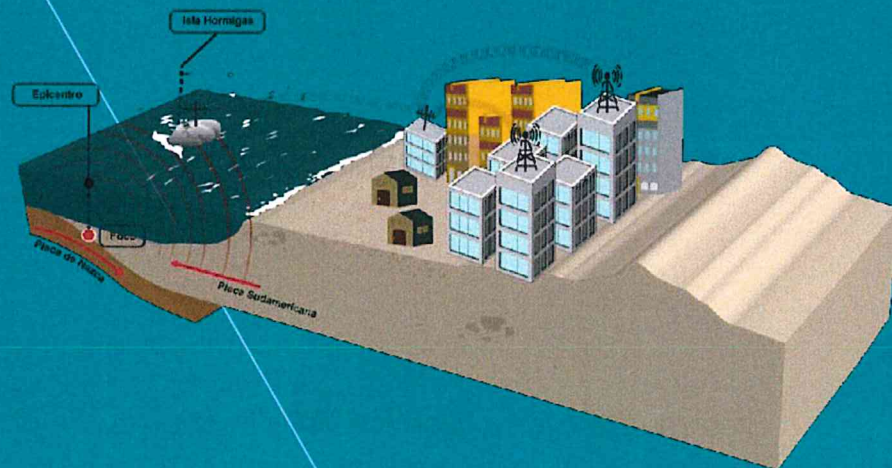




PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú



Sistema de Alerta Sísmica ante la ocurrencia de sismos extremos en Perú

SASPERU

Resumen Ejecutivo

Lima - Perú
Octubre, 2017



Resumen Ejecutivo

Sistema de Alerta Sísmica ante la ocurrencia de sismos
extremos en el Perú

SASPERU

Edmundo Norabuena

Hernando Tavera

RESUMEN EJECUTIVO

El Perú está sujeto a la ocurrencia de sismos de gran magnitud que producen grandes pérdidas económicas y sociales, y por ello, en los últimos años la capacidad de monitoreo sísmico se ha venido fortaleciendo y reduciendo brechas instrumentales, lo cual ha permitido mejorar los niveles de detección y localización de sismos. Es por este motivo, que se ha alcanzado la capacidad de implementar un sistema de alerta temprana ante la ocurrencia de eventos sísmicos extremos. Este sistema (Sistema de Alerta Sísmico Peruano – SASPERU), detectará sismos que ocurran a lo largo de la costa peruana y cuya magnitud se estime igual o mayor a 6 grados en la escala de magnitud momento (Mw). El SASPERU estará integrado por las estaciones sísmicas y acelerométricas de la Red Sísmica Nacional (RSN) a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP). Este sistema incluye las etapas de detección, transmisión de datos, procesamiento y generación de la señal de alerta. Para la fase de detección se utilizarán acelerómetros digitales con rangos de registro que soportan las elevadas amplitudes que las ondas sísmicas presentan en las inmediaciones del área epicentral (lugar de ocurrencia del sismo). Como medios de transmisión de datos se utilizarán la infraestructura disponible de telemetría digital, enlace satelital VSAT, internet o microondas hacia el Centro Nacional de Monitoreo Sísmico del IGP en La Molina. En caso de ocurrir un evento sísmico extremo cuya magnitud exceda el umbral pre-determinado para una magnitud de 6 grados la señal de alerta se activará de inmediato y será transmitida a los puntos de alerta públicos establecidos por INDECI y DHN.

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo

1.- ANTECEDENTES

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

2.2.- Objetivo específico

3.- SISTEMA DE ALERTA SÍSMICA - SASPERU

3.1.- Etapa I, Región Lima

3.2.- Resultados esperados

4.- FASES DEL PROYECTO

4.1.- Etapa II

4.2.- Etapa III

CONCLUSIONES

1.- ANTECEDENTES

La costa peruana se encuentra entre 100 y 200 kilómetros de distancia de la zona de contacto de las placas Nazca y Sudamérica, debido a ello presenta una actividad sísmica altamente significativa que alcanza el orden de varias centenas de sismos por año. Sin embargo, cada cierto número de décadas, esta zona ha sido escenario de la ocurrencia de eventos sísmicos extremos cuyas magnitudes han superado los 7 Mw en la escala “magnitud momento” y cuyo costo social y económico has sido altos, ver Figura 1.

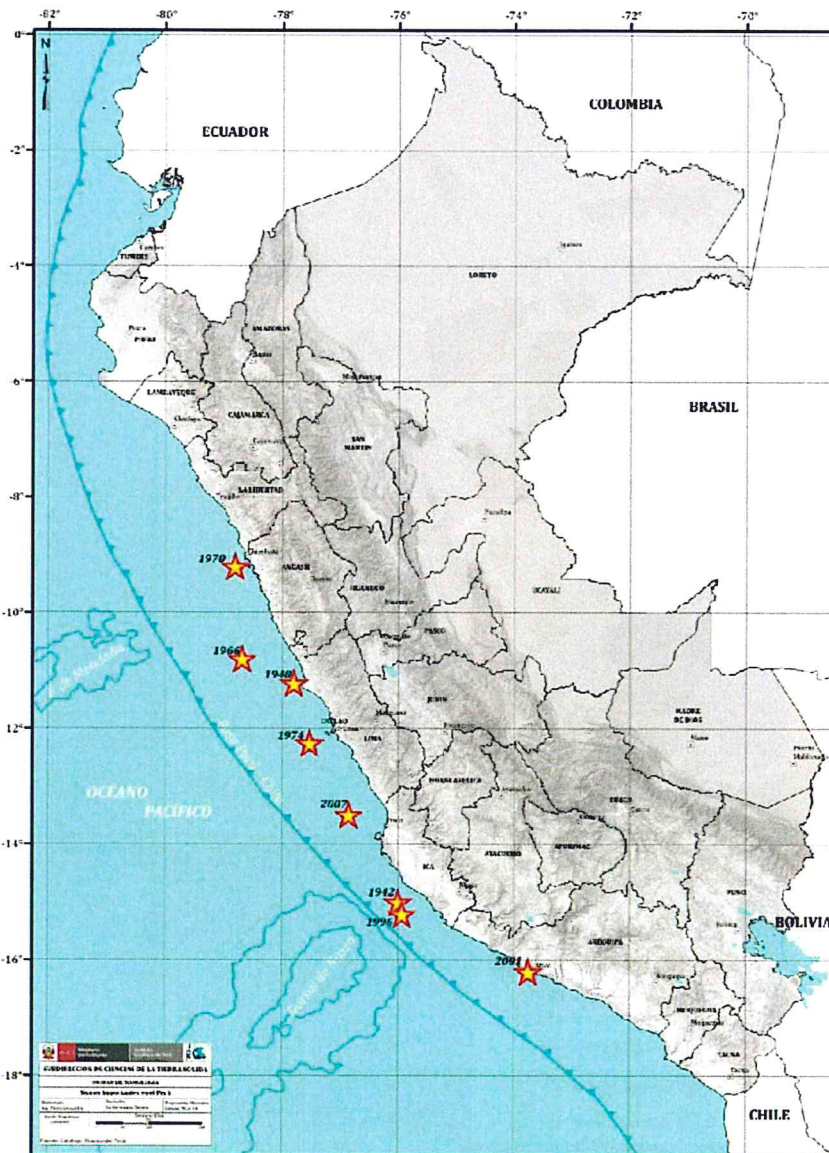


Figura 1. Distribución espacial de sismos que han afectado el Perú desde 1940 a la fecha

A fin de vigilar la actividad sísmica del país, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, gestiona la Red Sísmica Nacional (RSN) integrada principalmente por 40 estaciones sísmicas con transmisión por satélite (VSAT), 200 estaciones acelerométricas y 60 puntos geodésicos distribuidos a nivel nacional (Figura 2a, b). La información sísmica recolectada es transmitida por satélite en tiempo real hacia el Centro Nacional de Monitoreo Sísmico (CENSIS). Asimismo, en un corto plazo, cincuenta de las estaciones acelerométricas instaladas en los diferentes distritos de la ciudad de Lima estarán siendo conectadas al sistema de transmisión en tiempo real vía internet comercial.



Figura 2a. Red Sísmica Nacional

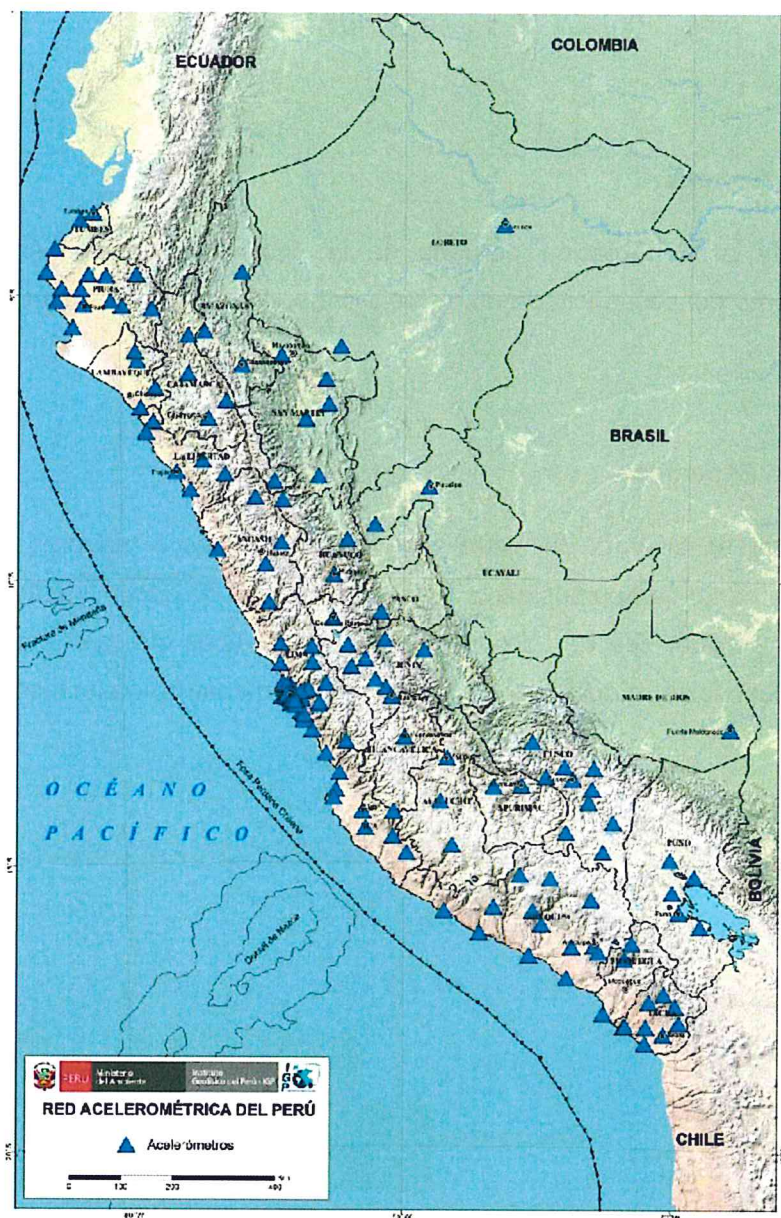


Figura 2b. Red acelerométrica nacional

2.- OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Advertir a la población peruana de un inminente sacudimiento severo a producirse como consecuencia de un sismo extremo con origen cercano a su lugar de residencia.

2.2.- Objetivo Específico

Generar un sistema de alerta para sismos iguales o mayores a 6 Mw que anticipe en el menor tiempo posible la llegada de la onda de sacudimiento (S) y que de manera sincronizada, sea de uso para desactivar equipos que generen peligro a la población (ascensores, medios de transporte masivo mecánico o eléctrico, etc.)

3.- SISTEMA DE ALERTA SÍSMICA - SASPERU

La efectividad de los sistemas de alerta temprana de terremotos (del inglés *Early Earthquake Warning System* - EEWS) utilizados en Estados Unidos, Japón y México, entre otros países, es directamente proporcional a la distancia existente entre las poblaciones a proteger con respecto al epicentro del sismo. En el caso de la ciudad de México, esta se encuentra en zona de cordillera y a una distancia del orden de 400 km con respecto a la línea de costa, lugar donde se producen los sismos de mayor magnitud que históricamente han afectado a dicha ciudad. Considerando esta distancia, las ondas sísmicas, desde la costa, deben demorarse aproximadamente 55 segundos antes de llegar a la ciudad de México, por ello es funcional un sistema de alerta sísmica como el SASMEX.

En Perú, este sistema no es completamente funcional para las ciudades ubicadas a lo largo de la costa cuando el epicentro está a escasas decenas de kilómetros de distancia. Por este motivo, la efectividad del sistema depende de contar con estaciones sísmicas lo más cercanas a las fuentes generadoras de sismos. En este sentido, la primera Etapa del SASPERU se efectuará en la Región Lima con la instalación de una estación acelerométrica en la Isla Hormigas de Afuera (ISHA) ubicada a una distancia aproximada de 60 km al oeste-noroeste de La Punta-Callao. La efectividad de la alarma estará sujeta a la ubicación del epicentro con respecto a la isla y en el mejor de los casos, para sismos entre ésta y la fosa marina, permitirá contar con un tiempo de activación promedio de 8 segundos antes del arribo de la primera onda (P) y unos 12 segundos antes de la llegada a la zona costera de onda destructiva de mayor amplitud (onda S). Para sismos que ocurran entre la isla y la costa de Lima los tiempos disponibles para activación de la alarma pueden reducirse hasta 6 y 10 segundos antes de la llegada de las ondas sísmicas. Estos valores serán reajustados durante el periodo de calibración del sistema.

Por otro lado, dado que en nuestro país existen diversas fuentes sismogénicas (zonas de contacto de placas Nazca-Sudamérica, fallas de zona andina y sub-andina), cada una con eventos sísmicos extremos con características diferentes- El proyecto propuesto incluirá la implementación de sistemas de alerta donde el análisis de tiempos indique que se podrá activar la alerta con un tiempo mínimo determinado de su estudio particular y en etapas progresivas.

3.1.- Etapa I, Región Lima

El sistema de alerta sísmico para la ciudad de Lima toma ventaja de la existencia de las Islas Hormigas de Afuera (ISHA) localizadas a unos 60 km al oeste-noroeste de la Punta-Callao. Estas pequeñas islas habitadas por lobos marinos y aves guaneras albergan un faro operado y mantenido por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN). La instalación de una estación acelerométrica en esta isla facilitaría contar con una señal de aviso de unos 8 segundos antes del arribo de la onda P a La Punta-Callao (12 segundos para la onda S) para sismos con epicentro entre la ISHA y la fosa marina (Figura 3). Sin embargo, para eventos sísmicos con epicentro entre la ISHA y la costa de Lima, los tiempos son menores debido a que la distancia también se reduce considerablemente. En el mejor de los casos la alarma se activaría 6 segundos antes de la llegada de onda de sacudimiento a La Punta y 10 segundos antes de su llegada a la Plaza de Armas de Lima.

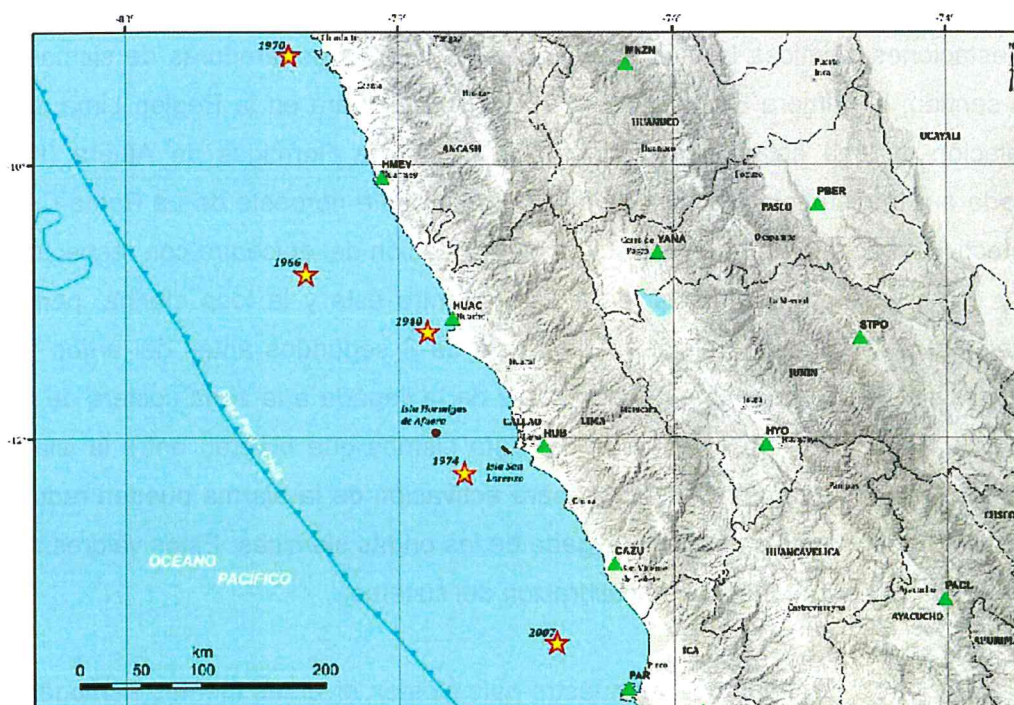


Figura 3. Epicentros de sismos extremos ocurridos frente a Lima (estrellas). Asimismo, se indica la ubicación de las islas Hormigas y Frontón. Los triángulos indican la ubicación de las estaciones sísmicas.

Como ya se mencionó, este proyecto permitiría disponer de un sistema de alerta para anticiparse segundos valiosos a la llegada de las ondas sísmicas, lo cual

ayudaría a reducir los daños sociales y económicos ocasionados por un evento sísmico extremo con epicentro frente a la costa de Lima. El sistema es factible debido a que, gracias al avance de la tecnología, la transmisión de información se realizaría casi instantáneamente mediante ondas de radio a una velocidad de 250-300 km/s; mientras que, las ondas sísmicas se propagan a velocidades del orden de 6 km/s. Tal como se puede ver en la Figura 4, el sensor detecta la señal y automáticamente discrimina al sismo por la amplitud de su señal para luego, de ser el caso, transmitir casi instantáneamente la alarma antes de que las ondas sísmicas arriben a la ciudad, logrando de este modo, dar un tiempo variable y disponible para la toma de medidas de prevención.

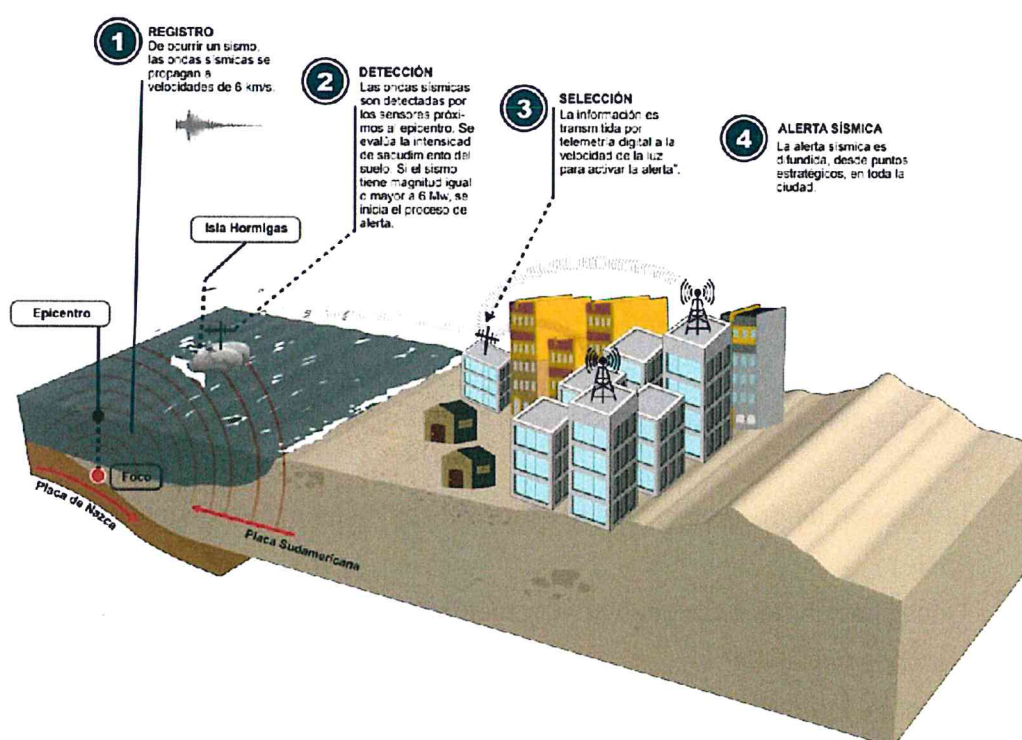


Figura 4. Esquema que muestra la disposición del sistema de Alerta Sísmica en Perú.

En base al marco teórico antes mencionado, es posible que el sistema de alerta sísmica contemple el análisis individual de la onda registrada en la estación remota más cercana al epicentro, y así determinar el nivel de activación. Del mismo modo, el acopio de señales de ondas P provenientes de otras estaciones remotas, facilitará el cálculo del epicentro y magnitud del sismo para la emisión de alertas de

tsunamis (Figura 5). Para fortalecer la capacidad de detección de sismos extremos se incrementará, en lo posible, la densidad de estaciones acelerométricas a lo largo de la costa de Lima de manera progresiva en los años 2017 y 2018. Este avance deberá ser complementado con adecuados sistemas de telecomunicaciones coordinados con el MTC y/o proveedores privados de servicios.

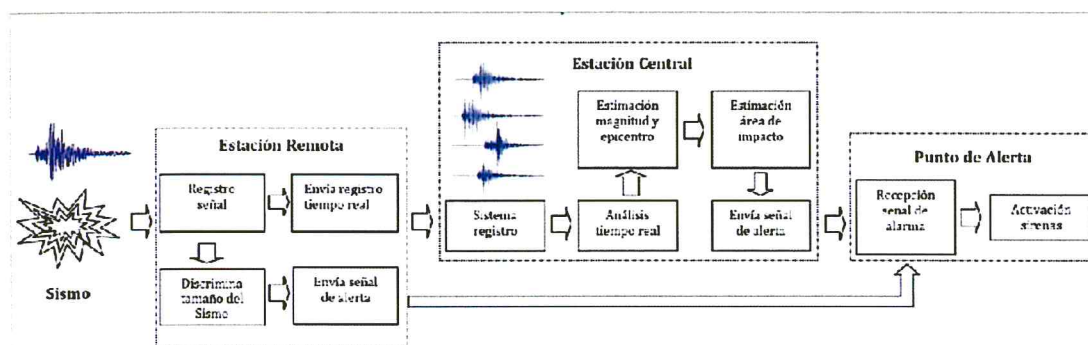


Figura 5. Diagrama de bloques que muestra la operatividad del sistema de Alerta Sísmica - SASPERU

3.2.- Resultados Esperados Fase I

Para esta primera Etapa se ha considerado las siguientes tareas:

- .- Instalación de dos estaciones acelerométricas en la Isla Hormigas de Afuera (ISHA)
- .- Densificación de estaciones acelerométricas a lo largo de la costa entre Barranca y Cañete.
- .- Mejora y fortalecimiento de las Telecomunicaciones digitales requeridas para activar el sistema de alarma sísmica.
- .- Implementar un aplicativo para la activación de la alarma sísmica.

El cronograma de actividades propuesto es el siguiente:

ACTIVIDAD	SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Cordinación con la Dirección de Hidrografía y Navegación (MGP)			X														
Inspección de la Isla San Lorenzo y Isla Hormigas			X	X													
Trabajo del Gabinete de Diseño de infraestructuras.				X	X												
Construcción de la estación retransmisora en la Isla San Lorenzo.							X	X									
Construcción de la estación acelerométrica en la Isla Hormigas							X	X									
Diseño de software del sistema de alarma				X	X	X											
Adecuación de los sistemas de adquisición sísmica (MGP) Camacho				X	X	X											
Pruebas de comunicaciones de enlace de San Lorenzo - IGP-DHN									X								
Pruebas de enlace de la Isla Hormigas y la Isla San Lorenzo									X								
Calibración del sistema de disparo de la alarma sísmica										X	X	X					
Sistema de Alarma Sísmica en Operación													X	X	X		

** Cronograma sujeto a soporte logístico de la DHN para acceso y trabajos en la Isla Hormigas y San Lorenzo.

4.- ETAPAS DEL PROYECTO

4.1.- Etapa II

En esta Etapa, se contempla establecer actividades de difusión, educación y concientización de la población a fin de que entienden los beneficios y limitaciones del sistema de alarma sísmica.

Paralelamente, al desarrollo de esta etapa del proyecto en Lima, se iniciarán las coordinaciones de caso con la Mancomunidad Regional del Sur (desde Ica hasta Tacna) de manera progresiva a fin de iniciar los preparativos y coordinaciones para la instalación del sistema SASPERU en dicha región.

4.2.- Etapa III

Esta Etapa considera la implementación del sistema en la Mancomunidad Regional del Norte, lo cual requiere realizar las coordinaciones necesarias con las autoridades para la instalación del sistema SASPERU en dicha región.

Del mismo modo, se sustentará la necesidad de adquisición de estaciones sísmicas submarinas (OBS) que serían colocadas en el fondo submarino sobre la misma fuente sísmica, lo cual nos permitiría ganar en el tiempo de alerta, unos segundos adicionales.

CONCLUSIONES

El Perú cuenta con una Red Sísmica Nacional que se viene fortaleciendo progresivamente desde 2011 y reduciendo brechas de cobertura geográfica gracias al PPR068. Las estaciones sísmicas y acelerométricas de esta red constituyen la infraestructura del sistema de alarma sísmico peruano (SASPERU). En una primera Etapa, la implementación se iniciará en la Región Lima con la instalación de acelerómetros en la Isla Hormigas ubicada a 60 km de la zona costera del distrito de La Punta, y de ocurrir el sismo entre la fosa y la isla, se podría disponer de unos 8 segundos para activar la alerta antes que la onda sísmica llegue a la costa. De ocurrir el sismo entre la isla y la zona costera, el tiempo de alarma se reduciría considerablemente. En Etapas posteriores, SASPERU se instalará en la región sur y norte respectivamente.

Para complementar SASPERU en otras regiones a nivel nacional, se requiere a futuro el apoyo de los gobiernos regionales para la adquisición de equipos complementarios que sean necesarios en su región, así como de sistemas de difusión de alertas. El sistema SASPERU espera lograr su objetivo de alertar a la población, con la máxima anticipación posible, sobre la llegada de ondas sísmicas asociadas a grandes eventos que pudieran causar daño y desastre en la ciudad.

Finalmente, se viene coordinando con proveedores internacionales los costos implementados de sistemas de difusión de las alertas utilizando medios de difusión de sonido y voz, sea para la ciudad, oficinas y viviendas en particular.