

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS DE LA CONSTRUCCION

CENTRO DE INVESTIGACION DE LA VIVIENDA
PROYECTO BID 100 - FUNDACYT- EPN

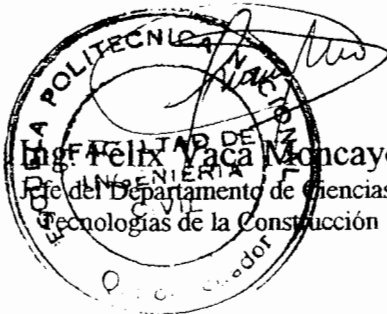
Quito, junio 18 del 2004

Señores Mutualista Pichincha:

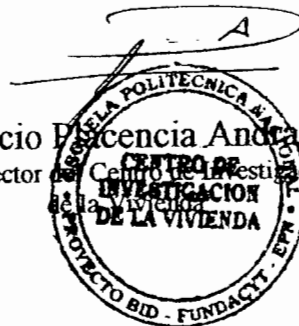
El Centro de Investigación de la Vivienda, del Departamento de Ciencias y Tecnologías de la Construcción, de la Escuela Politécnica Nacional, certifica que se realizó una investigación teórica y experimental de la casa de 52 m², con el sistema constructivo EMMEDOS. Esta casa fue construida por la Mutualista Pichincha en un terreno de su propiedad en el Sector El Inca de la ciudad de Quito, para que el Centro de Investigación de la Vivienda realice los respectivos ensayos, encontrando que su comportamiento fue adecuado tanto ante cargas verticales como laterales representativas de sismo; por lo tanto una casa como la estudiada, puede ser construida en zonas de alta peligrosidad sísmica. Esto también es aplicable para otras configuraciones que tengan similar cantidad de paredes en cada una de las direcciones.

El informe con todos los resultados ha sido entregado a la Mutualista Pichincha.

Atentamente,



Ing. Félix Yaca Moncayo, M.Sc.
Jefe del Departamento de Ciencias y
Tecnologías de la Construcción



Ing. Patricia Escencia Andrade, M.Sc.
Directora del Centro de Investigación
de la Vivienda

**CENTRO DE INVESTIGACION DE LA VIVIENDA
PROYECTO BID 100 – FUNDACYT – EPN**

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCION**

**INFORME FINAL DE IDONEIDAD ESTRUCTURAL
CASA CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2**

JUNIO 18 DEL 2004

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2:

Está constituido exclusivamente por paredes compuestas por un alma de espumaflex, a la que se le coloca una malla electro soldada (m.e.s.) delgada, conectadas entre sí, y recubiertas ambas caras por mortero de hormigón lanzado. Una pared está formada por varios paneles los mismos que se vinculan por traslape de la m.e.s. La losa es de similar constitución, excepto por la mayor armadura y mayor espesor de la loseta superior.

Las características geométricas y de armado se indican en el Anexo 1 “MODELACION MATEMATICA”

ESTADO INICIAL DE LA CASA ANTES DE LOS ENSAYOS

Vale dejar constancia que tanto las paredes como la losa, manifestaban múltiples fisuras delgadas, en diversa orientación, las cuales fueron identificadas antes de iniciar los ensayos. Ver archivo de fotos 1 “Fisuras Previas”.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio contempla la realización de los siguientes trabajos:

1. OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE PERIODOS DE VIBRACION
2. MODELACION MATEMATICA
3. ENSAYO DE CARGA VERTICAL
4. ENSAYO DE CARGA LATERAL – DIRECCION LARGA DE LA CASA
5. ENSAYO DE CARGA LATERAL – DIRECCION CORTA DE LA CASA
6. CONCLUSIÓN GENERAL



1. OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE PERIODOS DE VIBRACION

Utilizando el equipo específico Kinemetrix, se obtuvo el valor experimental del periodo de vibración, en varios puntos de la casa. La utilidad de esto es doble: por un lado se desea comparar con los valores de periodo obtenidos con el CEC 2000 para llegar a estimar la carga lateral equivalente a la que produciría el sismo; y por otro lado, para saber si la posible fisuración luego de los ensayos, modificaría sus propiedades dinámicas.

El periodo promedio encontrado fue de 0.0157 segundos. En el Anexo 1 "Ensayo de Vibración Ambiental", se muestran los valores obtenidos en los diversos puntos, en cada una de las dos direcciones ortogonales.

2. MODELACION MATEMATICA

Antes de realizar los ensayos, es necesario estudiar analíticamente la estructura, siguiendo los códigos vigentes tanto para la obtención de las cargas verticales y horizontales, así como para el diseño de los elementos. Los objetivos en esta etapa son revisar si su comportamiento dinámico es trasnacional, y si cumple con los requisitos de resistencia y de rigidez para las cargas indicadas.

Como es un sistema constructivo nuevo, varios de los parámetros requeridos para obtener las cargas horizontales y las propiedades de los elementos para su análisis, no están plenamente establecidas, razón por la cual se asumieron ciertos valores. Dicho sea de paso, justamente esto fue lo que motivó realizar las pruebas experimentales.

En el anexo 2, "Modelación Computacional", se muestran todos los valores relativos al peso, geometría, valores asumidos y proceso seguido para la obtención de las cargas horizontales equivalentes del sismo, siguiendo el Código Ecuatoriano de la Construcción, CEC 2000, los resultados de modos de vibración, momentos y deflexiones máximas, y diseño de los elementos más críticos.

COMPORTAMIENTO DINAMICO

El comportamiento dinámico encontrado es traslacional en los dos primeros modos de vibración, por lo cual la configuración es adecuada y se puede continuar con las siguientes revisiones.

CARGAS LATERALES

Respecto de las cargas laterales, el parámetro R no está definido para este tipo de paredes. Es 10 para edificios con paredes macizas de hormigón armado, diseñados para que resistan en el rango elástico las fuerzas horizontales así obtenidas siguiendo el Código, y disipen fácilmente energía en el rango inelástico cuando las fuerzas sísmicas las superen, sin sobrepasar las correspondientes al sismo de diseño. Por otro lado, R es 5 para edificaciones de mampostería que no tienen mayor habilidad para disipar energía en el rango inelástico.

El caso de las paredes M2 no necesariamente calza en estos dos casos. Debido a que esta casa con el sistema M2 tiene paredes con baja relación de aspecto h/L , el comportamiento esperado es en corte antes que en flexión, se utilizó el valor de $R=5$, que significa el doble de fuerza sísmica que cuando se use $R=10$. Sobre esto se podría argumentar en una u otra dirección; pero en este caso, el ensayo dará la respuesta sobre la idoneidad estructural. El establecimiento de las fuerzas laterales es en este caso referencial.

DERIVAS

Del análisis realizado, con $R=5$, se encuentra que las derivas están por debajo de las admisibles:

En la dirección corta: Deriva inelástica = 0.000 157 < Deriva admisible = 0.01
En la dirección larga: Deriva inelástica = 0.000 087 < Deriva admisible = 0.01

RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS

También se encuentra que la resistencia de los elementos es adecuada:

Losa: Momento último actuante = 0.17 t-m < Capacidad utilizable = 0.189 t-m

Pared : $P_u, M_u = 6.06 \text{ t}, 9.82 \text{ t-m}$ < Capacidad utilizable para 6.4 t, 11.5 t-m
 $V_u = 7.13 \text{ t}$ < Capacidad utilizable 46.4 t

CONCLUSION SOBRE LA MODELACION COMPUTACIONAL

Se puede concluir que la estructura es adecuada para resistir tanto las cargas verticales como las laterales. En todo caso, esto debe corroborarse con los ensayos, pues los elementos del sistema M2 tienen ciertas diferencias con los elementos típicos de hormigón reforzado con varillas corrugadas de construcción.

3. ENSAYO DE CARGA VERTICAL

Para el diseño de la prueba de carga vertical, se siguieron las recomendaciones del código ACI 318 2002, capítulo 20, que indica el proceso y los criterios de aceptación de la idoneidad de una losa. Específicamente, establece, por una parte, el valor de la carga de ensayo, y por otra, la deflexión admisible ante dicha carga; se da por aceptada la losa, si al aplicar la carga de ensayo, la deflexión encontrada no supera la deflexión admisible, y además no se observan afectaciones estructurales en la losa.

Carga de ensayo, $w_e = 0.85 (1.4 D + 1.7 L) - D'$

Donde: D = Carga muerta de diseño = $D' +$ acabados
 L = Carga viva o sobrecarga
 D' = Peso de la losa existente

En este caso, $D = 320$

$L = 100 \text{ kg / m}^2$

Por tanto $w_e = 335 \text{ kg / m}^2$

Deflexión admisible, $d_a = 3.09 \text{ mm}$

RESULTADOS OBTENIDOS

El ensayo de carga vertical fue realizado sobre la mitad de la losa, en aquella que tenía menos cantidad de paredes, es decir donde las luces eran mayores, que en su mayor parte correspondía al área social. Ver anexo 3: Ensayo de carga vertical.

La carga se aplicó en incrementos de 55 kg por cada m^2 , hasta llegar a la carga de ensayo por metro cuadrado. Para ello se replanteó con piola cada metro cuadrado, y se aplicó la carga con bolsas de arena de 11 kg cada una. Ver Archivo de fotos 2: "Ensayo carga vertical".

Se midieron las deflexiones verticales en varios puntos de la losa. Ante la carga final de 330 kg / m^2 , la mayor deflexión vertical, que se tuvo en la zona más grande de la losa, es decir en el área social de la casa, fue de 2.875 mm , menor que la deflexión admisible. Además, ante este nivel de carga vertical, no se observó ninguna fisura adicional a las preexistentes.

CONCLUSIÓN SOBRE CARGA VERTICAL

De los resultados obtenidos y de las observaciones realizadas, se encuentra que la losa tiene la suficiente resistencia y rigidez ante carga vertical, y por tanto se acepta el elemento y se recomienda su utilización en condiciones similares de apoyo a los de la casa ensayada.

4. ENSAYO DE CARGA LATERAL – DIRECCION LARGA DE LA CASA

Se aplicó una carga horizontal de 6.28 t y se obtuvo un desplazamiento horizontal de 0.47 mm , que corresponde a una deriva de 0.00019 . Ante esta carga, no se observó ninguna fisura adicional a las preexistentes, por lo que los valores indicados corresponden a un comportamiento elástico. Este límite de carga de 6.28 t se fijó por limitaciones del ensayo, mas no significa el límite de resistencia de la casa. Se consideró suficiente, pues representa un 37% del peso de la casa, tomando en cuenta el 100% del peso de la losa y el 50% del peso de las paredes, que es lo que se considera que se mueve.

En el anexo 4: "ENSAYO DE CARGA LATERAL - DIRECCION LARGA DE LA CASA", se muestran los registros y valores obtenidos en el ensayo. Las fotos respectivas se encuentran en el archivo de fotos 3: Carga lateral dirección larga.

CONCLUSIÓN SOBRE CARGA LATERAL - DIRECCION LARGA DE LA CASA

Se concluye que tiene muy buena resistencia y rigidez para hacer frente a un sismo fuerte, similar al sismo de diseño.

5. ENSAYO DE CARGA LATERAL - DIRECCION CORTA DE LA CASA

Se aplicó una carga horizontal de 7.3 t y se obtuvo un desplazamiento horizontal de 0.38 mm, que corresponde a una deriva de 0.00016. Ante esta carga, no se observó ninguna fisura adicional a las preexistentes, por lo que los valores indicados corresponden a un comportamiento elástico. Este límite de carga de 7.3 t se fijó por limitaciones del ensayo, mas no significa el límite de resistencia de la casa. Se consideró suficiente, pues representa un 43 % del peso de la casa, tomando en cuenta el 100% del peso de la losa y el 50% del peso de las paredes, que es lo que se considera que se mueve.

En el anexo 5: " ENSAYO DE CARGA LATERAL - DIRECCION CORTA DE LA CASA", se muestran los registros y valores obtenidos en el ensayo. Las fotos respectivas se encuentran en el archivo de fotos 4: Carga lateral dirección corta.

CONCLUSIÓN SOBRE CARGA LATERAL - DIRECCION CORTA DE LA CASA

Se concluye que tiene muy buena resistencia y rigidez para hacer frente a un sismo fuerte, similar al sismo de diseño.

6. CONCLUSIÓN GENERAL

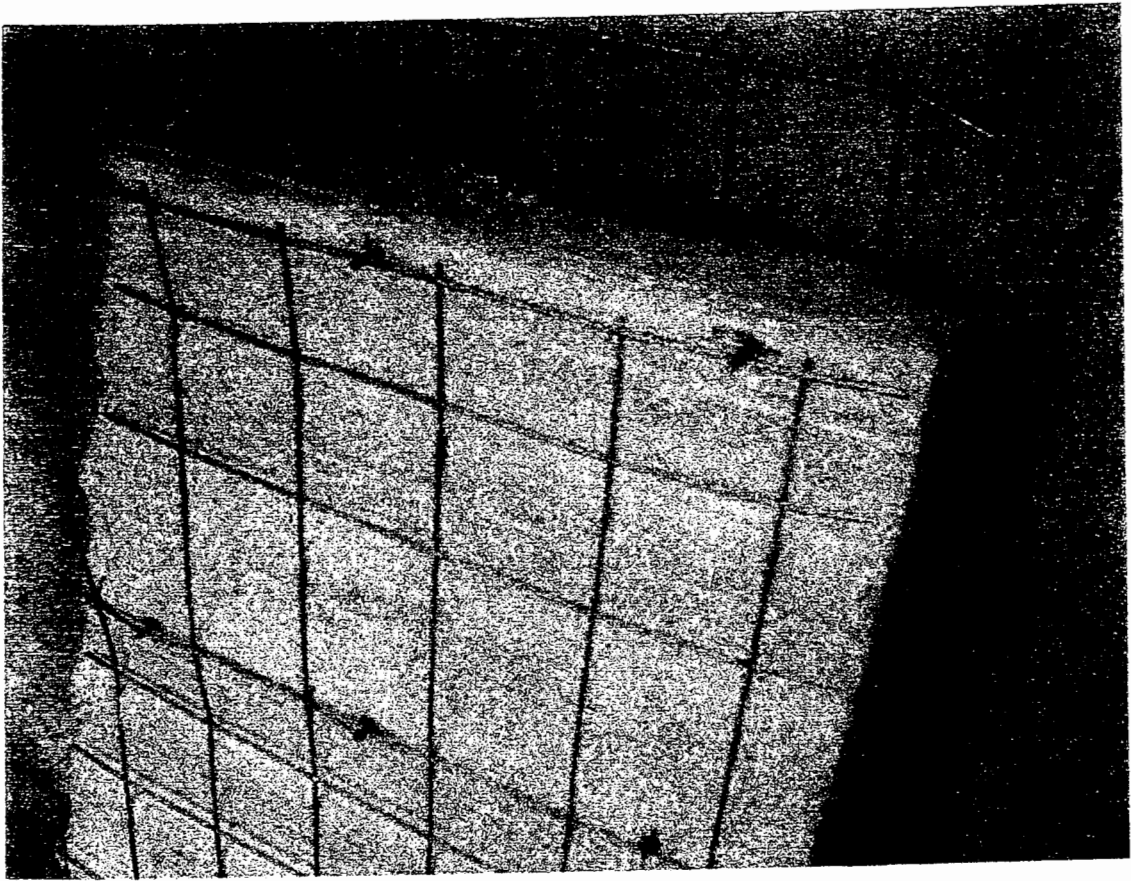
La casa construida con el sistema M2 cumple con los requisitos de resistencia y rigidez para hacer frente a las cargas verticales de peso propio y sobrecargas, así como también a las fuerzas sísmicas correspondientes al sismo de diseño, y por tanto se recomienda su utilización.

APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS

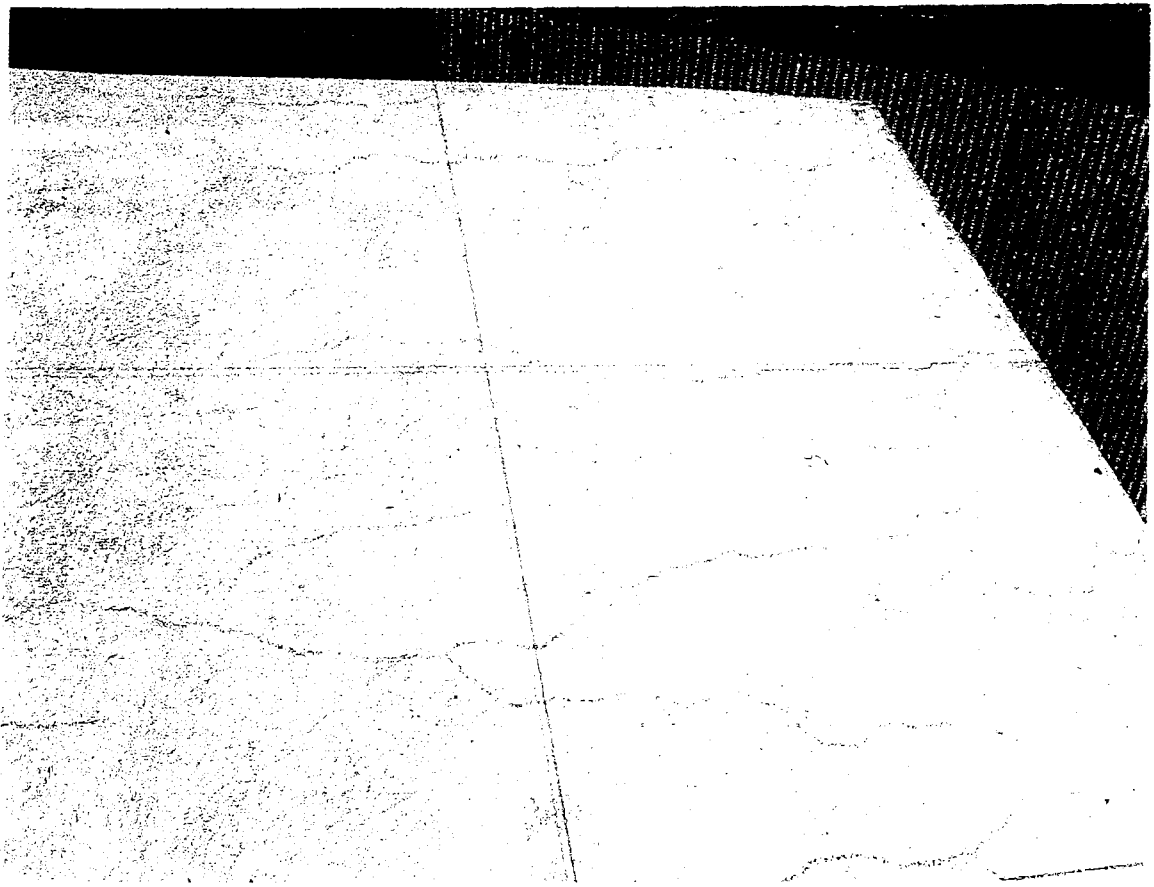
Los resultados indicados corresponden a la casa ensayada. Para otras configuraciones, los resultados pueden ser aplicables, siempre que conserven una cantidad de paredes en una y otra dirección, similar a la de la casa ensayada.

Ing. Patricio Placencia Andrade
Director del Centro de Investigación de la Vivienda





CONSTITUCIÓN DE LAS PAREDES



FISURAS PREEXISTENTES EN LA LOSA



FISURAS PREEXISTENTES EN LAS PAREDES

ANEXO 1:

OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE PERIODOS DE VIBRACION

ANALISIS DE VIBRACION AMBIENTAL

Calculo de periodo de vibracion

Muestra	Frec X	Frec Y
1	62	52
2	70	68
3	68	68
4	75	50

Media	68,75	59,5
Periodo	0,0145	0,0168

Periodo medio	0,0157 s
---------------	----------

Day
AO RI DI VO
Cond 136.53:1
ZCond 1.00:1

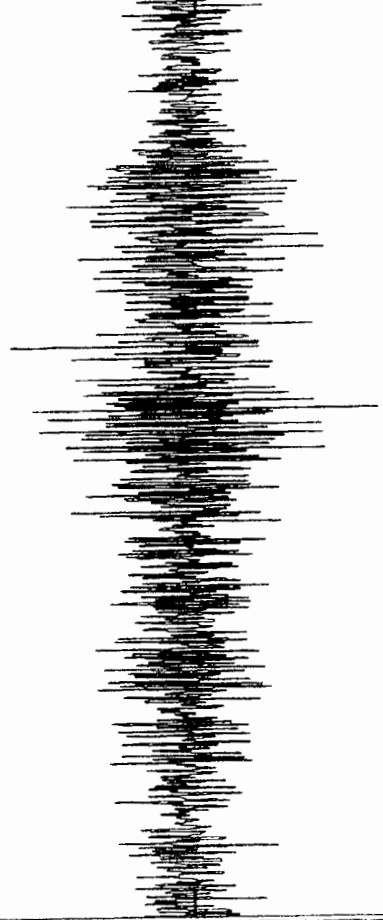
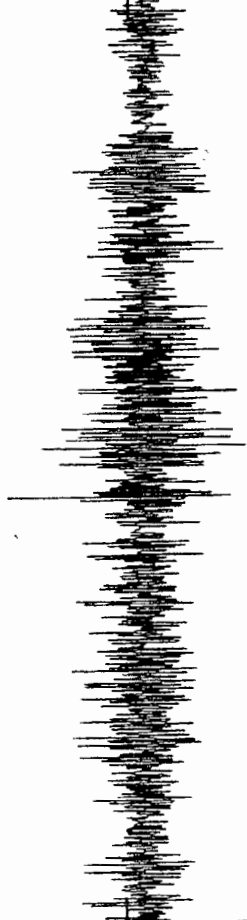
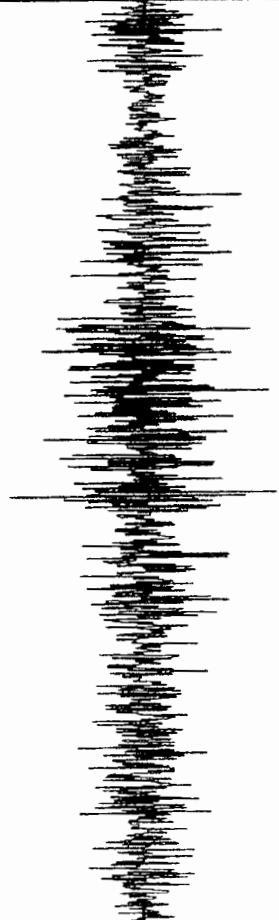
BZ 164.2700 BZ 168.7450 BZ 598.7000

Ch. 1 e-o
-0.0006789Vmax
-0.0039536Vmid
-0.0072283Vmin
0.0065494Vpp

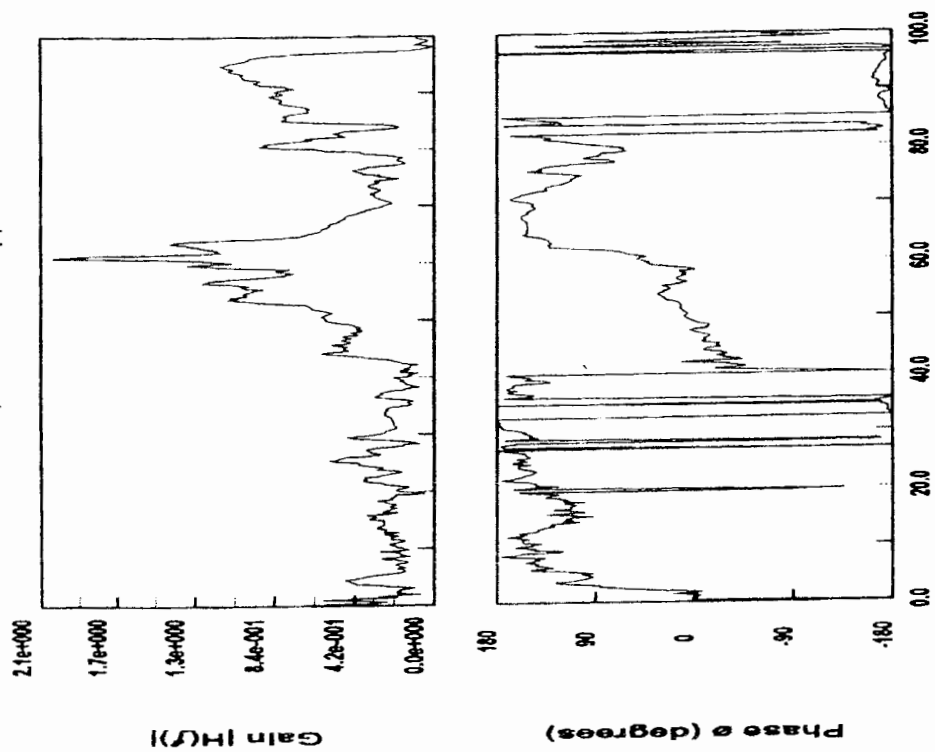
Ch. 2 v
0.0001925Vmax
-0.0027379Vmid
-0.0056684Vmin
0.0058609Vpp

Ch. 3 n-s
-0.0121230Vmax
-0.0167888Vmid
-0.0214547Vmin
0.0093317Vpp

Rel. to Ch 3



Station: UJ01 Channels 3,2: n-s & v 1/1/1980 (1) 2:10:50.000



Frequency (Hz)

AO RI DI VO
Cond 77.54:1
Zcond 1.00:1

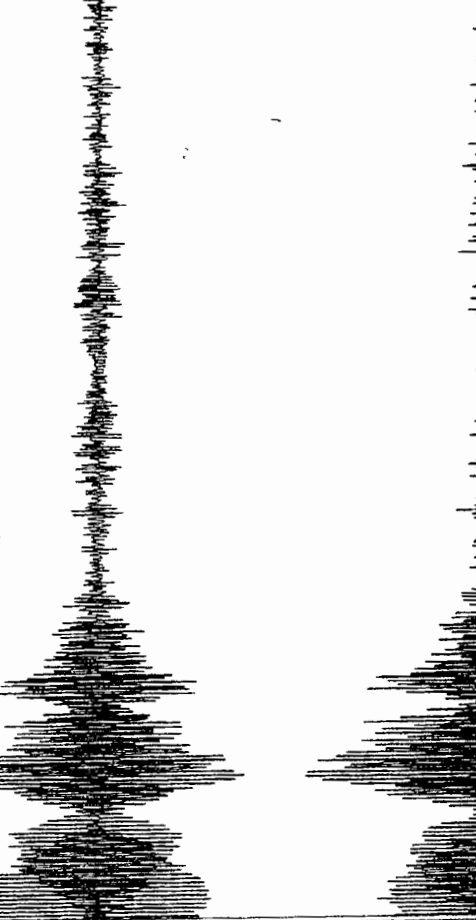
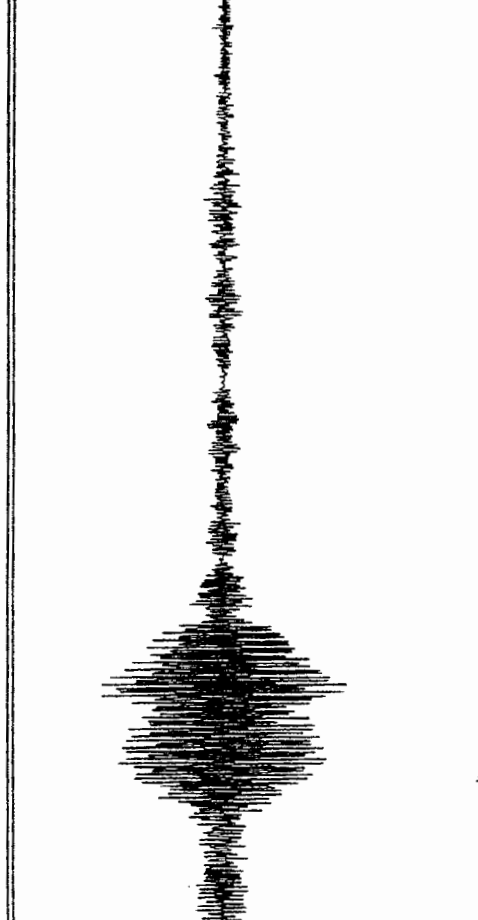
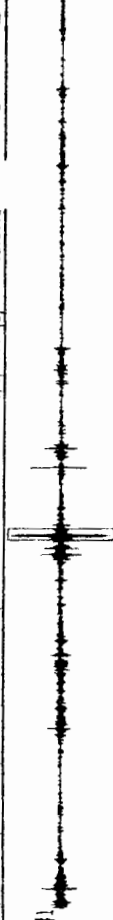
BZ 137.6200 E2 142.0950 E 340.0000

Ch. 1 e-o
0.0267518Vmax
-0.0032267Vmid
-0.0332052Vmin
0.0599565Vpp

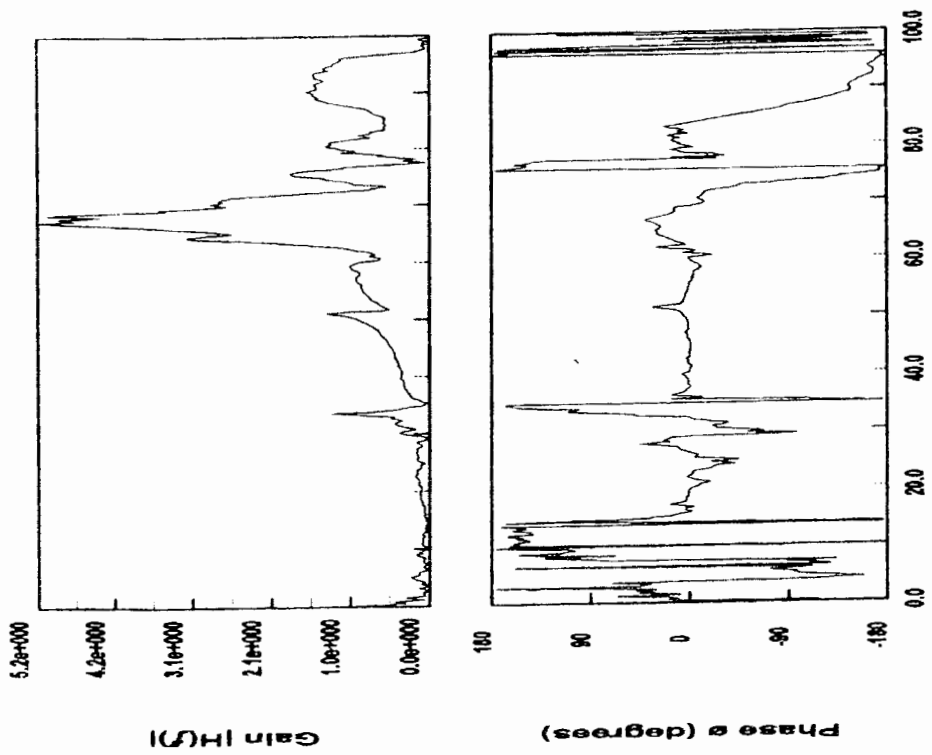
Ch. 2 v
0.0322139Vmax
-0.0038117Vmid
-0.0338374Vmin
0.0720513Vpp

Ch. 3 n-s
0.0349633Vmax
-0.0111434Vmid
-0.0572521Vmin
0.0922173Vpp

Rel. to Ch 3



Station: UO1 Channels 3,2: n-s & v 1/1/1980 (1) 1:20:25.000



Frequency (Hz)

ANEXO 2:

MODELACION MATEMATICA

Modelación computacional del prototipo de vivienda construida con el sistema M2.

Area interior de la vivienda: 52 m².

Elementos de la modelación.

El modelo de la vivienda en estudio se ha realizado utilizando el programa Etabs. Para la generación del prototipo, las paredes y cubierta se han construido con elementos Shell, los que tienen una sección e inercias equivalentes a la sección real de los paneles de los elementos.

El area e inercias equivalentes, corresponden a una sección de ancho unitario conformada por 2 capas de 3 cm de espesor separadas entre sí 6 cm, totalizándose un espesor de 12 cm para las paredes.

Para la cubierta, se consideraron 2 capas: de 3 cm la del lecho inferior de la losa y de 5 cm la superior, separadas entre si 6 cm, totalizándose un espesor de 14 cm.

Las aberturas de ventanas y puertas se colocaron en sus ubicaciones correspondientes, con dimensiones similares a las del prototipo.

Para el análisis, se tomaron las inercias de los elementos con los siguientes factores:

Paredes: 0,6 de la inercia geométrica

Losa: 0,6 de la inercia geométrica

Cargas para el análisis.

Cargas verticales.

Las cargas se han calculado de acuerdo con los requerimientos del CEC – 1977, según el anexo correspondiente.

Fuerzas sísmicas.

Las fuerzas se han calculado de acuerdo con los requerimientos del CEC – 2000, según el anexo correspondiente.

Combinaciones de carga.

Las combinaciones de carga corresponden a las indicadas por el código ACI-318-95.

Resultados del análisis.

Análisis dinámico.

El análisis dinámico indica que los primeros dos modos de vibración son de traslación, el de mayor periodo en la dirección corta de la vivienda, y el segundo, en la dirección larga. El tercer modo de vibración, es de traslación en la dirección corta, acoplado con torsión.

Los periodos calculados, son de 0,034; 0,028 s y 0,026 s respectivamente.

Los valores son mayores que el valor calculado mediante los ensayos de vibración ambiental, que es de 0,16 s. Lo anterior puede deberse a la consideración de inercias agrietadas en el modelo computacional.

Análisis de derivas.

Los resultados se muestran en el anexo correspondiente.

Análisis de resistencia.

Para estos análisis, se han utilizado los parámetros de los materiales indicados en las especificaciones de los mismos.

Alambres de acero.

En paredes:

Diámetro: 0,9 mm

Espaciamiento: Promedio de 10 cm

Resistencia: $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

En cubierta:

Diámetro: 1,8 mm, en la dirección corta de la vivienda

Diámetro: 0,9 mm, en la dirección larga de la vivienda

Espaciamiento: Promedio de 10 cm

Resistencia: $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo en platea de cimentación: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Hormigón.

Hormigón en paredes y losa: $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$

Hormigón en platea de cimentación: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Espesor de hormigón en cada capa de las paredes: Promedio 3 cm

Espesor de hormigón en losa:

Loseta superior: 5 cm

Recubrimiento inferior: 3 cm

Los resultados de los análisis de resistencia se muestran para los elementos con mayores solicitaciones, de acuerdo con la modelación, en el anexo correspondiente.

MODELACION COMPUTACIONAL DEL PROTOTIPO

Cargas de diseño

Calculo de cargas verticales

Peso propio

Espesor	0,08
Peso unitario/m3	2,40
Peso unitario/m2	0,19

Enlucidos masillados	0,08
Teja	0,05

Total carga muerta	0,32
--------------------	------

Carga viva	0,10
------------	------

Calculo de fuerzas laterales

Area total	178,75
Espesor	0,06
Peso unitario/m3	2,40
Peso unitario/m2	0,14
Peso total	25,74

Z	0,40
l	1,00
Frecuencia	67,00
T	0,02
S	1,20
C	99,72
Ca	3,00
ϕ_e	1,00
ϕ_p	1,00
R	5,00

Sa	0,24
V (T)	6,18

Combinaciones de carga

1. $1,4D + 1,7L$
2. $1,05D + 1,28L + 1,4S_x$
3. $1,05D + 1,28L - 1,4S_x$
4. $1,05D + 1,28L + 1,4S_y$
5. $1,05D + 1,28L - 1,4S_y$
6. $0,9D + 1,43S_x$
7. $0,9D - 1,43S_x$
8. $0,9D + 1,43S_y$
9. $0,9D - 1,43S_y$

RESULTADOS DE LA MODELACION

Comportamiento dinámico

Primer modo	Traslación X
Segundo modo	Traslación Y
Tercer modo	Traslación X y torsión

Análisis de derivas

	Δ (cm)	Altura (cm)	Deriva elastica	Deriva inelastica	Limite
Desplazamiento X	0,0062	357,00	0,000017	0,000087	0,01
Desplazamiento Y	0,0112	357,00	0,000031	0,000157	0,01

Análisis de resistencia

Resistencia de la losa

M_u sollicitación	0,17	Tm
M_n	0,21	Tm
ϕM_n	0,189	Tm

Donde

f_y (kg/cm ²)	5000
f_c (kg/cm ²)	300
d (cm)	12

Resistencia de paredes

Flexo - compresion

Panel de 3 m

M_u	9,82	Tm
P_u	6,06	T

Las sollicitaciones corresponden a un S_a de 0.4 g

Del diagrama de interacción

M_u	11,5	Tm
P_u	6,4	T

Cortante

Sollicitacion

V_u	7,13	T
-------	------	---

V_c	16,52	T
V_s	38,1	T
V_n	54,62	T
ϕV_n	46,427	

INTERACTION CURVE DATA

SECTION PANEL
MATERIAL CONC
DEPTH 3,000
WIDTH 6,000E-02
PATTERN RR-2-30
COVER 2,000E-02
REBAR % 1,667E-02

CURVE 1

POINT	P	MX	MY
1	180,6036	0,0000	0,0000
2	180,6036	11,0654	0,0000
3	180,6036	21,1880	0,0000
4	180,6036	30,5635	0,0000
5	180,6036	39,1920	0,0000
6	180,6036	47,0718	0,0000
7	180,4870	54,2050	0,0000
8	172,9731	60,5917	0,0000
9	165,4564	66,2320	0,0000
10	157,9366	71,1263	0,0000
11	150,4148	75,2737	0,0000
12	142,8873	78,6765	0,0000
13	135,3552	81,3342	0,0000
14	127,8177	83,2472	0,0000
15	120,2731	84,4156	0,0000
16	112,7209	84,8408	0,0000
17	105,1496	84,5103	0,0000
18	97,5769	83,4193	0,0000
19	90,0045	81,5681	0,0000
20	82,4319	78,9559	0,0000
21	74,8593	75,5832	0,0000
22	67,2871	71,4504	0,0000
23	59,7142	66,5562	0,0000
24	52,1429	60,9025	0,0000
25	44,5709	54,4884	0,0000
26	36,9976	47,3120	0,0000
27	29,4253	39,3761	0,0000
28	22,9403	32,2062	0,0000
29	16,1576	24,0122	0,0000
30	8,1403	13,3541	0,0000
31	-1,1340	0,0000	0,0000

ANEXO 3:

ENSAYO DE CARGA VERTICAL



Calculo de cargas verticales de ensayo

Peso propio

Espesor	0,08
Peso unitario/m3	2,4
Peso unitario/m2	0,192

Enlucidos masillados	0,08
Teja	0,05

Total carga muerta	0,322
--------------------	-------

Carga viva	0,1
------------	-----

Carga de ensayo	0,33568	T/m2
-----------------	---------	------

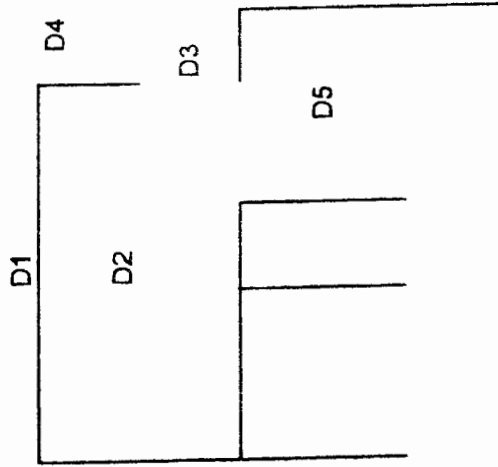
Carga de ensayo	0,332	T/m2
-----------------	-------	------

Area a ensayarse	27	m2
Carga total	8,964	T

Ensayo de carga vertical

Carga kg/m ²	Lecturas				
	D1	D2	D3	D4	D5
Lo					
0	-5	0	3	-5	-3
	-5	0	3	-5	-3
55	1	14	3	3	1
110	3	29	4	5	5
165	8	48	4	16	8
220	12	68	4	22	11
275	19	90	4	25	15
330	22	115	4	26	18
165	18	95	4	11	14
0	5	80	3	6	9

Carga kg/m ²	Lecturas ajustadas				
	D1	D2	D3	D4	D5
0	0	0	0	0	0
55	6	14	0	8	4
110	8	29	1	10	8
165	13	48	1	21	11
220	17	68	1	27	14
275	24	90	1	30	18
330	27	115	1	31	21
165	23	95	1	16	17
0	10	80	0	11	12



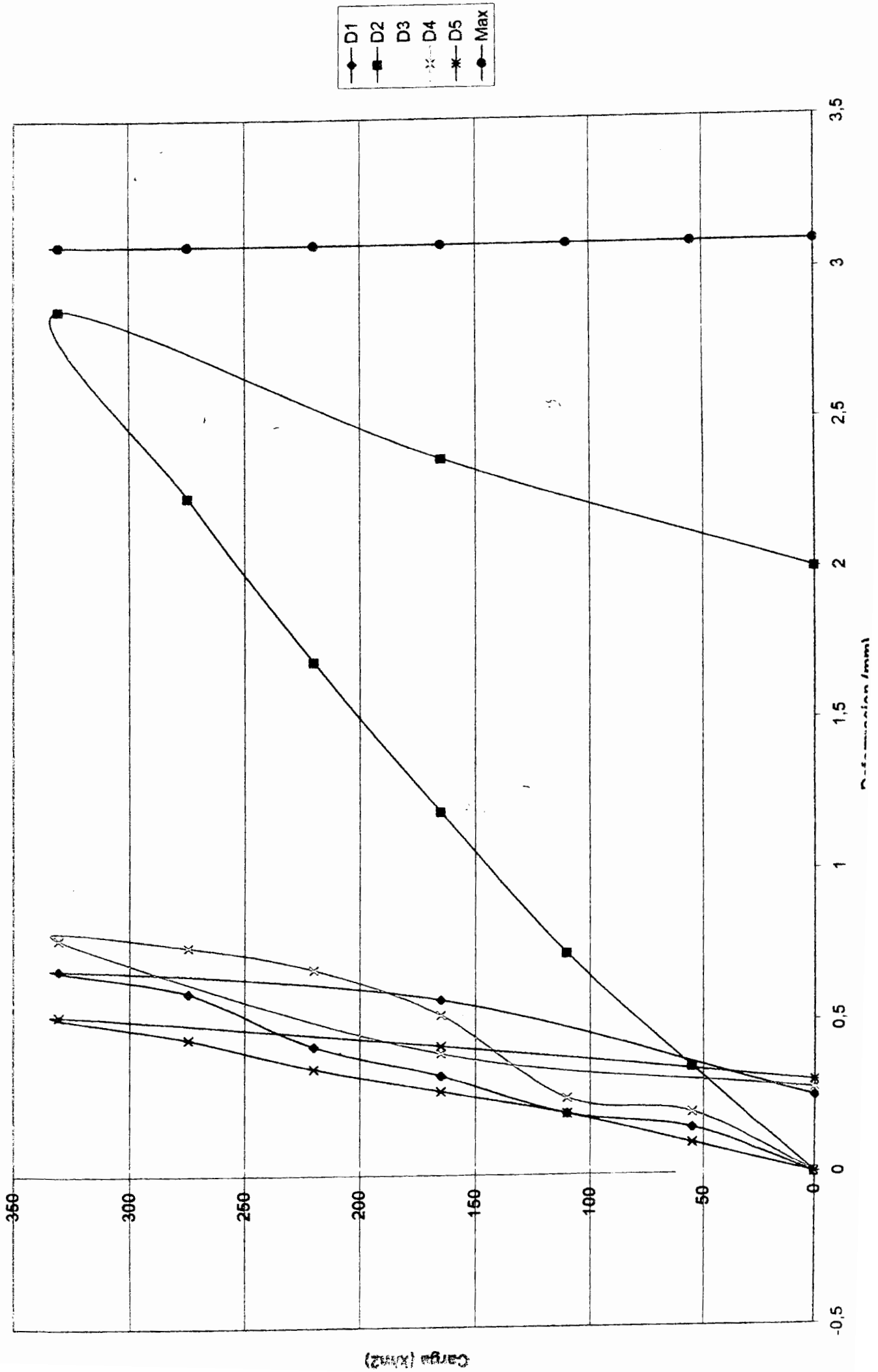
Carga kg/m ²	Lecturas (mm)				
	D1	D2	D3	D4	D5
0	0	0	0	0	0
55	0,15	0,35	0	0	0,1
110	0,2	0,725	0,025	0,25	0,2
165	0,325	1,2	0,025	0,525	0,275
220	0,425	1,7	0,025	0,675	0,35
275	0,6	2,25	0,025	0,75	0,45
330	0,675	2,875	0,025	0,775	0,525
165	0,575	2,375	0,025	0,4	0,425
0	0,25	2	0	0,275	0,3

Deformacion máxima ensayo (mm)	2,875
Deformacion remanente (mm)	2,375

Deformacion admisible(ACI-318)

Longitud del vano (m)	2,94
Deformacion admisible (cm)	0,31
Deformacion admisible (mm)	3,09

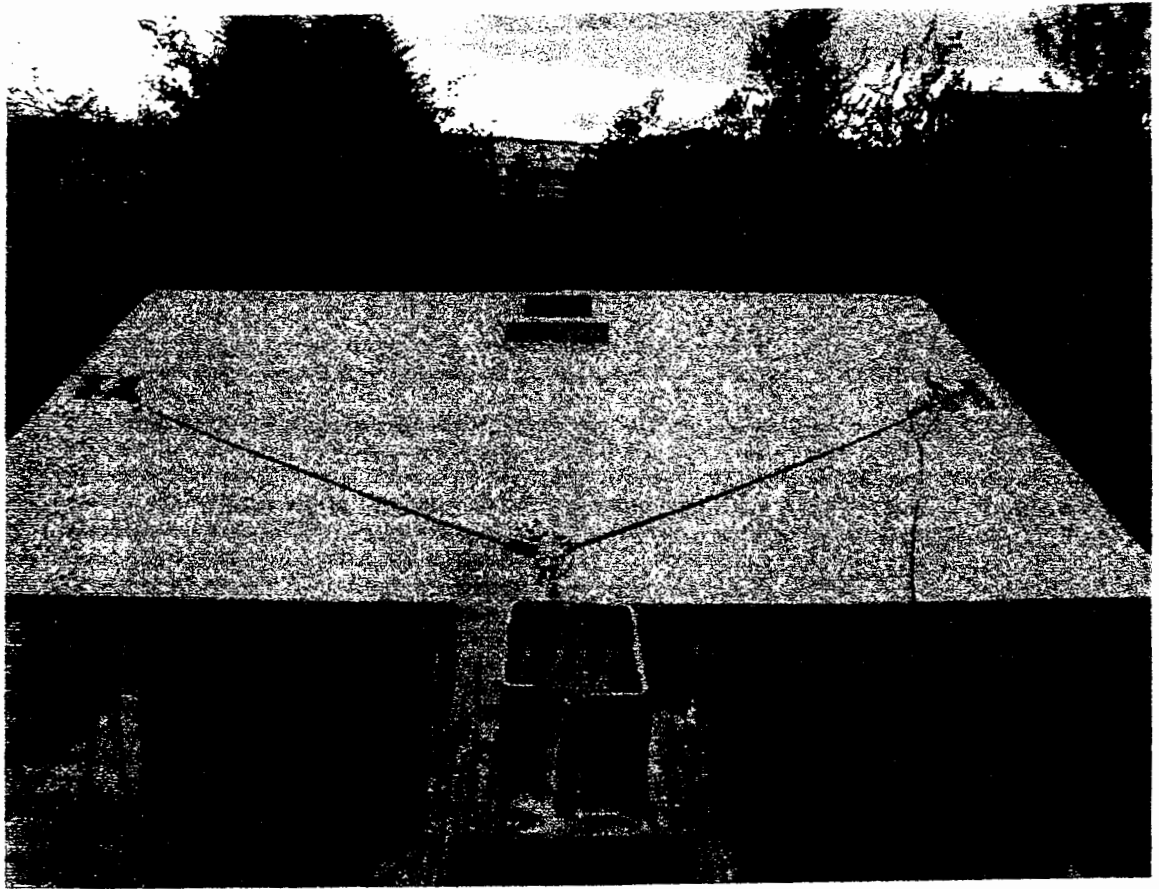
Grafico Carga vertical vs. deformacion

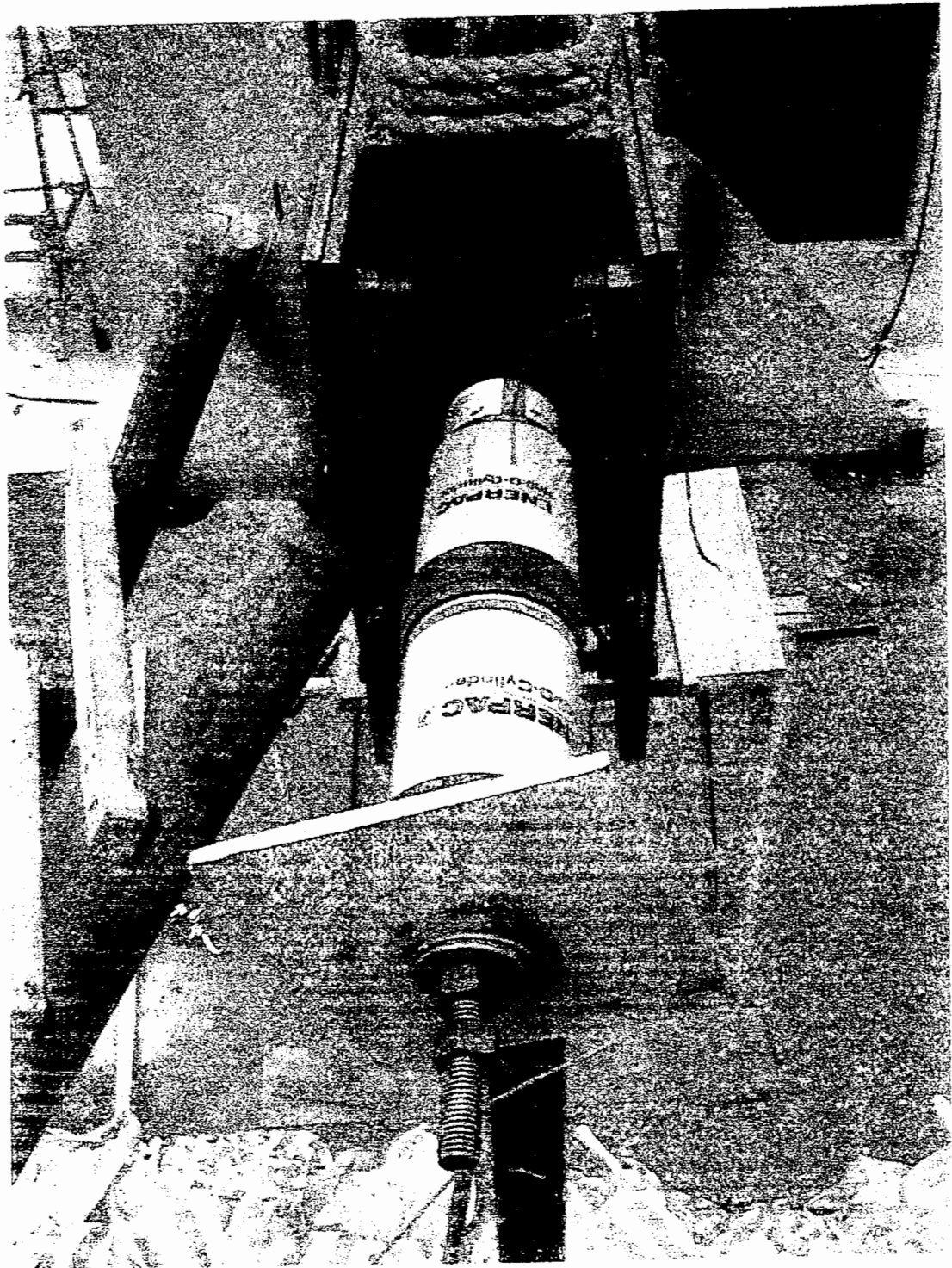


ANEXO 4:

**ENSAYO DE CARGA LATERAL – DIRECCION LARGA
DE LA CASA**







Calculo de fuerzas sismicas

Pared				Coordenadas			A*x	A*y	A*z	
	x	y	Area	x	y	z				
1			10,20	2,50	9,00	1,22	25,50	91,80	12,44	
2	18,96		4,74	0,75	6,00	1,58	3,56	28,44	7,49	
3	8,19		2,05	2,80	5,00	1,71	5,73	10,24	3,49	
4	18,96		4,74	4,25	6,00	1,58	20,15	28,44	7,49	
5	18,96		4,74	0,75	3,00	1,58	3,56	14,22	7,49	
6	44,24		11,06	4,25	3,00	1,58	47,01	33,18	17,47	
7	31,52		7,88	5,50	0,00	1,22	43,34	0,00	9,61	
8	73,78	3,16	1,55	18,45	0,00	5,84	0,00	107,72	28,59	
9	33,60	1,56	1,41	8,40	2,50	7,44	1,41	21,00	62,50	11,84
10	13,12	0,51	1,64	3,28	1,25	5,50	1,64	4,10	18,02	5,38
11	33,60	1,56	1,41	8,40	5,00	7,44	1,41	42,00	62,50	11,84
12	27,06	0,98	1,69	6,77	2,50	4,02	1,69	16,91	27,20	11,43
13	27,06	0,98	1,69	6,77	3,75	4,02	1,69	25,37	27,20	11,43
14	21,44	1,03	1,34	5,36	1,00	1,03	1,34	5,36	5,52	7,18
15	73,78	3,16	1,55	18,45	6,00	3,16	1,55	110,67	58,29	28,59
Cubierta	230,00			57,50	3,00	4,50	3,06	172,50	258,75	175,95
Total				178,77				546,74	834,00	357,74

Area total	178,77
Espesor	0,06
Peso unitario/m3	2,40
Peso unitario/m2	0,14
Peso total	25,74

Centro de masas	
x	3,06
y	4,67
z	2,00

Z	0,40
l	1,00
Frecuencia	67,00
T	0,02
S	1,20
C	99,72
Ca	3,00
φe	1,00
φp	1,00
R	5,00

Sa	0,24	0,40
V (T)	6,18	10,30

Calculo de fuerzas sismicas por participacion modal

Paredes	121,27	m2
espesor	0,06	m2
Volumen	7,28	m3
Peso par	17,46	T
Peso cub	8,28	T

Fuerzas aplicadas en los ensayos de fuerza lateral

	Dir. Larga	Dir. Corta
Peso pond	17,01 T	17,01 T
Fuerza aplicada	6,30 T	7,20 T
Sa aplicado	37,04 %	42,33 %

Resultados del Ensayo de Carga Lateral
 Ensayo en la dirección larga de la vivienda

Maximos

Fuerza	D1	D3	D4	D5	D6
6283,149902	0,05604365	0,4656527	0,11205862	0,15020125	-0,05006659

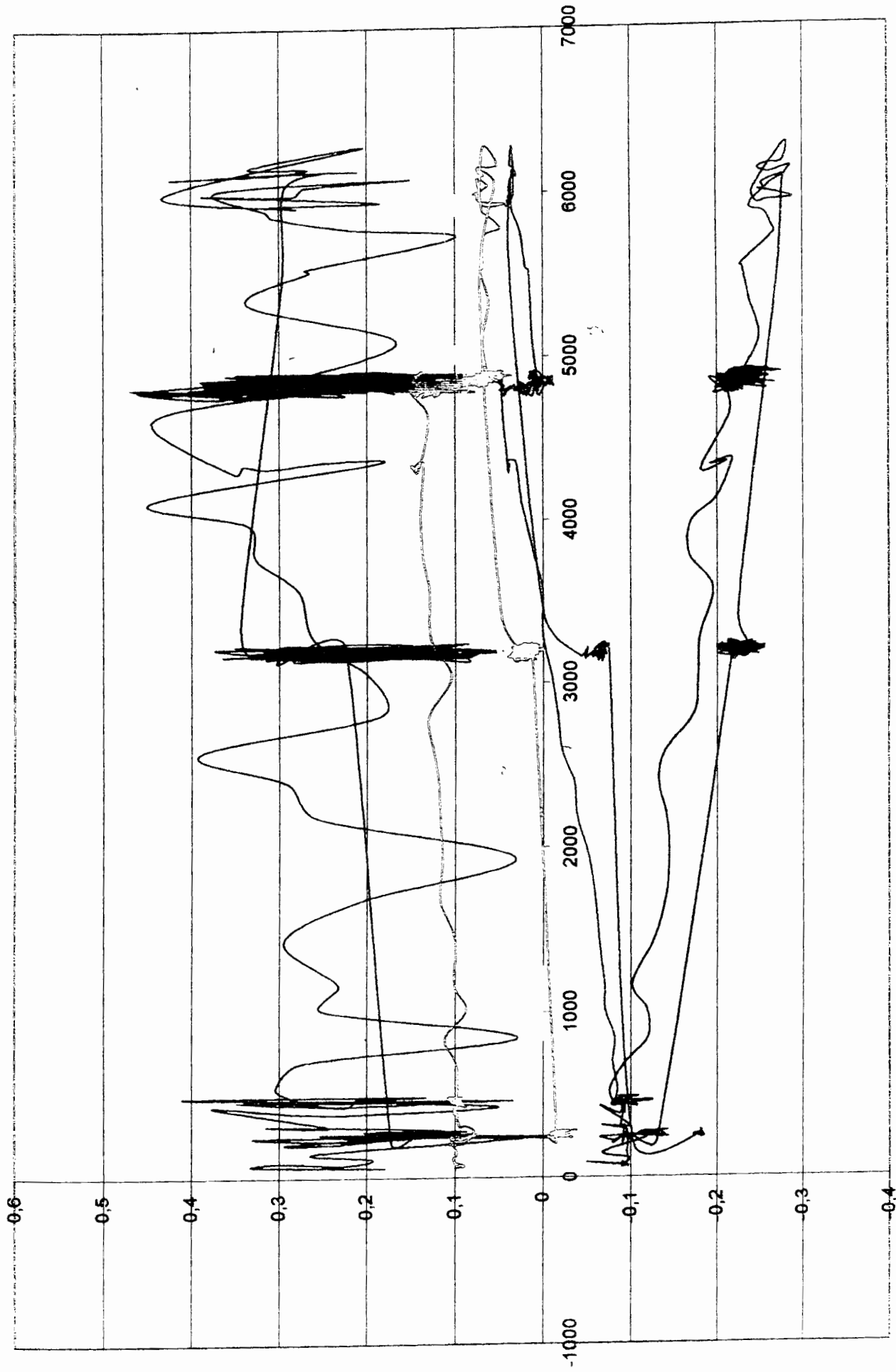
Minimos

Fuerza	D1	D3	D4	D5	D6
57,15151978	-0,18537466	-0,01929813	-0,02652957	-0,03920688	-0,28890717

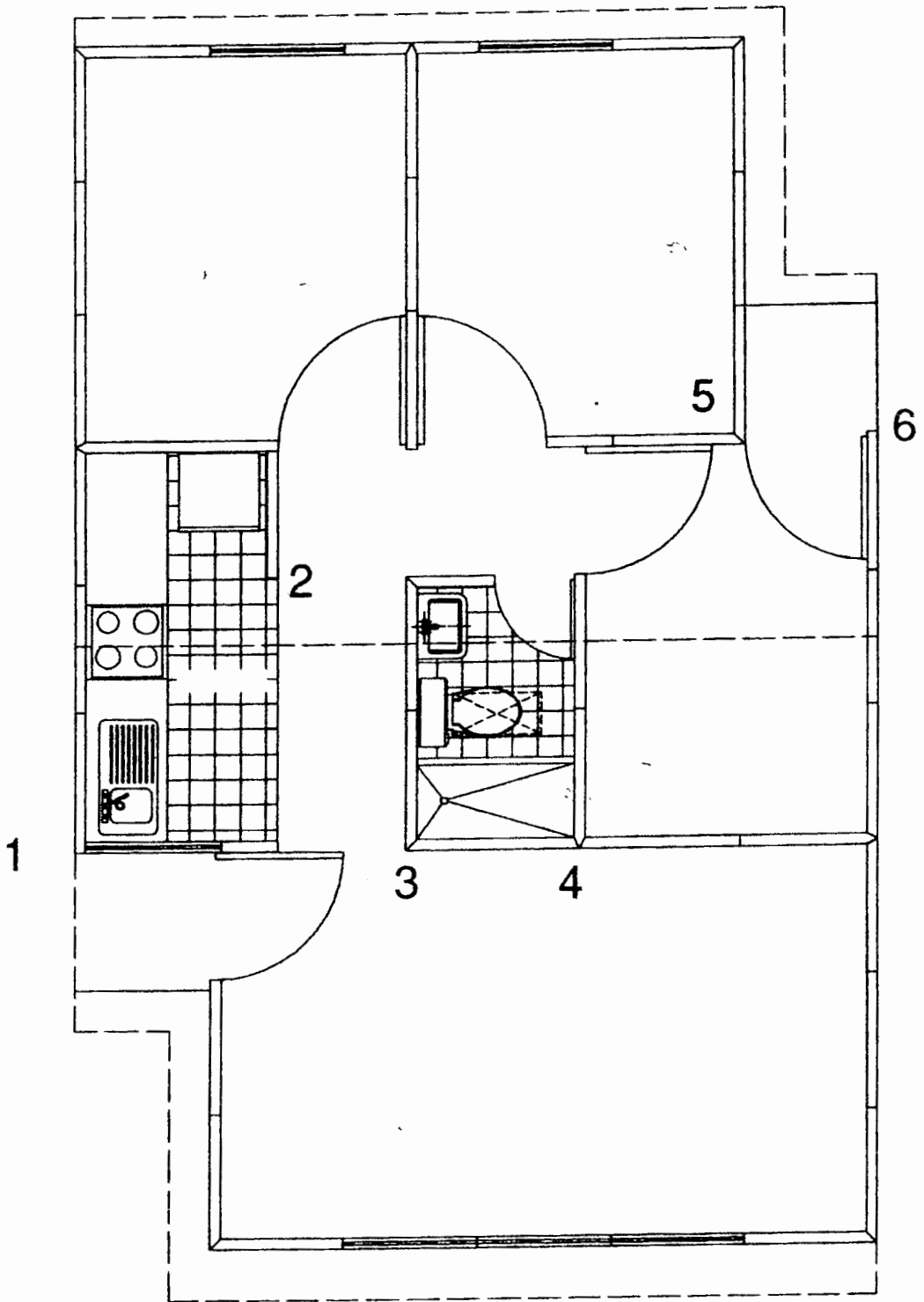
Resumen de desplazamientos

D maximo	0,46600	mm
Fuerza	6280,00	kg
Deriva elastica	0,00019	
Deriva inelastica	0,00097	
Deriva permisible	0,01000	

Grafico Fuerza - Desplazamiento
Direccion Larga



Fuerza (kg)



ANEXO 5:

**ENSAYO DE CARGA LATERAL – DIRECCION CORTA
DE LA CASA**



Resultados del Ensayo de Carga Lateral
Ensayo en la dirección corta de la vivienda

Maximos

Fuerza	D1	D3	D4
7278,015625	0,24377352	0,270795673	0,235695362

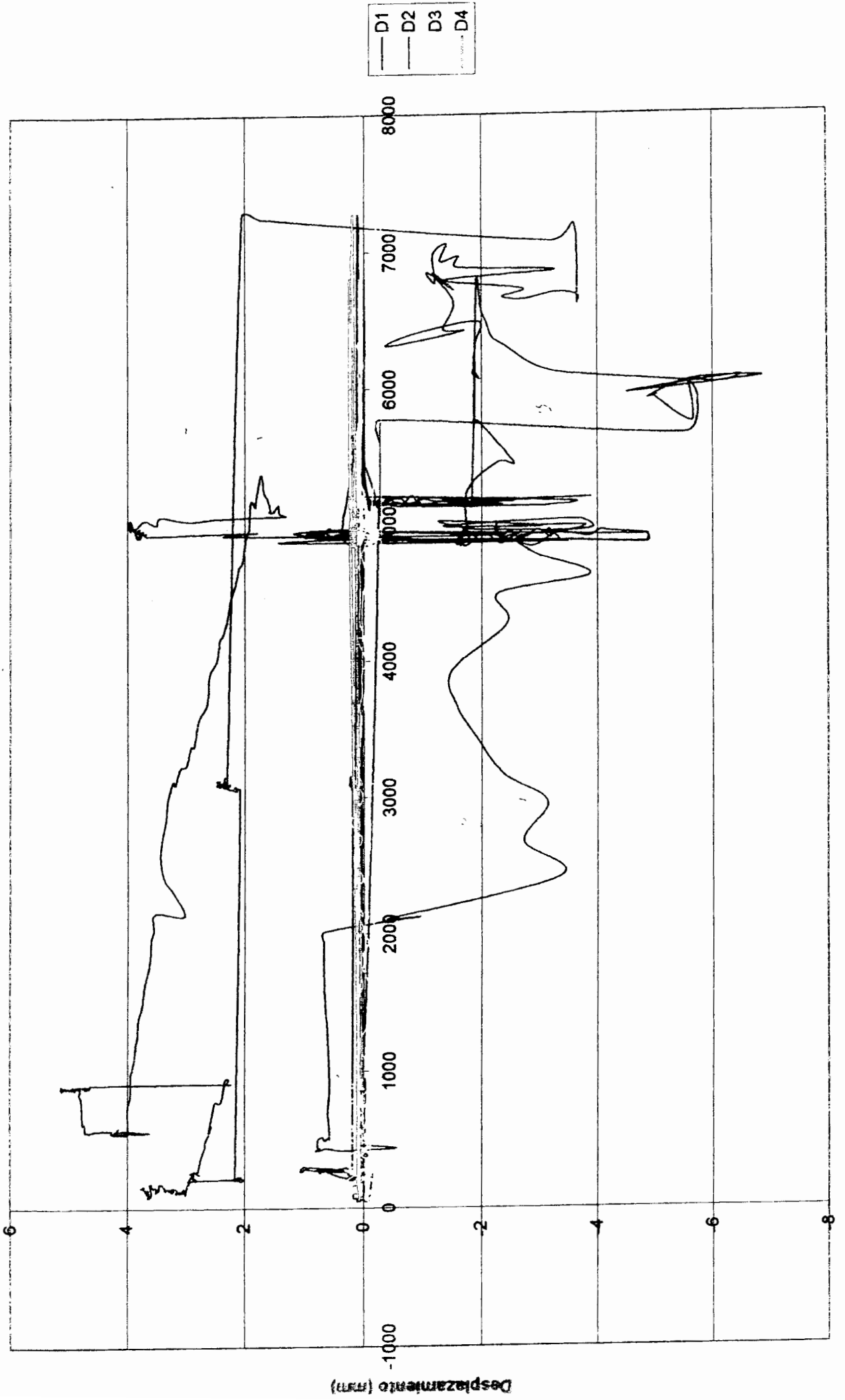
Minimos

Fuerza	D1	D3	D4
42,76805496	0,000954809	-0,384436816	0,04543699

Resumen de desplazamientos

D maximo	0,38000	mm
Fuerza	7278,02	kg
Deriva elastica	0,00016	
Deriva inelastica	0,00079	
Deriva permisible	0,01000	

Grafico Fuerza - Desplazamiento
Direccion Corta



Fuerza (kg)

