

# Presentación de la 5° Jornada

## Programa de Trabajo

**José Pedro Campos**

Secretaria General

Comisión Permanente Código Modelo Sísmico AL&EC

Bucaramanga, Colombia

Miércoles 26 de octubre de 2022

**Bienvenida**

**Agradecimientos**

**Modalidad de participación**

**Post Jornada - Barichara**

- **3 días de jornada**
- **Hoy aquí; jueves y viernes en dependencias de la Universidad Industrial de Santander**
- **Presentaciones**
- **Trabajo Grupal**
- **Conclusiones**

# Programa de Trabajo

Miércoles 26 octubre 2022



**Día 1: Miércoles 26-10-2022**

**Hotel Dann Carlton, Bucaramanga**

| <b>Tema</b>  | <b>Presentador</b>       | <b>Cargo e Institución</b>  | <b>País</b>          | <b>Inicio</b> | <b>Fin</b> |
|--|--------------------------|---|----------------------|---------------|------------|
| Registro de participantes  |                          |   |                      | 8:00          | 8:30       |
| <b>Bloque 1: Bienvenida y presentación del programa</b>  |                          |   |                      |               |            |
| Bienvenida del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander | <b>Wilfredo del Toro</b> | Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander | Colombia             | 8:30          | 8:50       |
| Bienvenida: Presidente del CMS AL&EC   | <b>Rodolfo Saragoni</b>  | Presidente de la Comisión Permanente CMS AL&EC                                  | Chile                | 8:50          | 9:10       |
| Bienvenida: 1° Vicepresidente del CMS AL&EC  | <b>Miguel Cruz</b>       | 1° Vicepresidente de la Comisión Permanente CMS AL&EC                           | Costa Rica           | 9:10          | 9:30       |
| Bienvenida: 2° Vicepresidente del CMS AL&EC  | <b>Héctor O'Reilly</b>   | 2° Vicepresidente de la Comisión Permanente CMS AL&EC                           | República Dominicana | 9:30          | 9:50       |
| Presentación de la 5° Jornada y del programa de trabajo  | <b>José Pedro Campos</b> | Secretaría General de la Comisión Permanente, Instituto de la Construcción      | Chile                | 9:50          | 10:10      |
| Receso y café en Hotel Dann Carlton  |                          |   |                      | 10:10         | 10:40      |

## *Bloque 2: Revisión de avances de subcomités técnicos*

|  |                       |  |            |       |       |
|--|-----------------------|--|------------|-------|-------|
| Revisión de avances: Subcomité de Contenidos             | <b>Ian Watt</b>       | Presidente del Subcomité de Contenidos del CMS             | Chile      | 10:40 | 11:00 |
| Revisión de avances: Subcomité de Objetivos de Desempeño | <b>Jorge Carvallo</b> | Presidente del Subcomité de Objetivos de Desempeño del CMS | Chile      | 11:00 | 11:20 |
| Revisión de avances: Subcomité de Amenaza Sísmica        | <b>Miguel Cruz</b>    | Presidente del Subcomité de Amenaza Sísmica del CMS        | Costa Rica | 11:20 | 12:00 |
| Espacio para consultas                                   |                       |  |            | 12:00 | 12:20 |
| Almuerzo en Hotel Dann Carlton                           |                       |  |            | 12:20 | 13:50 |

## *Bloque 3: Presentaciones sobre avances de códigos regionales*

|  |                            |   |          |       |       |
|--|----------------------------|---|----------|-------|-------|
| Presentación: Actualización del Reglamento Construcción Sismo Resistente NSR-10: Norma AIS 100   | <b>Eduardo Castell</b>     | Presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS  | Colombia | 13:50 | 14:30 |
| Espacio para consultas   |                            |   |          | 14:30 | 14:50 |
| Presentación: Segunda generación de Eurocódigos Estructurales: Proyecto de Consenso Internacional; Criterios Generales y Norma Sísmica | <b>José María Goicolea</b> | Presidente UNE-CTN 140 - Eurocódigos Estructurales y Profesor Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid | España   | 14:50 | 15:30 |
| Espacio para consultas   |                            |   |          | 15:30 | 16:00 |
| Descanso y cena  |                            |   |          | 16:00 |       |

**Día 2: Jueves 27-10-2022**

**Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga**

| <b>Tema</b>  | <b>Presentador</b>                   | <b>Cargo e Institución</b>  | <b>País</b> | <b>Inicio</b> | <b>Fin</b> |
|--|--------------------------------------|---|-------------|---------------|------------|
| Registro de participantes  |                                      |   |             | 8:00          | 8:30       |
| <b>Bloque 1: Presentaciones y avances administrativos</b>  |                                      |   |             |               |            |
| Bienvenida   | <b>Álvaro Viviescas</b>              | Académico de Escuela de Ingeniería de la Universidad Industrial de Santander    | Colombia    | 8:30          | 8:50       |
| Resumen de avances de la Secretaría General del CMS AL&EC  | <b>José Pedro Campos</b>             | Secretaría General de la Comisión Permanente, Instituto de la Construcción      | Chile       | 8:50          | 9:10       |
| Presentación: Modelo Nacional de Riesgo Sísmico para Colombia                                    | <b>Gustavo Chio y Ricardo Bonnet</b> | Académicos de las U. Industrial de Santander y U. de Medellín (respectivamente) | Colombia    | 9:10          | 9:40       |
| Presentación: Red MECA, uniendo capacidades para el desarrollo de la infraestructura en Colombia | <b>Yezid Alvarado</b>                | Director de Laboratorios de la Pontificia Universidad Javeriana                 | Colombia    | 9:40          | 10:10      |
| Espacio para consultas   |                                      |   |             | 10:10         | 10:30      |
| Receso y café en UIS   |                                      |   |             | 10:30         | 11:00      |

## *Bloque 2: Presentaciones sobre propuesta de Capítulo de Madera y Consultoría BID*

|  |                          |  |       |       |       |
|--|--------------------------|--|-------|-------|-------|
| Presentación: Propuesta Capítulo de Madera del CMS   | <b>Jairo Montaña</b>     | Subdirector del Centro UC de Innovación en Madera                          | Chile | 11:00 | 11:40 |
| Presentación: Consultoría sobre Códigos Construcción y Resiliencia en América Latina y El Caribe (BID) | <b>José Pedro Campos</b> | Secretaría General de la Comisión Permanente, Instituto de la Construcción | Chile | 11:40 | 12:10 |
| Espacio para consultas   |                          |  |       | 12:10 | 12:30 |
| Almuerzo en UIS  |                          |  |       | 12:30 | 13:30 |

## ***Bloque 3: Jornada de trabajo grupal***

|                           |       |       |
|---------------------------|-------|-------|
| Jornada de trabajo grupal | 13:30 | 14:30 |
| Receso y café en UIS      | 14:30 | 14:50 |
| Jornada de trabajo grupal | 14:50 | 15:50 |
| Receso y café en UIS      | 15:50 | 16:10 |
| Jornada de trabajo grupal | 16:10 | 17:10 |
| Descanso y cena           | 17:10 |       |

## Día 3: Viernes 28-10-2022

## Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

| Tema  | Presentador             | Cargo e Institución  | País       | Inicio | Fin   |
|---|-------------------------|--|------------|--------|-------|
| Registro de participantes                                     |                         |  |            | 8:00   | 8:30  |
| <b>Bloque 1: Bienvenida y sanción del Código y sus Anexos</b> |                         |  |            |        |       |
| Bienvenida  | <b>Álvaro Viviescas</b> | Académico de Escuela de Ingeniería de la Universidad Industrial de Santander | Colombia   | 8:30   | 8:50  |
| Sanción de documento: Subcomité de Contenidos                 | <b>Ian Watt</b>         | Presidente del Subcomité de Contenidos del CMS                               | Chile      | 8:50   | 9:20  |
| Sanción de documento: Subcomité de Objetivos de Desempeño     | <b>Jorge Carvallo</b>   | Presidente del Subcomité de Objetivos de Desempeño del CMS                   | Chile      | 9:20   | 9:50  |
| Sanción de avances: Subcomité de Amenaza Sísmica              | <b>Miguel Cruz</b>      | Presidente del Subcomité de Amenaza Sísmica del CMS                          | Costa Rica | 9:50   | 10:20 |
| Receso y café en UIS  |                         |  |            | 10:20  | 10:50 |

## *Bloque 2: Definición de pasos a seguir*

|   |                              |  |            |       |       |
|---|------------------------------|--|------------|-------|-------|
| Definición de pasos a seguir:<br>Subcomité de Contenidos          | <b>Ian Watt</b>              | Presidente del Subcomité de<br>Contenidos del CMS                                | Chile      | 10:50 | 11:20 |
| Definición de pasos a seguir:<br>Subcomité Objetivos de Desempeño | <b>Jorge Carvallo</b>        | Presidente del Subcomité de<br>Objetivos de Desempeño del CMS                    | Chile      | 11:20 | 11:50 |
| Definición de pasos a seguir:<br>Subcomité de Amenaza Sísmica     | <b>Miguel Cruz</b>           | Presidente del Subcomité de<br>Amenaza Sísmica del CMS                           | Costa Rica | 11:50 | 12:20 |
| Definición de pasos a seguir:<br>Secretaría General               | <b>José Pedro<br/>Campos</b> | Secretaría General de la Comisión<br>Permanente, Instituto de la<br>Construcción | Chile      | 12:20 | 12:40 |
| Almuerzo en UIS   |                              |  |            | 12:40 | 14:10 |

## *Bloque 3: Conclusiones, acuerdos y cierre*

|                         |                                    |   |       |       |
|-------------------------|------------------------------------|---|-------|-------|
| Conclusiones y Acuerdos | <b>José Pedro Campos</b>           | Secretaría General de la Comisión Permanente, Instituto de la Construcción      | 14:10 | 14:40 |
| Invitación a 6° Jornada |                                    | Representante país anfitrión  | 14:40 | 15:00 |
| Cierre de jornada       | <b>Wilfredo del Toro Rodríguez</b> | Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander | 15:00 | 15:20 |
| Cierre de jornada       | <b>Rodolfo Saragoni Huerta</b>     | Presidente de la Comisión Permanente CMS AL&EC                                  | Chile | 15:20 |



[www.codigomodelosismico.org](http://www.codigomodelosismico.org)

Gracias por su atención

# Sub Comité Objetivos de Desempeño

## Revisión de Avances

**Jorge Carvallo Walbaum**  
Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica

Bucaramanga, Colombia  
26 - 28 de octubre de 2022

# Sub Comité Objetivos de Desempeño

## Integrantes



- Estas propuestas fue desarrollada por el “Sub Comité de Objetivos de Desempeño” convocado por el Instituto de la Construcción en el marco del Convenio de Colaboración suscrito entre el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el Instituto de la Construcción. El comité inició sus sesiones el mes de **septiembre de 2018**.

|                    |  |
|--------------------|--|
| Fabián Rojas       | U. de Chile  |
| Hernán Santa María | U. Católica  |
| Jorge Carvallo     | ACHISINA   |
| Ernesto NG         | Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, Panamá |
| Mario Lafontaine   | RLE Ingenieros                                     |
| Carl Lüders        | SIRVE  |
| Edgar Díaz         | U. Católica Valparaíso                             |
| Rodrigo Claros     | U. Católica, Bolivia                               |



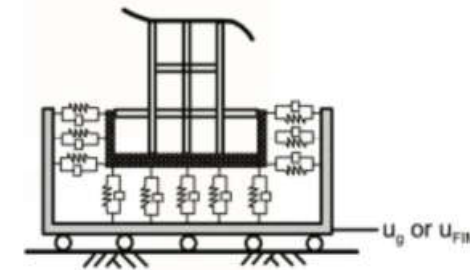
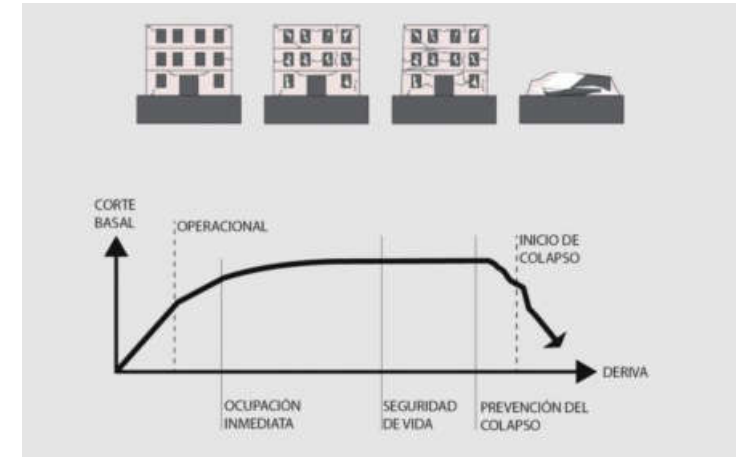
SOCHIGE



# Sub Comité Objetivos de Desempeño

## Objetivos

- **Inicialmente**: Definir los objetivos de desempeño.
- Proponer y discutir los **temas relevantes** para cuerpo de la norma.
- Elaborar documentos que **sirvan de apoyo e insumo** para el sub comité de índices y contenidos
- Apoyar al sub comité de índices y contenidos en la elaboración de los artículos particulares.
- **Lograr acuerdos** en torno a la forma de incorporar y tratar los temas técnicos.



1. Objetivos de Desempeño Sísmico Para Edificaciones de América Latina y El Caribe. Versión 1.
2. Comentarios sobre herramientas y procedimientos para la verificación de los objetivos de desempeño utilizando análisis lineal y no lineal.
3. Desarrollo de Capítulos del Código Modelo.
  - E.- Objetivos de Desempeño.
  - I.- Demanda Sísmica.
  - K.- Metodología de Análisis Sísmico del Sistema Estructural.
  - L.- Metodología de Diseño Sísmico del Sistema Estructural.
4. Anexo Interacción Suelo Estructura.

### Objetivos del Documento:

- Definir y consensuar
  - Objetivos de desempeño sísmico.
  - Definiciones básicas de Sismos
  - Niveles de Desempeño.
- Proponer criterios de aceptación de comportamiento.
- Proponer un documento que sirva de insumo para generar un Marco Normativo Mínimo de Diseño por Desempeño



### OBJETIVOS DE DESEMPEÑO SÍSMICO PARA EDIFICACIONES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Versión 1

4° Jornada Proyecto "Elaboración Colaborativa del Código Modelo  
Sísmico Para América Latina Y El Caribe"  
Ciudad de Panamá – Panamá – Agosto 2019

### Resumen del Documento:

1. Preámbulo
2. Introducción
3. Definición de los niveles de movimiento sísmico
4. Definición de niveles de Desempeño
5. Objetivos de Desempeño
6. *Criterios de aceptación a nivel global y a nivel local de materiales*
7. Referencias

| Movimiento Sísmico de Diseño | Intervalo de recurrencia | Probabilidad de excedencia |
|------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Sismo de Servicio            | 43 años                  | 50% en 30 años             |
| Sismo Ocasional              | 72 años                  | 50% en 50 años             |
| Sismo de Diseño              | 475 años                 | 10% en 50 años             |
| Sismo Máximo Considerado     | 950 años                 | 10% en 100 años            |

Los límites propuestos en ASCE41-13 son consistentes con las prescripciones contenidas en las normas de diseño citadas en el mismo documento.

Los límites establecidos en este capítulo se deben verificar y garantizar para todos los elementos que forman parte de la estructura, incluidos aquellos que no se designan como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas.

Los límites de derivas de entrespo se establecen para estructuras típicas definidas en el Capítulo 3 Tabla 3.1 de ASCE41-13 y el Capítulo 12 Tabla 12.2-1 del ASCE07-16, por lo tanto, para cualquier tipología no contenida en dichos códigos se deberá revisar los límites aceptables para las deformaciones.

|               |                                  | Niveles de daño |            |                |              |
|---------------|----------------------------------|-----------------|------------|----------------|--------------|
|               |                                  | Operacional     | OI<br>Leve | LS<br>Moderado | CP<br>Severo |
| Nivel Sísmico | Ocasional<br>(43 años)           | a               | b          | c              | d            |
|               | Servicio<br>(72 años)            | e               | f          | g              | h            |
|               | Diseño<br>(475 años)             | i               | j          | K              | l            |
|               | Máximo Considerado<br>(970 años) | m               | n          | o              | p            |

| Nivel de Desempeño                               | Estado de daño | Descripción de los daños   |
|--|----------------|--|
| Operacional (O)                                  | Despreciable   | Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando sus servicios.   |
| Ocupación Inmediata (Immediate Occupancy – IO)   | Leve           | Daño estructural despreciable. Daño leve en contenidos y elementos arquitectónicos. Aunque algunos equipos y sistemas no estén operacionales, estos se pueden reiniciar con facilidad. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad.  |
| Seguridad de Vida (Life Safety – LS)             | Moderado       | Daños moderados y reparables en elementos estructurales. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. Puede llegar a ser necesario cerrar el edificio temporalmente para realizar reparaciones. Sistemas arquitectónicos, eléctricos y mecánicos podrán sufrir daños, pero el riesgo para la vida de las personas es limitado. |
| Prevención de Colapso (Collapse Prevention – CP) | Severo         | Daños severos en elementos estructurales, pero elementos soportantes de cargas verticales funcionan adecuadamente. Falla extendida de elementos secundarios, no estructurales y contenidos, con riesgo de caída. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio.   |

### Estado del Documento:

- El texto fue aprobado en su primera versión en agosto de 2019 en Panamá.

### Futuro:

- Es un texto que debe estar en **permanente revisión** y actualización.
- Falta definir los límites locales y globales aceptables para el objetivo de desempeño seleccionado.
- Nuevos Comités en “carpeta”: madera y hormigón.

| NOMBRE                              | INSTITUCIÓN   |
|-------------------------------------|---|
| Jorge Carvallo (presidente)         | Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica – Achisina - PUCV |
| Hernán Santa María (vicepresidente) | Pontificia Universidad Católica - PUC                                       |
| Rodolfo Saragoni                    | Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica – Achisina        |
| Cristian Delporte                   | Asociación de Ingenieros Civiles - AICE                                     |
| Rodrigo Mujica                      | Colegio de Ingenieros   |
| Cristina Barría                     | MINVU – Ditec   |
| Carl Lüders                         | Sirve S.A.  |
| Francisco Ruz                       | Sociedad Chilena de Geotecnia – Sochige                                     |
| Isabel García                       | Universidad Central   |
| Mario Lafontaine                    | Rene Lagos Engineers  |
| Fabián Rojas                        | Universidad de Chile  |
| Nicol Díaz                          | Instituto de la Construcción (Secretaría Técnica)                           |

**Panamá**

**Bolivia**

**Chile**

**Colombia**

**Costa Rica**

**El Salvador**

**Guatemala**

**Nicaragua**

# Documentos Elaborados

Comentarios sobre herramientas y procedimientos para la verificación de los objetivos de desempeño utilizando análisis lineal y no lineal



## Objetivos del Documento:

- **Insumo** para la discusión sobre los procedimientos y recomendaciones mínimas que deben estar presentes en los capítulos correspondientes del Código Modelo.
- Pretende delinear y plantear los **aspectos básicos y fundamentales** de los métodos disponibles para evaluar el cumplimiento de un determinado Objetivo de Desempeño.

**COMENTARIOS SOBRE HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS  
PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESEMPEÑO  
UTILIZANDO ANÁLISIS LINEAL Y ANÁLISIS NO LINEAL**

**Borrador de Versión 1**



**Subcomité de Objetivos de Desempeño**

**3° Plenario Virtual de la Comisión Permanente Para el Desarrollo del Código  
Modelo Sísmico AL&EC – 19 al 21 de abril de 2022**

# Documentos Elaborados

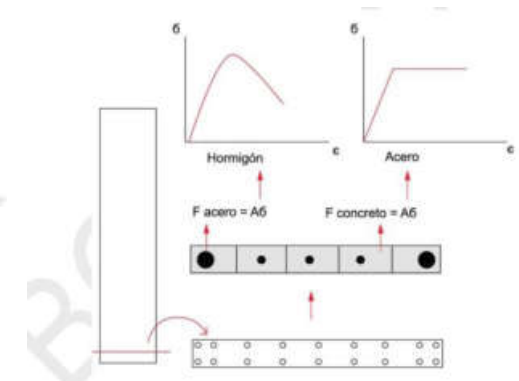
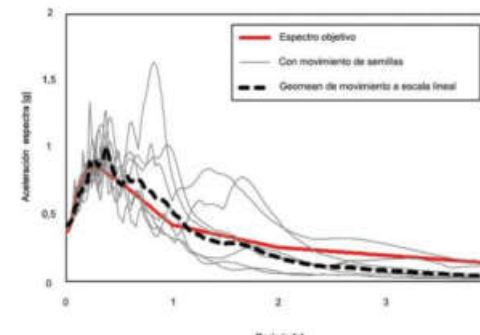
Comentarios sobre herramientas y procedimientos para la verificación de los objetivos de desempeño utilizando análisis lineal y no lineal



## Objetivos del Documento:

- Sentar las **bases teóricas** comunes que permitan establecer acuerdos sobre como abordar los temas técnicos (p.e. como evaluar los objetivos de desempeño)
- Se **describen los métodos** que más se usan para establecer la amenaza sísmica de acuerdo el movimiento sísmico seleccionado.
- Se exponen las **limitaciones** que el análisis lineal y no lineal tienen para estimar la demanda sísmica sobre la estructura.

|                  |                                  | Niveles de daño |                          |                        |                            |
|------------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
|                  |                                  | Despreciable    | Leve                     | Moderado               | Severo                     |
| Niveles de Sismo | Ocasional<br>(43 años)           | a               | b                        | c                      | d                          |
|                  | Servicio<br>(72 años)            | e ←             | f                        | g                      | h                          |
|                  | Diseño<br>(475 años)             | i               | j ←                      | k                      | l                          |
|                  | Máximo Considerado<br>(970 años) | m               | n                        | o ←                    | p                          |
|                  |                                  | Operacional (O) | Ocupación Inmediata (IO) | Seguridad de Vida (LS) | Prevención de Colapso (CP) |



# Documentos Elaborados

Comentarios sobre herramientas y procedimientos para la verificación de los objetivos de desempeño utilizando análisis lineal y no lineal



## Resumen del Documento:

### Análisis Lineal

1. Limitaciones conceptuales del método.
2. Definición espectros de diseño, aceleración y desplazamiento.
3. Objetivos de desempeño
4. Sistema estructural. Factores de reducción "R" .
5. Estimación de la demanda. Verificaciones de desplazamiento.
6. Verificaciones de resistencia.
7. Ductilidad y Diseño por Capacidad

### Análisis No Lineal

1. Ventajas y desventajas.
2. Consideraciones para modelación de elementos dúctiles y frágiles.
3. Definición de los registros
4. Objetivos de desempeño
5. Estimación de la demanda (métodos PO y TH No L).
6. Verificación de respuesta global (criterios de aceptación)
7. Verificación de respuesta local (criterios de aceptación)

# Documentos Elaborados

Comentarios sobre herramientas y procedimientos para la verificación de los objetivos de desempeño utilizando análisis lineal y no lineal




## Estado del Documento:

- En estas jornadas revisaremos los comentarios enviados para consensuar una redacción que permita aportar a los capítulos del código.

## Futuro:

- Complementar y actualizar los capítulos G, K, M y N del código según los acuerdos de esta jornada.



SECRETARÍA GENERAL CÓDIGO MODELO SÍSMICO AL&EC

### FORMULARIO DE REVISIÓN

Código Modelo Sísmico para América Latina y El Caribe

3° Plenario Virtual de la Comisión Permanente Para el Desarrollo del Código Modelo Sísmico AL&EC

Por favor, solicitamos a usted completar este formulario con sus observaciones y sugerencias respecto del documento técnico señalado. Ante cualquier duda, puede escribir al secretario técnico del subcomité, señor Rodrigo Narváez, al correo electrónico: [marvaez@iconstruccion.cl](mailto:marvaez@iconstruccion.cl)

Muchas gracias por su colaboración con esta iniciativa.

### 2. Comentarios específicos sobre el documento

| N° | Página N° | Fila N° | El documento dice   | Observación  |
|----|-----------|---------|---|--|
| 1  | 7         | 136,137 | ... para un sismo aproximadamente de servicio (sismo de diseño dividido por el factor de reducción), es decir es similar a cumplir con el nivel de desempeño "f" de la matriz de desempeño. | Esta afirmación luce cuestionable. Entiendo que el factor de reducción divide al espectro elástico del sismo de diseño (asociado a la amenaza sísmica básica) para obtener un espectro de diseño inelástico, asociado al nivel de desempeño "k" (seguridad vital). (Véase, por ejemplo, C.3.1 en 2020 LATBSDC Guidelines).<br>Para el nivel de desempeño "f" se suele emplear un sismo de servicio u ocasional calculado para la amenaza sísmica asociada (v.g. con probabilidad de excedencia 50% en 30 años), sin uso de factores R. |

**Basados en los documentos antes comentados se desarrollaron los siguientes capítulos del código:**

G.- Objetivos de Desempeño.

K.- Demanda Sísmica.

M.- Metodología de Análisis Sísmico del Sistema Estructural.

N.- Metodología de Diseño Sísmico del Sistema Estructural.

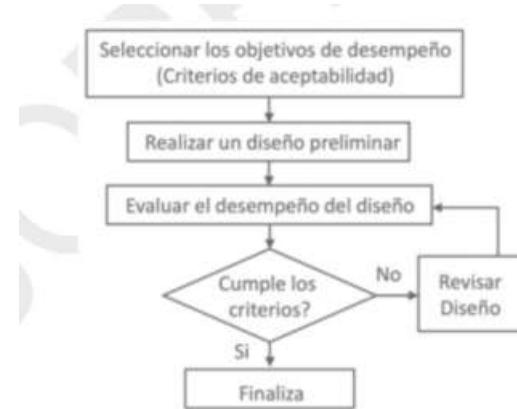


Figura 14. Procedimiento para el diseño por desempeño.

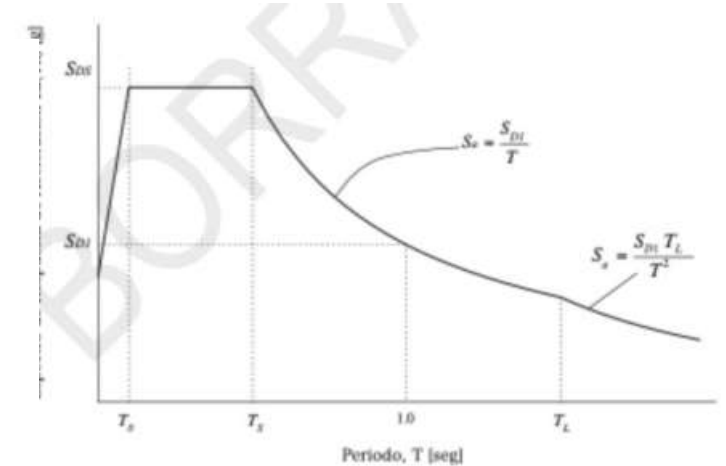


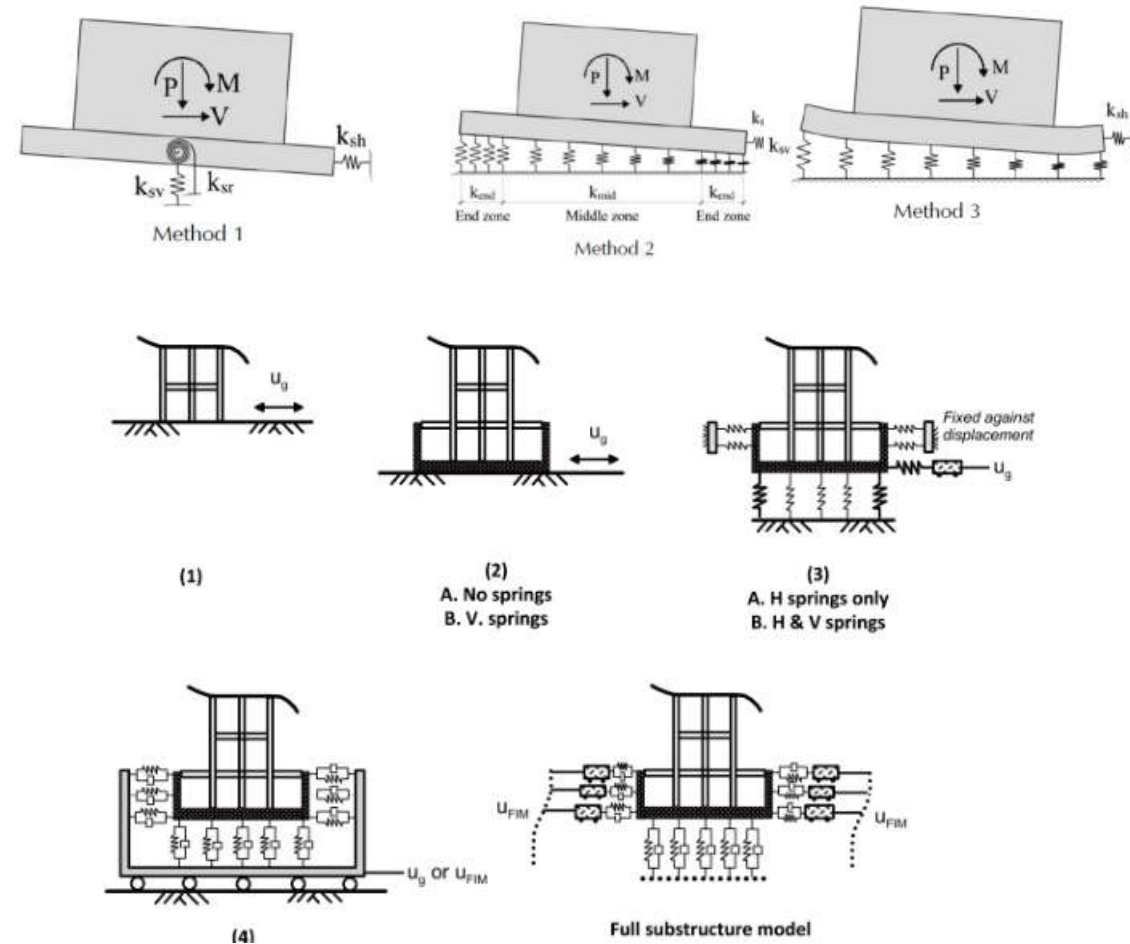
Figura 11. Espectro de respuesta.

|                               | Niveles de daño      |                          |                        |                            |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
|                               | Despreciable         | Leve                     | Moderado               | Severo                     |
| Ocasional (43 años)           | A                    | B                        | C                      | D                          |
| Servicio (72 años)            | E                    | F                        | G                      | H                          |
| Diseño (475 años)             | I                    | J                        | K                      | L                          |
| Máximo Considerado (975 años) | M                    | N                        | O                      | P                          |
|                               | Operacional (O)      | Ocupación Inmediata (IO) | Seguridad de Vida (LS) | Prevención de Colapso (CP) |
|                               | Niveles de desempeño |                          |                        |                            |

Tabla 7. Objetivos de desempeño.

### Objetivos del Documento:

- Discutir y exponer los **principios fundamentales** de la interacción suelo estructuras.
- Proponer un documento que contenga lo **esencial** sobre este fenómeno.
- Consensuar definiciones.
- Entregar **insumos para cuerpo del código**.
- Establecer los **datos mínimos** que debe entregar el estudio de suelos.



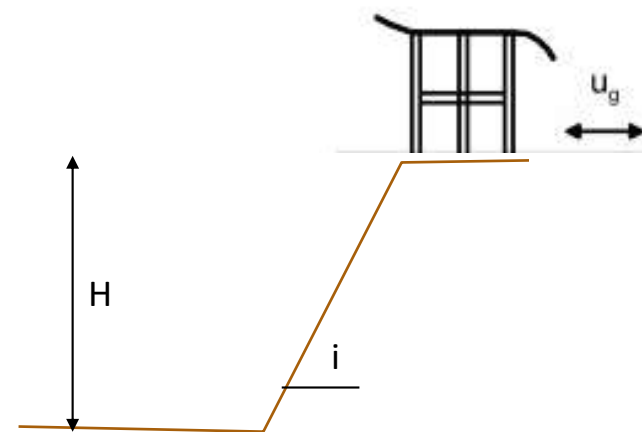
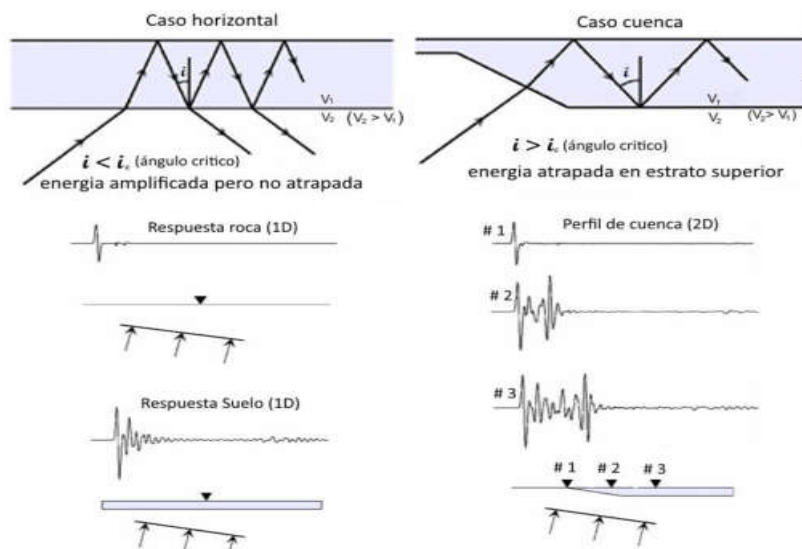
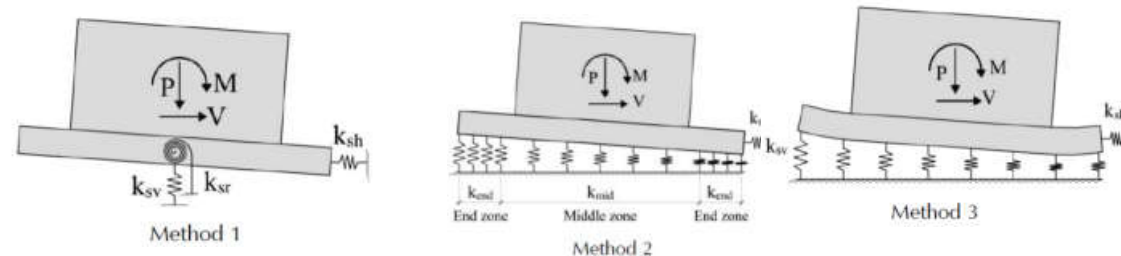
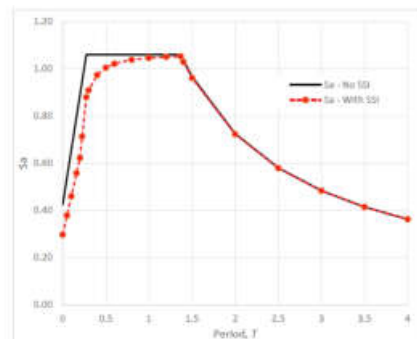
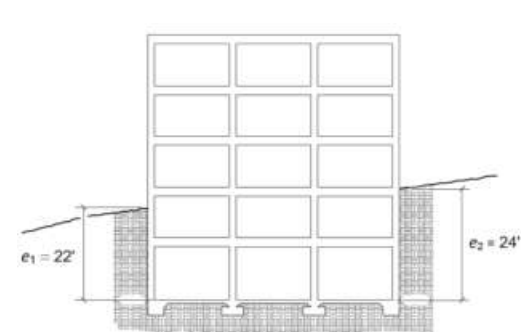
## Resumen del Documento

1. INTRODUCCIÓN (Edgar Díaz – Jorge Carvallo)
2. CRITERIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SUELOS (Edgar Díaz)
3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)
  - CRITERIO PARA PREDEFINIR SI UN ANÁLISIS INERCIAL DE SSI PUEDE TENER UNA AFECTACIÓN EN EL DISEÑO [EGDS]
  - LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO CINEMÁTICO
  - LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO INERCIAL
  - FLEXIBILIDAD DEL SUELO Y DE LA FUNDACIÓN
  - LINEAMIENTOS PARA LA MODELACIÓN DE SUBTERRÁNEOS
4. CONSIDERACIONES DE AMPLIFICACIÓN POR EFECTOS LOCALES (Edgar Díaz)
  - Efectos topográficos
  - Suelos licuables
  - Efectos de la geometría de basamento rocoso

### Resumen del Documento:

- Se busca definir la influencia en la respuesta estática y/o dinámica del terreno provocado por la presencia de un sistema de cimentación y su correspondiente estructura y viceversa.
- Definiciones y propuestas basados en ASCE y FEMA
  - Interacción cinemática: Largo de la fundación y enterramiento.
  - Interacción inercial: aumento del período y aumento del amortiguamiento.
  - Efectos topográficos
  - Suelos licuables
  - Efectos de la geometría de basamento rocoso
  - Modelos con subterráneos

### Resumen del Documento:

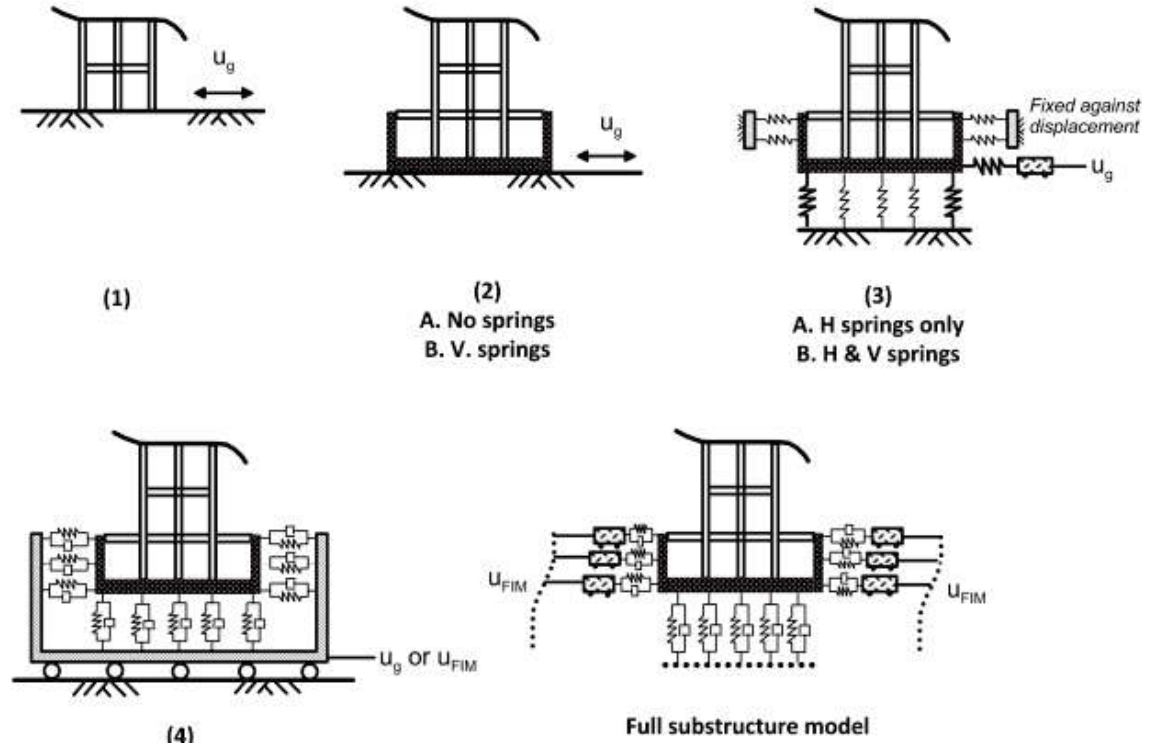


### Estado del Documento:

- Proceso de redacción y revisión.

### Futuro:

- Una vez terminado el primer borrador se debe **enviar para revisión** del comité en pleno.
- Consensuar documento definitivo.
- **Redactar artículos** correspondientes del cuerpo de la norma.





[www.codigomodelosismico.org](http://www.codigomodelosismico.org)

¿ Preguntas ?



[www.codigomodelosismico.org](http://www.codigomodelosismico.org)

Gracias por su atención

# Borrador v.1 Herramientas Objetivos de Desempeño – Análisis Lineal y Análisis No Lineal

## Comentarios

**Jorge Carvalho**  
ACHISINA

Bucaramanga, Colombia  
26 de octubre de 2022

# Herramientas Objetivos de Desempeño – Análisis Lineal y Análisis No Lineal



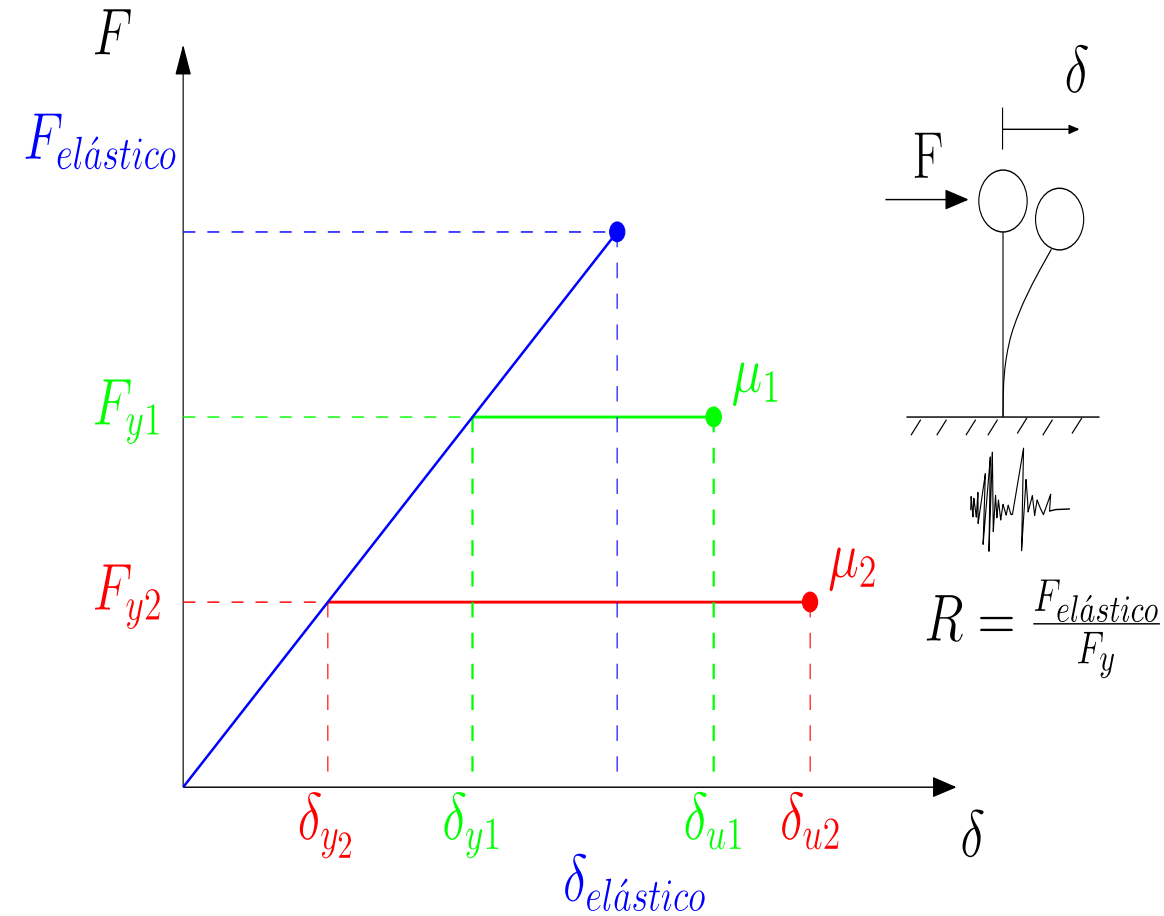
|          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | Es un documento que ofrece un repaso de distintos aspectos asociados a los métodos de análisis, al parecer dirigido a profesionales carentes de formación completa al respecto, como dándoles una clase.   |
| <b>2</b> | Sin embargo, en mi opinión contiene algunas inexactitudes. Véanse, por ejemplo, un par observaciones abajo.  |
| <b>3</b> | En su lugar, preferiría un documento que recordara distintos aspectos relevantes sin extenderse en explicaciones, y en su lugar citando referencias importantes a consultar (quizás con algunos extractos permisibles).  |
| <b>4</b> | Tratándose de un documento que trata de hacer énfasis en los criterios de desempeño, convendría citar y emplear en mayor medida el documento de actualidad “An alternative procedure for seismic analysis and design of tall buildings located in the Los Angeles region” 2020 Edition, de Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council (LATBSDC). |
| <b>5</b> | También se debería tomar en cuenta el documento FEMA P-2082-1 (2020) del NEHRP.  |

# Herramientas Objetivos de Desempeño – Análisis Lineal y Análisis No Lineal



| N° | Página N° | Fila N°   | El documento dice   | Observación  |
|----|-----------|-----------|---|--|
| 1  | 7         | 136, 137  | <p>... para un sismo aproximadamente de servicio (sismo de diseño dividido por el factor de reducción), es decir es similar a cumplir con el nivel de desempeño “f” de la matriz de desempeño.</p>  | <p>Esta afirmación luce cuestionable. Entiendo que el factor de reducción divide al espectro elástico del sismo de diseño (asociado a la amenaza sísmica básica) para obtener un espectro de diseño inelástico, asociado al nivel de desempeño “k” (seguridad vital). (Véase, por ejemplo, C.3.1 en 2020 LATBSDC Guidelines). Para el nivel de desempeño “f” se suele emplear un sismo de servicio u ocasional calculado para la amenaza sísmica asociada (v.g. con probabilidad de excedencia 50% en 30 años), sin uso de factores R.</p> |
| 2  | 7, 8      | 138 a 141 | <p>... se proporciona ductilidad a las secciones críticas de manera que puedan incurrir en el rango inelástico de manera segura, lo que equivale a obtener un daño estructural moderado (fluencia de secciones críticas) para un sismo de diseño, es decir similar a cumplir con el nivel de desempeño “k” de la matriz de desempeño.</p> | <p>El proporcionamiento de ductilidad se asocia al factor de reducción R estimado para definir el espectro de diseño (nivel de desempeño “k”) y también para la prevención del colapso (nivel de desempeño “p”).</p>   |

# Herramientas Objetivos de Desempeño – Análisis Lineal y Análisis No Lineal



| Niveles de Sismo              | Niveles de daño      |                          |                        |                            |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
|                               | Despreciable         | Leve                     | Moderado               | Severo                     |
| Ocasional (43 años)           | A                    | B                        | C                      | D                          |
| Servicio (72 años)            | E                    | F                        | G                      | H                          |
| Diseño (475 años)             | I                    | J                        | K                      | L                          |
| Máximo Considerado (975 años) | M                    | N                        | O                      | P                          |
|                               | Operacional (O)      | Ocupación Inmediata (IO) | Seguridad de Vida (LS) | Prevención de Colapso (CP) |
|                               | Niveles de desempeño |                          |                        |                            |

Tabla 7. Objetivos de desempeño.

# Herramientas Objetivos de Desempeño – Análisis Lineal y Análisis No Lineal



- |          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | Dadas la características de esta metodología, su complejidad por todos los datos sobre las curvas constitutivas de los materiales, así como las curvas completas que incluyen su comportamiento histerestico, así como las caracterizaciones de las demandas, es necesario hacer las explicaciones que figuran en este documento a fin de poder desarrollar una discusión completa del tema, no obstante lo que figure en el Código debe ser taxativo en cada uno de sus aspectos de cual deberá ser la forma de aplicación en cada caso completo, sin posibilidades de interpretación personal |
|----------|---|



[www.codigomodelosismico.org](http://www.codigomodelosismico.org)

Gracias por su atención

# Sub Comité Objetivos de Desempeño

## Pasos a Seguir – Interacción Suelo Estructura

**Jorge Carvallo**

Presidente del Subcomité de Objetivos de Desempeño

Bucaramanga, Colombia

28 de octubre de 2022

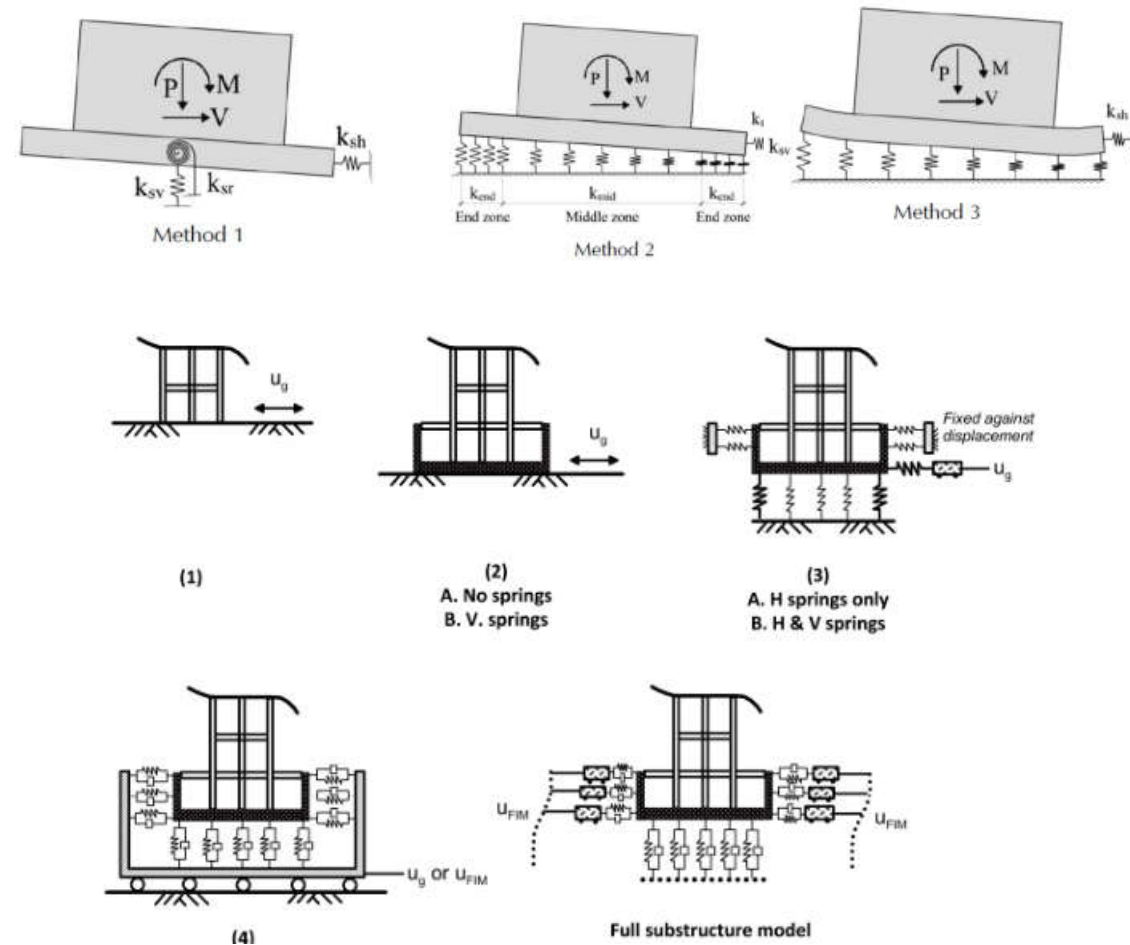
## DOCUMENTO ANEXOS DE OBJETIVOS DE DESEMPEÑO A1.

Recomendaciones para análisis de:

- a) interacción suelo y estructura
- b) amplificación por efectos locales

### Objetivos del Documento:

- Discutir y exponer los principios fundamentales de la interacción suelo estructuras.
- Proponer un documento que contenga lo esencial sobre este fenómeno.
- Consensuar definiciones.
- Entregar insumos para cuerpo del código.
- Establecer los datos mínimos que debe entregar el estudio de suelos.



### Resumen del Documento:

- Se busca definir la influencia en la respuesta estática y/o dinámica del terreno provocado por la presencia de un sistema de cimentación y su correspondiente estructura y viceversa.
- Definiciones y propuestas basados en ASCE y FEMA
  - Interacción cinemática: Largo de la fundación y enterramiento.
  - Interacción inercial: aumento del período y aumento del amortiguamiento.
  - Efectos topográficos
  - Suelos licuables
  - Efectos de la geometría de basamento rocoso
  - Modelos con subterráneos

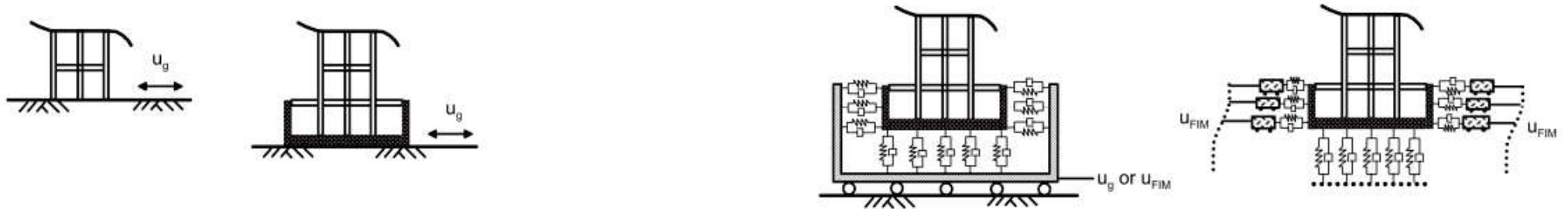
## Resumen del Documento

1. INTRODUCCIÓN (Edgar Díaz – Jorge Carvallo)
2. CRITERIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SUELOS (Edgar Díaz)
3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)
  - CRITERIO PARA PREDEFINIR SI UN ANÁLISIS INERCIAL DE SSI PUEDE TENER UNA AFECTACIÓN EN EL DISEÑO [EGDS]
  - LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO CINEMÁTICO
  - LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO INERCIAL
  - FLEXIBILIDAD DEL SUELO Y DE LA FUNDACIÓN
  - LINEAMIENTOS PARA LA MODELACIÓN DE SUBTERRÁNEOS
4. CONSIDERACIONES DE AMPLIFICACIÓN POR EFECTOS LOCALES (Edgar Díaz)
  - Efectos topográficos
  - Suelos licuables
  - Efectos de la geometría de basamento rocoso

## Resumen del Documento

### 1. INTRODUCCIÓN (Edgar Díaz – Jorge Carvallo)

El efecto de interacción suelo estructura modifica la respuesta dinámica respecto de la consideración de estructura con base indeformable, así como las características del movimiento del suelo en la vecindad de la cimentación.



## Resumen del Documento

### 2. CRITERIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SUELOS (Edgar Díaz)

El uso de modelos de **análisis directo** permite obtener un importante número de parámetros de respuesta del suelo y de la estructura, pero su uso debe estar **limitado a los casos en los que se cuente con información de calidad**, tanto del predio en estudio, como información regional. Lo anterior es de gran importancia, ya que dado el tipo y cantidad de parámetros requeridos, se debe evitar que el uso de un cantidad importante de estimaciones, finalmente generen un modelo que no responde a las condiciones reales de la zona de estudio, por lo que en estos casos, el uso de modelos simplificados, teniendo claro su alcance, son una alternativa de gran utilidad práctica.

### Resumen del Documento

#### 3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)

- CRITERIO PARA PREDEFINIR SI UN ANÁLISIS INERCIAL DE SSI PUEDE TENER UNA AFECTACIÓN EN EL DISEÑO [EGDS]

$$\text{FEMA P-2091/2020} \quad \frac{h'}{v_s T} > 0.1 ;$$

$h'$  es la altura efectiva de la estructura.

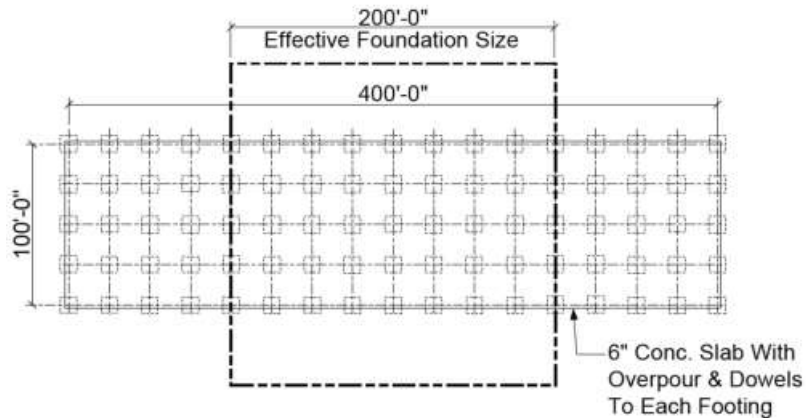
$v_s$  es la velocidad de onda de corte efectiva promedio.

$T$  es el periodo fundamental de la estructura con base fija.

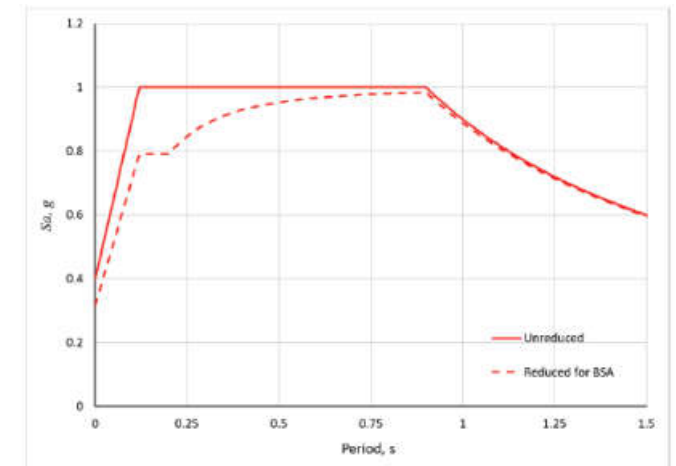
### Resumen del Documento

#### 3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)

- LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO **CINEMÁTICO**
  - Tamaño de la fundación



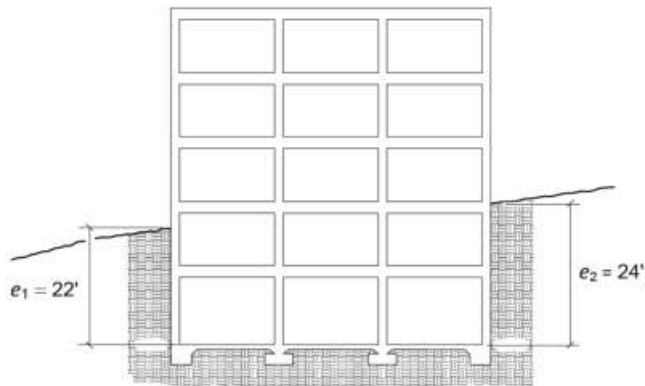
$$RRS_{bsa} = 0.25 + 0.75 \left\{ \frac{1}{b_0^2} \left[ 1 - \left( \exp(-2b_0^2) \right) B_{bsa} \right] \right\}$$



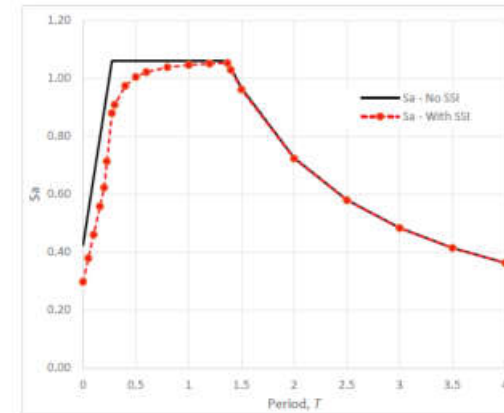
### Resumen del Documento

#### 3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)

- LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO **CINEMÁTICO**
  - Enterramiento, ASCE/SEI 7-16



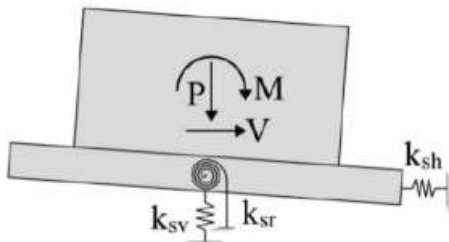
$$RRS_e = 0.25 + 0.75 \times \cos(2\pi e / Tv_s)$$



## Resumen del Documento

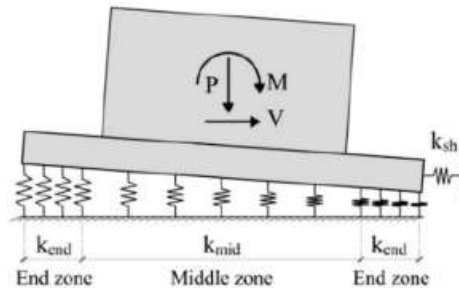
### 3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)

- LINEAMIENTOS PARA CONSIDERAR EFECTOS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE TIPO **INERCIAL**
  - Aumento del Período
  - Aumento del Amortiguamiento: por el suelo o por Radiación
- FLEXIBILIDAD DEL SUELO Y DE LA FUNDACIÓN



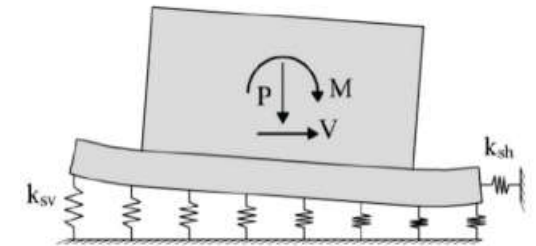
Method 1

Método 1. Recomendado para fundaciones muy rígidas respecto del suelo



Method 2

Método 2. Recomendado para análisis no lineales donde el acoplamiento explícito de la rigidez axial y rotacional, se modela con resortes no lineales.



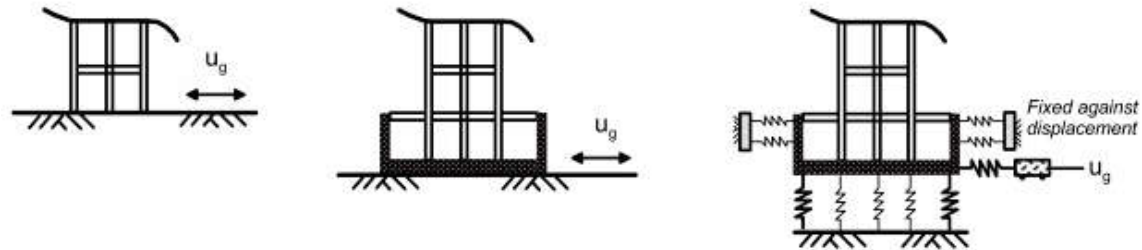
Method 3

Método 3. Recomendado cuando la flexibilidad de los elementos estructurales de la fundación se modela explícitamente.

### Resumen del Documento

#### 3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA (ED – JC)

- LINEAMIENTOS PARA LA MODELACIÓN DE SUBTERRÁNEOS



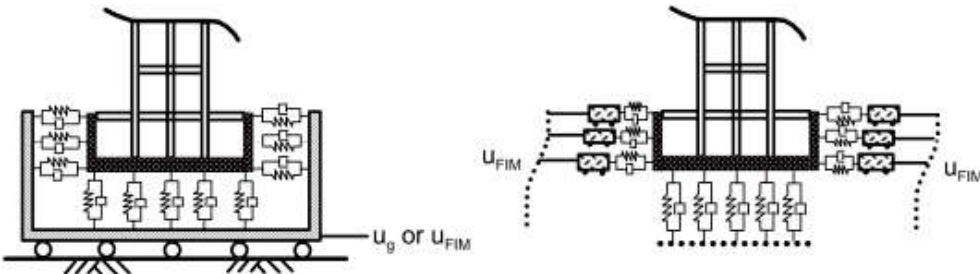
(1)

(2)

A. No springs  
B. V. springs

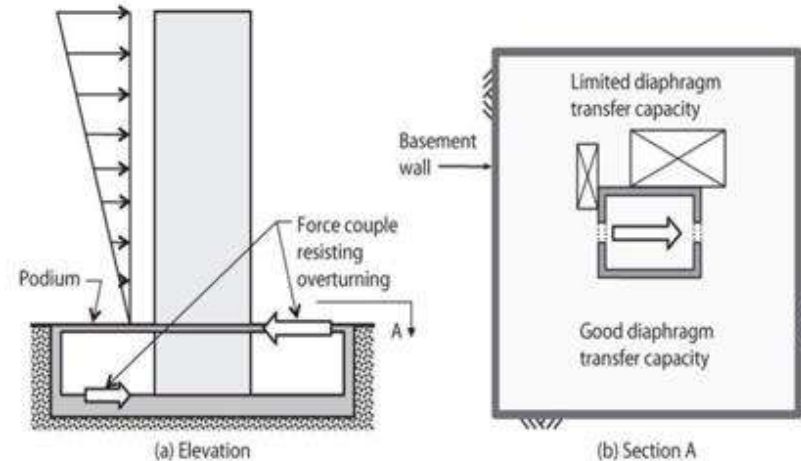
(3)

A. H springs only  
B. H & V springs



(4)

Full substructure model



Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings – Jack Moehle

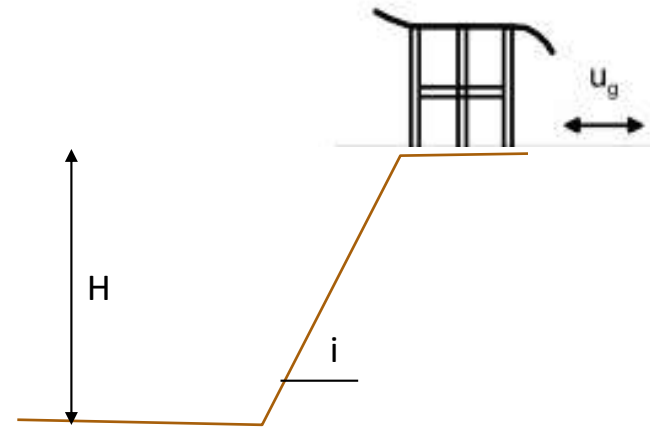
## Resumen del Documento

### 4. CONSIDERACIONES DE AMPLIFICACIÓN POR EFECTOS LOCALES (Edgar Díaz)

- Efectos topográficos

Basado en el estado del arte, se recomienda usar el siguiente criterio como mínima indicación a partir de la cual los análisis de efectos topográficos deben ser considerados:

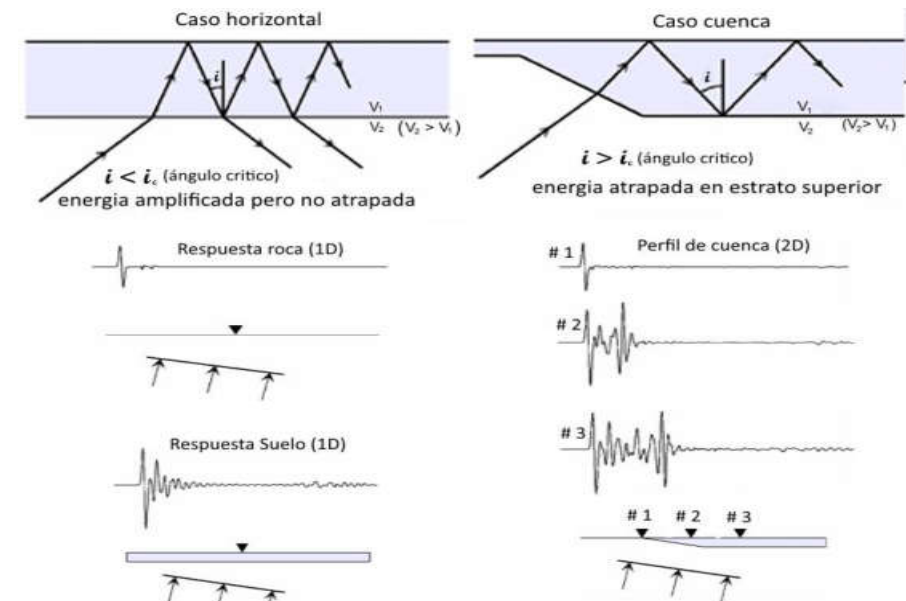
- Pendientes del terreno,  $i$ , con ángulos inferiores a  $15^\circ$  ( $\sim 27\%$ )
- Bajo condición de topografía idealizada,  $H < 30$  m



### 4. CONSIDERACIONES DE AMPLIFICACIÓN POR EFECTOS LOCALES (Edgar Díaz)

- Suelos licuables
  - Se considera que un terreno arenoso o limoso puede ser susceptible de desarrollar el fenómeno de licuefacción si  $(N1)_{60-cs} < 30$  golpes/pie, o  $qc_{1N-cs} < 17$  MPa
- Efectos de la geometría de basamento rocoso

Si se cuenta con información regional o de microzonificación, en las cuales se evidencie la geometría del basamento rocoso, la cual tenga una configuración con geometría irregular que produzca efectos de ampliación local o en el cual se evidencie depósitos sedimentarios de gran profundidad, se deberá realizar un análisis de respuesta local, que permita la definición o ratificación de los espectros de diseño correspondientes.

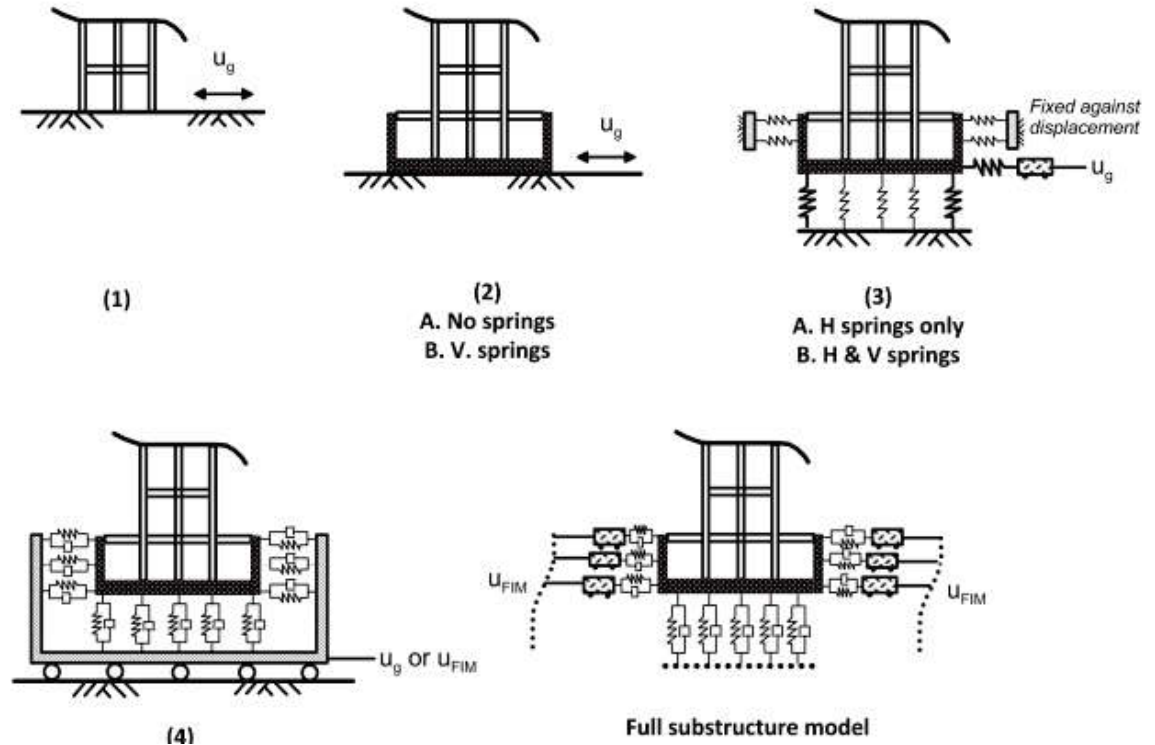


### Estado del Documento:

- Proceso de redacción e investigación de bibliografía.

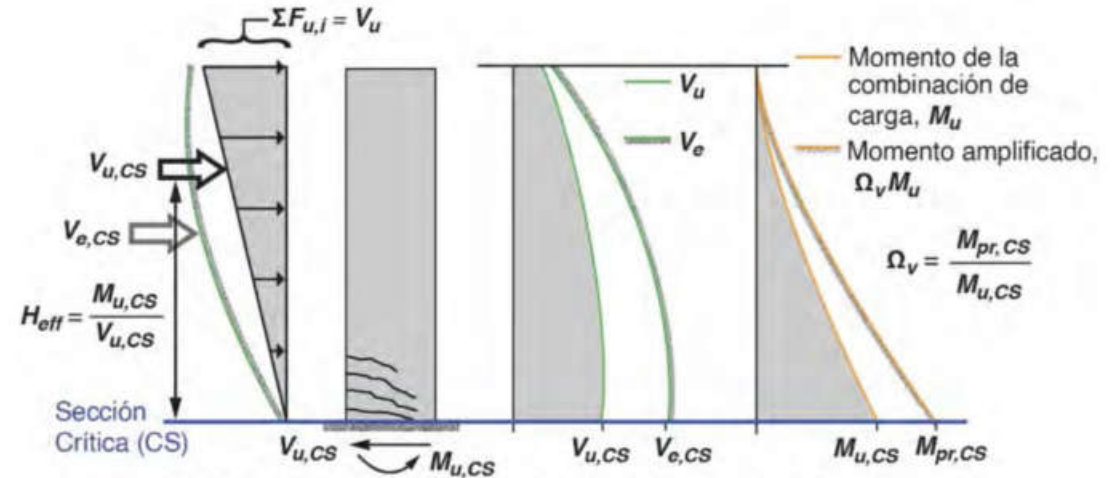
### Futuro:

- Una vez terminado el primer borrador se debe enviar para revisión del comité en pleno.
- A partir del documento, acordar que puntos se deben normar y de que manera.
- Redactar artículos correspondientes del cuerpo de la norma.



## Ideas Futuro

- Centro de Innovación del Hormigón UC.
- Centro de Innovación en Madera UC.
- Sub Comité Índices y Contenidos.
  - Rehabilitación – Patrimonio.
  - Evaluación post sismo.
- Diseño por Capacidad
- ¿Pre fabricados?
- ¿Ideas?





[www.codigomodelosismico.org](http://www.codigomodelosismico.org)

## Preguntas



[www.codigomodelosismico.org](http://www.codigomodelosismico.org)

Gracias por su atención

# NORMA AIS 100: Actualización NSR-10

**Eduardo Castell Ruano** MSc. F.A.C.I.

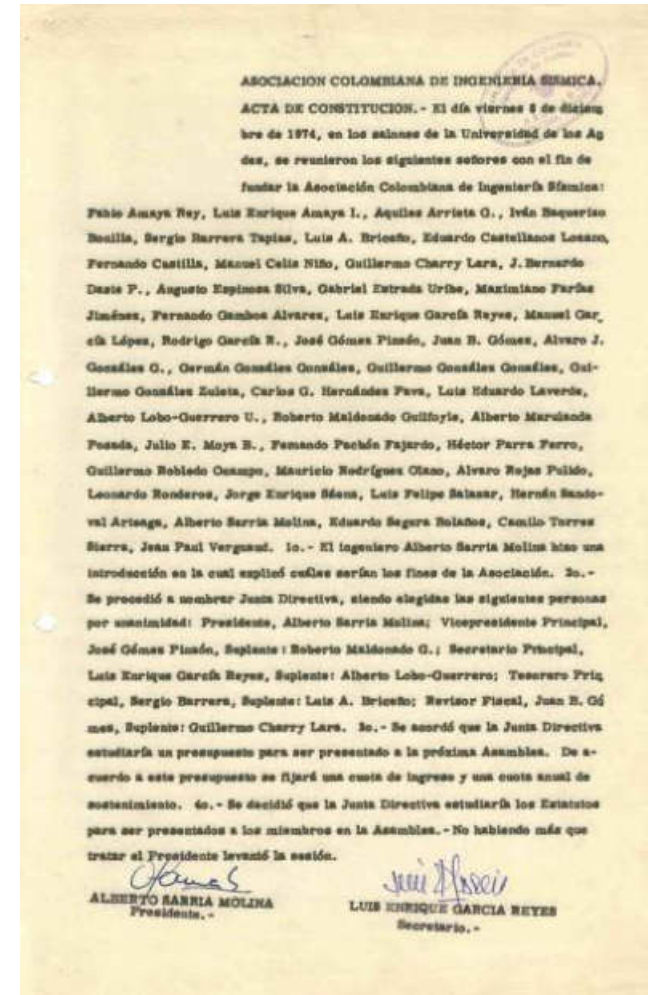
Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS  
Presidente

Bucaramanga, Colombia  
26 de octubre de 2022

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS, es una entidad sin ánimo de lucro Colombiana que tiene como misión fomentar el estudio y mejoramiento de las ciencias y técnicas relativas a la Ingeniería Sísmica especialmente en relación con la investigación de los problemas nacionales.

Se proyecta como entidad de consulta permanente en el área de ciencias y técnicas relativas a la Ingeniería Sísmica.

El día viernes 6 de Diciembre de 1974, en los salones de la Universidad de los Andes, en la ciudad de Bogotá, se reunieron 43 ingenieros en cabeza del Doctor **Alberto Sarria Molina** con el fin de fundar la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS.



Acta de constitución AIS

- COMITÉ AIS 100 – Diseño y construcción sismo resistente de edificaciones.
- COMITÉ AIS 114 – Requisitos esenciales para edificaciones de concreto reforzado de tamaño y altura limitados.
- COMITÉ AIS 180 – Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes de edificaciones.
- COMITÉ AIS 200 – Diseño y construcción sismo resistente de puentes.
- COMITÉ AIS 300 – Evaluación y zonificación de amenazas sísmicas.
- COMITÉ AIS 400 – Vulnerabilidad sísmica y evaluación de daños.
- COMITÉ AIS 500 – Arquitectura y urbanismo.
- COMITÉ AIS 600 – Edificaciones de tierra y patrimoniales.
- COMITÉ AIS 700 – Aislamiento sísmico y disipación de energía.

Desde su fundación, la AIS siempre se ha preocupado por el **desarrollo de publicaciones y documentos técnicos**, que han servido para el progreso de la Ingeniería del país.

*ACIS 100-81*  
*Requisitos Sísmicos para Edificios.*

