



Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales

INGENIERIA CIVIL OCEÁNICA

**ARTÍCULO: ¡CÓMO SE MOVIÓ LA TIERRA!
CONOZCA LOS EFECTOS BIO-FÍSICOS
PROVOCADOS POR EL RECIENTE TERREMOTO Y
TSUNAMI EN LA COSTA DE CHILE.**

DOC ICO 11-2010

Artículo publicado en la Revista Induambiente (Año 18,
Nº104- Junio 2010) donde participa el académico Patricio
Winckler Grez

REVISTA DE DESCONTAMINACION INDUSTRIAL,
RECURSOS ENERGETICOS Y ECOLOGIA

INDUAMBIENTE

ISSN-0717-0432

www.induambiente.com

AÑO 18 - N° 104 - MAYO - JUNIO 2010

**Escorias
Con Valor**

Por la Huella del Agua

Calderas en Regla

ESPECIAL: FORESTAL, AGROINDUSTRIA Y ALIMENTOS



¡Cómo se Movió la Costa!

Conozca los efectos bio-físicos provocados por el reciente terremoto y tsunami en la costa de Chile según investigaciones en terreno realizadas por expertos.



Cambios en las desembocaduras de ríos y esteros, biodiversidad arrasada en la costa y en el fondo marino, humedales invadidos por el agua salina con efectos sobre su flora y fauna. Esa es parte de la nueva cara que hoy ofrece la costa de Chile central, tras el terremoto y posterior tsunami ocurridos el 27 de febrero pasado.

Quienes han estado en las zonas afectadas por estos fenómenos naturales han podido apreciar a simple vista cómo cambió el paisaje costero. Sin embargo, poco se ha sabido hasta ahora sobre la forma en que se vieron afectados los ecosistemas allí presentes.

En busca de esas y otras respuestas, días después del evento sísmico, numerosos especialistas

nacionales se desplegaron por el país para realizar mediciones y observaciones en terreno.

Este trabajo -realizado principalmente por académicos de diversas universidades y centros de investigación, con el apoyo en algunos casos de empresas privadas-, ha generado una serie de valiosos registros, hipótesis y conclusiones que se esperan validar con nuevas mediciones e investigaciones.

Buena parte de esos resultados se expusieron en un seminario organizado por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica (PUC), la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción (UDEC), y la Gerencia Corporativa de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional de Arauco. Esta empresa

también auspició el evento que contó además con el patrocinio de la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

Esta instancia permitió conocer interesantes novedades sobre los efectos bio-físicos que el terremoto y posterior tsunami generaron en la zona costera. "Además, sirvió como punto de encuentro y discusión entre los representantes del mundo académico que, tal como quedó demostrado, pueden aportar información, conocimientos y experiencias fundamentales para apoyar la toma de decisiones en torno al cuidado de los recursos naturales y al proceso de reconstrucción integral de las zonas desastreadas", sostiene Andrés Camaño, quien aprovechando su condición de Gerente de Medio Ambiente de Arauco y biólogo marino, par-

ticipó en el desarrollo de una de las investigaciones y cumplió un rol importante en la organización del seminario.

Observaciones Preliminares

Para poner las cosas en su contexto, cabe recordar primero algunos antecedentes generales sobre lo ocurrido el 27 de febrero de 2010. Ese día, a las 3:34 horas, la zona central de Chile fue sacudida por un movimiento sísmico que alcanzó una magnitud de 8,8 grados en la escala de Richter, con epicentro 63 km. al suroeste de Cauquenes. Fue un evento de carácter superficial que tuvo como consecuencia la generación de ondas de tsunami que impactaron con gran intensidad 550 kilómetros a lo largo de la costa continental -desde Llole (Región de Valparaíso) hasta Tirúa (VIII Región)- y la Isla Juan Fernández.

Considerando que los mayores impactos en la costa fueron provocados por la fuerza de las olas, el trabajo de los especialistas incluyó principalmente la medición de parámetros como las áreas inundadas (intrusión horizontal del mar) y la cota máxima que alcanzó el mar al adentrarse en tierra (run-up), así como la observación de los efectos sobre la fauna y la flora en esos sitios.

Patricio Winckler, de la Facultad de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso, y el Dr. Rodrigo Cienfuegos, del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica, formaron parte de un equipo de profesionales que recorrió la zona litoral desde Constitución, en la Región del Maule, hasta la Región de Valparaíso, incluyendo la Isla Juan Fernández.

De acuerdo a datos entregados por Winckler, pocos kilómetros al norte de Constitución el agua marina avanzó, en algunos casos, casi 400 metros al interior; mientras que los run-up fueron en promedio de 6 a 7 metros, llegando en ocasiones a los 10 metros. Hacia el norte, las cotas de inundación y los run-up fueron menores, pero igualmente hubo excepciones. Cienfuegos entrega un ejemplo: "En Punta de Lobos (VI Región), los run-up fueron de 10 metros aproximadamente, algo similar a lo que se vio en las zonas más cercanas al epicentro y más dañadas por la fuerza del mar. La diferencia es que en este sitio había dunas y barreras de vegetación que sirvieron de protección natural al lugar". Considerando esa experiencia, recomienda que el crecimiento inmobiliario respete este tipo de formaciones naturales ya que, en definitiva, significan mayor seguridad para las personas.

A partir de sus primeras observaciones y análisis, los especialistas distinguen algunos efectos bio-físicos en la costa como los siguientes:



El tsunami hizo "desaparecer" una barra de arena de 8 km. y un estuario en la desembocadura del río Mataquito, en la Región del Maule.

• Impactos morfológicos:

Cienfuegos resalta que el sismo y posterior tsunami produjeron cambios en la morfología (formas de relieve) de los terrenos observados, lo cual tiene implicancias relevantes para la vida social y natural. Al respecto expone dos casos. El primero corresponde a la desembocadura del río Mataquito, en la costa de la VII

Región. Allí existía una "barra" de arena que separaba el río del mar a lo largo de unos diez kilómetros, con unos 200 metros de ancho y una altura promedio de dos a tres metros. Producto del maremoto y de un fenómeno de subsidencia (descenso del terreno por efecto del terremoto) en el sector, esa barra desapareció. Esto significa que quedaron sumergidos alrededor de 3 millones de metros cúbicos de arena, el río quedó completamente abierto y hoy desemboca unos 8 kilómetros más al sur de su antigua salida al mar. Y eso, seguramente, tendrá efectos sobre la fauna, flora y el ecosistema de carácter estuarino que ocupaba la franja de río que corría paralela al Pacífico, donde anidaban diversas especies de aves migratorias y locales.

Otro caso es el de Bucalemu, donde el tsunami cubrió con agua de mar una parte de la playa que se formaba en la desembocadura de un estero y que servía de protección para las zonas pobladas. Así, ese sector quedó más expuesto al oleaje asociado a tormentas invernales, mientras que la arena que ahora está en el fondo marino puede generar riesgos de inundaciones antes eventuales crecidas del estero.

Considerando estos y otros casos, Cienfuegos indica: "Estamos muy interesados en realizar un trabajo que permita ahondar en los impactos que tuvo el tsunami sobre la costa en términos morfológicos, ojalá incorporando también elementos de carácter ecológico y biológico, entre otros. Esperamos contar con el apoyo adecuado para eso".

• Biodiversidad y recursos hidrobiológicos:

Los maremotos generan también efectos importantes sobre los ecosistemas marinos. Patricio Winckler explica: "Un tsunami tiene corrientes tan fuertes que es capaz de desplazar las rocas que hay en el fondo marino donde se adosan los organismos bentónicos, matando a muchos de ellos. Luego

DATOS

8 Metros alcanzó el run-up en la Isla Juan Fernández.

35 Por ciento de las aves conocidas en Chile está presente en el ecosistema del Humedal El Yali, señala el investigador José Fariña.

1 Programa de monitoreo más permanente pretende desarrollar la UDEC en la bahía de Concepción. Marcos Salamanca advierte que allí se da "un proceso oceanográfico llamado surgencia que mantiene el sedimento con una calidad que se podría confundir con efectos de contaminación, por lo cual hay que distinguir bien los efectos de este fenómeno natural con los del tsunami".

2.700 Lobos ha sido la población promedio registrada en Cobquecura en los últimos diez años.



Levantamientos de hasta tres metros se registraron en Isla Santa María, con una muy elevada mortalidad de algas y especies invertebradas.

viene el reflujó, con lo que se acomodan las rocas y se producen cambios en la configuración del fondo marino, tras lo cual se produce un proceso de repoblamiento biológico que es lento y complejo”.

Eso fue lo que sucedió, por ejemplo, en la isla Juan Fernández: “Allí identificamos principalmente erizos que son herbívoros y que probablemente se van a comer a las algas que intenten recolonizar las rocas. Entonces, la regeneración de este espacio marino seguramente tomará bastante tiempo. Y eso afecta también a las actividades económicas que se desarrollaban en la zona, como el buceo turístico”.

El Ingeniero Civil y Master en Ingeniería de Puertos y Costas destaca incluso que los cambios en

estos ecosistemas pueden llegar a ser permanentes, tal como ocurrió en la playa El Papagayo, en Quintero, donde hace años había algas que formaban parte de la flora bentónica. “Estas algas se extrajeron para fabricar cosméticos, lo cual derivó en un poblamiento de erizos que acabó con la fauna y en una erosión del borde costero que fue haciendo desaparecer la playa. Se trató de repoblar con plantaciones de algas, pero no hubo éxito. Finalmente, la especie predominante hasta hoy sigue siendo el erizo”, dice.

Winckler advierte además que los tsunamis pueden generar efectos importantes para la acuicultura, como ocurrió en el fiordo de Aysén, donde algunas balsas jaulas de empresas salmoneras se rompieron y los peces se fugaron produciendo alteraciones en el

ecosistema circundante. “Esto es relevante para la zona sur de Chile, donde existe un potencial de tsunami generado por derrumbes, tal como ocurrió en Aysén, en 2007”, asegura.

• **Contaminación ambiental:**

Las observaciones preliminares mostraron otro impacto ambiental general del tsunami: el arrastre y acumulación de residuos de todo tipo que se transforman en focos de contaminación de las playas y los alrededores de la costa.

Casos Específicos

Varios investigadores trabajaron además en sitios específicos para analizar los efectos bio-físicos que causó el terremoto y posterior tsunami. A continuación se detalla la situación de algunos de ellos:

• **Isla Santa María y costa del Golfo de Arauco:**

El biólogo marino y Dr. Juan Carlos Castilla, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, junto al Dr. Patricio Manríquez de la Universidad Austral de Chile y Andrés Camaño, evaluaron los impactos en esta zona de la Región del Bío Bío. El análisis se centró en el registro de elevaciones de la costa medidas a través del desplazamiento de las franjas intermareales y los patrones de zonación (bandas de organismos que se pueden identificar con facilidad

CALIDAD QUÍMICA

Aprovechando información previa al evento sísmico, obtenida a través del Programa de Monitoreo del Medio Ambiente Marino del complejo Nueva Aldea de Arauco (PROMNA), académicos del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción analizaron si hubo cambios en la calidad química de las aguas en las áreas afectadas por el terremoto y el tsunami. Tras esos episodios, se hicieron dos nuevas campañas de muestreo (una, 14 días después; y la otra, a los 50 días) frente a Cobquecura, a la desembocadura del Itata, y a Dichato. Allí se midieron diversos parámetros en la columna de agua y sedimentos, para luego comparar los datos obtenidos con los registros anteriores. Además, se realizaron mediciones en la bahía de Concepción, sobre la cual no hay información histórica consistente.

Los resultados preliminares de la investigación que aún está en curso señalan que, en general, no hubo cambios significativos en la calidad química del agua en relación a las condiciones registradas antes del maremoto. El Dr. Marcos Salamanca sostiene: “Es difi-

cil que la composición química del agua cambie producto de un tsunami propiamente tal, pero sí se pueden generar cambios a partir de consecuencias como el hundimiento de barcos o la acumulación de residuos en el mar. Según la información que hemos analizado hasta ahora, eso no se ha dado, pero aún hay que esperar los resultados para los parámetros más críticos como son metales pesados e hidrocarburos”.

Así, por ejemplo, las concentraciones de amonio en la columna de agua no presentaron variaciones importantes, aunque en la bahía de Concepción se registraron altos niveles (3 uM, el doble de lo registrado en las otras estaciones). Algo similar ocurrió con los nitratos, que también se observaron más elevados aunque se mantienen dentro de los rangos normales. El fósforo sí mostró elevaciones significativas en todas las estaciones, siendo las mayores en la bahía de Concepción. Por el contrario, no se evidenciaron cambios importantes en los niveles de sólidos suspendidos, DBO5, color, grasas y aceites. Lo mismo ocurrió con los coliformes fecales, pese a que

muchos sistemas de tratamiento de aguas servidas (plantas y emisarios submarinos) sufrieron daños e incluso algunos dejaron de funcionar, sobre todo en la Región del Bío Bío. Salamanca detalla: “La mayoría de los emisarios se rompió y están autorizados a operar durante seis meses a distancias más cortas de la costa, pero no se ha visto un efecto sobre la calidad del agua. La concentración de coliformes no ha aumentado en relación a valores previos. No sabemos, eso sí, qué está pasando con los organismos marinos que podrían estar filtrando los coliformes; ese es un tema que hay que evaluar”.

En el sedimento marino, en tanto, se esperaba un aumento en la granulometría del fondo marino producto del avance de las olas, pero tampoco se detectaron modificaciones importantes. La materia orgánica mostró algunas alzas que aún están en evaluación.

Otras mediciones realizadas en Constitución y el Golfo de Arauco también arrojaron registros más bajos que los históricos.



Investigadores de distintas universidades compartieron y analizaron los resultados de las visitas a terreno que realizaron post-maremoto.

en las costas y roqueríos y que, a través de los cambios que presentan, permiten apreciar las diferencias de las mareas). En Chile, estos patrones están constituidos por especies como algas y mitílidos (moluscos bivalvos como choritos o mejillones).

Así, por ejemplo, los patrones de organismos muertos que se observaron en el extremo norte de la isla Santa María muestran que allí se produjeron las mayores elevaciones de la zona observada (3,4 metros aprox.). En ese mismo sector se registró una gran cantidad de especies marinas (jibias y jaibas, principalmente) arrastradas por el mar hacia la costa. Por el contrario, las menores elevaciones de la costa se registraron en Caleta Tumbes (0,3 metros o menos), donde tampoco se apreciaron bandas de organismos afectados.

El doctor Castilla detalla: *"Las evidencias en terreno muestran, a lo largo de centenas kilómetros de costa, una muy elevada mortalidad (hasta el 100%) de numerosas especies (invertebrados y algas) inter y submareales someras que antes estaban cubiertas por el mar y tras el tsunami quedaron expuestas al sol y el aire. En algunos casos la desaparición de estas especies derivó en la pérdida de hábitats completos"*.

El ecólogo agrega que otra consecuencia es la "disrupción (interrupción brusca) de flujos génicos porque se han producido brechas de muchos kilómetros donde no hay presencia de estos organismos. Van a llegar larvas de otros sistemas y se producirá un incremento de lo que se llaman parches ambientales, todo lo cual impone nuevos desafíos para la investigación".


Castilla indica también que los cambios apreciados en las bandas intermareales tendrán impactos importantes en actividades socio-económicas como la recolección de mariscos, ya que estos recursos no estarán presentes en esa zona "probablemente por unos años más". Finalmente sostiene que es necesario continuar realizando mediciones de franjas intermare-

ales, pero advierte que éstas deben hacerse sobre roqueríos sólidos y no sobre rocas aisladas que pueden haber sido movidas por el maremoto, ya que eso distorsiona los resultados.

• **Desembocadura del río Mataquito:**

Como ya se comentó, uno de los cambios más notorios en la morfología costera generados por el tsunami fue la desaparición de la barra de arena que separaba el río Mataquito con el mar, en la Región del Maule. El Dr. Dagoberto Arcos del Centro Regional de Estudios Ambientales (CREA) de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, lleva varios años realizando estudios en esa zona con el apoyo de Arauco y ahora estuvo en terreno analizando los efectos que el tsunami causó en las condiciones físicas, químicas y biológicas del río. Según explica, el área fluvial que se ubicaba entre la barra de arena y el murallón de la costa correspondía a un estuario, con entrada y salida de agua marina de acuerdo al ciclo mareal. Con las crecidas del río en invierno, esta zona solía sufrir cambios significativos en su sedimentación y en las poblaciones de especies.

Arcos indica que con el tsunami, "los últimos ocho kilómetros de lo que era el antiguo estuario prácticamente desaparecieron. Y eso indudablemente cambia mucho las condiciones de este ecosistema". Agrega que la marea oceánica invadió esta zona, mientras que la barra de arena se transformó en sedimento que no se sabe con certeza hacia adónde fue. La zona estuarina migró hacia el sur, y sus aguas tienen ahora características de salinidad y temperatura propias del agua de mar; mientras que el río fue circunscrito prácticamente unos 10 kilómetros aguas arriba.

Además, datos preliminares de la abundancia de la macroinfauna bentónica en la desembocadura del río Mataquito, de marzo de 2010, 

**INVESTIGACIÓN,
GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL
Y DESARROLLO DE
RECURSOS NATURALES**

- * **Gestión y protección ambiental.**
Planes y programas de manejo ambiental.
Estudios de análisis ambiental.
Declaración de impacto ambiental.
Estudio de impacto ambiental.
Asesoría en obtención de permisos.
Programas de seguimiento y monitoreo.
Auditorías.

* **Investigación Ambiental**

- Linea Base.
- Diagnóstico de recursos naturales.
- Uso de aguas residuales.
- Recuperación y restauración de terrenos degradados.
- Forestación en relaves.
- Estudios de fauna.
- Estudios de flora.
- Muestreo y monitoreo.
- Relaciones ecológicas.
- Modelación atmosférica.
- Control de la contaminación.

* **Desarrollo de recursos naturales**

- Estudios de suelo.
- Comercialización.
- Uso de aguas residuales.
- Hidrología y calidad de aguas.

* **Evaluación del recurso hídrico**

- * **Limnología**
- * **Bentos**
- * **Modelos de simulación hidrológica e hidrogeológica**
- * **Capacitaciones.**

Barcelona 2179 - Providencia
Fono: (56-2) 2317126
www.cicaingenieros.cl
Santiago de Chile

Jorge Basadre 489, Of. 407
Fono: (51-1) 4411579
Lima - Perú



Una muestra de los cambios que provocó la fuerza del mar en el humedal El Yali.

muestran un aumento significativo y drástico de crustáceos marinos en relación a mediciones anteriores.

Arcos estima que, desde el punto de vista de la economía local, en estos casos los cambios en la morfología de la costa "pueden ser hasta positivos para los pescadores porque hay mucho más espacio de entrada para especies como robalos, lisas y pejerreyes a la zona estuarina y hacia la parte alta del río".

El investigador subraya también que es importante volver a hacer mediciones para seguir la evolución de esta zona y ver si se recupera el murallón de arena que conformaba el estuario. Hoy en día, en marea baja ya se ven algunos islotes que insinúan un avance en ese sentido. Esto puede ser especialmente importante para que regresen las aves migratorias que anidaban en esos territorios.

• **Humedal El Yali:**

El humedal El Yali se ubica al sur de Santo Domingo en la V Región, en una zona donde hay ocho lagunas que abarcan unas 40 mil hectáreas. Desde 1996, 500 hectáreas forman parte de una reserva nacional y fueron declaradas Sitio Ramsar. El doctor José Fariña, del Departamento de Ecología de la PUC, lidera un equipo de investigadores que lleva cerca de ocho años realizando estudios en este sitio, y con ocasión del tsunami evaluó sus efectos en la estructura de hábitat de la laguna Albúfera, emplazada en el borde costero.

Según describe, antes del maremoto en este sitio había una playa de arena de 1,4 hectáreas (há), una duna con vegetación de 1,2 há y un matorral costero de 10 há, mientras que el área de humedal propiamente tal ocupaba 5 há hasta donde llegaba una gran diversidad de aves migratorias. La vegetación, en

tanto, estaba conformada principalmente por tres especies distribuidas de acuerdo a su tolerancia a las variaciones de salinidad y de inundación. Así, la zona más cercana a la laguna estaba dominada por una planta más tolerante a estos factores que se llama *Sarcocornia*, luego venía un área dominada por la especie *Spartina*, y finalmente otro sector ocupado por juncos (*Scyrpus*).

Sobre ese escenario, Fariña describe los cambios que provocó el tsunami: "El mar golpeó fuertemente la duna y la desplazó completamente dentro de la laguna y más allá. La línea costera se corrió y la laguna se profundizó en algunas zonas, mientras que la arena fue arrastrada hacia la zona del matorral costero". Añade que la laguna estaba bajo el nivel del mar y después del tsunami este cuerpo de agua se hundió mucho más, al parecer por un fenómeno de subsidencia.

Con respecto a la vegetación, la laguna creció e inundó todas las zonas bajas del humedal donde predominaba la *Sarcocornia* y se creó un canal de conexión permanente con el mar. El área de *Spartina* aún permanece, pero una gran parte fue sepultada por la arena, mientras que casi todos los juncos murieron por efecto del agua salina.

"A pesar de todo esto, este sistema ya ha mostrado rápidas señales de recuperación tanto en la zona de vegetación como en la duna", acota Fariña.

Otro foco de preocupación son las aves que, tras el tsunami, prácticamente desaparecieron del humedal, aunque de acuerdo a los censos de la Conaf han ido regresando paulatinamente. Al respecto, el especialista advierte: "Un factor clave es la hidrología de la laguna, que es un sistema bastante complejo: en invierno se llena con agua dulce, y en verano con agua salada del mar. Todas las aves que ocupaban

esta área tenían incorporada esto a sus dinámicas de vida. Ahora la laguna es parte del mar, al menos en términos físicos, y de todas las especies de aves que antes había, pocas han vuelto. La buena noticia es que la duna se está recuperando y hay zonas en que la laguna se está desconectando del mar. Además, estamos esperando las primeras lluvias para saber qué va a pasar con la salinidad del sistema, porque eso va a determinar el regreso de las aves".

• **Lobería de Cobquecura:**

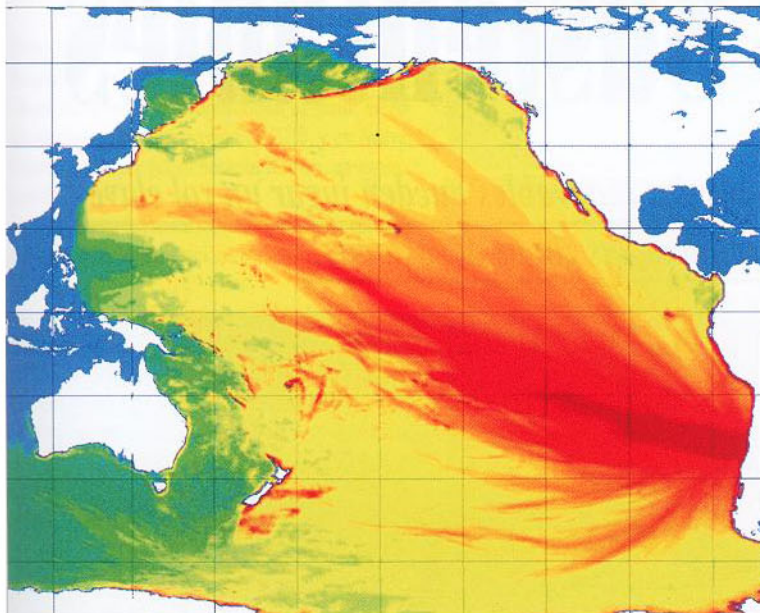
El impacto del terremoto y el tsunami sobre los mamíferos marinos ha sido otra área de preocupación científica. Es así como el Programa PIMEX-Arauco que realiza la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción analizó el caso de la lobería de Cobquecura, epicentro del evento sísmico. Ubicados dentro de un espacio declarado Santuario Marino de la Naturaleza, estos islotes acogen a la colonia reproductiva de lobos marinos más importante de la Región del Bío Bío, y constituyen un importante atractivo turístico en la zona.

En Cobquecura no hubo tsunami, pero sí se registró una ola mayor de lo normal.

Para medir el impacto de estos fenómenos se analizaron indicadores como la abundancia en la población de lobos, y su comportamiento. En marzo de 2010, se verificó una de las abundancias más altas registradas en los islotes desde el año 2008. Esto se explicaría porque los lobos que estaban en viajes de alimentación regresaron a los roqueríos como una forma de refugiarse ante el evento que vivieron en el mar, o bien porque se produjo migración desde otras loberas.

Los investigadores pudieron observar el comportamiento de los lobos en terreno, los mismos días que se produjo el terremoto. Así constataron que el 27 de febrero había un bajo número de machos adultos en los islotes, vale decir, el sismo produjo una huida masiva de los lobos. Al otro día comenzó a registrarse el ingreso paulatino de individuos (hembras, juveniles y crías) al islote y el 2 de marzo ya se visualizó un estado "normal". Además, no se registró ninguna reacción por parte de los lobos marinos ante las fuertes réplicas del terremoto. Tampoco se encontraron ejemplares muertos en las playas cercanas al islote.

Se realizaron observaciones en otras loberías y hubo casos llamativos como el de Faro Carranza (en la Región del Maule), donde el 17 de abril no se hallaron lobos, pese a ser una colonia reproductiva permanente. "Quizás el tsunami o el terremoto generó un impacto sobre la distribución espacial de los individuos en esta lobería, lo que no sucedió en Cobquecura. Ese es un tema que está en evaluación", apunta el investigador Pablo Carrasco.



La imagen grafica el enorme alcance que tuvo el movimiento sísmico del pasado 27 de febrero.

A partir de marzo de 2010 también se han registrado importantes avistamientos de cetáceos (delfines y ballenas) en el área de influencia del Santuario de la Naturaleza. Incluso los delfines aparecen con crías, lo que es un indicador de normalidad después del sismo.

Considerando lo descrito, Carrasco concluye que el patrimonio natural de la zona tuvo una muy baja perturbación luego del terremoto, lo cual favorece la reactivación de la actividad turística y desarrollo local en Cobquecura.

Conclusiones

La jornada de exposiciones y discusión académica también arrojó una serie de conclusiones importantes, entre las que destacan:

• Oportunidad de estudio:

Los investigadores coincidieron en señalar que el evento del 27 de febrero pasado abrió una gran oportunidad que se debe aprovechar para conocer y estudiar estos fenómenos y sus efectos en la naturaleza, de modo de obtener información muy valiosa para el desarrollo del país. José Fariña acota: *“El terremoto y tsunami son parte natural del sistema. Hay una catástrofe social y económica, pero en términos biológicos se producen cambios en la diversidad y/o en la abundancia de las poblaciones que tenemos la posibilidad de estudiar y aprender de eso”*.

Por lo mismo, los académicos pusieron énfasis en la necesidad de continuar con las investigaciones y hacer un seguimiento de los datos y la información recogida hasta ahora. La idea es desarrollar nuevos estudios, a lo largo de varios años para poder entender bien el funcionamiento de estos ecosistemas y las consecuencias que los cambios en ellos pueden tener a nivel ambiental, económico y social.

• Difusión de la información científica:

Otra conclusión importante es que el mundo científico y académico debe realizar esfuerzos para divulgar la información que recoge y desarrolla, por la utili-

dad que ésta tiene para la toma de decisiones por parte de las autoridades. Para ello se recomienda formar grupos de trabajo al interior de las mismas universidades, buscar apoyos en el área privada y mantener contactos con el ámbito público.

Cabe señalar que algunos estudios de terreno realizados hasta ahora se han traducido en diversos informes con recomendaciones que se han entregado, por ejemplo, a municipios afectados por tsunamis, de manera que esta información sea considerada en las planificaciones urbanas. En esta misma cuerda, se hizo hincapié en la necesidad de implementar planes de educación para la población.

• Apoyo de las empresas a la investigación:

Los académicos pusieron énfasis en la colaboración público-privada para potenciar la investigación y afrontar mejor estos fenómenos. En ese contexto, se destacaron otras iniciativas que, operando con otros fines, permitieron obtener información muy valiosa respecto del tsunami. Ejemplo de ello es el perfilador acústico de corrientes (ADCP) instalado en la desembocadura del río Itata, en el marco del programa PIMEX- Arauco que impulsa esta empresa y la Universidad de Concepción, para monitorear las fluctuaciones del nivel del mar. Andrés Camaño llama a replicar este tipo de esfuerzos, y señala: *“Es muy importante que las empresas trabajen en conjunto con el mundo científico y académico, porque este tipo de estudios entregan información muy relevante tanto para las actividades productivas, como para las autoridades públicas que están encargadas de tomar las decisiones sobre el cuidado del medio ambiente”*.



ECOPRENEUR
CHILE S.A.
Soluciones Ambientales Integrales

LÍDERES EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas para Campamentos Mineros
- Tratamiento de Reuso de Aguas de Proceso
- Filtración de Agua (Compuertas, Rejas Autolimpiantes, Filtros Continuos)
- Separación de Metales en Agua
- Deshidratación de Lodos - Filtros Prensa - Filtros Banda
- Diseño e Implementación de Amplia Gama de Sedimentadores
- Equipos de Monitoreo y Control de Aguas

Santiago: Teléfono: (56-2) 205 1040 • Fax: (56-2) 209 5026
 Concepción: Teléfono: (56-41) 228 9397 • Fax: (56-41) 228 9398
 E-mail: eco@ecopreneur.cl • Web: www.ecopreneur.cl