

ANEXO 3.3.2

SISMICIDAD REGIONAL

En este informe se presenta las fuentes de peligro sísmico, así como información sobre terremotos fuertes registrados en el pasado y su impacto en el área de influencia del proyecto, su distribución espacial y su distribución considerando sus focos; se incluye también la evaluación de las principales fallas activas.

Las construcciones hechas por el hombre en áreas sísmicas están expuestas a los efectos de terremotos que escapan a su control. Si estas obras son vulnerables sísmicamente debido a su tipo de construcción, entonces están en riesgo. De otro lado, cuando estas obras se construyen de manera menos vulnerable o cuando no lo son por su naturaleza, resultan poco afectadas por las vibraciones de los terremotos y el riesgo sísmico es bajo aunque el peligro sísmico sea alto.

Esto significa que, a pesar que el peligro sísmico es inherente a la naturaleza, se puede controlar y reducir el riesgo sísmico aplicando correctamente técnicas ingenieriles antisísmicas.

3.3.2.1 FUENTES DE PELIGRO SÍSMICO

3.3.2.1.1 ZONA DE LA COSTA

La evolución tectónica del Perú es compleja; la mejor manera de explicarla es desde el punto de vista de la tectónica de placas. El principal factor responsable de la alta sismicidad de la costa del Perú es la interacción de la placa oceánica de Nazca con la placa continental Sudamericana, cuyo modelo de ocurrencia se representa esquemáticamente en la Figura 3.3.2-1.

La zona de subducción tiene la mayor actividad sísmica en la región de la costa, pero su influencia es moderada en las regiones de la sierra y selva debido a la amortiguación por distancia. El impacto determinante se traduce en la generación de fallas activas o fallas neotectónicas en la región de la costa.

3.3.2.1.2 ZONA INTERCORDILLERANA O DE ALTIPLANICIE

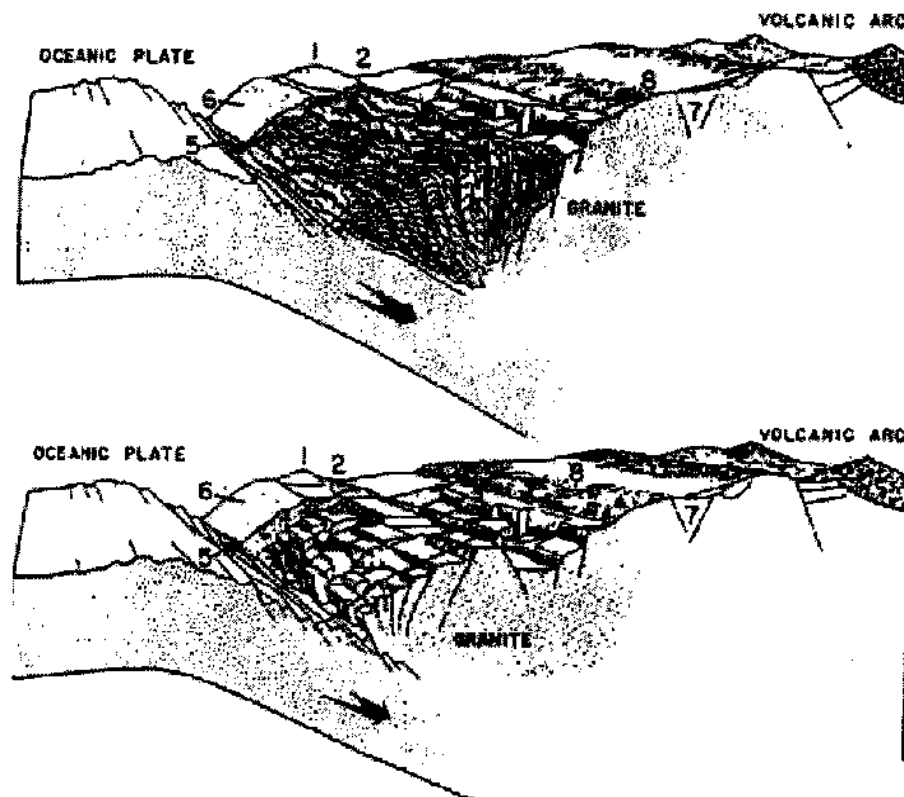
En el curso del Cuaternario, la zona de altiplanicie ha presentado inestabilidad, traducida en sismicidad superficial, que incluye fenómenos compresivos (deformaciones de terrazas antiguas y movimientos de distensión). Los focos sísmicos de esta zona están ubicados entre 0 y 50 km de profundidad.

Las magnitudes medias de los sismos en esta zona son relativamente bajas ($M_s = 5$); sin embargo se pueden esperar hasta valores cercanos a $M_s = 7$.

3.3.2.1.3 ZONA DE LA CORDILLERA ORIENTAL

Es una zona con sismicidad superficial bastante notable dado que en el centro del Perú es en la cordillera Oriental donde se ha registrado los sismos superficiales más fuertes. Se admite entonces la posibilidad de sismos en esta región con magnitudes $M_s = 7,5$.

Figura 3.3.2-1 Modelos de la zona de convergencia entre placas oceánicas y continentales, según Coulbourn 1982



1. Alto estructural
2. Cuenca pre-arco
3. Roca continental, tectonizada en bloques
4. Prisma acreciada
5. Turbiditas de la fosa
6. Sedimentos hemipelágicos deformados
7. Sedimentos mesozoicos
8. Batolito costero

3.3.2.2 SISMOS HISTÓRICOS FUERTES Y SU IMPACTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En el Cuadro 3.3.2-1 se presenta información sobre los fuertes sismos registrados a lo largo del tiempo y su impacto en el área de influencia del proyecto.

Cuadro 3.3.2-1 Sismos históricos fuertes y su impacto en el área de influencia del proyecto

Año	Mes	Día	Coordenadas		Prof. km	Lugar	Ms	Dist. (km)	PGA (g)		
									1*	2**	3***
1586	7	9	12,5°S	77,7°W	—	Lima	8,1	335	0,03	0,09	0,12
1650	3	31	13,8°S	72,0°W	70	Cusco	7,2	332	0,02	0,06	0,06
1687	10	20	13,0°S	77,5°W	—	Lima	8,2	324	0,03	0,1	0,14
1746	10	28	11,6°S	77,5°W	30	Lima	8,4	328	0,03	0,11	0,16
1942	8	24	15°S	76°W	—	Nazca	8,4	328	0,03	0,11	0,16
1947	11	1	11°S	75°W	60	Satipo	7,5	152	0,07	0,16	0,16
1948	5	28	13,1°S	76,2°W	55	Cañete	6,75	189	0,03	0,1	0,08
1969	7	24	11,8°S	75,1°W	1	Huaytapallana	5,6	77	0,04	0,13	0,06
1969	10	1	11,6°S	75,2°W	43	Huaytapallana	6,2	101	0,07	0,14	0,1

* Aceleración de pico (PGA) calculado mediante ecuación de Esteva 1974 que según Huaco 1981 da resultados inferiores a los registrados en la red macrosísmica del Perú.

** Aceleración de pico (PGA) calculado mediante la ecuación de Huaco 1981)

*** Aceleración de pico (PGA) calculado mediante ecuación Brady y Pérez 1977

Las zonas sísmicas y su recurrencia se definieron a partir de la distribución de los hipocentros de terremotos:

- Zona de subducción con focos someros (0-70 km) hasta Ms=8,2 - 8,4
- Zona de subducción con focos intermedios (55-110 km) hasta Ms= 8,0
- Zona de subducción con focos profundos (>110 km) hasta Ms= 8,2
- Zona Andina con focos someros (0-55 km) hasta Ms=7,5
- Zona neotectónica Huaytapallana (0-55 km) hasta Ms= 6,5
- Zona de deflexión Pisco-Huancayo con focos hasta Ms=8,2 - 8,4

Las zonas sismotectónicas se caracterizan estadísticamente por las siguientes tasas anuales:

- Zona de subducción, focos someros: 1,95 eventos/año 4,5 (8,4 m)
- Zona de subducción, focos intermedios: 1,81 eventos/año 4,5 (7,8 m)
- Zona de subducción, focos profundos: 1,06 eventos/año 4,5 (8,0 m)
- Zona andina, focos someros: 1,39 eventos/año 4,5 (7,5 m)
- Zona de Huaytapallana: 0,664 eventos/año 4,5 (6,5 m)
- Zona de Pisco-Abancay: 1,15 eventos/año 4,5 (8,4 m)

3.3.2.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS

Los sismos en el Perú se han clasificado de acuerdo a la profundidad de sus focos en sismos con foco superficial ($h < 60$ km), intermedio ($60 < h < 360$ km) y profundo ($h > 360$ km); para este estudio se ha considerado los sismos con $m_b > 4,5$ pues los parámetros de los mismos se determinan mejor con esta magnitud.

- **Sismos con foco superficial**

En la Figura 3.3.2-2 se presenta un mapa con la ubicación de sismos superficiales, los que se distribuyen de norte a sur entre la línea de la fosa marina y la costa, siendo mayor su frecuencia en la parte central y sur de Perú. Esta sismicidad estaría asociada al contacto de las placas en niveles superficiales.

Figura 3.3.2-2 Mapa de sismos superficiales ($h < 60$ km) ocurridos entre 1962 y 1995



Fuente: O. Pomachagua-Centro Nacional de Datos Geofísicos

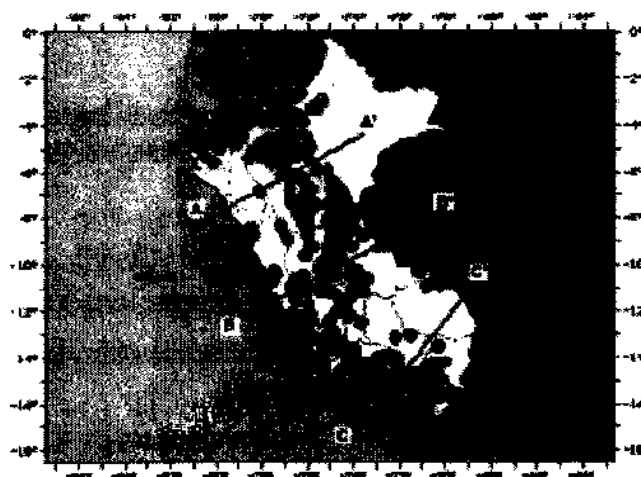
- **Sismos con foco intermedio**

Son sismos que se localizan en un rango de profundidad de 60 y 350 km. En la Figura 3.3.2-3 se observa que estos sismos se distribuyen entre la fosa marina y el litoral costero, a partir de 8° S en dirección sureste hasta 18° S. En la región subandina norte y centro de Perú, se observa que los sismos intermedios se distribuyen paralelos a la orientación de la cordillera de los Andes. En la región sur, la distribución espacial de los sismos con foco intermedio es mucho más densa que en las otras regiones.

- **Sismos con foco profundo**

Son sismos cuyos focos se encuentran a profundidades mayores de 350 km. En la Figura 3.3.2-3 se observa que estos sismos se localizan en la región central y sur del llano amazónico.

Figura 3.3.2-3 Mapa de sismos con foco intermedio ($60 < h < 350$ km) y profundo ($h > 350$ km)



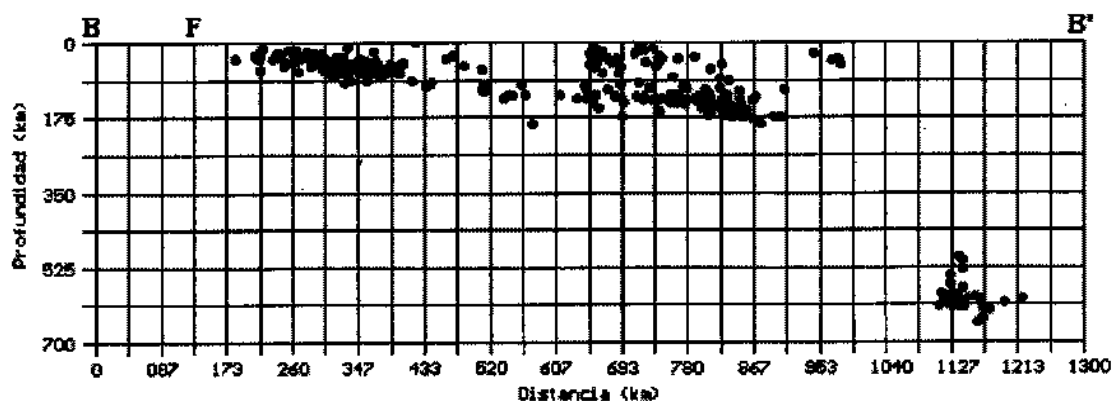
(Fuente: O. Pomachagua-Centro Nacional de Datos Geofísicos)

3.3.2.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS SISMOS CONSIDERANDO SUS FOCOS

Para el análisis de la distribución de los sismos considerando la profundidad de sus focos se ha establecido tres perfiles sísmicos AA' BB' y CC', correspondientes a las regiones norte, centro y sur del país. La línea BB' corresponde a la región centro que es aquella donde se encuentra el proyecto.

En esta región, los sismos siguen una pendiente que va entre 25° a 30° y a partir de 450 km de distancia desde el punto B, los focos de los sismos siguen una distribución prácticamente horizontal hasta una distancia de 950 km aproximadamente (Figura 3.3.2-4). En este perfil se observa también la presencia de sismos con foco profundo, que se distribuyen entre 500 y 700 km de profundidad.

Figura 3.3.2-4 Sección vertical de sismicidad para la región central



Fuente: O. Pomachagua-Centro Nacional de Datos Geofísicos

3.3.2.4.1 EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES FALLAS ACTIVAS

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP 1981), la neotectónica estudia las fallas activas o que se han reactivado en el transcurso de los últimos 10 000 años, vale decir durante el Holoceno; estableciéndose hasta tres clases de fallas activas:

1. Falla activa comprobada por sismicidad instrumental (parte del siglo XX).
2. Falla activa documentada por sismicidad histórica (entre los siglos XVI y XX).
3. Falla activa evidenciada por estudios neotectónicos (entre 10 000 años y siglo XV).

En el territorio peruano no se ha registrado fallas activas documentadas por sismicidad histórica, por lo tanto todos los casos corresponden al primer tipo. Los estudios efectuados por el IGP (1981) revelan que en el territorio peruano existen varias fallas activas y la falla de Huaytapallana es una de las más importantes (Cuadro 3.3.2-2).

Cuadro 3.3.2-2 Fallas activas importantes en el Perú

Fallas	TM	Coordenadas		LT (km)
		LW	LS	
Huaytapallana	I-S	75°03'	11°56'	25
Quiches	N	77°30'	8°25'	30
Chulibaya	N	70°25'	17°28'	10
Tambomachay	N	72°	13°30'	25
Huambo	N	72°	15°40'	28
Cord. Blanca	N	77°55'	8°35'	
Cayesh	N-S	77°15'	10°15'	190
Pomacanchi	N	75°40'	11°05'	20

En el área de influencia del Proyecto y zonas colindantes no se observó evidencia alguna de influencia neotectónica, es decir se descarta la presencia de fallas activas.