

ANEXO IV

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES”

I.- EMISION DE LA ALERTA

La decisión de enviar la Alerta de Tsunami recayó en el Oficial de Guardia y Jefe de Departamento de Oceanografía (S), Teniente 1° Sr. Mario Andina Medina (Ingeniero Naval en Hidrografía y Oceanografía) Esta se basó principalmente en los primeros antecedentes relativos a la intensidad del sismo, informada por la ONEMI, y la información proveniente del PTWC.

El detalle de los acaecimientos fue el siguiente (referencias A, B, C y D):

El sismo se produjo a las 03:34 horas. El SHOA, no posee la función de determinar el epicentro ni su intensidad. Adicionalmente, no cuenta con los instrumentos ni la capacidad para ello. Para obtener esta información, punto inicial para evaluar la posibilidad de ocurrencia de un tsunami, requiere necesariamente recibir esta información, ya sea de organismos nacionales o extranjeros. Normalmente, dicha información se obtiene a través del NEIC o PTWC, con un retardo promedio de 9 a 15 minutos.

En este caso, la primera información relativa al epicentro y magnitud del sismo se obtuvo a las 03:46 horas, a través del boletín N°1 emitido por el Pacific Tsunami Warning Center, el que indicaba que éste se había producido en L: 36.1 S y G: 72.6 W, a una profundidad de 55 kms, con una magnitud de 8,5 en la Escala de Richter. (referencia E)

Después de analizar esta información, y pese a que la ubicación preliminar del epicentro daba en tierra, el Oficial de Guardia, considerando los otros parámetros contenidos en el boletín (Magnitud y profundidad) resolvió emitir la Alerta de Tsunami, a la ONEMI y a la Red Genmercalli (autoridades navales y marítimas).

Esta acción se materializó en tres fases, a saber:

En una primera fase, a la ONEMI vía radial:

A las 03:51 hrs por VHF se informó a ONEMI lo siguiente:

“OMEGA 0 DE SHOA: ALERTA DE TSUNAMI EN CURSO.”

El operador de la ONEMI, cuya identidad no ha sido posible determinar, acusó recibo conforme y solicitó que la información fuera remitida por Fax. (Aún cuando la ONEMI no ha reconocido esta comunicación, ésta se encuentra registrada en el bitácora del SNAM y fue reafirmada por el personal que se encontraba presente en la Sala SNAM en ese momento).

ORDINARIO

Acto seguido, en una segunda fase, de protocolización escrita para la ONEMI, se procedió a elaborar los documentos necesarios para enviar esta información por los medios restantes. Para ello se utiliza el programa TTT (Tsunami Travel Time), que calcula la hora de arribo de la primera ola, y la consola “Aplicación de Mensajería SNAM”. Concluido este proceso se procedió a enviar la información, vía fax a las 04:07 hrs. (referencia F)

Por último, al ámbito Naval y Marítimo.

Mediante mensaje “O” (máxima prioridad), con destinatario Genmercalli, a las 04:05 hrs. (referencia G).

EVALUACION:

La decisión de promulgar la Alerta fue acertada. El Oficial de Guardia realizó una adecuada ponderación de la información disponible y siguió correctamente los protocolos y procedimientos establecidos.

No obstante, cabe hacer presente, que si bien la Alerta se difundió dentro de un plazo que se estima adecuado para este tipo de emergencias (17 minutos después del sismo), éste es a todas luces – como en todo sismo cercano - insuficiente para alertar a las localidades costeras cercanas al epicentro, siendo imprescindible reforzar, a través de los organismos correspondientes, la instrucción a los habitantes de esas zonas, de manera de lograr una evacuación automática en casos de sismo de gran intensidad, como el ocurrido.

Adicionalmente, a la luz de los acaecimientos posteriores, se debe señalar que la Alerta, en lo que respecta a la hora estimada de arribo de la primera ola, fue correcta e incluso de mayor precisión que la entregada por el PTWC.

INFORMACION COMPARADA SHOA-PTWC

AREA	HORA ESTIMADA SHOA	HORA ESTIMADA PTWC	HORA REAL DE ARRIBO
COQUIMBO	04:31	05:01	04:40
VALPARAISO	04:11	04:39	04:01
TALCAHUANO	03:45	04:29	03:54

II.- ACAECIMIENTOS POSTERIORES

A partir de la difusión de la Alerta, el SNAM dedicó sus esfuerzos a la búsqueda de informaciones que le permitieran confirmar la ocurrencia de un tsunami, los que se centraron fundamentalmente en la evaluación de las variaciones de marea de los distintos componentes del Sistema Vaisala UBS 2000 (referencia H).

Durante este período se recibieron dos llamados del PTWC, ratificando la posible ocurrencia de un tsunami. El primero de ellos, se realizó a las 03:55 horas. El operador nacional, recibió la información en inglés, que era la misma que contenía el Boletín N° 1 emitido por ese Organismo - y el cual tenía a la vista - y le solicitó poner a la línea a

ORDINARIO

alguien de habla hispana, para no tener dudas respecto a la información entregada. Esto se materializó a las 03:59 horas, mediante un nuevo llamado del PTWC, esta vez en español, el cual no aportó nuevos antecedentes a los que ya se poseían. Cabe señalar que estos llamados son parte del procedimiento normal que se sigue en estos casos.

Por otra parte, a las 04:10 aproximadamente se tuvo información del Momento Sísmico entregado por el sistema TREMORS (2.5×10^{22} N.m.), lo que representa una intensidad que permite considerar una alta posibilidad de generar un tsunami. (Referencia I).

III.- CANCELACION DE LA ALERTA

La Alerta fue cancelada a la ONEMI vía VHF a las 04:56 hrs. y vía mensaje naval al Genmercalli a las 05:10 hrs. (referencia J). Esta decisión fue adoptada por el Sr. Director del SHOA, quien se encontraba presente en la sala desde las 04:19 hrs.

Previamente, también por VHF, se informó a la ONEMI, a las 04:49 hrs., que “No se genera tsunami destructivo”. Adicionalmente se entregó esta información por fax al Servicio Hidrográfico de la Armada de Ecuador (INOCAR) y al PTWC, a las 05:26 y 05:33 horas respectivamente. (Referencias K y L).

Las principales consideraciones para adoptar esta resolución fueron:

Análisis de las mareas reportadas por la Red de Estaciones del Nivel del Mar, en los puertos de Valparaíso, Talcahuano, San Félix y Juan Fernández. Del análisis técnico de las curvas de marea se concluyó que si bien habían existido variaciones anormales, éstas no representaban riesgos, ya que demostraban una tendencia general a disminuir. (Referencia M). La información disponible y el análisis efectuado en ese momento fue el siguiente:

ESTACION	PERIODO CONSIDERADO	ANALISIS
JUAN FERNANDEZ	03:23 A 04:23 HRS.	Registraba una variación constante de 0,18 mts. APRECIACIÓN: ESTABLE
VALPARAISO	03:24 A 04:24 HRS	Presentaba dos ondas de amplitud cercana a 1,5 mts., a las 04:05 y 04:10 horas y una tercera de menor magnitud a las 04:22 hrs. APRECIACION: DISMINUYENDO
TALCAHUANO	03:29 A 04:29 HRS	Registraba una onda de 2,2 metros a las 04.16 y una de 1,8 a las 04:26 hrs. APRECIACION: DISMINUYENDO
SAN FELIX	03:31 A 04:31 HRS	Registraba una variación constante de 0,1 metro. APRECIACION: ESTABLE

ORDINARIO

Cabe señalar que la próxima información respecto a las mareas, se encontraría disponible en los horarios que se indican a continuación, ya que el sistema sólo permite recibir información de los mareógrafos distribuidos en la costa de Chile, a través del sistema satelital GOES, en minutos predefinidos, en los cuales se reporta la información correspondiente a la última hora. La hora en que esta información volvería a estar disponible era (referencia N):

Juan Fernández:	05:23 hrs.
Valparaíso:	05:24 hrs.
Talcahuano:	05:29 hrs.
San Félix:	05:31 hrs.

Información relativa al epicentro e intensidad del sismo. Los antecedentes considerados en ese momento, proporcionados por el PTWC, indicaban que el sismo tenía una intensidad de 8,5 y se había producido a una profundidad de 55 kilómetros. Las razones que llevaron a estimar que pese a esta información, era conveniente cancelar la alerta fueron:

- La profundidad era muy cercana al límite establecido para generar tsunamis (sobre 60 kilómetros de profundidad la probabilidad de generación de un tsunami es escasa).
- De acuerdo a experiencias anteriores, normalmente la intensidad del sismo era disminuida en reportes posteriores.

Ausencia de información de variaciones significativas de marea en el litoral. Hasta ese momento, no se había recibido ningún reporte indicando que algún puerto o caleta hubiese experimentado variaciones significativas de marea.

EVALUACION

La cancelación de la Alerta se difundió tras efectuar un análisis técnico de las informaciones que se tuvieron a la vista. Sin embargo, no se efectuó una completa evaluación de otros antecedentes que se encontraban disponibles, omitiéndose lo siguiente:

La información del Momento Sísmico entregada por el sistema TREMORS, (2.5×10^{22} N.m.). Este antecedente, que se encontraba disponible desde las 04:10 horas, evidenciaba la liberación de una gran cantidad de energía y consecuentemente el potencial para generar un tsunami.

La información entregada por el NEIC (referencias P e I), que indicaba que la profundidad a la que se encontraba el epicentro era de 35 kilómetros, (y no los 55 que entregaba la información preliminar).

La información emitida por el PTWC, a través de su boletín N° 002, (referencia O) recibido en el SHOA a las 04:45 hrs., en el cual indicaba: *“Las lecturas del nivel del mar indican que se ha generado un tsunami. Puede haber sido destructivo a lo largo de las*

ORDINARIO

costas cercanas al epicentro y puede también ser una amenaza para costas más distantes”.

CONCLUSIONES

La promulgación de la Alerta de Tsunami a la ONEMI se efectuó por VHF a las 03:51 hrs., siendo remitida posteriormente por Fax a las 04:07 hrs., empleando los protocolos vigentes.

La promulgación de la Alerta fue acertada y su oportunidad adecuada para los estándares de una emergencia de esta naturaleza (17 minutos después de haber ocurrido el sismo).

La Alerta fue cancelada, también por VHF, a las 04:56 horas, vale decir que ésta se mantuvo vigente en la ONEMI, por espacio de una hora y cinco minutos.

A la luz de los acontecimientos posteriores, se puede concluir que la cancelación de la Alerta de Tsunami fue apresurada y que si bien se emplearon criterios técnicos en el análisis de los antecedentes considerados, no se efectuó una acuciosa evaluación de la totalidad de las informaciones que se encontraban disponibles.

La responsabilidad por la cancelación de la Alerta en forma prematura, recae directamente sobre el Director del SHOA, Capitán de Navío Sr. Mariano Rojas Bustos, quien adoptó la resolución y en el Jefe del Departamento de Oceanografía (S), quien se desempeñaba a su vez como Oficial de Guardia, Teniente 1° Sr. Mario Andina Medina, al haber prestado una asesoría técnica incompleta.

ACAECIMIENTOS POSTERIORES A LA CANCELACION DE LA ALERTA

Con posterioridad, el SNAM mantuvo la vigilancia sobre las variaciones de marea, remitiendo la información correspondiente a la ONEMI. Estas fueron transmitidas por Fax a las 06:25 y 08:52 hrs. (Referencia R)

Por otra parte, a las 05:16 y 06:52 hrs., se recibieron informaciones de la ONEMI, que indicaban la ocurrencia de alguna anomalía en Juan Fernández. Con estos antecedentes el Director resolvió tomar contacto telefónico directamente con el Gobernador Marítimo de Isla de Pascua, para informarle de la Alerta de Tsunami, para las zonas costeras. Esta comunicación se realizó a las 07:18 hrs.

Esta información fue también transmitida vía VHF a la ONEMI a las 07:28 hrs.

Finalmente, a las 08:01 horas, el Sr. Director recibió un llamado telefónico de la Presidenta de la República Sra. Michelle Bachelet, la que le solicitó confirmar la ocurrencia de tsunamis en nuestras costas. El Director, de acuerdo a su propia versión,

ORDINARIO

y dado que no tenía antecedentes respecto a la generación de tsunamis, le informó que hasta ese momento sólo se habían producido variaciones irregulares de marea. Cabe hacer presente, que esta fue la única comunicación directa que existió entre la Sra. Presidenta y algún miembro del SHOA. (Referencia D).

CONSIDERACIONES FINALES.

De acuerdo a la información obtenida, tanto del instrumental perteneciente al SHOA, como de la recibida a través de diferentes medios, la hora aproximada de arribo del tsunami a nuestras costas, fue el siguiente:

AREA	1ª Ola	2ª Ola	3ª Ola	4ª Ola
VALPARAISO	04:01 (I)	04:50 (I)	05:20 (I)	05:40 (I)
J. FERNANDEZ	04:25 (A)	04:40 (A)	Sin datos	Sin datos
SAN ANTONIO	03:50 (A)	04:20 (A)	Sin datos	Sin datos
PICHILEMU	03:48 (A)	04:15 (A)	Sin datos	Sin datos
CONSTITUCION	03:49 (A)	04:17 (A)	04:50 (A)	05:20 (A)
TALCAHUANO/DICHATO	03:54 (I)	05:30 (A)	06:00 (A)	06:40 (A)

(I): Información proveniente de instrumentos.

(A): Información aproximada obtenida de distintas fuentes.

Del análisis de las horas de llegada de las primeras olas, se puede concluir que existió una vasta zona, entre San Antonio y Talcahuano, que quedaron comprendidas en lo que se conoce como "Zona de Sacrificio". Como ya se ha dicho, en estas áreas no se cuenta con el tiempo necesario para difundir la Alerta, por lo que la sola ocurrencia del sismo, debiera ser suficiente para alertar a la población. Aún cuando el SHOA tiene publicado en su página Web numerosa información al respecto, se estima imprescindible reforzar, a través de los organismos correspondientes, la instrucción a la ciudadanía y en especial a los habitantes de zonas costeras, de manera de lograr una evacuación automática en casos de sismos de gran intensidad, como el ocurrido.

Por otra parte, la magnitud del terremoto, que afectó con inusual intensidad una extensa zona de nuestro territorio, produjo a nivel nacional, la pérdida generalizada de comunicaciones, situación de la que la Armada no estuvo exenta. Ello no sólo dificultó la obtención de las informaciones relativas a las variaciones de marea en los distintos puertos de nuestro litoral, sino que además impidió difundir la Alerta a Juan Fernández.

Sin embargo, es preciso señalar que el personal apostado de guardia en la Capitanía de Puerto de Juan Fernández, gracias a la inspección visual de la bahía, sumado a la conciencia y cultura de la amenaza que puede representar un sismo y la consecuente posibilidad de un tsunami, alertó a viva voz a los habitantes del sector costero, al percibirse la aproximación de la primera ola. Esto sumado a la conocida reacción de la joven Martina Maturana, quien activó el gong ubicado en la plaza, minimizó en cierta medida los efectos de este fenómeno en la población.

ORDINARIO

Finalmente, es sabido que un tsunami, es un evento de muy difícil predictibilidad. El comportamiento de la masa de agua, no sigue un patrón definido y muchas veces, en similares condiciones, su comportamiento es completamente diferente. Prueba de ello, es lo acontecido con Cobquecura, la que encontrándose a 20 kilómetros del epicentro, no fue afectada por el tsunami. Análogamente, merece una especial atención lo ocurrido en el área Talcahuano-Dichato, zona que fue impactada por el tsunami en forma anómala, dos horas después de haber ocurrido el terremoto.

Complementariamente, a contar del 4 de marzo, el USGS ha publicado en su página Web, una nueva información, relacionada con el movimiento vertical de la tierra, la que a través del análisis de la gráfica presentada - que muestra en una escala de colores el movimiento vertical observado - hace estimar que se hubiera podido producir otro tsunami en un lapso inferior a treinta segundos, en un punto ubicado alrededor de 150 kilómetros al norte del epicentro. (Referencia S). Se estima que dada la complejidad del tema y a la luz de los antecedentes expuestos, se debiera convocar al Comité Científico Técnico e invitar a expertos del USGS y del PTWC, para poder comprender con claridad lo ocurrido.

ENRIQUE LARRAÑAGA MARTIN
VICEALMIRANTE
DIRECTOR GENERAL
DEL TERRITORIO MARÍTIMO Y DE MARINA MERCANTE
FISCAL DE LA INVESTIGACIÓN TÉCNICA