

<b>Nº</b>	<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
NT-02	02-01-2014	<p>La siguiente nota técnica trata sobre el diseño conceptual sísmico.</p> <p>Se abordarán de forma muy breve algunos de los conceptos más importantes de los empleados en el proyecto de estructuras en zonas sísmicas.</p>

**NOTA TÉCNICA NT-02****DISEÑO CONCEPTUAL SÍSMICO**

---

**INDICE**

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DISEÑO SÍSMICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>4</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

El diseño conceptual ha de ser el primer paso en cualquier proyecto.

El proyecto de estructuras en zona sísmica tiene algunas singularidades importantes respecto a los diseños convencionales.

Han de considerarse algunos aspectos, que en muchos casos afectan a todas las disciplinas del proyecto, que eviten posibles roturas frágiles en los elementos de la estructura y provean mecanismos alternativos de transmisión de cargas cuando los mecanismos considerados en el análisis fallen.

El proyecto de estructuras en zona sísmica condiciona enormemente el resto de disciplinas implicadas en cualquier proyecto de construcción.

Hay tipologías y formas arquitectónicas a las que nosotros estamos acostumbrados que no son empleadas en otras zonas del mundo por estas razones.

Cuando se trabaja entre grupos donde no todos están concienciados del problema que supone trabajar en zonas de alta sismicidad, el problema se agrava ya que las soluciones distan mucho de las que se propondrían en zonas sin este tipo de condicionantes.

## 2. DISEÑO SÍSMICO CONCEPTUAL

Cada estructura debería estudiarse particularmente, pero podemos destacar los siguientes aspectos:

### + Simetría estructural

La simetría de una estructura tiende a repartir uniformemente los esfuerzos evitando concentraciones locales de esfuerzos.

Esta simetría afecta tanto a la configuración en planta de la estructura como al alzado.

La falta de simetría tiende a introducir esfuerzos de torsión importantes. Las condiciones de simetría de una estructura están relacionadas con los conceptos de **centro de masas** (CM) y **centro de rigideces** (CR). Si existe un brazo o excentricidad entre ellas se originarán esfuerzos de torsión.

Las normativas suelen imponer excentricidades accidentales mínimas en planta.

### + Hiperestaticidad de las estructuras

El hiperestatismo estructural está ligado con la capacidad de una estructura de redistribuir esfuerzos mediante la plastificación de determinadas zonas o secciones. Esta capacidad de redistribución permite proporcionar mecanismos alternativos de transmisión de las cargas horizontales generadas en el terremoto.

Conforme estas secciones plastifiquen, la estructura va perdiendo hiperestaticidad, y por tanto ganando grados de libertad. La falta de estabilidad y el colapso se producirá cuando la estructura o parte de ella se conviertan en un mecanismo. Esto por definición es un cálculo plástico de la estructura.

Por tanto, cuanto mayor sea el grado de hiperestaticidad, mayor será el número de rótulas o zonas de plastificación que la estructura será capaz de soportar sin perder la estabilidad.

El tipo de mecanismo de ruina de la estructura, global o local, afectará a la ductilidad. En cuanto al diseño sísmico de la misma, la **clase estructural** de la que dependen los coeficientes de reducción de la acción sísmica está íntimamente ligada con las zonas de plastificación que se originarán durante el terremoto.

### + Fallo frágil local y detalles que proporcionan ductilidad

La herramienta que todas las normativas emplean para reducir las acciones sísmicas y poder conseguir construcciones económicas con la seguridad suficiente es la ductilidad.

Ha de ser primordial asegurar que esa ductilidad sea posible. Para ello los detalles han de diseñarse con una capacidad adecuada al nivel de ductilidad empleado en el cálculo.

Para evitar que los mecanismos de rotura que se produzcan sean frágiles se emplea el **diseño por capacidad**. Básicamente, consiste en emplear disposiciones resistentes que fallen antes de forma dúctil que de forma frágil.

Ejemplo de ellos es el dimensionamiento de las cuantías de armadura transversal en vigas de HA. Se dispone una cuantía superior a la que se necesita para absorber el cortante isostático del momento de cálculo en situación sísmica de las secciones extremas de la viga.

En el acero, se emplea un coeficiente de sobrerresistencia en el cálculo de uniones, entre otros métodos para garantizar esto.

### ✚ Resonancia suelo-estructura

En general y a falta de estudios más precisos, se recomienda emplear estructuras flexibles en suelo firme y estructuras más rígidas en suelos blandos.

Los espectros de respuesta normativos siempre contemplan un factor de suelo que es el que regula la posición del “techo” del espectro.

Se muestra el espectro de EN1998-1:2004y los valores del tipo 1:

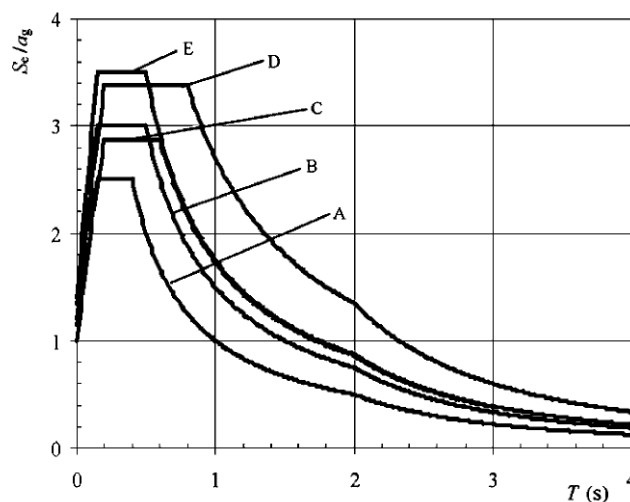


Imagen 1 Figura 3.2 de EN1998-1. Espectros tipo 1 para terrenos tipo A a E (5% amort.)

Tipo de terreno	Descripción del perfil estratigráfico	Parámetros		
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (golpes/30 cm)	$c_u$ (kPa)
A	Roca u otra formación geológica similar a roca, incluyendo como máximo 5 m del material más débil en la superficie	> 800	–	–
B	Depósitos de arena muy densa, grava o arcilla muy rígida, de al menos algunas decenas de metros de espesor, caracterizados por un aumento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de arena densa o de densidad de media a densa, grava o arcilla dura con espesor de algunas decenas a muchos centenares de metros	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Depósitos de suelos sueltos a medios no cohesionados (con o sin algunas capas blandas cohesivas), o principalmente suelos cohesivos de rigidez débil a firme	< 180	< 15	< 70
E	Un perfil de suelo constituido por una capa aluvial con valores de $v_s$ de tipo C o D y espesor variable entre 5 m y 20 m, que yace sobre un material más rígido con $v_s > 800$ m/s			
$S_1$	Depósitos que contienen una capa de al menos 10 m de espesor, de arcillas/aluviones blandos con alto índice de plasticidad ( $IP > 40$ ) y alto contenido en agua	< 100 indicativo		10 – 20
$S_2$	Depósitos de suelos licuefactables, de arcillas sensibles o cualquier otro perfil de suelo no incluido en los tipos A - E o $S_1$			

Imagen 2 Tipos de terreno según EN1998-1:2008

### **Compatibilidad de deformaciones entre subsistemas estructurales**

Hay que considerar los efectos de la acción sobre la estructura en su conjunto. Cuando se dimensionan subsistemas diferentes para las verticales y las horizontales hay que garantizar la compatibilidad de deformaciones.

Ejemplos de esto son las pérdidas de apoyo de los tableros de un puente o la rotura de los forjados de un edificio.

Esto es particularmente importante cuando la componente vertical de la acción sísmica es elevada.

### **Masas innecesarias**

Las fuerzas durante un terremoto son proporcionales a la masa de la estructura, por ello se produce un ahorro al disminuirse la fuerza sísmica.

Las cargas inerciales son directamente proporcionales a la masa y a la aceleración. La aceleración viene impuesta por la localización y emplazamiento de la obra, por tanto la manera de disminuir estas acciones es disminuir las masas.

### **Separación entre edificios**

La falta de separación entre edificio puede producir impactos entre los edificios. Son repuestas difíciles de predecir.

Puede evitarse mediante:

- El empleo de estructuras más rígidas
- Una mayor separación entre los edificios
- El empleo de mecanismos de disipación de energía.

### **Cambios en el periodo estructural antes y durante el sismo**

La influencia de los elementos no estructurales, en muchos casos, son determinantes en la respuesta de las estructuras.

Estos elementos rigidizan la estructura en comparación con el modelo dinámico empleado en el análisis, que no considera habitualmente la albañilería.

Dichos modelos suelen reducir el periodo de la estructura con el consiguiente aumento de la fuerza sísmica. Además pueden inducir torsión si no se ubican de forma simétrica.