
8	700.00	20.00	15,293.94	0.15	607.19
9	700.00	22.50	17,265.59	0.17	685.47
10	700.00	25.00	19,243.73	0.18	764.00

sumas 7,000.00

104083.33

1.000

4132.25

5.40 Modelo 33 Diez pisos 140 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 33 Area
entrepiso 140 m²

hn(m) = 25.00

Ta(s) = 0.56

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

I = 1.00

Sa = 0.590

Wdt(KN)= 9800.00

Vs(KN) = 5785.16

K = 1.03

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	980.00	2.50	2,517.15	0.02	99.93
2	980.00	5.00	5,138.33	0.04	204.00
3	980.00	7.00	7,265.44	0.05	288.45
4	980.00	10.00	10,489.01	0.07	416.43
5	980.00	12.50	13,197.88	0.09	523.97
6	980.00	15.00	15,922.89	0.11	632.16
7	980.00	17.50	18,661.40	0.13	740.88
8	980.00	20.00	21,411.52	0.15	850.07
9	980.00	22.50	24,171.83	0.17	959.66
10	980.00	25.00	26,941.22	0.18	1,069.60

sumas 9,800.00

145716.67

1.000

5785.16

5.41 Modelo 34 Diez pisos 180 m² de área de entrepiso

Fuerza horizontal equivalente Modelo 34 Area
entrepiso 180 m²

hn(m) = 25.00

Ta(s) = 0.56

S = 1.10

Tc(s) = 0.53

Aa = 0.25

I = 1.00

Sa = 0.590

Wdt(KN)= 12600.00

Vs(KN) = 7438.06

K = 1.03

Placa	Wdi(KN)	hi(m)	Wdi*hi ^k	Cvi	Fi(KN)
1	1,260.00	2.50	3,236.33	0.02	128.49
2	1,260.00	5.00	6,606.42	0.04	262.28
3	1,260.00	7.00	9,341.28	0.05	370.86
4	1,260.00	10.00	13,485.87	0.07	535.41
5	1,260.00	12.50	16,968.71	0.09	673.68
6	1,260.00	15.00	20,472.29	0.11	812.78
7	1,260.00	17.50	23,993.23	0.13	952.56
8	1,260.00	20.00	27,529.10	0.15	1,092.94
9	1,260.00	22.50	31,078.06	0.17	1,233.84
10	1,260.00	25.00	34,638.71	0.18	1,375.21
sumas	12,600.00		187350.00	1.000	7438.06

Gráfico No 11 Rigidez Necesaria Vs Area de Entrepiso en Edificaciones de Diez Pisos

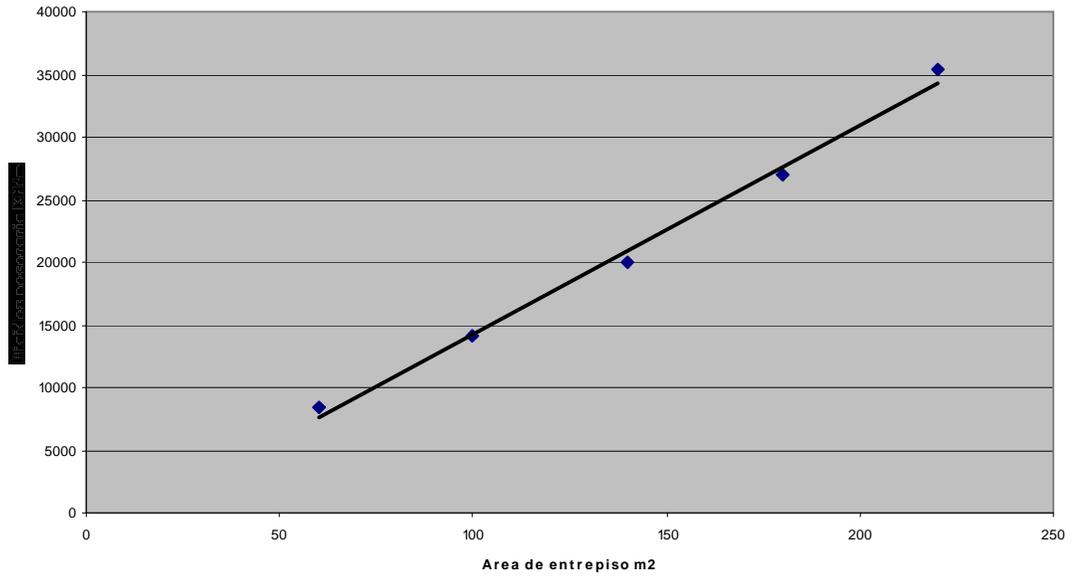


Gráfico No 12 Longitud de muros (m) Vs Rigidez (KN/m)

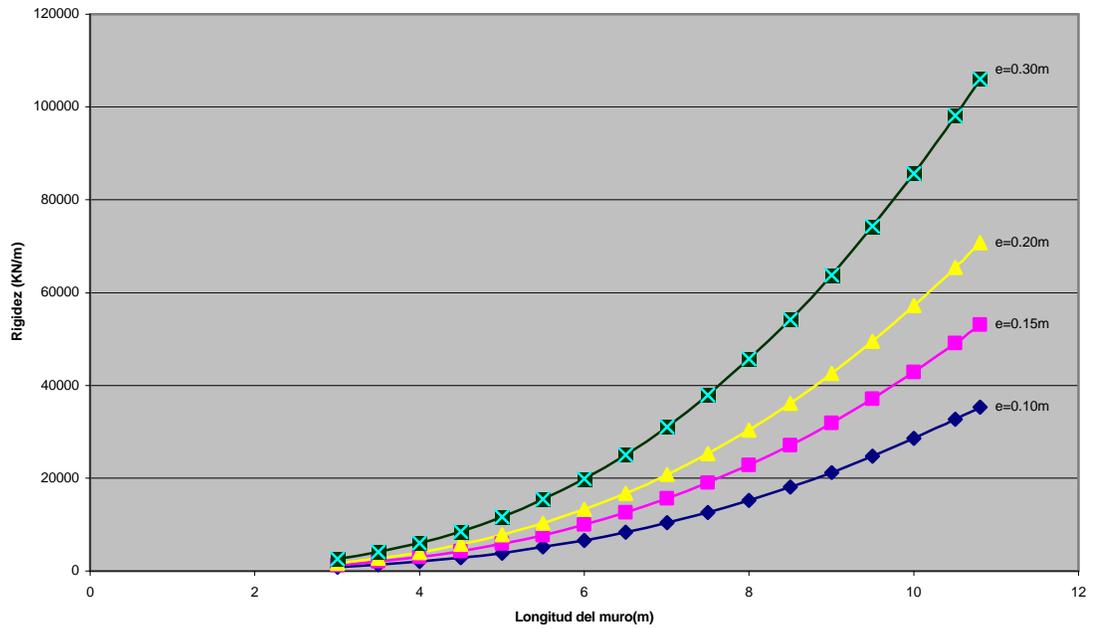
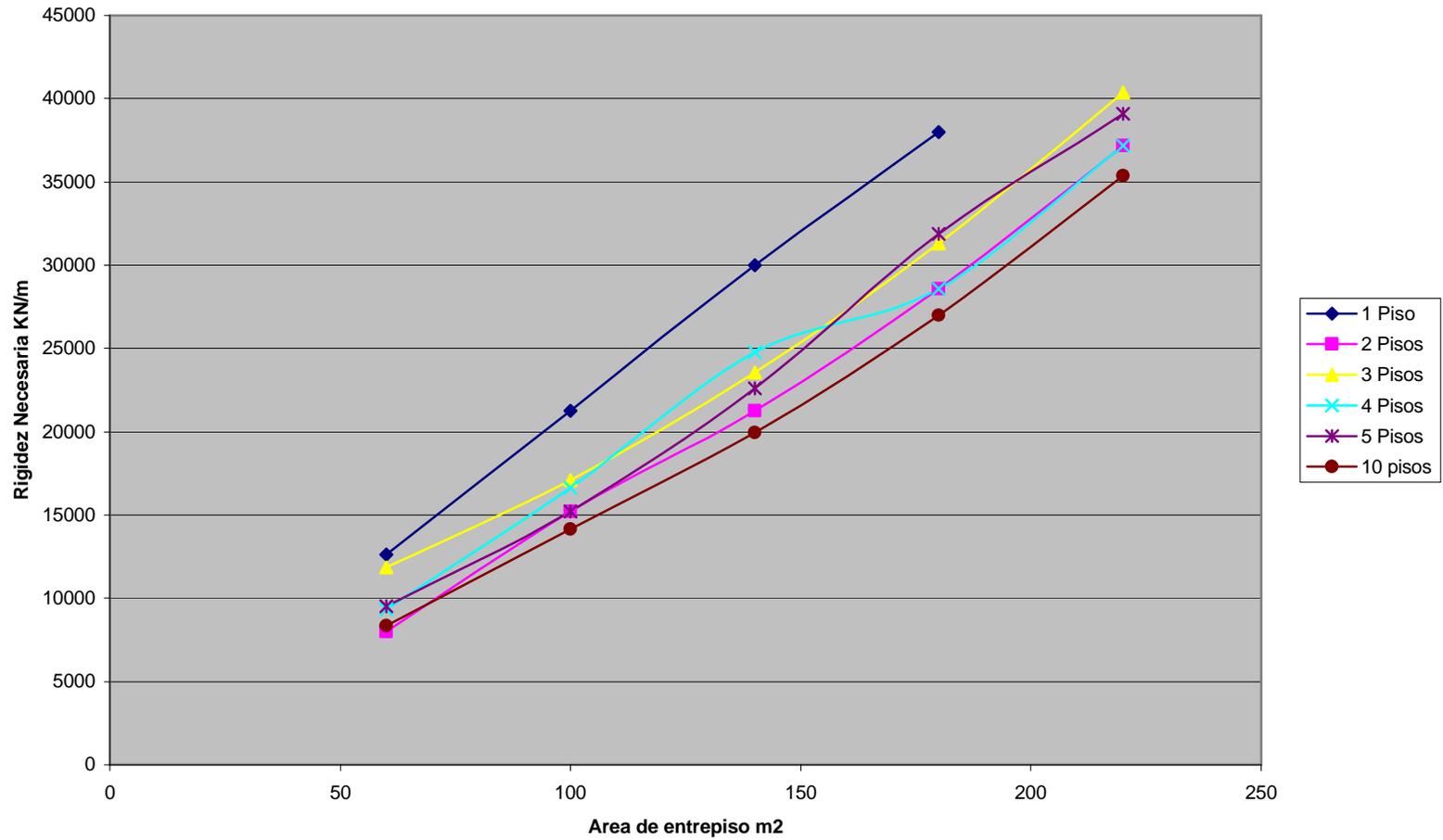
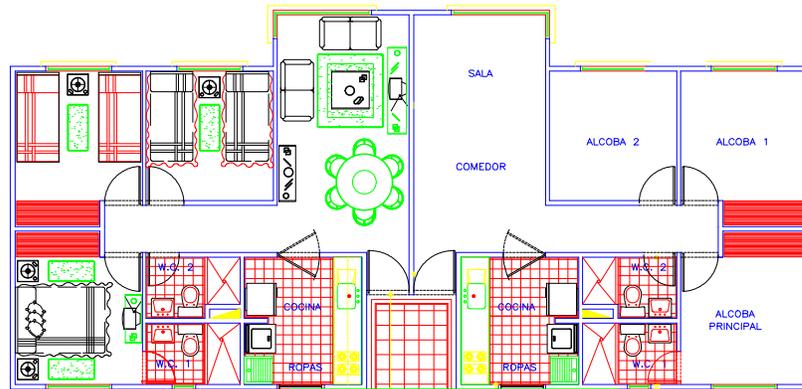


Gráfico No 13 Rigidez Necesaria Vs Area de Entrepiso



6. Ejemplos de aplicación

6.1 Ejemplo 1



Area de entepiso= 125 m²
 Numero de pisos = 5

Con el área nos vamos al gráfico No 9 y obtenemos la rigidez necesaria de 21000 KN/m

Según las opciones del gráfico No 10 esta rigidez la podemos lograr con cualquiera de la siguientes opciones

- Un muro de L = 4.55 m y e=0.10m
- Un muro de L = 4.00 m y e=0.15m
- Un muro de L = 3.60 m y e=0.20m
- Un muro de L = 3.30 m y e=0.30m

Como el prediseño presentado no cuenta con ninguna de las anteriores opciones entonces entramos a evaluar le rigidez de la propuesta del arquitecto:

6 muros de $L = 2.00$ m y $e = 0.10$ m según el gráfico No 9 esto equivale a una rigidez de $6 \cdot 2000 = 12000$ KN/m luego la propuesta de muros ortogonales presentada por el arquitecto no le brinda la suficiente rigidez lateral a la edificación y es necesario involucrar mas muros ortogonales; una solución podrá ser, conservar estos mismos muros pero incrementarles su espesor y construirlos en 0.20m, entonces tendríamos:

6 muros de $L = 2.00$ y $e = 0.20$ m que según la gráfica No 9 nos brinden una rigidez de $6 \cdot 4000 = 24000$ KN/m > 21000 KN/m

2 muros de $L = 1.90$ m y $e = 0.10$ m según el gráfico No 4 esto equivale a una rigidez de $2 \cdot 24800 = 49600$ KN/m mas un muro de $L=5.60$ m $e=0.10$ m que según el gráfico No 4 equivale a una rigidez de 362000 KN/m luego la propuesta de muros ortogonales presentada por el arquitecto le brinda la suficiente rigidez lateral a la edificación ya que suministra una rigidez de 411600 KN/m mucho mayor que la requerida de 15215 KN/m

7. CONCLUSIONES

- Con las demás variables fijas, la rigidez requerida para el cumplimiento de derivas en una edificación depende principalmente del área del entrepiso mas que del número de pisos ya que graficando rigidez necesaria Vs área de entrepiso para diferente número de pisos se observo una tendencia generalizada.
- Aunque dos edificaciones de igual área de entrepiso requieran aproximadamente la misma rigidez, para cumplirla se necesitan muros mas largos entre mayor sea el número de pisos de la edificación, es decir, en dos muros de la misma sección transversal es mas rígido el muro mas bajo.
- La deformación típica de los edificios cuyo sistema estructural de resistencia sísmica es de muros de concreto reforzado es crítica en los últimos pisos ya que estos sistemas se deforman mucho en los pisos superiores y poco en los pisos inferiores, de tal forma que controlando la deriva en el último entrepiso garantizamos el cumplimiento de la deriva en los pisos inferiores.
- Es importante continuar en proyectos de ayudas de diseño que permitan a los proyectistas arquitectónicos predimensionar razonablemente las estructuras de las edificaciones

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACION COLMBIANA DE INGENIERIA SISMICA, Norma Sismo Resistente de 1998, Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998

BAZAN Enrique, MELI Roberto, Diseño Sísmico de edificios, Editorial Limusa, México, 2002

ROCHEL Awad Roberto, Análisis Matricial de Estructuras, Universidad EAFIT Medellín Colombia, 1993

WAKABAYASHI Minoru, MARTINEZ Romero Enrique, Diseño de Estructuras Sismo Resistentes, Mc Graw Hill, México, 1988

MALDONADO Rondon Esperanza, CHIO Chio Gustavo, Análisis Sísmico de Edificaciones, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia, 2002