

***ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE CÓMPUTO  
ORIENTADO A LA DETERMINACIÓN DEL  
PELIGRO SÍSMICO EN EL PAÍS***

***“MANUAL DE USO DEL APLICATIVO WEB”***

***Elaborado por:***

***SENCICO***

***Av. De la Poesía N° 351 – San Borja.***

***Lima 31 - Perú***

***Telf.: (511) 211-6300 Anexo 1906***

***Junio, 2016***

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Alcance del Informe .....	1
<b>2</b>	<b>MANUAL DE USUARIO .....</b>	<b>2</b>
2.1	Presentación de la Interfaz .....	2
2.2	Selección de coordenada .....	3
2.3	Probabilidad anual de excedencia .....	6
2.4	Espectro de peligro uniforme .....	9
2.5	Norma de diseño .....	10
<b>3</b>	<b>OBSERVACIONES .....</b>	<b>14</b>

## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

El Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - **SENCICO** con el afán contribuir al desarrollo de criterios para el diseño sísmo resistente de edificaciones en el país, ha optado por la actualización del programa desarrollado por la misma institución en el año 2013, ZM\_PPSH, el cual estaba orientado al cálculo de las curvas de probabilidad anual de excedencia, siendo este su alcance limitado. Para el presente trabajo se ha desarrollado el aplicativo web “CPSC”, donde se incorporan a las curvas de probabilidad anual de excedencia otros aspectos importantes, como la obtención de espectros de peligro uniforme a lo largo del territorio peruano considerando distintos periodos de retorno, tiempos de exposición de las estructuras y amortiguamientos, además se incluye la construcción de curvas de diseño según las la normativa peruana e internacional y la comparación de las mismas.

### **1.2 Alcance del Informe**

El presente informe tiene como finalidad guiar de manera apropiada a los usuarios en el uso del programa instalado en la página de SENCICO.

## 2 MANUAL DE USUARIO

### 2.1 Presentación de la Interfaz

Para entrar al aplicativo web desarrollado se requiere ingresar a la dirección web: <http://cpsp.sencico.gob.pe/> (también accedido desde la IP pública de SENCICO: <http://191.98.144.233/>) la cual está alojada en un servidor privado, lo que evita la saturación de la vista con publicidad no deseada.

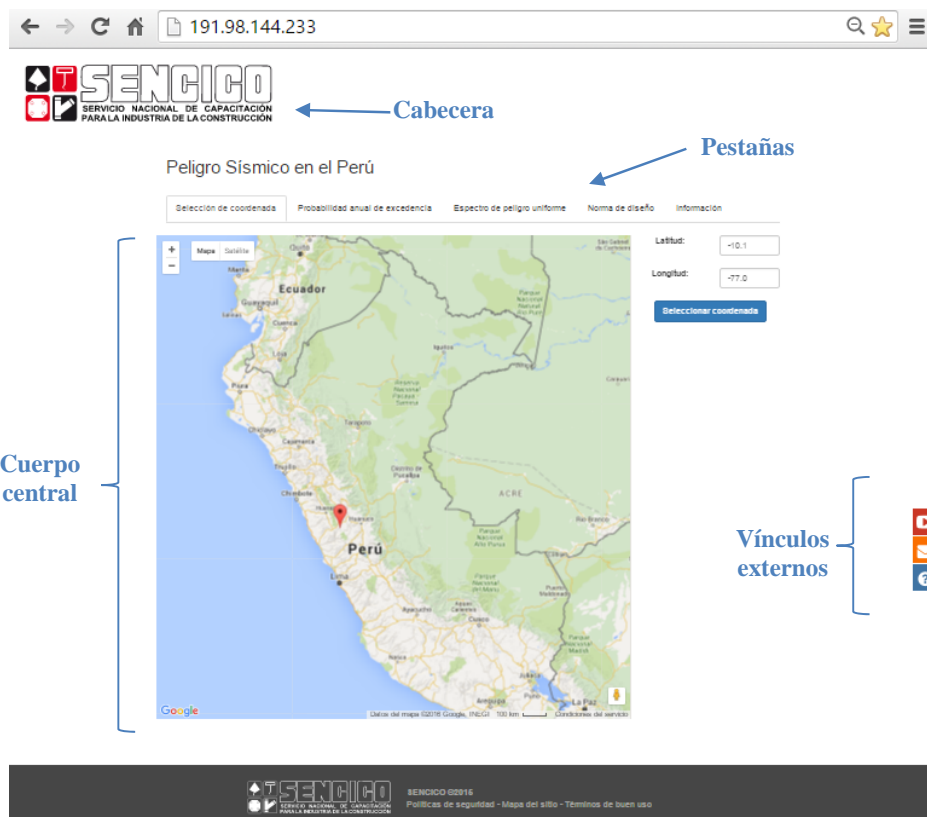


Figura 1.

La interfaz consta principalmente del logo de SENCICO en la cabecera de la página, un cuerpo central que consta de 5 pestañas, donde aparece de manera predeterminada el mapa de geo localización con la pestaña “Selección de coordenada”. Las otras cuatro pestañas son netamente de resultados de análisis, y son “Probabilidad anual de excedencia”, “Espectro de peligro uniforme”, “Norma de diseño” e “Información”, las cuales serán detalladas más adelante.

### Peligro Sísmico en el Perú



**Figura 2.**

En la zona derecha de la página se tienen tres recuadros, con vínculos referentes a SENCICO, siendo de arriba hacia abajo: El canal de Youtube de Sencico: 1SENCICOTV; el portal SENCICO para acceder al correo electrónico; y la zona de Preguntas Frecuentes del portal de SENCICO.



**Figura 3.**

Finalmente en la parte inferior de la página se presenta el logo de SENCICO con acceso directo hacia la página principal de SENCICO, las Políticas de Seguridad, el Mapa de Sitio y los Términos de buen uso.



**Figura 4.**

## **2.2 Selección de coordenada**

Esta pestaña está predestinada para que aparezca de al momento de ingresar a la página, presentando un mapa de geo localización.

Para la realización del mapa se usó el API de Google Maps, proporcionado gratuitamente por la empresa Google. La función del mapa es poder obtener la coordenada de la que se quiere conocer los parámetros sísmicos. Para ello se limitará la movilización del cursor a cuadrantes de 0.1°, que es para lo que se realizó el análisis.

La fuente de la información de geo localización brindada está respaldada por “Datos de mapas @2016 Google”

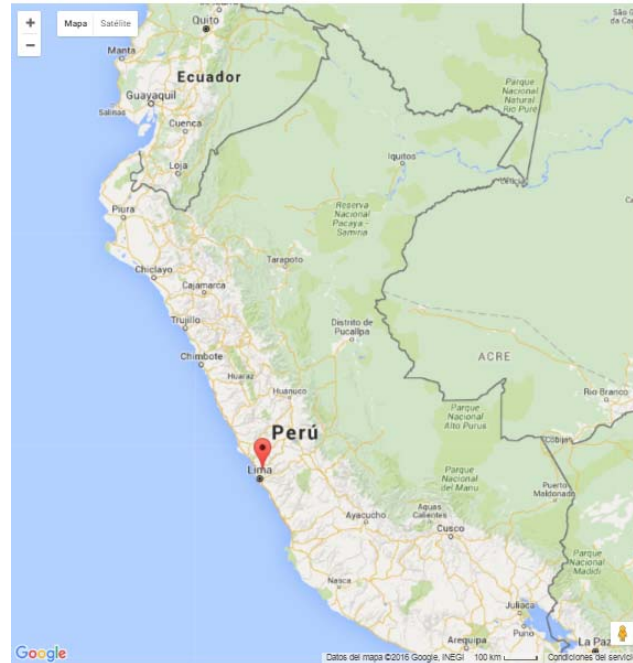


Figura 5.

Entre las opciones que presenta este aplicativo de Google están los botones en la parte superior izquierda, donde se puede hacer la visualización del mapa del Perú con o sin relieve, dependiendo de las necesidades del usuario, e incluso con imágenes satelitales con o sin etiquetas (nombres y límites políticos)

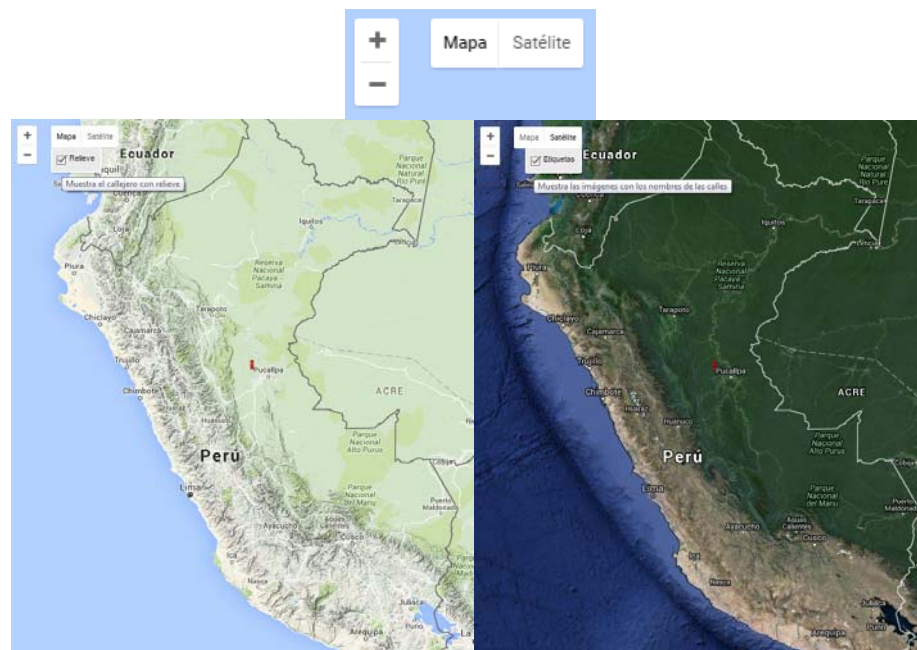


Figura 6.

Para poder seleccionar nuestro punto de interés, existen 2 posibilidades, la primera es desplazar el marcador de posición a lo largo del territorio peruano, las coordenadas se irán actualizando en las casillas respectivas de la parte derecha. Otra manera es simplemente ingresar las coordenadas de manera directa en estas casillas, finalmente se debe dar click en el botón “Seleccionar Coordenada”.

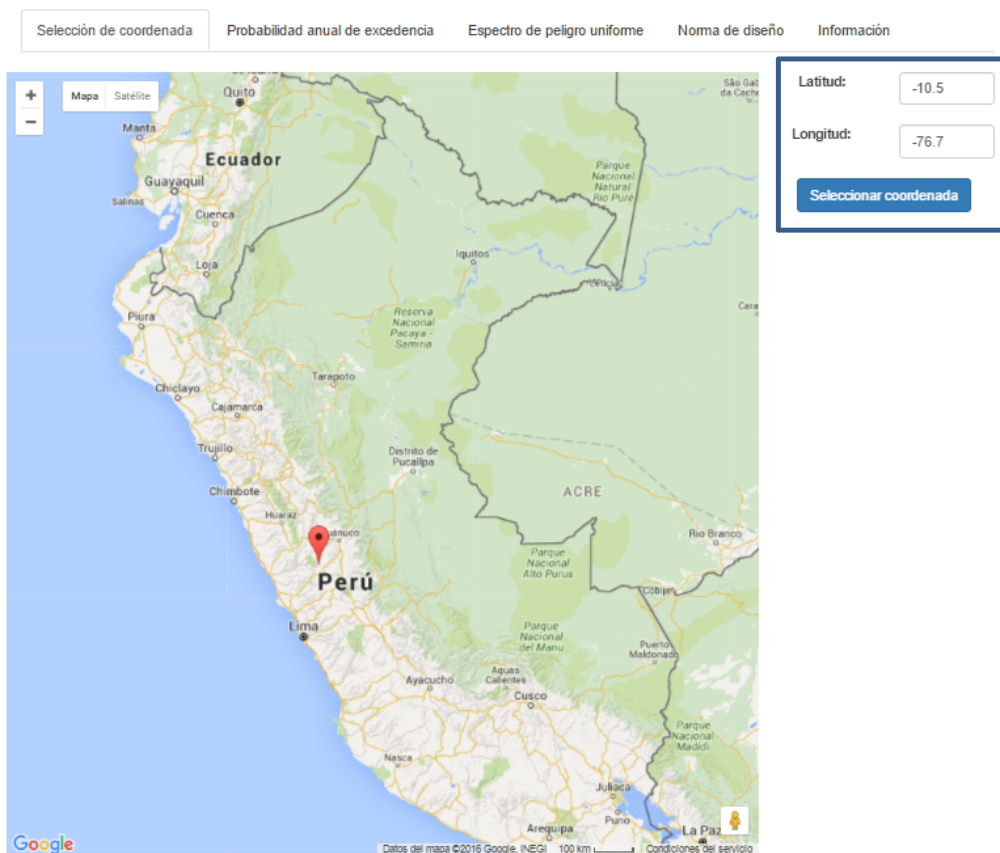


Figura 7

Cabe señalar que si antes no se seleccionó el punto que se desea analizar no se obtendrá resultado alguno en ninguna de las pestañas de análisis, además si se seleccionó un punto fuera del territorio peruano, tampoco se obtendrá resultado. Al seleccionar en un punto cualquiera se visualiza las coordenadas en latitud y longitud, y un mensaje en la pantalla señalando que se está procediendo a calcular, y generando las curvas correspondientes.

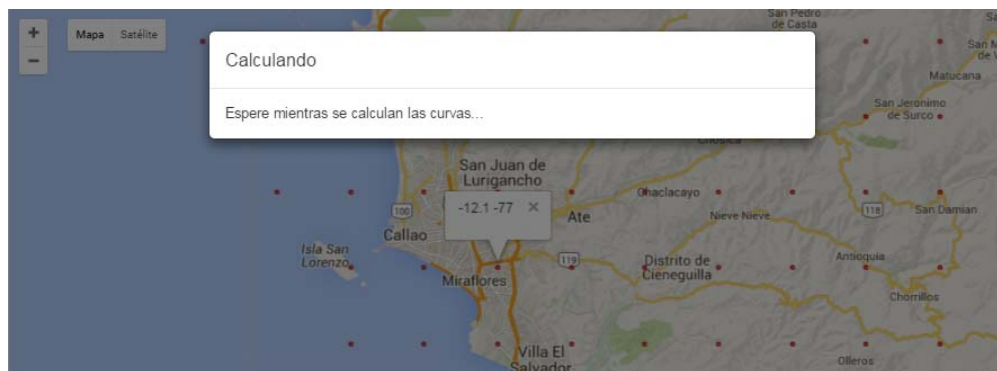


Figura 8.

A partir de este momento recién se podrán visualizar resultados en las pestañas siguientes.

### 2.3 Probabilidad anual de excedencia

La primera pestaña de análisis es para las Curvas de “*Probabilidad anual de excedencia VS. Aceleración espectral*”, donde predeterminadamente se analiza para un amortiguamiento de 5% y un periodo de 0.00 (PGA).

Esta gráfica tiene por abscisas a la Probabilidad anual de excedencia que es la inversa del Tiempo de retorno en años, y a la Aceleración espectral dadas en unidades gal en las ordenadas.

Para el eje de las abscisas el límite máximo es 1.00, ya que no se requiere análisis para periodos de retorno menores a 1 año.

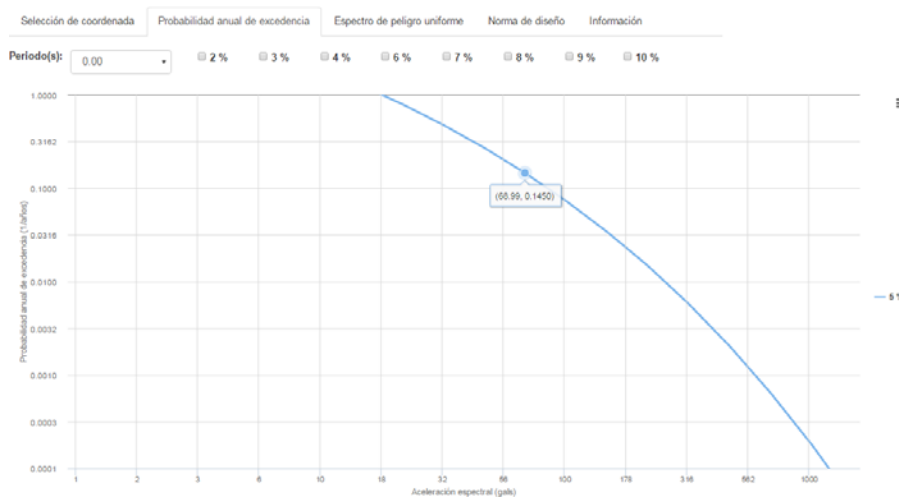


Figura 9.

Si se desea un análisis para distintos amortiguamiento, se da la opción de escoger desde 2 % hasta 10 % variando en una unidad porcentual. Asimismo el periodo también puede ser modificado a 0.050, y 0.010, a partir del cual se procede en intervalos de 0.05 s hasta el periodo 1.0 s, donde el intervalo cambia a 0.1 s hasta llegar al periodo máximo de análisis de 3.0 s.



Otra función del aplicativo que se repite para las demás pestañas es la opción de pasar con el mouse sobre el gráfico y obtener los resultados

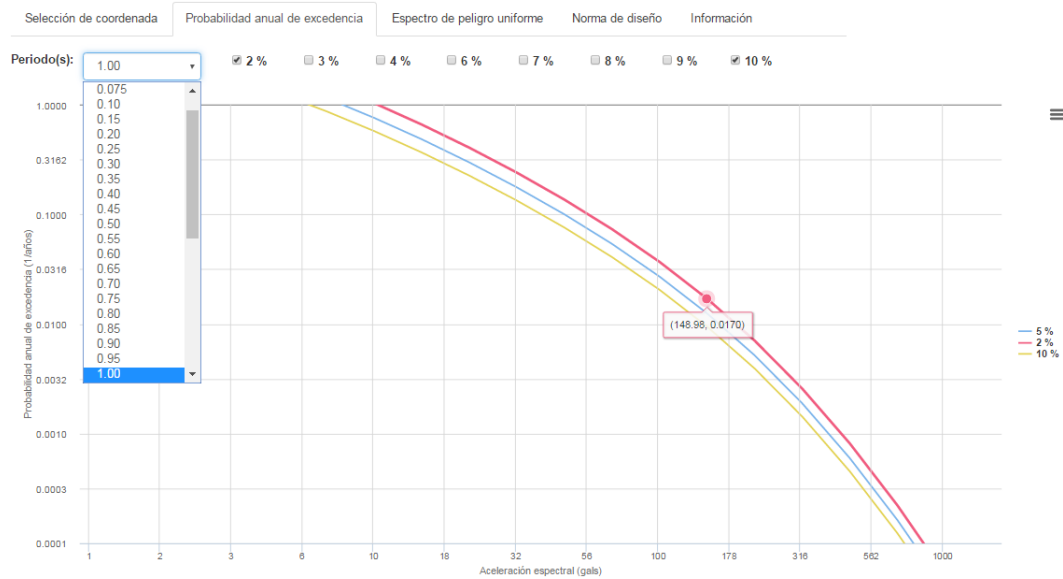


Figura 10.

Un ejemplo de la interpretación de este gráfico es que para un periodo de 0.20 s, y una probabilidad de excedencia de 0.010 (100 años de periodo de retorno) se obtendrá: para un amortiguamiento de 2 %, un aproximado de 513.4 gal; para 5%, 580.6 gal; y para 10%, 666.0 gal.

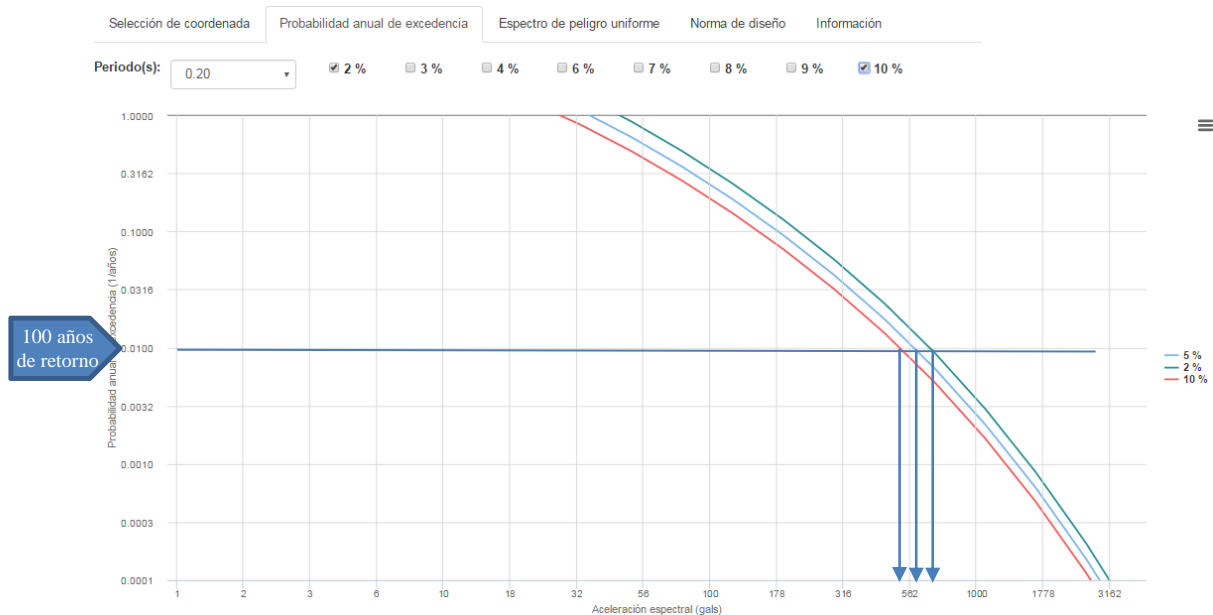


Figura 11.

Una opción muy útil que está disponible en todas las pestañas de gráficos es la exportación de resultados, haciendo click en el ícono superior derecha con forma de 3 líneas horizontales una encima de otra.

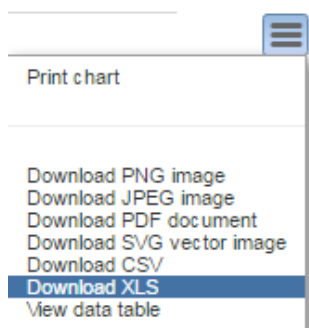


Figura 12.

Con esta opción se permite exportar los resultados en formato PNG, JPEG, PDF, SVG, CSV y XLS.

Y por último la opción “View data table”, la cual escribe los resultados en la parte inferior del gráfico, sin necesidad de descargar algún tipo de archivo.

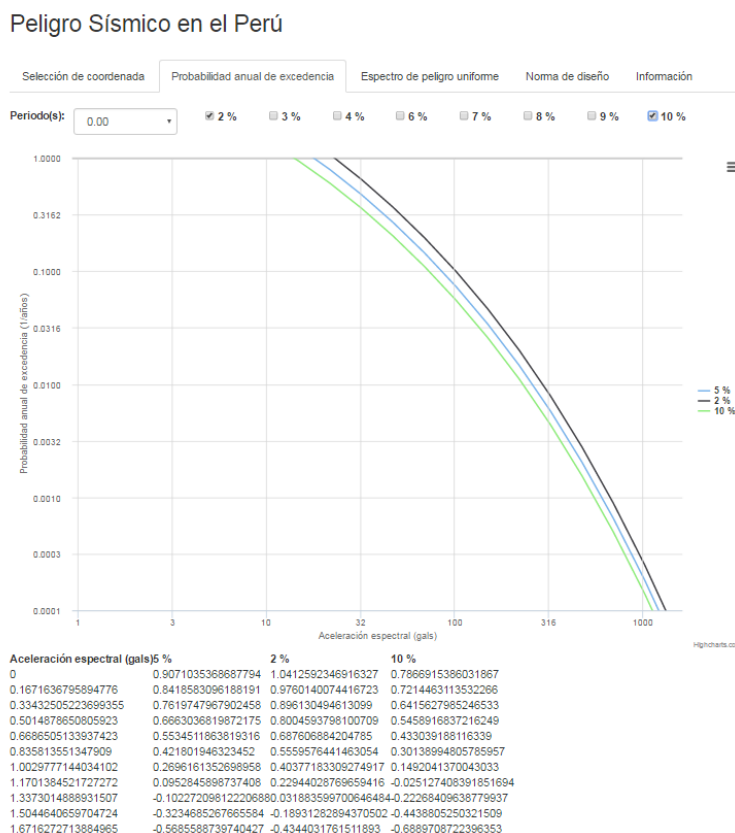
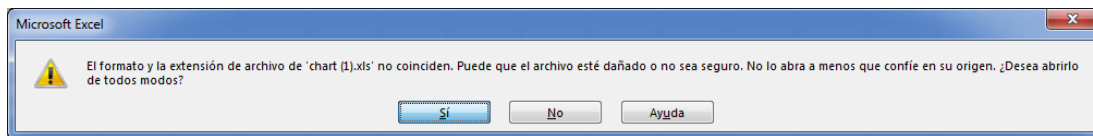


Figura 13.

Tal como se comentó en la parte introductoria, todos los software usados son de licencia gratuita, así que el archivo que está en formato XLS que corresponde a un archivo tipo Excel nunca ha sido manipulado con dicho programa, pero si es compatible, por lo que se aclara al usuario confiar en el archivo generado, ya no que se trata de algún virus o similar, sino tan solo el archivo compatible con Excel.



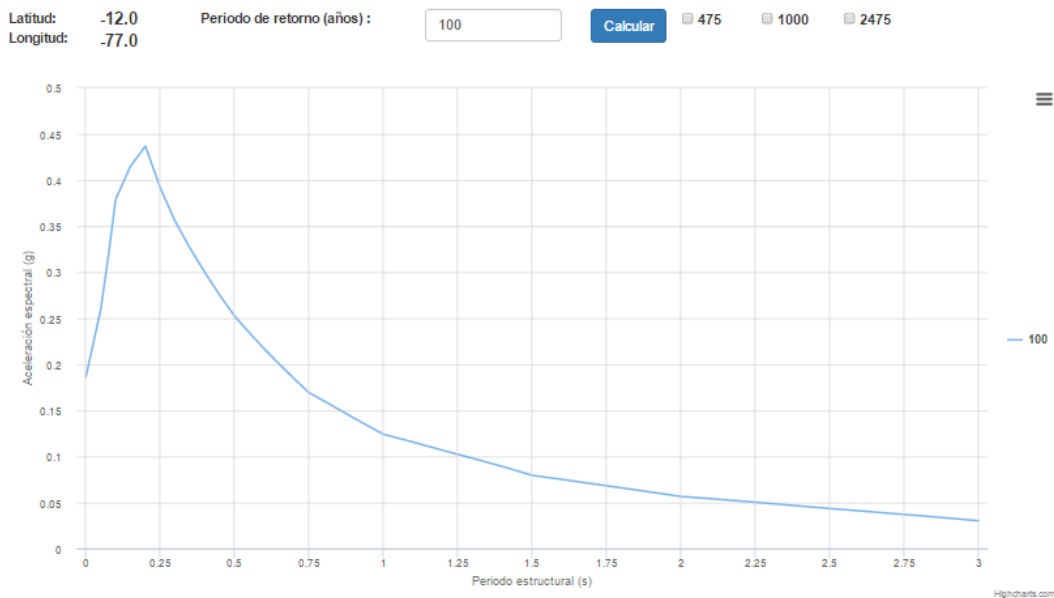
**Figura 14.**

## 2.4 Espectro de peligro uniforme

En esta sección, la gráfica presentada es el Espectro de Peligro Uniforme, donde de manera predeterminada aparece la gráfica para un periodo de retorno de 75 años.

En el eje de las abscisas se tienen los valores de aceleración espectral en unidades g, y en las ordenadas están los periodos estructurales de diseño.

Los periodos estructurales para los cuales se analizó desde 0.000, siguiendo 0.050, y 0.010, a partir del cual se procede en intervalos de 0.05 s hasta el periodo 1.0 s, donde el intervalo cambia a 0.1 s hasta llegar al periodo máximo de análisis de 3.0 s.

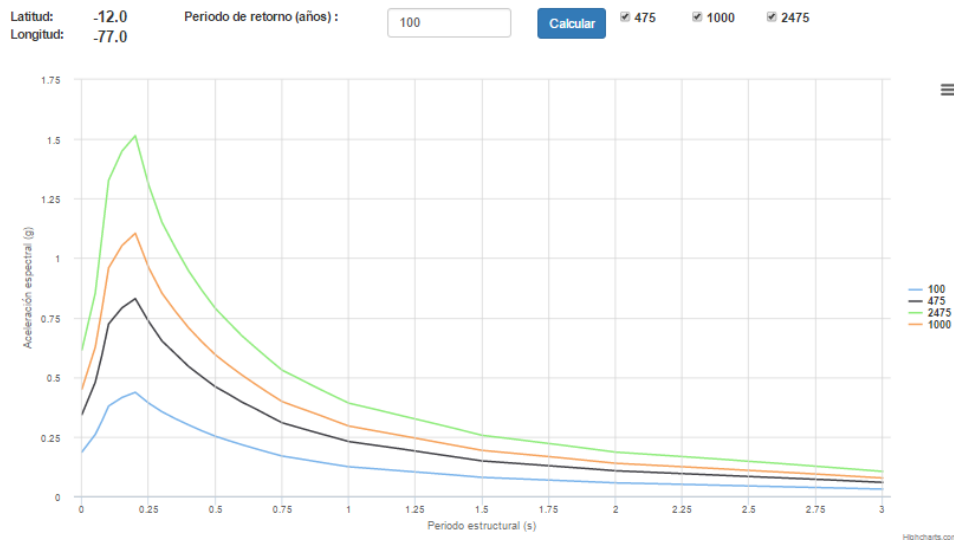


**Figura 15.**

En cuanto a la visualización de la gráfica para distintos periodos de retorno, se da la opción de escribir un año particular el cual se desea hacer el análisis e incluso periodos recurrentes en este

tipo de análisis como lo son 475, 1000 y 2475 años, teniendo como recomendación que no se analice para a valores mayores a 2500 años ya que se podrían obtener resultados inconsistentes.

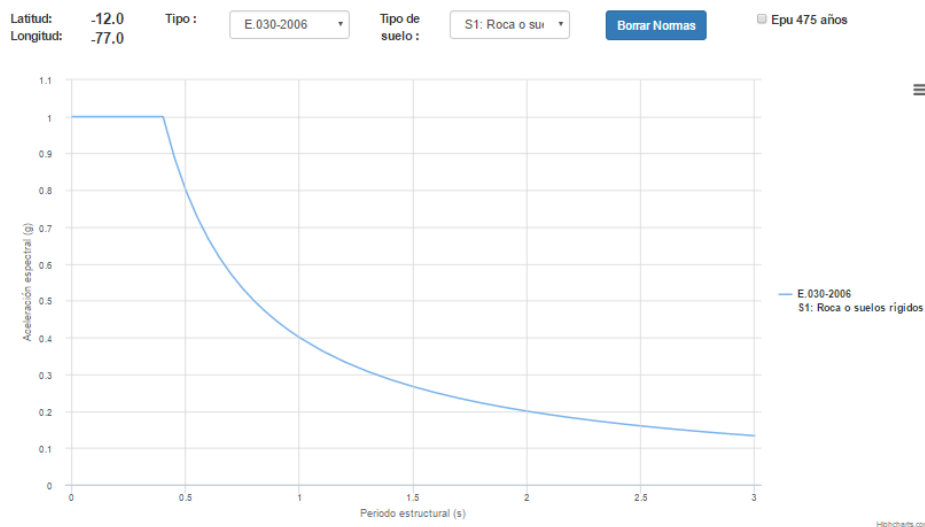
También se pudo hacer un comparativo entre curvas para distintos años de retorno.



**Figura 16.**

## 2.5 Norma de diseño

En esta sección, la gráfica presentada es el Espectro de Diseño, donde de manera predeterminada aparece la gráfica con la norma E.030-2006, con un Tipo de suelo S1.



**Figura 17.**

Dependiendo del tipo de norma con la que se desea obtener el análisis, también cambiará los tipos de suelos correspondientes, así, para la norma E.030-2006, hay tres tipos de suelos (S1, S2 y S3); para la norma E.030-2016, hay cuatro tipos de suelos (S0, S1, S2 y S3); y finalmente para el IBC se tiene cinco tipos de suelos (A, B, C, D y E)

Tipo : E.030-2006 Tipo de suelo : S1: Roca o suelos rígidos  
S2: Suelos intermedios  
S3: Suelos flexibles o con estrato de gran espesor

Tipo : E.030-2016 Tipo de suelo : S0: Roca dura  
S1: Roca o suelos muy rígidos  
S2: Suelos intermedios  
S3: Suelos blandos

Tipo : IBC-2012 Tipo de suelo : A: Roca muy dura  
B: Roca  
C: Roca blanda o suelo muy denso  
D: Suelo firme  
E: Suelo blando

Figura 18.

Cabe resaltar que el resultado obtenido, que es la aceleración espectral, es la necesaria para el cálculo de la fuerza cortante en la base, ya que se tienen los datos de Z (factor de zona), C (factor de amplificación sísmica) y S (factor de suelo), solo faltaría los datos de U (factor de uso), P (peso de la estructura) y R (factor de reducción) que no son analizados en este aplicativo.

De manera aplicativa, al hacer la comparación entre las distintas normas, solamente se debe elegir los tipos de norma a graficar y automáticamente se van actualizando las gráficas.

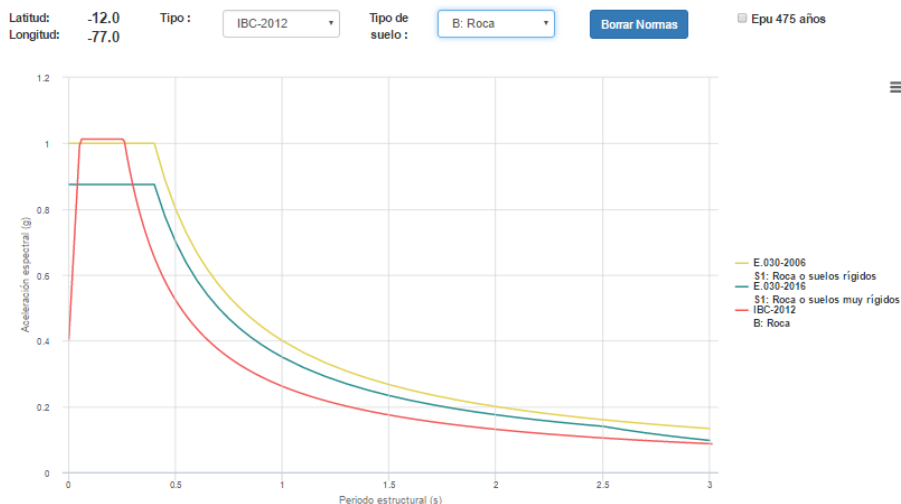
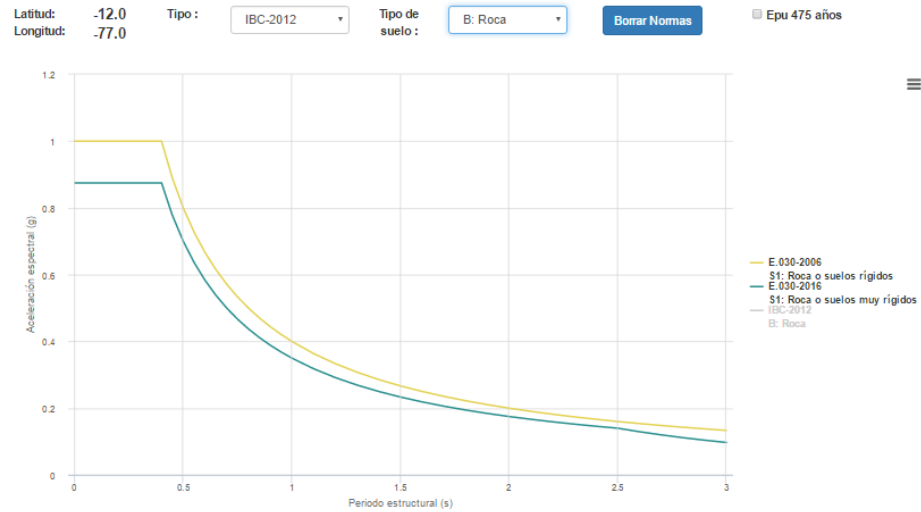
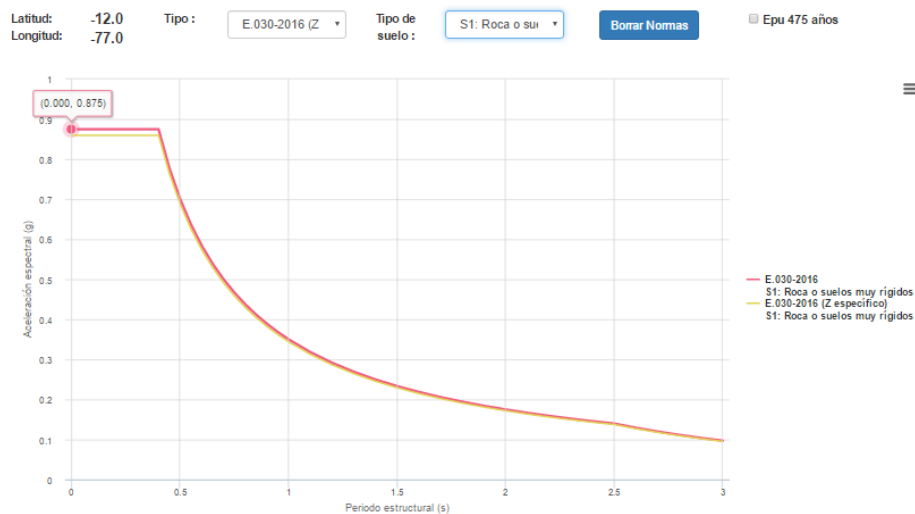


Figura 19

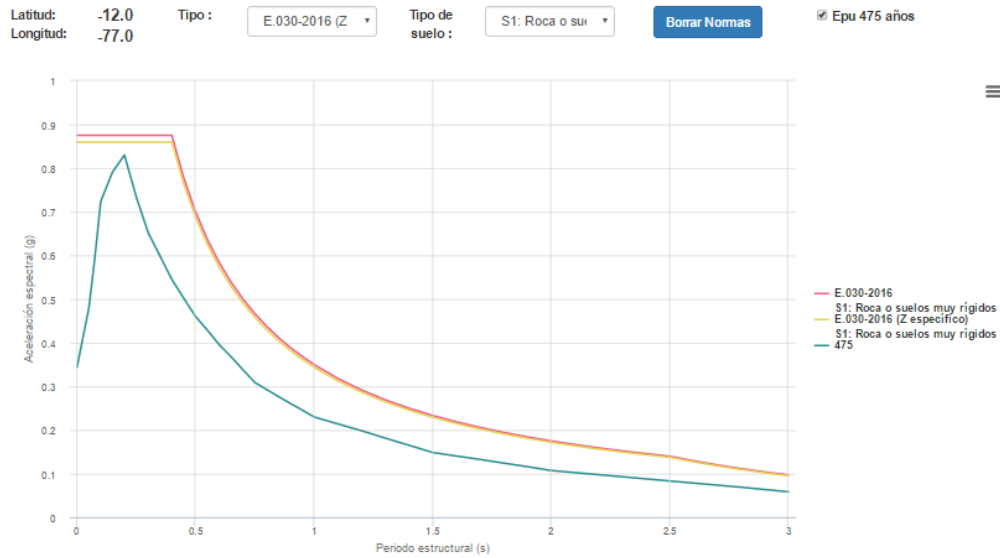
De querer ocultar alguna de las normas seleccionadas se da click en la leyenda de la curva respectiva y esta se ocultará automáticamente.



Para el espectro de diseño se ofrece una opción más, que es la norma “E.030-2016 específico”, que aplica un factor distinto a lo que usa la norma: el factor Z. Si usamos lo que dice la norma, Z solo se restringe a 4 valores, definido por las 4 macro zonas sísmicas. En cambio, la opción “E.030-2016 específico” usa valores para Z obtenidos del mapa de Isoaceleraciones presentado en el trabajo; logrando, en muchas oportunidades, menos valores de aceleraciones.



Adicionalmente, se puede comparar el Espectro de peligro uniforme (EPU) para un periodo de retorno de 475 años.



**Figura 22**

Finalmente, para sugerencias y consultas comuníquese con nosotros al teléfono 01 211 6300 anexo 2603 y/o al correo [gesparza@sencico.gob.pe](mailto:gesparza@sencico.gob.pe)

### **3 OBSERVACIONES**

- El aplicativo web utiliza data de salida del software CRISIS 2015 v.2.2, programa de cómputo que ha sido empleado para la evaluación del peligro sísmico sobre el territorio nacional partiendo de data sísmica actualizada hasta el 1 de enero del 2016;
- El aplicativo web es un software que grafica curvas de probabilidad anual de excedencia, espectros de peligro uniforme y espectros de diseño; este software ha sido elaborado empleando softwares libres de licencia tales como Api de Google. En consecuencia, este software se encuentra libre de licencia o es categorizado como “software libre”;
- Los resultados de aceleraciones espectrales presentados en las curvas de probabilidad se encuentran expresados en gals [ $\text{cm/s}^2$ ]. Estos valores de aceleración espectral son aquellos esperados a nivel de Roca (Tipo B y la parte más densa del rango de los suelos Tipo C según clasificación de sitio ASCE SEI 7-10) o suelo tipo S1 según clasificación de la norma peruana E.030, 2006 y 2016;
- Los resultados de aceleraciones espectrales presentados en las curvas de espectro de peligro uniforme y espectro de diseño se encuentran expresados en g [aceleración de la gravedad];
- Las coordenadas de análisis [Latitud; Longitud] que están presentadas para valores múltiplos de  $0.1^\circ$  dado que la grilla de análisis que se extiende sobre el territorio nacional es de  $0.1^\circ$ ;
- Cabe resaltar que el resultado obtenido, que es la aceleración espectral, es la necesaria para el cálculo de la fuerza cortante en la base, ya que se tienen los datos de Z (factor de zona), C (factor de amplificación sísmica) y S (factor de suelo), solo faltaría los datos de U (factor de uso), P (peso de la estructura) y R (factor de reducción) que no son analizados en este aplicativo.
- Los resultados obtenidos corresponden a valores de aceleración máxima horizontal esperados, obtenidos probabilísticamente mediante métodos numéricos conocidos, data sísmica actualizada hasta el 1 de enero del 2016 y considerando un suelo Tipo S1. En tal sentido, ZER Geosystem Perú S.A.C. no se responsabiliza por una mala interpretación de resultados o la extrapolación de los mismos, a ser utilizados en estudios de peligro sísmico específicos para diversos proyectos de ingeniería sobre el territorio nacional. Estos resultados pueden ser usados únicamente a modo de consulta o análisis preliminar.