

Figura 2

II SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE CONSTRUCCION  
DE VIVIENDAS ECONOMICAS

GLARILEM

DISEÑO Y VERIFICACION SISMICA DE VIVIENDAS ECONOMICAS  
LIMITACIONES EN LA APLICACION DE LAS NUEVAS  
NORMAS ANTISISMICAS DE VENEZUELA

JOSE GRASES  
División de Estudios de Estructuras,  
Instituto de Materiales y Modelos  
Estructurales, IMME,  
Facultad de Ingeniería,  
Universidad Central de Venezuela.

II SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS ECONOMICAS

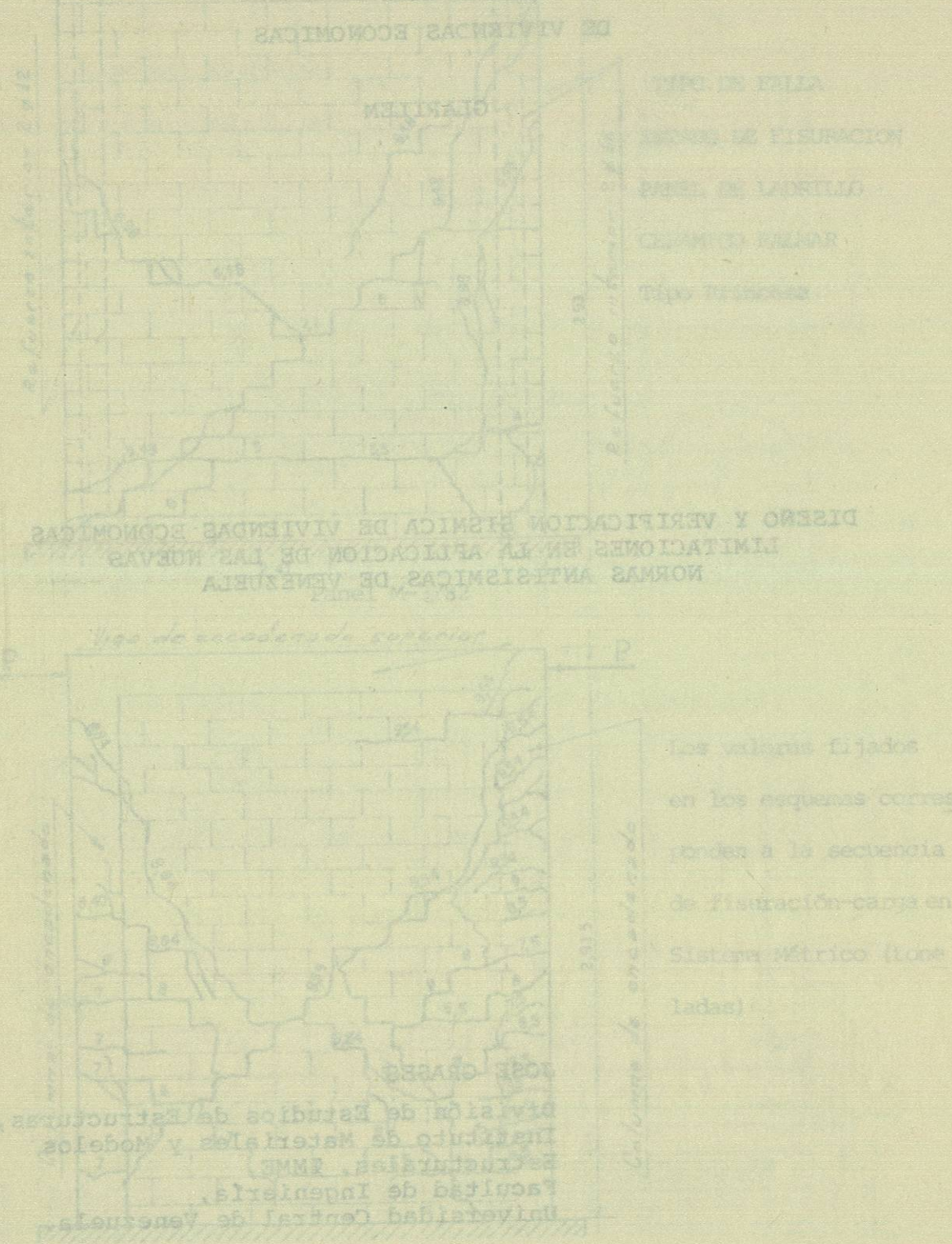


Figura 2

Entre las prescripciones generales de las nuevas Normas para Construcciones Antisísmicas de Venezuela actualmente en discusión, se establece que su ámbito de aplicación está restringido a edificaciones debidamente clasificadas de acuerdo a criterios de tipificación normados en el Capítulo correspondiente. Si se tiene presente que, en su gran mayoría, las soluciones constructivas encaminadas al logro de viviendas económicas no satisfacen los criterios recién señalados, es importante ofrecer la alternativa adecuada para no perder el beneficio de la experiencia vertida en las nuevas Normas. Por esta razón, en las mismas prescripciones generales se indica explícitamente que el análisis y diseño de edificaciones que no puedan clasificarse en alguno de los sistemas estructurales resistentes a sismos tipificados, deben seguir los lineamientos básicos de las mencionadas Normas; éstos no obstante, no son dados en forma explícita.

En este trabajo se revisan las limitaciones de los lineamientos básicos a ser aplicados en el análisis, diseño y verificación de viviendas económicas. En particular se llama la atención sobre la necesidad de combinar criterios analíticos y experimentales en la verificación de la seguridad de sistemas constructivos que implican un gran número de viviendas nominalmente iguales a ser ubicadas en zonas de elevada amenaza sísmica.

## I N D I C E

1. Introducción .....	157
2. Zonificación .....	159
2.1 Aplicación General .....	159
2.2 Aplicación a la Verificación de Sistemas de Vi- viendas Económicas .....	
3. Espectros Normalizados de Respuesta Elástica .....	
3.1 Aplicación General .....	160
3.2 Aplicación a la Verificación de Sistemas de Vi- viendas Económicas .....	160
4. Sistemas Resistentes a Sismos y Factor de Ductilidad ..	161
4.1 Aplicación General .....	161
4.2 Aplicación a la Verificación de Sistemas de Vi- viendas Económicas .....	163
5. Espectros de Diseño .....	164
6. Modelización y Métodos de Análisis .....	164
7. Criterios de Verificación .....	166
7.1 Aplicación General .....	166
7.2 Aplicación a la Verificación de Sistemas de Vi- viendas Económicas .....	167
8. Síntesis de Aspectos Resaltantes .....	167
9. Referencias .....	169

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante tiempos históricos se tiene conocimiento de terremotos destructores en ciudades y poblados de todos los continentes de la tierra. Un elevado porcentaje de los centenares de miles de víctimas cobradas por los sismos, es debido al derrumbe de construcciones hechas por el hombre. El fenómeno sismo se transforma así en una amenaza de importancia creciente en la medida que las áreas urbanas crecen y se hacen más densas. Por sus características particulares, esta amenaza de la naturaleza exige un enfoque ingenieril singular cuando se trata de mitigar sus efectos en las construcciones. En efecto, dado lo infrecuente de los eventos más severos la solución tiende a ser óptima desde un punto de vista económico, si en los criterios de diseño contra esos eventos de extrema severidad se aceptan daños importantes en las construcciones, incluso daños estructurales, en lugar de pretender evitarlos a base de soluciones más robustas y costosas.

Esto perfila una filosofía general de diseño ampliamente aceptada en los códigos modernos, según la cual en las construcciones ubicadas en zonas sísmicas se debe lograr una solución estructural económica, capaz de resistir sismos moderados sin sufrir daños de importancia y que, bajo la acción de sacudidas más intensas propias de los sismos más fuertes esperados, el sistema resistente a sismos de la edificación pueda sufrir daños sin alcanzar la condición de colapso. Las nuevas Normas venezolanas para construcciones antisísmicas se fundamentan explícitamente en la filosofía anterior.

Estas Normas establecen criterios de análisis y diseño para nuevas edificaciones que posean características de comportamiento tipificable en sus sistemas resistentes a sismos y por tanto sea posible utilizar en su análisis

simplificaciones fundamentadas en experiencias previas. Ocurre sin embargo, y de acuerdo a la experiencia acumulada en el IMME, que la gran mayoría de las soluciones constructivas para viviendas económicas no son de comportamiento tipificable, por poseer una diversidad de características diferentes a las contempladas en las prescripciones normativas. Para estos casos, las nuevas Normas venezolanas en su Sección 3.5 estipulan que "se deberán seguir los lineamientos básicos" de las mismas. En particular y en el Capítulo 1, se excluyen del ámbito de aplicación de las Normas los requerimientos para "el análisis y diseño de edificaciones cuyos elementos portantes sean prefabricados".

Estas limitaciones en la aplicación de la Norma son importantes, si tenemos presente los dos hechos siguientes: (1) un alto porcentaje de las inversiones en el sector vivienda, ya hechas y de las programadas para el futuro, está orientado a soluciones habitacionales de bajo costo, y (2) que, en el caso particular de Venezuela, cerca del 80 % de su población habita en zonas de elevada amenaza sísmica tal como se puede constatar en la Figura Nº 1. Es evidente por tanto, que el problema de la verificación sísmica de soluciones habitacionales de bajo costo, uni o multifamiliares, amerita atención especial. No debe perderse de vista que la construcción masiva de viviendas con el consiguiente abaratamiento del costo unitario, generalmente conduce al empleo de sistemas de tipo industrializado, dando lugar a un elevado número de construcciones nominalmente idénticas a ser ubicadas en condiciones geotécnicas y de amenaza sísmica, diferentes.

La naturaleza repetitiva de estas construcciones hace más obligante la aplicación eficiente de los conocimientos actuales en el dominio de la Ingeniería Sísmica, sintetizados en esos "lineamientos básicos" que se mencionan en

las Normas con el fin de reducir la amenaza de pérdidas importantes. Esos lineamientos no son dados en forma explícita en las Normas. Para facilitar su aplicación se revisan a continuación, anotando sus limitaciones en la verificación sísmica de viviendas económicas.

## 2. ZONIFICACIÓN

### 2.1) Aplicación General

Dado que las Normas son de aplicación en todo el país, éste ha sido zonificado desde el punto de vista de las acciones sísmicas con fines de Ingeniería (Fig. 1B). Para cada una de las zonas se establecen valores de la aceleración máxima del terreno  $A_0$ , asociados a probabilidades de excedencia en 50 años que oscilan entre 5 % y 20 % aproximadamente dentro de cada zona (Ref. 3). Con esto, durante la vida útil de la edificación, si ésta está situada en la zona de mayor amenaza sísmica (Zona 4), probablemente experimentará: (a) varios temblores de moderada intensidad y duración, y (b) por lo menos un sismo de elevada intensidad y larga duración. La intensidad de las sacudidas sísmicas puede ser caracterizada por los espectros de respuesta elástica, y es decreciente en las zonas sísmicas subsiguientes.

### 2.2) Aplicación a la Verificación de Sistemas de Viviendas Económicas

La zonificación sísmica del país mostrada en la Fig. 1B, puede considerarse esencialmente válida para ser aplicada en la verificación sísmica de viviendas económicas. Sistemas aprobados para ser ubicados en zonas donde no se requiere tomar en consideración la acción sísmica (Zona 0), o en zonas de actividad sísmica moderada (Zonas 1 y 2) deberán ser debidamente evaluados antes de aceptar que su construcción se extienda a zonas sísmicas de mayor amenaza.