

## **El conocimiento sobre El Evento de El Niño: Una perspectiva local dentro de un contexto global**

José Luis Santos, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Km. 30.5 Vía Perimetral. Guayaquil, Ecuador  
Teléfono: (5934) 2269760. Fax: (5934) 2850493  
[jlsantos@espol.edu.ec](mailto:jlsantos@espol.edu.ec)

### **Resumen**

*El Fenómeno de El Niño es una aparición recurrente, casi-periódica de agua caliente superficial, en el Océano Pacífico Ecuatorial, generado por interacciones océano-atmósfera que inicialmente ocurren en el Pacífico tropical y luego se propagan a otras regiones del mundo. Esta anomalía a veces puede revertirse y conducir a la aparición de aguas frías (Fenómeno de la Niña). Por esta razón, se usa el término El Niño-Oscilación Sur (ENOS) para referirse a este vaivén oceánico-atmosférico. Este artículo hace un sumario sobre el Estado del Conocimiento sobre ENOS, desde una escala global, hasta una escala local. Cuando se habla del “Conocimiento sobre el ENOS”, se debe ir más allá de poder tener un pronóstico sobre su ocurrencia y magnitud, incluyendo información sobre impactos en áreas socio-económicas, que pueda ser usada para reducir el riesgo y aumentar los beneficios.*

*Los últimos episodios ENOS (2002, 2004 y 2006) reportados por Organizaciones Internacionales, no tuvieron un impacto claro en el Ecuador, en parte por la falta de una definición de ENOS aprobada globalmente lo que hace que un país declare la presencia de un ENOS, mientras que otro la descarte. Estas experiencias han creado una atmósfera de escepticismo entre los usuarios finales, por lo que algunos estarán reacios a actuar cuando se anuncie el próximo evento ENOS, debilitando la capacidad que pueda tener el país para mitigar los impactos negativos que se presentarán. No podemos decir cuando vendrá el próximo gran evento ENOS, pero si podemos asegurar que es cuestión de tiempo que se presente, la mejor preparación posible es aquella que no reaccione ante crisis, sino que cree una cultura en todos los niveles de la sociedad que nos enseñe a aprender a vivir con El Evento de El Niño.*

**Palabras Claves:** *Evento de el Niño, clima.*

### **Abstract**

*El Niño Event is a recurrent, quasi-periodic appearance of superficial warm water in the equatorial Pacific ocean, generated by ocean-atmosphere interactions originating in the Tropical Pacific and propagating to other regions of the world. This anomaly sometimes reverses and leads to the appearance of cold waters (La Niña Event). Hence the term El Niño Southern Oscillation (ENSO) is used to describe this ocean-atmosphere seesaw. This article summarizes the state of ENSO knowledge, from a global to a local scale. When we talk about “ENSO knowledge”, we must go beyond offering a forecast on its occurrence and magnitude; including information on socio economic impacts, which can be used to reduce the risk and increase the benefits.*

*The recent ENSO episodes (2002, 2004 y 2006) reported by international organizations, did not have a direct impact in Ecuador, partly for the lack of a common ENSO definition globally accepted, this experiences have created an atmosphere of skepticism among the end users, thus some might be reluctant to act when the next big ENSO is announced, weakening the capacity that the country could have to mitigate the negative impacts. We can not forecast when the next Mega ENSO will occur, but we can assure that it is matter of time, the best possible preparation in not the one that reacts to a crisis, but that one which creates a culture in all levels of society teaching us to learn to live with ENSO.*

## 1. Introducción

Luego de la aparición de los Mega-eventos de El Niño de 1982-83 y 1997-98, ha existido una atención mundial hacia el Evento (o Fenómeno) de El Niño, habiéndose producido una innumerable cantidad de literatura científica alrededor del mundo y llevado a cabo foros mundiales para tratar sobre el tema; el último gran Congreso científico fue organizado por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), y la Unión Geofísica Europea (EGU), realizado en Mayo del 2.005 en la ciudad de Guayaquil: la Conferencia Internacional Alexander von Humboldt sobre “El Fenómeno de El Niño y su Impacto Global”, al que asistieron más de 150 científicos de 40 países del mundo, (Santos y Fabián, 2.006).

Hay muchas razones por las cuales hay tanto interés en el Evento de El Niño (EN), estas incluyen:

- EN representa una señal climática que tiene un alto grado de predictibilidad, los centros de investigación internacionales pueden proporcionar pronósticos con la suficiente anticipación para que puedan ser efectivos en muchos países
- El monitoreo en tiempo real que permite seguir la evolución de EN ha mejorado ostensiblemente (por ejemplo, los arreglos TAO, las boyas Argo y observaciones provenientes de satélites meteorológicos), y
- EN es un conocido generador de desastres en muchos sitios alrededor del mundo, causando impactos socio-económicos tremendos, especialmente en muchos países en vías de desarrollo.

A pesar del valor potencial de la información sobre EN para las sociedades alrededor del mundo, la comunidad científica a veces ha subestimado la importancia de la investigación sobre los aspectos sociales de EN, incluyendo como usar los pronósticos sobre EN para proporcionar herramientas de decisión que permitan reducir los impactos negativos y aprovechar los positivos.

Este artículo hace un sumario del estado del arte en la investigación científica sobre ENOS partiendo desde una escala global, hasta enfocarse a una escala nacional, y la forma como la Escuela Superior Politécnica del Litoral ha contribuido al conocimiento de este Evento, mencionando algunas lecciones aprendidas durante este proceso.

## 2. ¿Qué es el Evento de El Niño?

El Fenómeno de El Niño es una aparición recurrente, casi-periódica de agua caliente superficial, en el Océano Pacífico Ecuatorial Central, generado por interacciones océano-atmósfera que inicialmente ocurren en el Pacífico tropical y su atmósfera adyacente y luego se propagan a otras regiones del

mundo a través de procesos de teleconexión. Esta anomalía a veces puede revertirse y conducir a la aparición de aguas frías en la región previamente mencionada, produciendo el Fenómeno de la Niña (a veces también referido como El Viejo o Anti-Niño). Es por esta razón que muchas veces utilizamos el término El Niño-Oscilación Sur (ENOS) para referirse a este vaivén oceánico-atmosférico, (Santos, 1999; Philander y Rasmusson, 1985).

ENOS es reconocido como el modo de variabilidad interanual más grande del sistema climático global, teniendo una recurrencia ubicada en la banda entre 2 y 8 años. Este evento es diferente tanto en su génesis como en su escala de tiempo espacial y temporal, de lo que se conoce como la Corriente del Niño, un flujo anual de agua proveniente de la Bahía de Panamá y que se muestra en las costas de Ecuador y el Norte de Perú desde el mes de Diciembre hasta Abril.

Debemos tener presente que un evento ENOS responde a una serie de factores oceánicos y atmosféricos, por lo tanto es un error fijarse solamente en la presencia de aguas calientes y lluvias fuertes para indicar su presencia, investigaciones realizadas por diversos autores han desarrollado numerosos índices tanto oceánicos como atmosféricos que actualmente se usan para estudiar el desarrollo de estos eventos, sin embargo no existe un consenso en la comunidad científica sobre cuales son los mejores índices para definir un año ENOS, su intensidad, y/o su duración (Hanley et. al., 2003). Índices compuestos, que involucran variables tanto oceánicas como atmosféricas como el Índice Multivariado (Wolter y Timlin, 1993) que elabora el Centro de Diagnóstico Climático de la NOAA pueden ser una valiosa ayuda para estudiar el comportamiento de estos eventos.

Sin embargo, uno de los debates más importantes en la actualidad sobre el tema ENOS es la adopción de una definición común; a pesar de esfuerzos realizados por organismos como la Organización Meteorológica Mundial (OMM), esto no ha sido posible, lo que ha traído como consecuencia la generación de crisis como las que se mencionarán más adelante. En la actualidad un equipo de expertos, del cual el autor del presente artículo es miembro, y que fue conformado por la Comisión de Climatología de la OMM, tiene la tarea de producir un catálogo de definiciones de El Niño, el cual debe estar a disposición de la comunidad de usuarios durante el segundo semestre del 2.006.

A manera ilustrativa, presentamos las definiciones utilizadas en forma operacional, por tres países considerados líderes en investigación sobre ENOS las cuales tienen diferencias significativas que pueden llevar a que un país declare la presencia de un Evento ENOS, mientras que otro la descarte:

### Estados Unidos:

“El Niño es un fenómeno en el Pacífico Ecuatorial caracterizado por la presencia de anomalías positivas de TSM (para el periodo base 1971-2000) en la Región Niño 3.4 (120°W-170°W, 5°N-5°S) que sean mayores

o iguales a 0.5 °C, promediadas sobre 3 meses consecutivos”.

“La Niña es un fenómeno en el Pacífico Ecuatorial caracterizado por la presencia de anomalías negativas de TSM (para el periodo base 1971-2000) en la Región Niño 3.4 (120°W-170°W, 5°N-5°S) que sean mayores o iguales a 0.5 °C, promediadas sobre 3 meses consecutivos”.

#### Australia:

“En la actualidad el Buró de Meteorología no emplea definiciones formales de EN o LN para realizar declaraciones de eventos ENOS, pero usa varios índices (Como el Índice Multivariado y el Índice de Oscilación Sur) y herramientas de evaluación (Como modelos estadísticos y dinámicos).

#### Japón:

La agencia Meteorológica de Japón define EN como “una condición oceánica en que la media corrida de cinco meses de la TSM (calculada a partir de un periodo móvil de 30 años, por ejemplo para 2.006 el periodo es de 1.976 a 2.005) en la Región Niño3 (5°N-5°S, 150°W-90°W), tiene una desviación de +0.5°C o mayor por seis o más meses consecutivos”.

“LN se define como una condición oceánica en que la media corrida de cinco meses de la TSM en la Región Niño3, tiene una desviación de -0.5°C o mayor por seis o más meses consecutivos”.

### 3. El Impacto de ENOS

La presencia de Eventos ENOS en una región del mundo determinada varía mucho de acuerdo a la escala y localidad geográfica que se esté considerando, y a las características del evento ENOS; en general se lo puede sentir en dos formas:

- a. A través de sus *efectos* en el sistema océano-atmósfera; que producen una serie de cambios meteorológicos y oceánicos que varían en escala temporal y espacial.
- b. A través de sus *impactos* en ecosistemas naturales (tanto marinos como terrestres), y en sectores socio-económicos (como pesquerías, salud, vialidad, turismo, y agricultura)

Los principales efectos de los eventos de El Niño/La Niña se pueden resumir en los siguientes:

- Incremento/Disminución de la temperatura superficial del mar y la salinidad
- Alteración de la estructura subsuperficial del océano.
- Alteración en los patrones de circulación oceánica y atmosférica.
- Incremento/Disminución del nivel del mar y oleaje.
- Incremento/Disminución de la temperatura del aire y la cantidad de radiación ultra violeta que alcanza la superficie de la Tierra.
- Alteración en la temporada de huracanes del Océano Atlántico

- Cambios en los patrones de precipitación y de evaporación.

A pesar de que estos efectos han sido estudiados por mucho tiempo, la gran variabilidad que presentan los efectos ENOS hacen casi imposible la definición de un “Evento patrón” o “típico”, pues los procesos de propagación, tiempo de ocurrencia y duración, posicionamiento y magnitud de las anomalías pueden variar significativamente de un evento a otro, incluso entre aquellos que ocurren en forma consecutiva.

### 4. ENOS a escala Global

Mientras que el Océano Pacífico Ecuatorial constituye el campo principal de acción de los eventos de El Niño, los impactos asociados con tales eventos dan la vuelta al globo, especialmente en los trópicos. Como resultado, escuchamos acerca de posibles conexiones entre El Niño, estas señales remotas en los sistemas de clima asociados con ENOS se les han llamado “teleconexiones” (Alexander et. al, 2002).

Durante un evento caliente, cuando la actividad de tormentas tropicales cambia hacia el este de su localización climatológica, dirigiéndose desde Australasia hacia el Pacífico Central, hay una tendencia a que ocurran condiciones de sequía sobre Asia del Sur, Indonesia y Australia del Norte, al mismo tiempo que las regiones normalmente secas a lo largo del Pacífico ecuatorial este y central experimentan fuertes lluvias. Mientras que la señal sobre el Pacífico puede ser vista como una consecuencia “directa” de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) calentándose localmente, las señales más remotas deben ser forzadas indirectamente a través de cambios en la circulación atmosférica que acompañan la reorganización de tormentas tropicales.

Otros ejemplos de teleconexiones remotamente forzadas ocurren sobre las latitudes extratropicales de Norte y Sur América. El aumento de las lluvias tropicales sobre el Pacífico Ecuatorial fuerza a un cambio hacia el este en la corriente de chorro del Pacífico y en las rutas de tormentas relacionadas. Este movimiento trae típicamente, una condición de humedad, más de lo normal, a la región de las “Pampas”, en Argentina, al este de los Andes, y causa que el viento templado corra más frecuentemente en el este de Canadá durante el invierno. Al mismo tiempo, el aumento en las tormentas de baja latitud, lleva a una temperatura más baja de lo normal sobre el sur de los E.U.A. Si los cambios de rutas de las tormentas son extremos, como sucedió en el evento de 1982/83, lluvias desastrosamente fuertes pueden ocurrir a lo largo de la costa sur de California.

Sin embargo, es importante reconocer que hasta las más “confiables” teleconexiones del evento ENOS no están presentes en cada episodio. Una buena forma de pensar acerca de esto es en términos de distribución de probabilidades. Por ejemplo, las observaciones indican que 75% de los eventos calientes están acompañados

por temperaturas arriba de lo normal en Canadá, mientras que 75% de todos los eventos fríos dan temperaturas debajo de lo normal. Esta es una señal estadística significativamente elevada, pero esto todavía significa que el 25% de los inviernos durante un ENOS extremo no tienen la señal "esperada" en ese lugar. Entonces, aún con una capacidad de predicción "perfecta" de las condiciones de ENOS para un invierno por venir, existe todavía cierta incertidumbre sobre las actuales señales de las anomalías, sin mencionar lo que puede suceder con sus respectivas magnitudes. Parte de esta incertidumbre surge debido a las diferencias en las TSM de un evento al otro, pero una amplia parte es también debida a la variabilidad "interna" inherente en la atmósfera, sin tomar en cuenta las fuerzas externas, que añaden una medida saludable de caos impredecible a cualquier pronóstico.

Por otro lado, debemos recordar que el ENOS es solamente una de las muchas anomalías climáticas que se pueden presentar en un momento determinado, es por esto que debemos ser muy cuidadosos al "forzar" una relación causa-efecto entre la presencia de un evento ENOS y un evento meteorológico extremo de corta duración que se presente en cualquier parte del mundo.

## 5. ENOS a Escala Regional

En América Latina existe una gran experiencia acumulada en el tema de impactos causados directa o indirectamente por el Evento ENOS; cuya presencia en nuestra región ha podido ser detectada desde hace varios siglos, gracias al uso de registros geológicos, oceanográficos, hidrológicos, geoquímicas, biológicos, arqueológicos e históricos (Machare y Ortlieb, 1993). Los cambios significativos de los patrones climatológicos (especialmente de la Temperatura del Aire y Precipitación) causados por ENOS son responsables de impactos sociales y económicos que pueden ser de gran magnitud, dependiendo de la intensidad, y tiempo de ocurrencia de tales desviaciones.

Por otro lado, es difícil establecer una correlación entre los cambios climáticos observados en la región y la frecuencia de ocurrencia e intensidad de Eventos ENOS, tópico que todavía necesita ser estudiado en detalle, (Vincent et. Al, 2005, Haylock et. Al 2006).

Los cambios en patrones de precipitación, responsables de una influencia directa en el caudal de ríos en Argentina Paraguay, Brasil, Paraguay, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú, y Venezuela han sido reportados por Berri (1995).

Con respecto a los impactos en los ecosistemas biológicos; Barber (1983) reportó que los nutrientes, biomasa de fitoplancton, y productividad primaria están claramente regulados por cambios físicos durante un ENOS; existiendo evidencias de efectos en organismos más complejos como peces, y aves y mamíferos marinos.

En muchas ocasiones, la gente comete el error de creer que los impactos de ENOS se restringen a los ecosistemas marinos, sin embargo una gran cantidad de impactos en ecosistemas terrestres también ha sido documentada (ver Holmgren et al., 2006). Otro error frecuente es el de considerar que solamente la Fase cálida (El Niño) de ENOS tiene la capacidad de tener impactos biológicos positivos o negativos sobre los recursos, sin embargo hay evidencias claras de un impacto causado por la fase fría (La Niña). Adicionalmente, era común antes del Evento de 1982-83 pensar que este evento producía solamente efectos negativos; investigaciones, especialmente en aguas marinas someras, han podido encontrar impactos positivos también (Tarazona, 1999).

Investigaciones recientes han demostrado que impactos de ENOS no solamente afectan algunas especies en los ambientes marinos y terrestres, pero también influencia a niveles celulares, individuales, poblacionales, de comunidad y de prácticamente todo el ecosistema. Mucha información sobre el tema ha sido recopilada a través del proyecto regional RIBEN (Red de Impactos Biológicos del Fenómeno de El Niño), ver la dirección web: <http://www.concytec.gob.pe/investigacion/biologia/riben/iriben.htm>.

La pesquería en el sistema de la Corriente de Humboldt representa la más grande del mundo no solamente si uno considera la producción primaria y potencial de captura de sus aguas sino desde el punto de vista de las capturas reales, este invaluable ecosistema ha sido frecuentemente castigado por oscilaciones causadas por el Evento ENOS (Caviedes, 1992). Otros investigadores han realizado estudios regionales sobre el efecto de ENOS en el afloramiento, y organismos biológicos, (Flores, 1989; Avaria et al., 2004).

Con respecto a impactos en el sector de Salud, varios casos han sido reportados en años recientes (ver Balbus y Wilson, 2001; WHO, 2003; Patz, 1996). Estos estudios muestran que los factores climáticos (junto con determinantes humanos, biológicos y ecológicos) influyen la emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas. La incidencia de enfermedades transmitidas por vectores como el mosquito, incluyendo malaria, dengue, y encefalitis viral, ha sido correlacionada directamente a la presencia de ENOS en países como Argentina, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil.

La Agricultura en la Región Andina, ha sido afectada por ENOS en tres áreas principales: a) producción y productividad, b) disponibilidad de productos para exportación, y c) infraestructura física. La severidad de los impactos depende de cada país y región; es importante señalar que aunque en menor escala, varios impactos positivos han sido reportados en países como Bolivia, Venezuela y Chile, (Meek y Aldana, 1998; WMO, 2004).

La “Food and Agriculture Organization” de las Naciones Unidas (FAO, 2005), regularmente hace evaluaciones de la producción agrícola en América Latina, estas evaluaciones responden casi inmediatamente a la presencia de un evento ENOS, pero dependen considerablemente de factores como extensión y localización de las anomalías oceánicas, e intensidad y época de aparición de las mismas. (Ver: <http://www.fao.org/gIEWS/english/index.htm>).

Debido a esta razón, y como es la norma en casi todos los sectores, es muy difícil establecer un patrón general de influencias en la agricultura causadas por la presencia de ENOS, sin embargo, en general en la parte meridional de América del Sur, lluvias intensas dañan la cosecha de cereales como el trigo, tanto en calidad como en cantidad. En contraste, lluvias abundantes pueden favorecer el desarrollo de cultivos como el maíz y el arroz.

Pero es cuando miramos los impactos socio-económicos, que podemos darnos cuenta de la magnitud de la influencia que la presencia de ENOS

puede producir en nuestras vidas. Dos estudios bastante completos del impacto de los dos mega eventos del siglo pasado (1982-83 y 1997-98) en América del Sur han sido realizados (CEPAL, 1998; y CAF, 2000), estos trabajos hacen evaluaciones sectoriales, y estimaciones de gastos de rehabilitación y reconstrucción.

Las tablas 1 y 2, muestran cifras que reflejan el impacto de ENOS en varios países de América del Sur debido al evento de 1997-98, y que alcanzas a varios puntos porcentuales del PIB (hasta el 5% en varios casos), sin embargo estos números no pueden reflejar los impactos sociales que se traducen en miles de vidas humanas perdidas, y cientos de miles que perdieron sus viviendas. Estas cifras igualmente reflejan la gran vulnerabilidad de muchos países de América del Sur a la presencia de ENOS, una vulnerabilidad que, en general, ha ido constantemente aumentando en los últimos 15 años debido a la manera en que la región se está desarrollando.

**Tabla 1:** Perjuicios Directos e Indirectos causados por EN de 1997-98 (por país en millones de dólares). TOTAL: \$ 7.544. (CAF, 2.000)

Perjuicio	Venezuela	Colombia	Bolivia	Ecuador	Perú
Pérdida de Producción	32.7	148.1	263.3	1.421	1.093
Mayor costo de operación	26.6	311.1	24.9	836	391
Prevención, Emergencia	9.3	50.6	12.3	331	405
Pérdida de acervo	2.6	52.8	226.8	294	1.612

**Tabla 2:** Perjuicios Directos e Indirectos causados por EN de 1997-98 (por sector, en millones de dólares). TOTAL: \$ 7.544. (CAF, 2.000).

Sector	Venezuela	Colombia	Bolivia	Ecuador	Perú
Productivo	38.5	148.6	261.6	1.516	1.627
Transporte	2.3		237.7	795	717
Incendios Forestales	2.6	52.3			
Social		40.9	5.3	205	485
Servicios	27.8	309.5	10.4	36	237
Otros		12.2	12.3	331	434

## 6. ENOS a escala Nacional

La economía ecuatoriana se basa principalmente en actividades que son fuertemente influenciadas por la variabilidad climática como son: agricultura, acuicultura, pesquerías, turismo, recursos hidrológicos y energía entre otras. Por lo tanto, una alteración climática, como la que ocurre cuando se presenta un evento ENOS de intensidad fuerte, provoca tremendos impactos socioeconómicos, a manera de ilustración, en la tabla No. 3 comparamos los daños ocurridos durante los dos últimos eventos de gran magnitud (CEPAL, 1983, 1998).

**Tabla 3:** Pérdidas en Ecuador (millones de dólares)  
Por los Fenómenos de 1982 y 1997

	1982-83	1997-98
Sector Agrícola	233,8	1.186,8
Pesquería	117,2	42,4
Industria	54,6	165,7
Transporte	209,3	794,6
Vivienda	6,3	152,6
Salud	10,7	18,8
Educación	6,6	33,3
Otros	2,1	400,0
<b>TOTAL</b>	<b>640,6</b>	<b>2.794,2</b>

Podemos darnos cuenta que las pérdidas del Evento de 1997 son mucho más grandes que las de 1982, esto no solamente es influenciado por la intensidad del evento, sino por el aumento de las zonas de riesgo y del grado de vulnerabilidad de nuestras poblaciones. Cada vez existe un mayor número de personas y muchas de ellas han construido sus viviendas en zonas de alto riesgo. Además el sistema de alcantarillado, puentes, a carreteras y otras obras de infraestructura son obsoletas y corren peligro de destruirse, y la frontera agrícola se expande. Todo esto hace que los daños que pueda causar un Fenómeno de El Niño en nuestro país sean tremendos, sin necesidad de que tengan intensidades tan grandes como las de 1997 y 1982.

La experiencia del ENOS 97-98 se ha documentado detalladamente y parecía suficiente para que se implementaran políticas y estrategias orientadas a disminuir los efectos de futuros Eventos ENOS. Sobre la base del proceso y las lecciones aprendidas se hicieron una serie de recomendaciones para corregir las vulnerabilidades de los sectores del desarrollo. Se han dado algunos cambios; sin embargo, no se ha producido un desarrollo uniforme en los diferentes ámbitos de la institucionalidad.

La experiencia muestra que es en materia de *preparativos y atención* donde se encuentran los

mayores progresos. Por ejemplo, cuando se anuncia un ENOS potencial, en el sector público se preparan planes de contingencia y concita el interés en el sector privado. Por otra parte, los medios de comunicación, demandan información del pronóstico climático. En los gobiernos locales, especialmente en Quito y Guayaquil se ha institucionalizado un Plan de Contingencias para la estación lluviosa que toma más importancia si se trata de un *potencial ENOS*. Algunos municipios van considerando más seriamente su rol de las Juntas Cantonales de Defensa Civil como responsables de los preparativos y atención de emergencias.

Por otro lado, las instituciones que generan *conocimiento* de los fenómenos naturales se vieron fortalecidas en sus capacidades de monitoreo, sin embargo no se acompañaron con una calificación académica adecuada, ya que los productores de información de las ciencias sociales y económicas no han sido integrados en la construcción del conocimiento de las vulnerabilidades. Tampoco se ha alcanzado la coordinación sectorial que permita integrar la información que se genera en los ámbitos natural y social para producir conocimiento aplicado, necesario para la gestión.

En los datos que se disponen sobre los dos últimos ENOS *muy fuertes*, se identifica un patrón común de pérdidas. Al desglosar las pérdidas se revela que los sectores productivos son los más afectados (mayoritariamente el agropecuario), seguido por infraestructura (la mayoría representa pérdidas en transporte tanto en vialidad como costos de transportación), en tanto que en los sectores sociales (salud, educación, vivienda) la afectación es menor. Los daños sectoriales se resumen en la Tabla No. 4 (Fernández, 2005).

**Tabla 4:** Análisis de exposición por Sectores

Exposición	Análisis
<b>Exposición a elementos climáticos</b>	Los sectores <i>pesca, agricultura, salud y agua potable/saneamiento</i> mantienen estrechas relaciones de dependencia con parámetros climáticos (sobre todo precipitación, humedad y temperatura del aire) que les hace más susceptibles. Por tanto, la necesidad de conocer y manejar las variables climáticas no puede justificarse solamente desde la perspectiva del manejo del riesgo sino también desde el uso racional del recurso y la convivencia equilibrada con la variabilidad climática
<b>Exposición necesaria a zonas de riesgo</b>	Los sectores de <i>agua potable/saneamiento, vialidad/transporte, energía y vivienda/desarrollo urbano</i> extienden sus redes sociales y de

	infraestructura por zonas expuestas a riesgo climático, y que es guiada por la necesidad de dotar de servicios a las poblaciones. El valor de la información climática está en su inclusión en la cadena de producción de conocimiento e instrumentos para la gestión del territorio y para las normativas de construcción.
<b>Exposición innecesaria a zonas de riesgo (fallas en el proceso de toma de decisión)</b>	Los sectores de <i>salud, educación e industria</i> tienen generalmente una exposición innecesaria de sus infraestructuras a zonas de riesgo. Son consecuencias de errores en la toma de decisiones por desconocimiento del entorno, por modificaciones del mismo después de haber implantado la infraestructura, y por tomar en cuenta sobre todo costos de oportunidad. Al momento de las inversiones los municipios donde han sufrido daños estas infraestructuras, no contaban con planes de ordenamiento territorial

Por otro lado, debemos indicar que la experiencia ha demostrado que muchos de los impactos descritos en las secciones anteriores puede ser considerablemente mitigados: un uso racional de los pronósticos de ENOS podrían proporcionar una alerta con la suficiente anticipación para que las agencias pertinentes se preparen en forma adecuada, varios casos exitosos se pueden encontrar en los últimos años (Santos, 2004)

Cuando tratamos con el evento ENOS, nos enfrentamos a varios problemas al querer hacer una mitigación y prevención efectivas: en el momento es desconocido (o muy difícil de estimar con un alto grado de certidumbre) la duración y magnitud de un evento; en muchas partes del mundo (especialmente en países en vías de desarrollo) hay una falta de credibilidad debido a la falta de una cultura climática; además, en estos países a menudo hay una falta de organización y fondos, problemas políticos, confusión sobre como la información es distribuida, y una pobre planificación que produce frecuentes y a veces impredecibles cambios en el uso y cobertura de suelos.

Esto trae como consecuencia que la difusión de información, que debería un soporte para la toma de decisiones, se vuelve una fuente de incertidumbre, que es lo que ha sucedido en el Ecuador con los últimos eventos ENOS, veamos:

- En Julio 11, 2002 la página Web de la NOAA publicó el siguiente mensaje: “.... Ahora es oficial: El Niño está de regreso. No es el poderoso, creador de caos climático como el de 1997-98, pero una versión más débil, que puede

comenzar a afectar el tiempo en los Estados Unidos para el otoño del 2002, de acuerdo con el Servicio Nacional del Tiempo de la NOAA. Los expertos de la Agencia indicaron hoy día que las condiciones maduras de ENOS se desarrollarán en unos pocos meses....” (NOAA, 2002).

El mensaje fue muy claro y preciso pero llegó a las manos equivocadas: en los días subsiguientes, periódicos de las dos ciudades más grandes de Ecuador anunciaron que ENOS ya estaba presente. Esto creó pánico en muchos sectores, probablemente el más preocupado fue el sector agrícola, puesto que la mayoría de las plantaciones en el país tienen regado natural. Pero las fuertes lluvias que se esperaban nunca llegaron, lo que es peor, no solamente las lluvias no empezaron en Julio y Agosto como se anunció, sino que el inicio de la temporada normal de lluvias en la costa (que usualmente es el mes de Diciembre) se demoró por varias semanas. El resultado fue un extenso daño en la agricultura por el déficit de lluvias y la frustración, especialmente de los pequeños y medianos agricultores, llegó a tal punto que amenazaron con enjuiciar a las Instituciones nacionales (INOCAR e INAMHI) por el pronóstico “errado”.

- El 10 de Septiembre del 2004, el anuncio de la NOAA fue: “... NOAA declaró hoy que El Niño está de regreso, pero esta vez en un estado más débil. “Las condiciones de El Niño se han desarrollado en el Pacífico Tropical y se espera que continúen hasta principios del 2005”, declaró Jim Laver, director del Centro de Predicción Climática de la NOAA. “En este momento no está claro, cuáles, si es que los hay, serán los impactos de este evento sobre las temperaturas oceánicas en la región clásica de El Niño a lo largo de la costa oeste de América del sur, así como sobre la temperatura y precipitación en los Estados Unidos....”. NOAA (2004).

De nuevo, la presencia de este evento no tuvo repercusiones mayores en el Ecuador en lo que respecta a anomalías climáticas, pero fue causa de incertidumbre, decisiones fueron tomadas en base a una posibilidad de riesgo muy remota, y de nuevo la comunidad en general percibió este anuncio como otro pronóstico fallido.

- El 3 de Marzo del 2006, la WMO difundió el siguiente boletín de prensa: “...Desde aproximadamente el comienzo del año, la TSM en el Pacífico ecuatorial central y occidental ha tenido temperaturas entre medio y un grado por debajo de lo normal. Esto, combinado con condiciones de mayor escala en el Océano y Atmósfera del Pacífico tropical, es consistente con los primeros pasos de un evento La Niña a larga escala. Sin embargo, el desarrollo de condiciones LN de larga escala en esta época del año es altamente inusual, por lo tanto hay incertidumbre

adicional sobre el grado en que se presentarán patrones de temperatura y precipitación características de un evento de La Niña. Adicionalmente, se espera que las condiciones LN sean de corta duración, con un regreso probable a condiciones neutras a lo largo del Pacífico ecuatorial para la mitad del año, o muy poco tiempo después.....” WMO (2.006).

Si bien la temporada de lluvias en la costa fue irregular en el 2006, no se puede atribuir directamente a la presencia de LN, más aún, ciertos comportamientos típicos propios de un evento de La Niña, no fueron detectados en el país, por lo tanto en la percepción de la ciudadanía, este fue otro pronóstico fallido mas.

Estos tres últimos episodios han creado una atmósfera de escepticismo entre la comunidad de usuarios finales en el Ecuador, por lo que es posible que algunos estarán reacios a actuar cuando se anuncie el próximo evento ENOS, debilitando la capacidad que pueda tener el país para mitigar los impactos negativos que se presentarán.

## 7. La ESPOL y ENOS

Un creciente número de investigadores se está interesando en lo que se llama “Dimensiones humanas de los cambios globales”, y reconocen que estudios tanto a nivel local como regional son esenciales. La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), a través de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, mantiene un Programa de investigación llamado “Estudios Climáticos Aplicados (ECLIMA)”, y participa de dos importantes proyectos regionales que tratan de enlazar Observaciones climáticas con investigaciones en Dimensión Humana: “La Red de Impacto Biológico por el Fenómeno de El Niño (RIBEN)” y el “Pan American Climate Studies-Sounding NETwork (PACS-SONET)”.

ECLIMA enfoca la necesidad de desarrollar metodologías adecuadas para evaluar el efecto de la variabilidad climática sobre sectores económicos sensitivos, junto con la disponibilidad de pronósticos climáticos adaptados a la necesidad de cada uno de ellos.

El programa PACS-SONET de la “National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)”, trata de investigar la variabilidad en los patrones de precipitación en la región de Latinoamérica desde el año de 1997, la mayoría de las estaciones usan un sistema de globos pilotos para obtener sondeos de vientos, también se ha implementado una red de pluviómetros de bajo costo.

La red RIBEN es un esfuerzo establecido en 1999 con la participación de Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Panamá, con el fin de promover una asociación efectiva entre científicos que investigan el impacto sobre los ecosistemas biológicos causados por el

Fenómeno de El Niño, buscando una estandarización de metodologías y ofreciendo productos y servicios para la elaboración de diagnósticos o proyecciones siendo uno de los puntos principales el uso de indicadores biológicos como medida de alerta temprana de la ocurrencia de un evento El Niño, y como indicadores de sus impactos.

Por otro lado, los esfuerzos de la ESPOL también han estado dirigidos al diseño e implementación de Sistemas de Alerta Temprana, utilizando tecnologías de la Información, así como el desarrollo de Centros de Aplicación Virtual (CAV). Un CAV es un sistema que integra funcionalidad común para la implementación de Aplicaciones Interactivas para el Web. Cuando se desea crear una nueva aplicación, no se debe empezar de cero, sino que ya existe toda una infraestructura de servicios que puede ser utilizada. Esto hace posible un desarrollo acelerado de aplicaciones. También permite el re-uso e intercambio de datos y conocimiento entre aplicaciones.

Estos desarrollos y monitoreos constituyen un valioso aporte al conocimiento del ENOS no solo a nivel local, sino a nivel regional. La filosofía de la ESPOL es que el Evento de El Niño es una anomalía climática recurrente que va continuar afectando nuestras vidas y el peor error que podemos cometer es ignorarlo o subestimarlos, lo que debemos hacer es “aprender a vivir con El”, Santos (1998).

## 8. Conclusiones

El “Conocimiento sobre el ENOS”, va mucho más allá de poder tener un pronóstico sobre la ocurrencia y magnitud para un determinado periodo de tiempo y una región, sino que incluye información sobre impactos en las áreas socio-económicas de importancia, recogidas a lo largo de experiencias pasadas, y que pueda ser usada para reducir el riesgo, disminuyendo los impactos negativos y maximizando los positivos; la última meta es poder usar el Conocimiento de ENOS para contribuir al Desarrollo Sustentable de nuestra región.

A pesar de que hemos incrementado considerablemente nuestro conocimiento científico sobre el Evento ENOS y por consiguiente nuestra habilidad para pronosticar su ocurrencia, los científicos no hemos sido completamente exitosos en traducir este conocimiento científico en ciencia útil y entendible, proporcionando información climática diseñada específicamente para cada sector socio económico (los verdaderos usuarios finales) que es impactado por la presencia de este evento. Las publicaciones existentes son fundamentalmente académicas, la experticia y conocimiento yace primordialmente en reportes técnicos internos de instituciones, que tienen un uso muy limitado, y que usualmente no llegan a los sectores de usuarios finales de la comunidad.



En la actualidad, los Sistemas de Alerta Temprana atraen considerable atención en todo el mundo. El interés en tales sistemas, está basado en el hecho de que si uno puede pronosticar la aparición de un impacto negativo determinado en un sector socio económico de importancia, se puede realizar una intervención exitosa con suficiente anticipación. Sin embargo, debemos tener cuidado con estos Sistema de alerta, porque puede ser engañosos, ser dirigidos a grupos de riesgo no apropiados, o generar una falso grado de seguridad. Otro punto que debe considerarse es el siguiente: ¿Realmente el problema es la falta de una información detallada?, o ¿deberíamos usar la información existente más efectivamente?.

No podemos decir cuando vendrá el próximo gran evento ENOS, pero si podemos asegurar enfáticamente que es cuestión de tiempo de que se presente, la mejor preparación posible que podemos realizar para cuando esto suceda es aquella que no reaccione ante las crisis, sino que cree una cultura en todos los niveles de la sociedad que nos enseñe a aprender a vivir con El Evento de El Niño.

## 9. Referencias

- [1] Alexander Michael A, Ileana Bladé, Matthew Newman, John R Lanzante, Ngar-Cheung Lau, James D Scott, 2002: The Atmospheric Bridge: The Influence of ENSO Teleconnections on Air–Sea Interaction over the Global Oceans. *Journal of Climate*, Vol 15, No 16, 2205-2231.
- [2] Balbus, J. M., y M. L. Wilson, 2001: Human Health and Global Climate change, Pew Center on Global Climate Change. 43 pp.
- [3] Barber, R.T., y P. Chavez, 1983: Biological Consequences of El Niño. *Science*, VOL. 222, 1203-1210.
- [4] Berri, G.J. (editor), 1995: Impact of ENSO on the Hidric Resources of the American Continent and new Methodologies applied to the seasonal and interannual hydrological forecast. IRI Applications and Training Pilot Project. IRIP-CR-SF96/1, 114 pp.
- [5] CAF, Corporación Andina de Fomento, 2000: Las Lecciones de El Niño, Retos y propuestas para la Región Andina. ISBN 980-340-173-4. Volumen I: La región Andina 235 pp, Volumen II: Bolivia, 280 pp, Volumen III: Colombia, 245 pp. Volumen IV: Ecuador, 250 pp. Volumen V: Peru, 293 pp. Volumen VI: Venezuela, 248 pp.
- [6] Caviedes, C. N., y T. J. Fik, 1992: Climate variability, climate change and fisheries. Edited by Michael H. Glantz. Cambridge University Press, 356-374.
- [7] CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1998: Ecuador: Evaluación de los Efectos Socio Económicos del Fenómeno de El Niño en 1997-1998. LC/R.1822. 75 pp.
- [8] CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1983: Los Desastres Naturales de 1982-1983 en Bolivia, Ecuador y Perú. E/CEPAL/G.1274. 226 pp.
- [9] FAO, The Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005: FAO Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture. Accessed at: <http://www.fao.org/gIEWS/english/index.htm>
- [10] Flores, M.J., 1989: Incidencia de los Fenómenos “El Niño” en la Extracción de Recursos Pesqueros Marinos de la Pesquería Peruana en el Periodo 1950-1987, Memorias del Simposium Internacional de los Recursos Vivos en las Pesquerías del Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur. 467-476.
- [11] Fernandez, María Augusta, 2005: DIAGNÓSTICO SOBRE EL MANEJO DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL FENÓMENO EL NIÑO. Informe de Proyecto: Asistencia Preparatoria para el Fortalecimiento de las Capacidades para Manejar y Reducir los Riesgos a Desastres del Fenómeno “El Niño en la Región Andina”.
- [12] Hanley Deborah E., Mark A. Bourassa, James J. O’Brien, Shawn R. Smith, y Elizabeth R. Spade, 2003: A Quantitative Evaluation of ENSO Indices. *Journal of Climate*, Vol 16. 1249-1258.
- [13] Haylock M.R., José Luis Santos, Peterson T., Abreu de Sousa J. R., Alves L. M., Ambrizzi T., Anunciação Y. M. T., Baez J., Barbosa de Brito J. I., Barros V. R., Berlato M. A., Bidegain M., Coronel G., Corradi V., Garcia V. J., Grimm A. M.I, Jaildo dos Anjos R., Karoly D., Marengo J. A., Marino M. B., Meira P. R., Miranda G. C., Molion L., Moncunill D. F., Nechet D., Quintana J., Ramirez E., Rebello E., Rusticucci M., Trebejo I., Vincent L. 2006: Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of Climate*. Vol. 19, No. 8, pages 1490-1512.
- [14] Holmgren M., P. Stapp, C. R. Dickman, C. Gracia, S. Graham, J. R. Gutiérrez, C. Hice, F. Jaksic, D. A. Kelt, M. Letnic, M. Lima, B. C. López, P. L. Meserve, W. B. Milstead, G. A. Polis, M. A. Previtali, M. Richter, S. Sabaté, and F. A. Squeo, 2006: A synthesis of ENSO effects on drylands in Australia, North America and South America. *Advances in Geosciences*, Volumen 6. SRef-ID: 1680-7359/adgeo/2006-6-69. 69-72.
- [15] IPCC, 2001: Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Watson, R.T., D. L. Albritton, T. Barker, I. A. Bashmakov, O. Canciani, R. Christ, U. Cubasch, O. Davidson, H. Gitay, D. Griggs, K. Halsnaes, J. Houghton, J. House, Z. Kindziewicz, M. Lal, N.

- Leary, C. Magadza, J.J. McCathy, J.F.B. Mitchell, J.R. Moreira, M. Munasinghe, I. Noble, R. Pachauri, B. Pittock, M. Prather, R.G. Riches, J.B. Robinson, J. Sathaye, S. Schneider, R. Scholes, T. Stocker, N. Sundararaman, R. Swart, T. Taniguchi and D. Zhou (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA. 397 pp.
- [16] Macharé, J., and L. Ortlieb, 1993: Records of El Niño phenomena and ENSO events in South America. *Bulletin de L'Institut Français D'Études Andines*. ISSN 0303 – 7495. 406 pp.
- [17] Meek, E. and H. Aldana (Editors), 1998: Experiences on the Prevention and Reconstruction of areas affected by the Presence of El Niño in Agriculture. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, 199 pp.
- [18] NOAA, 2002: National Oceanic and Atmospheric Administration, News Releases, accessed at: <http://www.publicaffairs.noaa.gov/releases2002/july02/noaa02089.html>.
- [19] Philander, S. G. and Eugene Rasmusson, 1985: The Southern Oscillation and El Niño. *Advances in Geophysics*, Vol 28A. 197-215.
- [20] RIBEN, 2005: Monitoring Network on the Biological Impacts of ERNSO, accessed at: <http://www.concytec.gob.pe/investigacion/biologia/riben/iriben.htm>
- [21] Santos, J.L. 2006: The Impact of El Niño - Southern Oscillation Events on South America. *Advances in Geosciences*. Volume 6.1. American Geophysical Union. 221-225.
- [22] Santos, J.L., P. Fabian (editors.) 2006: The El Niño Phenomenon and Its Global Impact. Conference Proceedings. *Advances in Geosciences*. Volume 6. American Geophysical Union. 297 pp.
- [23] Santos, J.L. 2004: Extreme Climate Events and Socio-Economic Value of Seasonal Prediction, Proceedings of the Fourth APCN Working Group Meeting. Climate Prediction Division, Korea Meteorological Administration. 8-11.
- [24] Santos, J.L. 1999: El Niño and La Niña: A Climate Oscillation. On: El Niño Event in Ecuador: From Disaster to Prevention. Comitato Internazionale per lo Sviluppo dei Popoli, 205 pp.
- [25] Santos, J.L. 1998: El Fenómeno de El Niño: Aprendamos a vivir con él. Programa de Manejo de Recursos Costeros del Ecuador. 16 pp.
- [26] Tarazona, J. , W. Arntz, and E. Castillo (editors.), 2001: El Niño in Latin America: Biological and Social Impacts. Alfred Wegener Institute. ISBN 9972-50-015-2, 423 pp.
- [27] Tarazona, J. and E. Castillo (editors.), 1999: El Niño 997-98 and its impact on the Marine and Terrestrial Ecosystems. *Revista Peruana de Biología*. ISSN 1561-0837, 186 pp.
- [28] Vincent L. A., José Luis Santos, T.C. Peterson, V.R. Barros, M.B. Marino, M. Rusticucci, G. Carrasco, E. Ramirez, L.M. Alves, T. Ambrizzi, M.A. Berlato, A.M. Grimm, J.A. Marengo, L. Molion, D.F. Moncunill, E. Rebello, Y.M.T. Anunciação, J. Quintana, J. Baez, G. Coronel, J. Garcia, I. Trebejo, M. Bidegain, M.R. Haylock, D. Karoly. 2005: Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. *Journal of Climate*. Vol. 18, 5011-5023.
- [29] WMO, 2003: The Global Climate System Review, June 1996-December 2001. World Climate Data and Monitoring Programme, WMO-No. 950. 28-29.
- [30] WMO, 2004: Climate information and Prediction Systems and agrometeorological applications for the Andean Countries. WMO/TD No. 1234, 221 pp.
- [31] WMO, 2006: Press Release. <http://www.wmo.ch/index-en.html>
- [32] Wolter, K., and M.S. Timlin, 1993: Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop, Norman, OK, NOAA/N MC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.