

**Algunos comentarios con relación a la nueva propuesta de Norma Sismorresistente.**  
*Some comments regarding the proposed new Seismic Standard.*



**Ing. Lucas de la C. Martínez Rodríguez**  
Profesor Auxiliar  
Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”  
(Cujae), Facultad de Ingeniería Civil, La Habana, Cuba  
E-mail: [lucasm@civil.cujae.edu.cu](mailto:lucasm@civil.cujae.edu.cu)



**Dr. Ing. Carlos Llanes Burón**  
Profesor Titular  
Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”  
(Cujae), Facultad de Ingeniería Civil, La Habana, Cuba  
E-mail: [llanes@civil.cujae.edu.cu](mailto:llanes@civil.cujae.edu.cu)

Recibido: 31-05-16

Aceptado:01-07-16

**Resumen:**

Se realiza para este artículo una búsqueda de normas de diseño sismorresistente en Sudamérica para ver los puntos coincidentes y diferentes que poseen las normas objetos de estudio. El mismo contiene aspectos del capítulo 1 Marco referencial de la tesis de maestría en elaboración, de uno de los autores, donde se evalúan la NC 46:1999 y la nueva propuesta. Se evalúa el tiempo entre las dos ediciones de normas sismorresistentes en cuatro países consultados (Colombia, Ecuador, Chile y Perú) con el tiempo entre las dos ediciones de la norma cubana, así como la responsabilidad legal de su aplicación. Se establecen las diferencias y los puntos en común entre la norma cubana vigente y la nueva propuesta, así como aspectos que pudieran enriquecer a ésta última. Se hace referencia a la evaluación que en la actualidad se realizan con ambas normas por parte del Centro de Prevención y Mitigación de Desastres, PREMIDES, mediante tesis de diploma y maestría, para ajustes futuros de la norma.

**Palabras clave** : Normas, sismorresistente, categoría de uso, diseño estático, diseño dinámico, respaldo legal.

**Abstract:**

It is carried out for this article a search of earthquake resistant design standards in South America to see the coincident and different points that possess those codes. It has aspects of

the referencial framework of the master thesis in elaboration, of one of the authors, where in which NC 46:1999 and the new proposal are evaluated. The time among the two editions of earthquake resistant standards in four countries consulted (Colombia, Ecuador, Chile and Peru) with the time among the two editions of the Cuban norm, as well as the legal responsibility of its application are considered. Different and likeness points between both cuban standards were settle down, as aspects that may improve the last one. Reference is made to the evaluation that at the present time are carried out with both standards at the Prevention and Mitigation of Disasters Center, PREMIDES, by means of diploma and master thesis, for future adjustments of the code.

**Keywords:** Standards and codes, earthquake resistant design, use category, static design, dinamic design, legal support.

## **Introducción:**

La norma NC 46:1999 ya tiene 17 años de vigencia y como la dialéctica es aplicable aún para los documentos que rigen requisitos en cualquier actividad, es obvio que una nueva propuesta ha salido a la luz para su discusión y posterior enmienda y/o aprobación.

Pudiera asombrar el dilatado término que ha mediado para renovarla, no obstante la vigente tuvo que esperar 15 años para derogar a su antecesora, la NC 53-114:84. Tal vez la razón de más de una década de espera entre renovaciones, responde a la cantidad de instituciones que deben coincidir para ello como son: ministerios, universidades, centros de investigaciones, defensa civil, empresas de proyectos, oficina nacional de normalización, entre otras.

Lo que queda oculto y tal vez sin un merecido valor, es el resultado de un trabajo continuo y dedicado a la sismología en nuestro país<sup>1</sup> cuyo fruto final es la renovación de la normativa que facilite un diseño y construcción más adecuado para las edificaciones sismorresistentes.

## **TIEMPO DE RENOVACIÓN DE NORMAS SISMORRESISTENTES EN OTROS PAÍSES DE LATINOAMÉRICA.**

Con el ánimo de conocer el tiempo que media entre una edición y otra, se consultaron diversas fuentes, con el siguiente resultado.

- ✓ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10:

Este reglamento tuvo su primera versión por decreto gubernamental el 7 de junio de 1984, actualizada en su segunda versión el 3 de Enero de 1998, 14 años después y esta tercera versión del 19 de Marzo del 2010 apareció 12 años más tarde.

- ✓ CPE INEN 005-1 capitulo 12 (2001) Código Ecuatoriano de la construcción. Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente.

Este código ya tiene 14 años de aplicación y está dentro del término de tiempo para ser actualizado.

- ✓ NCh2369.Of2003 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales. (Chile).  
La presente norma ya tiene 12 años de editada, por lo que también está en el término de ser actualizada, según el comportamiento de actualización en el área.
- ✓ Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del RNE. DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA. Perú.(DS-003-2016-VIVIENDA PERUANA).

Esta norma técnica fue aprobada inicialmente en el año 2006, con una primera modificación en el 2014 (intervalo de 8 años) y una segunda modificación en el 2016 (intervalo de 2 años), según decreto supremo (presidencial) y publicado en el periódico "El Peruano" el domingo 24 de Enero del 2016, por el presidente Ollanta Humala Tasso y el ministro de vivienda, construcción y saneamiento Francisco Adolfo Dumler

---

<sup>1</sup> Cotidiana labor del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, CENAIIS y las universidades.

Cuya. Resulta esta norma de las cuatro normativas de Latinoamérica consultadas, la de menor período de actualización.

- ✓ “International Building Code”, el cual rige en los Estados Unidos, es actualizado cada tres años.

Se puede ver que excepto las normativas de Perú y Estados Unidos, las restantes poseen más de una década entre renovaciones.

Volviendo al ámbito nacional, se puede considerar que más que un factor institucional, resulte mucho más difícil hacer coincidir en tiempo y lugar a especialistas, que no reciben una remuneración monetaria por la actividad técnica de estudio, revisión y/o aprobación de una nueva normativa, pero que poseen la ética profesional y altruista, donde solamente experimentan la satisfacción de participar en un acto de beneficio técnico para el país.

#### DIFERENCIAS ENTRE LA NC 46:1999 Y LA NUEVA PROPUESTA.

Una minuciosa lectura de ambas normativas, conlleva un vuelco favorable al contenido de la nueva propuesta, pero en aras de una mejor comprensión, se exponen en la tabla 1, las diferencias más notables, sin llegar a las exquisiteces de términos y formulaciones.

Tabla 1. Diferencias entre ambas normas			
NC 46 :propuesta		NC 46:1999 (vigente)	
Sismo	Básico	Sismo	Se determina o asigna un solo sismo básico.
	Severo		
	Extremo		
	Mínimo		
Zonas sísmicas (desaparece la zona 0)	1	Zonas sísmicas	0 (que desaparece en la nueva norma)
	2		1
	3		2
	4		3
	5		
Clasificación de obras (Categorías)	Utilitarias	Clasificación de obras (Categorías)	No importantes
	Ordinarias		Importancia secundaria
	Importantes		Especial importancia
	Esenciales		Excepcional importancia
Nivel de Protección Sísmica (en función de zona sísmica y categorías)	A	Nivel de ductilidad	ND 3
	B		ND 2
	C		ND 1
	D		
	E		
Proximidad a fallas sísmicas	Cercana	No se evalua	
	Lejana		
Tipo de suelo (Clase de sitio)	A	Tipo de suelo	S1
	B		S2
	C		S3
	D		
	E		
	F		S4

Los aspectos que saltan a la vista por la marcada diferencia en la tabla son:

1. En la norma vigente se asigna un solo sismo para cualquier tipo de estructura, mientras que en la propuesta existen cuatro categorías de sismo a tener en cuenta, según el % de probabilidad de ser excedido en un período de 50 años de vida útil correspondiente a un período de retorno por cada tipo.<sup>2</sup>
2. Nueva clasificación de las zonas sísmicas para el territorio nacional<sup>3</sup>.
3. El criterio de Nivel de Protección Sísmica<sup>4</sup> aparece sustituyendo al de Nivel de Ductilidad (aunque éste criterio no se elimina, sino que queda implícito dentro del diseño en la nueva propuesta).
4. Se introduce un factor amplificador por la proximidad de la edificación a fallas sísmicas<sup>5</sup>, que no aparece en la norma vigente.
5. Por último se sustituye la clasificación de cuatro tipos de suelos de la norma vigente, por una más detallada<sup>6</sup>. Los códigos ecuatoriano y chileno mantienen la clasificación de suelos como la norma vigente, mientras que el código peruano establece cinco tipos de suelos.

Resulta evidente que detrás de cada cambio en la nueva propuesta y la minuciosa zonificación en todo el territorio nacional, existe un detallado estudio continuo en el tiempo que permite al usuario de la norma, tener la certeza de iniciar sus diseños con datos más cercanos a la realidad.

Otra de las diferencias entre ambas normas que no se reflejan en la tabla, es que la NC 46:1999 vigente, abarca doce capítulos en los cuales los tres últimos contemplan obras viales, puentes y obras hidrotécnicas respectivamente, mientras que en la nueva propuesta se eliminan para que sean abordadas por otras normas inherentes a cada especialidad, llegando solamente hasta el capítulo 9. Aunque se señala en esta que se mantienen vigentes esos capítulos de la anterior norma, adaptándolos a los parámetros definidos en la nueva propuesta.

#### **TIPOS DE ANÁLISIS POR AMBAS NORMAS.**

Ambas normas también tienen diferencias en los tipos de análisis, pues la propuesta del 2016 resulta mucho más abarcadora en cuanto a metodologías de análisis, aunque no quiere esto decir que la vigente no cumpla con las expectativas de diseño, pues al final ambas parten inexorablemente de un mismo principio: la segunda ley de Newton.

La norma NC 46:1999 plantea dos tipos de análisis:

- Análisis estático equivalente<sup>7</sup>
- Método de análisis modal<sup>8</sup>

Sin embargo la nueva propuesta abarca un análisis mucho más amplio:

- Análisis estático<sup>9</sup>
- Análisis modal<sup>10</sup>
- Análisis no lineal<sup>11</sup>
- Análisis paso a paso<sup>12</sup>
- Análisis por desempeño<sup>13</sup>.

---

<sup>2</sup> Epígrafe 4.2.1 de la nueva propuesta de norma.

<sup>3</sup> Epígrafe 4.1 de la norma vigente y de la nueva propuesta, (donde ya se representan las zonas sísmicas a nivel de municipio). Ver anexo 1 donde se muestran los mapas correspondientes.

<sup>4</sup> Epígrafe 4.2.2 de la nueva propuesta.

<sup>5</sup> Epígrafe 4.3.3 y 4.3.3.1 de la nueva propuesta.

<sup>6</sup> Epígrafe 4.4.1 y Tabla 8, de la nueva propuesta.

<sup>7</sup> Epígrafe 6.4 de la vigente.

<sup>8</sup> Epígrafe 6.5 de la vigente.

<sup>9</sup> Epígrafes 3.10 y 6.7 de la nueva propuesta.

<sup>10</sup> Epígrafes 3.11 y 6.8 de la nueva propuesta.

<sup>11</sup> Epígrafes 3.12 y 6.8.5.2 de la nueva propuesta.

<sup>12</sup> Epígrafes 3.13 y 6.6.5 de la nueva propuesta.

<sup>13</sup> Epígrafe 3.14 y 6.6.6 de la nueva propuesta.

#### **PUNTOS EN COMÚN ENTRE AMBAS NORMAS.**

Ambas normas contemplan capítulos que abarcan los siguientes aspectos:

- Limitación de los desplazamientos laterales (NC 46:1999) / Derivas laterales admisibles (nueva propuesta).
- Cimentaciones, muros, taludes y licuación.
- Instrumentación, remodelaciones y reforzamiento.

#### **LA PROPUESTA DEL 2016 VS LA VIGENTE DEL 1999, ¿DIFERIRÁN LOS RESULTADOS ANTE UNA MISMA SITUACIÓN DE DISEÑO?.**

Lo primero que cualquier usuario de las normas se preguntaría es qué pasaría, si los resultados de un diseño realizado por la vigente se alejan por exceso o por defecto si se aplica la nueva propuesta.

Ante todo, un estudio minucioso de comparación de los resultados por ambas normas conlleva a un diseño de experimento multifactorial para una misma tipología de edificación, debido a que resultan numerosas las variables a considerar.

En el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”, en el Centro de Prevención y Mitigación de Desastres (PREMIDES) se acometen desde hace varios años, tesis de diploma y de maestría sobre la aplicación de ambas normas para evaluar los resultados obtenidos.

Son puntos a tener en cuenta para los estudios los siguientes:

- ✓ Planta y altura de la edificación.
- ✓ Tipología de la edificación.
- ✓ Categoría ocupacional (o de uso) de la edificación.
- ✓ Ubicación en el territorio nacional.
- ✓ Tipo de perfil del suelo.(Clase de sitio)
- ✓ Cargas permanentes y de uso en entrepisos.
- ✓ Categoría del sismo a asignar según categoría de la edificación.

Como se señalaba anteriormente, desde hace varios cursos se vienen realizando evaluaciones de ambas normas, fijando como factores constantes algunos de los parámetros y evaluando los resultados, que han estado monitoreando resultados en elementos estructurales principales para una misma edificación por ambas normas, evaluando las sollicitaciones de momentos, cortantes, axiales y derivas. Estos resultados se evaluarán por etapas hasta tener un resultado categórico, en las zonas sísmicas determinadas por su importancia, no obstante hay ciertos lugares donde se han obtenido valores ligeramente superiores por la propuesta que por la vigente y solamente hasta ahora en una zona determinada ha dado todo lo contrario, para ciertos tipos de elementos estructurales.<sup>14</sup>

Hasta ahora, mediante trabajos de diploma y un futuro trabajo de maestría se ha estado trabajando con las dos normas.

Inicialmente se fijaron dos parámetros de una edificación:

- Planta regular
- Altura de 12 niveles: una planta baja de 4.20 m de puntal (como área rentable) y las restantes con puntal de 3.00 m

Con estos parámetros fijos, se valoró qué influencia pueden tener las distintas categorías de la edificación, en este tipo de edificio situado en distintos territorios del país y como resulta evidente, se analizó mediante el método estático equivalente de ambas normas puesto que el mismo cumplía con los requisitos para su aplicación.

---

<sup>14</sup> El profesor Dr. Ing. Carlos Llanes Burón está a cargo de dichas investigaciones./Yailenis Miranda Gonzáles “Análisis sismorresistente de un edificio de hormigón armado para uso ordinario según la norma NC 46:1999 vigente y la nueva propuesta”, La Habana, Junio 2015.

*Ing. Lucas de la C. Martínez Rodríguez, Dr. Ing. Carlos Llanes Burón. Algunos comentarios con relación a la nueva propuesta de Norma Sismorresistente.*

Ahora los estudios van encaminados a evaluar la misma planta regular pero con un edificio de 36 niveles, manteniendo los mismos puntales, evaluando las mismas categorías de uso, en los mismos lugares de los estudios anteriores, pero ahora aplicando el cálculo dinámico, pues no tiene sentido el estático, donde el período fundamental está en un valor cercano a los 2 segundos.

Al final se evaluarán los resultados respecto a las solicitudes en elementos previamente escogidos por ambas normas.

En el anexo 2 se expone una gráfica de un próximo estudio mediante la modelación de ambos edificios para categoría esencial.

#### **ASPECTOS LEGALES.**

La propiedad intelectual de las normativas en nuestro país siempre se adjudica “*per se*” a la Oficina Nacional de Normalización, que es el organismo rector de las normativas para el país.

Ahora bien, desde el punto de vista legal, no existe ninguna ley, ni decreto gubernamental que obligue a su uso y cumplimiento para el diseño y construcción, aunque los profesionales se apoyen en ella para hacerlo.

De las normas consultadas se tiene que:

- ✓ El reglamento colombiano de construcción sismorresistente (NSR-10) fue realizado por una comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismorresistentes, la cual fue creada por la Ley 400 de 1997 y dicho reglamento se expidió por medio del decreto 926 del 19 de Marzo del 2010, por parte del Gobierno Nacional.
- ✓ El código ecuatoriano CPE INEN 5:2001, se dio a la luz mediante un edicto gubernamental de la República del Ecuador, y expresa claramente en su punto 2. Alcance, “*2.1 Este código es de aplicación nacional, por lo tanto, todos los profesionales e instituciones públicas y privadas dedicados a tareas de diseño, construcción o fiscalización, tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir los requisitos mínimos aquí establecidos*”.
- ✓ La norma chilena NCh2369-2003, ha sido declarada oficial por la república de Chile por decreto ministerial No.178 de fecha 01 de Septiembre del 2003 y publicado en el Diario Oficial el 30 de Septiembre del mismo año.
- ✓ La normativa peruana está avalada por el Decreto Supremo No.003-2016-Vivienda, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con las firmas del presidente de la república Ollanta Humala Tasso y el ministro Francisco Adolfo Dumler Cuya.

Desde el punto de vista legal y responsabilidad penal cabría preguntarse ¿qué le sucede a cualquier profesional que no se considere obligado a aplicar parcial o totalmente el documento normativo?

O planteándose la interrogante de otra manera: ¿por qué la norma no está sujeta a obligatorio cumplimiento por un decreto al menos ministerial con el visto bueno gubernamental? Con una visión muy apartada y en el marco completamente subjetivo, al leer la norma vigente no existe obligación alguna para cumplirla. En la penúltima reunión de aprobación de la mencionada nueva propuesta de norma sismorresistente NC 46:2016 se propuso y fue aceptado por la Oficina Nacional de Normalización el carácter obligatorio de dicha norma, que resulta respaldada además por una resolución ministerial.

Para los diseños de edificaciones sujetas a eventos sísmicos o huracanes, donde existen riesgos de pérdidas de vidas humanas y materiales<sup>15</sup>, se debiera legislar por decreto o ley, la obligatoriedad de su cumplimiento y exigir una responsabilidad penal en el plano jurídico<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Léase también pérdida de posibles valores patrimoniales.

<sup>16</sup> Opinión de los autores.

#### **ASPECTOS GENERALES.**

La nueva propuesta de norma supera en detalles y prescripciones para el diseño sismorresistente, a la anterior y no está alejada de lo que abarcan las normas de países latinoamericanos, resultando adecuado en la misma, la incorporación de un listado de símbolos.

Existe una notable ausencia en la introducción, de una reseña histórica de los sismos más relevantes que se tengan registrados en el país a través de los años, como enriquecimiento cultural y técnico para quienes resultan usuarios del documento, sean experimentados profesionales o las nuevas generaciones que vayan surgiendo<sup>17</sup>. Otras normativas lo contienen en su introducción y se van actualizando en cada nuevo documento vigente.

Es práctica además en dichas normas, adicionar de manera didáctica a través de esquemas o un guión paso a paso, el procedimiento de diseño para una mejor comprensión de la lectura de la normativa, que no se aprecia ni en la norma vigente ni en la nueva propuesta; aunque no quiere decir esto, que no se llegue a resultados por la ausencia de ellos<sup>18</sup>.

También en el desarrollo del texto de la nueva propuesta se usan indistintamente los términos: “*hormigón armado*” y “*concreto armado*”. Se debiera decidir por el primero que es el que realmente se usa en nuestro país.<sup>19</sup>

En la ecuación 28 del epígrafe 6.8.3.2 de la nueva propuesta aparece el término “ $S_a(T_o)$ ”, cuando debiera ser como se describe más adelante: “ $S_a(T_m)$ ”, por corresponder dicho período al modo “m”.

Léanse los aspectos señalados como una modesta sugerencia de los autores en aras de ir mejorando las futuras versiones de la norma de construcciones sismorresistente de Cuba.

#### **Conclusiones:**

La nueva propuesta de norma posee parámetros para el análisis sismorresistente de las estructuras, provenientes de un exhaustivo y detallado estudio sísmico del territorio nacional, que cualitativamente aventajan a los de la norma vigente.

Por ello, cumple dialécticamente con el cometido de poder obtenerse un cálculo de las acciones sísmicas, de manera más adecuada y precisa, al tener bien caracterizadas todas las zonas a nivel de municipio en el país.

Conveniente sería continuar el estudio comparativo entre ambas normas, proponiendo evaluar otros parámetros que hasta ahora se han mantenido constantes.

Para la generalización de su aplicación se debiera contar con el apoyo del Frente de Proyectos de MICONS, con vistas de poder impartir por los gestantes de dicha nueva propuesta de norma, un taller nacional (o talleres provinciales), donde se explique una metodología de aplicación paso a paso, lo cual redundaría en una mejor comprensión de la misma y pudieran aclararse las posibles dudas de los usuarios de las empresas de proyectos.

---

<sup>17</sup> Esto tanto en la norma vigente como en la propuesta.

<sup>18</sup> Remitirse a las normas colombiana y peruana.

<sup>19</sup> En países como Venezuela sería todo lo contrario.

### Referencias Bibliográficas:

- **CPE INEN 005-1** capítulo 12 (2001) Código Ecuatoriano de la construcción. Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente.
- **International Building Code.**
- **NC 46:1999** Construcciones sismorresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción.
- **NC 46:2016** Construcciones sismorresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción.
- **NCh2369.Of2003** Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales. (Chile).
- **Norma Técnica E.030** "Diseño Sismorresistente" del RNE. Decreto supremo n° 003-2016-vivienda. Perú.(DS-003-2016-Vivienda peruana).
- **NSR-10** Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

### Anexo 1: Mapas de zonificación sísmicas:

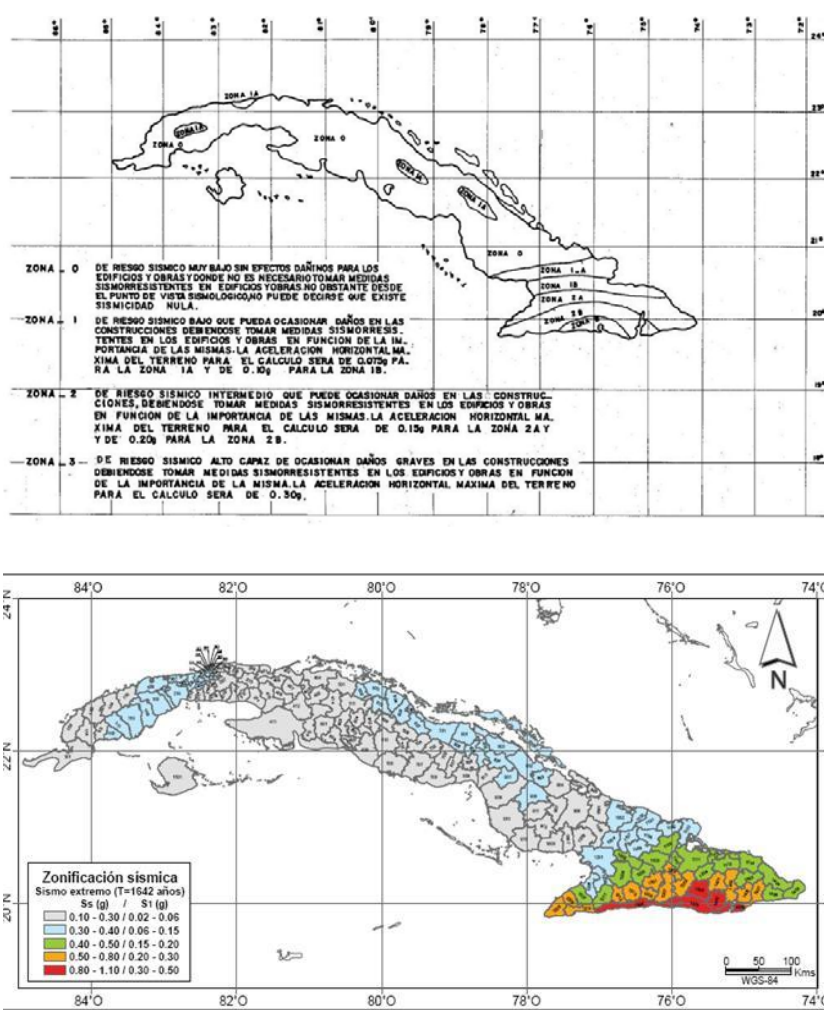


Figura 1 Zonificación sísmicas por la NC 46:1999 vigente y la nueva propuesta respectivamente.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Nótese la notable diferencia entre ambas zonificaciones sísmicas.



Anexo 2. Propuesta de estudio.

