



MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
INSTITUTO ANTÁRTICO ECUATORIANO
GUAYAQUIL

INFORME DE TRABAJOS DE CAMPO EN LAS
EXPEDICIONES A LA ANTÁRTIDA

Expedición: XVII Expedición

Nombre del proyecto: Relaciones de procesos físicos del calentamiento global y cambio climático entre la Antártida y Ecuador

Lugar: Estación Científica Antártica Pedro Vicente Maldonado (Antártida).

Participantes: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Ecuador; Universidad de Playa Ancha – Chile.

(06 – Marzo - 2013)



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
MANTA - ECUADOR
DEPARTAMENTO
DE GESTIÓN

INFORME DE CAMPO

NOMBRE DEL PROYECTO: Relaciones de procesos físicos del calentamiento global y cambio climático entre la Antártida y Ecuador

INVESTIGADOR: Jimmy Javier Cevallos Zambrano

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO/COMPONENTE.- El presente proyecto se considera continuativo por cuanto es imprescindible tener series de tiempo de los datos en estudio como se establecido hasta el 2014, además es importante mencionar que para trabajo de oficina o gabinete en Ecuador se tomara mínimo un mes.

Dentro de los componentes para cada año esta realizar la investigación en las siguientes zonas en Ecuador:

Galápagos

Esmeraldas

Para el desarrollo de estas actividades se requiere mínimo para el trabajo de campo un mes para cada zona y de igual manera para el trabajo de Gabinete.

Como antecedente original de proyecto se resume lo siguiente:

El cambio climático y sus efectos sociales, económicos y ambientales se han transformado en el problema central que afecta actualmente al planeta y sus diversas regiones. El Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), formado por 600 científicos, sostiene en su Informe emitido a comienzos de febrero 2007 que el calentamiento de la Tierra es irreversible debido a las emisiones de gases de efecto invernadero en la era industrial, y como consecuencia de la acción humana las temperaturas este siglo subirán entre 1,8 y 4 grados (IPCC 2007). Actualmente, este pronóstico está siendo revisado, pero probablemente será ratificado con las reuniones sostenidas a partir de abril del presente año, y cuyos informes se esperan para el mes de diciembre del presente. En este marco, el litoral americano no se encuentra ajeno a esta realidad y a sus posibles impactos (Hernández y Santelices 2010).

Por este motivo es importante comenzar a evaluar los posibles efectos del cambio climático en Ecuador, a una escala local (no regional como se ha realizado hasta ahora).

En virtud de las evidencias del calentamiento global, resulta natural preguntarse acerca de lo que podría ocurrir en el siglo que comienza, ya que el sistema de desarrollo de la humanidad continúa con el uso de combustibles fósiles y los procesos que emiten gases de efecto invernadero, GEI. Al respecto se han desarrollado distintos modelos de pronóstico de las condiciones de Calentamiento Global que se presentarán en el futuro, destacándose el Informe Especial de Escenarios de Emisiones IEEE desarrollado por el IPCC en el año 2000 (IPCC 2001), que presenta distintos escenarios agrupados en cuatro familias (A1, A2, B1 B2) que exploran vías de desarrollo alternativas incorporando toda una serie de fuerzas demográficas, económicas y tecnológicas, junto con las emisiones de GEI resultantes. Dichas familias se resumen a continuación (Molina 2011):



En particular, en las inmediaciones del emplazamiento de la Estación Científica “Pedro Vicente Maldonado”, se han realizado una serie de estudios exploratorios y publicado algunos resultados parciales, entre los que se cuenta: efectos del fenómeno El Niño en la zona (Martínez 1998) sobre la base de 14 estaciones oceanográficas realizadas con el B/I Orión en la VII Expedición Ecuatoriana a la Antártica; la geología de los alrededores y una primera estimación y discusión de los incrementos de tasas de deshielo en el lugar (Santana & Dumont 2002); evaluaciones de la avifauna (Socola 2002) y la cobertura vegetal presente (Socola 2001).

La base de verano ecuatoriana, se encuentra emplazada a unos 5 kilómetros de la base permanente chilena Capitán Arturo Prat. Esta circunstancia es importante para considerar los resultados de las investigaciones y registros de datos que datan desde el año 1985 en la zona. Se debe observar que el programa científico antártico chileno, tiene actualmente nueve proyectos de investigación activos exclusivamente en el área de calentamiento global y A B

Para establecer los efectos que pueda tener el calentamiento global y las interacciones entre la Antártica y Ecuador, un punto de partida es identificar los impactos que este fenómeno tenga en los campos de viento. Al respecto, Garreaud y Falvey (2008) analizan las proyecciones de los vientos costeros en Chile para los escenarios climáticos futuros definidos por el IPPC en 2000.

El trabajo analiza los resultados de 15 modelos globales de circulación océanoatmosférica en que, a partir de los datos observados entre 1961 y 1990, se obtiene la condición atmosférica base del siglo 20 (denominado BL o 20C), la que se presenta en la Figura 7(a) como las condiciones medias de los campos de viento superficiales y presión para los meses de primavera y verano (septiembre a febrero). A partir de esta condición (calibrada con 5 años de mediciones satelitales), se estiman las condiciones a partir de los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero A2 y B2, obteniéndose las condiciones medias de viento y presión superficial a nivel global.

2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO/CUMPLIMIENTO

Estimar tasas de cambio para diferentes escenarios IPCC de cambio climático en la Antártica que permitan pronosticar efectos a escala local en la zona costera y el litoral Ecuatoriano de una forma más precisa que las estimaciones derivadas de modelos globales y estimaciones de escala regional.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO /CUMPLIMIENTOS

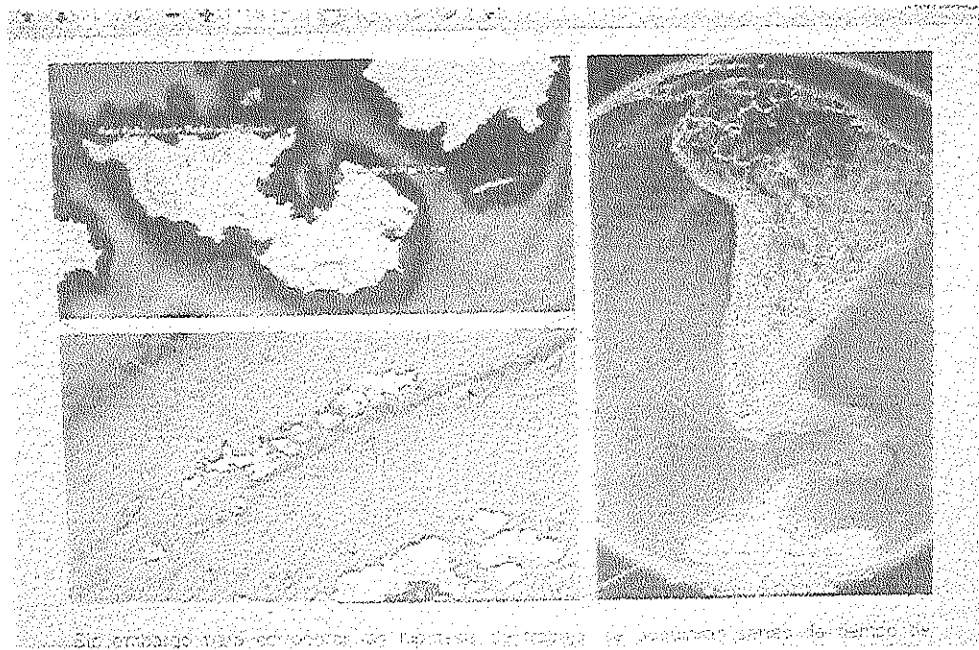
1. Realizar una recopilación de antecedentes relevantes y síntesis de datos e información útiles para estudiar las relaciones entre la Antártica y el Ecuador.
2. Registro y comparación de los cambios de la biodiversidad en la flora y fauna presentes en el entorno de la base General Pedro Vicente Maldonado, entre los años 2012 y 2014.
3. Realizar Hindcasting de los datos de la base General Pedro Vicente Maldonado de Ecuador, en base a los datos publicados y de acceso libre de la Base Capital Arturo Prat de Chile, de manera de contar con series de tiempo de tiempo de 25 años de extensión (1985 a la fecha).
4. Estimar las anomalías de patrones de oleaje en El Ecuador, que puedan ser explicados por efectos del calentamiento global en la Antártica y los mares australes.
5. Estimar las anomalías de cambios en el nivel medio del mar en Ecuador, que puedan ser explicados por el derretimiento de los hielos Antárticos

4. HIPÓTESIS DEL PROYECTO/COMPONENTE

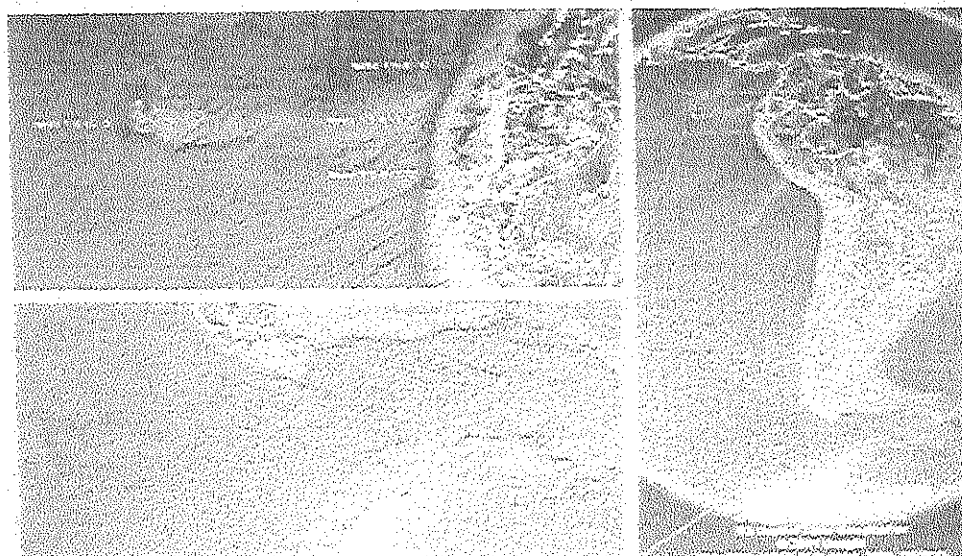
Es factible establecer correlaciones sobre anomalías de procesos físicos asociados con los efectos del calentamiento global y cambio climático en la zona costera, que vinculen procesos en la Antártica con el Ecuador. Estas anomalías se intensifican ante la presencia del fenómeno El Niño – Oscilación Sur, tanto en su fase cálida como fría.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio de campo fue y será en los próximos años el entorno de la base General Pedro Vicente Maldonado en la península Antártica.



Sin embargo para corroborar las hipótesis de trabajo, se adquirirán series de tiempo de hindcasting de olas frente a la costa ecuatoriana y las Islas Galápagos, junto con el análisis de registros de mareógrafos del INOCAR disponibles.



De manera más específica se puede mencionar que trabajó en el área de influencia de la estación Pedro Vicente Maldonado y en la Isla Barrientos. Cuyos datos y coordenadas se presentan en la hoja de Excel adjunta.

6. CRONOGRAMA DEL TRABAJO DE CAMPO EFECTUADO

FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
2/21/2013	Primer recorrido de toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en el sector b, marea baja. A 4 grados temperatura, vientos de 2m/seg. Presión de 1000 hpa.	Las mareas son muy dinámicas a corto tiempo, lo que se pudo comprobar con las transformaciones que han sufrido las áreas estudiadas
2/22/2013	Marea baja. Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en el sector a, frente de la estación, temperaturas de 5 grados, viento de 2.6 m/s. Presión de 1010 hpa	
2/23/2013	Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en el sector c. Primer recorrido en marea baja. Con vientos de 0.9 m /s 4 grados de temperatura. Presión de 1008 hpa. Día soleado. Se inicio desde el glaciar traud	
2/25/2013	Segundo recorrido. Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en el sector a. Baja marea. Temperatura de 5 grados. Vientos 5m/s. Presión de 1000 hpa. Zona al frente de la estación	
2/25/2013	Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en el sector b, segundo recorrido, viento de 8m/s. Temperatura de 0 grados, presión de 1000 hpa.	
	Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en el sector c, segundo recorrido,	
3/4/2013	Inicio del sector a. Tercer recorrido. Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en este sector. Primero en marea alta. 1 lm/s. -2 grados temperatura. Presión de 950 hpa.	
3/5/2013	Inicio del sector b. Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en este sector tercer recorrido.. Primero en marea alta.	
	Inicio sector c. Toma de datos y caracterización de playa. E indicadores biológicos y físicos en este sector tercer recorrido. El primero en marea alta.	

Dentro de las actividades se puede resumir que se incluirá también información obtenida por los demás investigadores de la expedición ya que son de mucha utilidad para el presente trabajo, lo cual tiene que ver directamente con los indicadores de flora y fauna en general.

Datos como ubicación de colonias, identificación de especies, número de especies, etc. Así también se tendrá como información necesaria los datos meteorológicos de la base durante los 4 meses de la expedición.

7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO / METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Se bosquejan a continuación parte de las metodologías propuestas en la investigación.

VII.1. Descripción de cambios en la morfología de playa y glaciares en el entorno de la base de verano.

La metodología propuesta por Marcos *et al* (2009) se basa en un relevamiento descriptivo semicuantitativo, que brinda un caudal de información confiable y permite inferir el comportamiento de la playa en función del tiempo (y que puede ser replicado además para los glaciares). Para ello se realizan bosquejos topográficos de sectores definidos de la playa, volcando la información con una simbología preestablecida, indicando la orientación de barras, canales, afloramientos, corrientes de flujo, etc. Las dimensiones son estimadas según una grilla métrica. La grilla referenciada se construye con elementos de fácil reconocimiento, presentes en la costa, las que luego se identifican en campañas sucesivas a los efectos de comparar los cambios sufridos por la playa durante un período determinado. Los registros se transfieren a una base de datos digital gráfica, para generar mapas mediante un programa de graficación y Sistema de Información Geográfica. Ellos se evalúan individualmente y además se comparan entre campañas sucesivas, para establecer el desplazamiento de las geoformas de playa.

La interpretación de los resultados obtenidos, se realiza mediante un seguimiento secuencial, para inferir la tendencia del movimiento de los sedimentos y el comportamiento estacional y anual de la playa. Además se puede determinar el tiempo en el que se desarrollan los procesos de erosión y depositación.

La metodología propuesta es sumamente económica y no requiere de grandes y costosos equipos, y el personal para realizar estas tareas se puede conformar entrenando un equipo de trabajo que realice las mediciones en forma continua a lo largo del tiempo. Así se puede obtener una base de datos que permita hacer un seguimiento del comportamiento de la playa tanto en forma cualitativa como cuantitativa y considerar la influencia de la actividad humana sobre la línea de costa.



Para el relevamiento expeditivo, se ha diseñado una planilla de descripción semicuantitativa de playa (Fig. A), en la que se vuelcan las principales características observadas en estudios anteriores y que se reiteran en el tiempo. En la misma se vuelcan los datos generales del observador, fecha y hora de realización del trabajo y el estado de la marea. También el tipo de perfil, las características de las barras y los canales, y el tipo de sedimento que se observa. Se anotan las formas de playa como cuspillitos y protuberancias y finalmente la presencia de afloramientos y las formas y dimensiones.

Conjuntamente con esta planilla, se prepara una plantilla cuadrículada con una escala definida confeccionada en base a la localización de los puntos de referencias fijos posicionados sobre la zona costera (Fig. B). Las referencias fijas pueden ser: construcciones sobre la costa, bajadas a la playa, vegetación permanente (árboles). Actualmente se ha procedido a colocar estacas e identificar puntos de referencia para este estudio. De esta forma, se podrá recorrer la zona diseñando todas las geoformas que se observen posicionadas en la grilla. Asimismo, sobre la plantilla se ubican los perfiles topográficos perpendiculares a la línea de costa. Realizando este relevamiento con una frecuencia preestablecida, se puede conocer los cambios morfológicos de la playa en forma cualitativa.

VII.2. Biodiversidad de avifauna y flora

Se utilizará la metodología de Estaciones de Muestreo descrita en el "Censo de Aves Acuáticas" de la Unión de Ornitólogos de Chile (Aves Chile). Esta metodología, a diferencia de las demás técnicas de censo, posee ventajas económicas ya que no requiere de infraestructura para su realización. Debido a que el observador está detenido en una estación, tiene mayor oportunidad de observar todas las aves presentes ya que no distrae la atención a la ruta o al camino.

La vegetación se caracterizará inicialmente con un reconocimiento visual de potenciales lugares de interés en la zona de estudio, se procederá a sectorizar el área con el fin de obtener sectores de interés, para realizar la salida a terreno.

La metodología de trabajo consistirá en recorrer los sectores en zig-zag o línea recta, dependiendo del terreno.

En cada uno de los sectores, se procederá en reconocer las especies por medio de una guía de campo para la identificación de las especies vegetales más frecuentes en la zona. También se recolectará para luego proceder a su identificación y clasificación, se tomarán fotografías como apoyo en la clasificación.

En el análisis se aplicará medidas de abundancia y métodos de estudio de comunidades vegetales, de acuerdo a Jaksic (2001) El valor de abundancia a usar para las especies herbáceas es la de la Frecuencia relativa (en %). Para su cálculo se utilizará cuadrantes de un m² que se reparten al azar dentro de la parcela de muestreo. En cada cuadrante se anota la presencia de cada una de las especies herbáceas.

La Frecuencia Absoluta (FA) es la cantidad de veces que se repite una especie en el muestreo.

La Frecuencia Relativa (FR) se calcula tomando los 10 cuadrantes como 100%.

VII.3. Hindcasting de olas

La estadística de oleaje a utilizar en el desarrollo de este proyecto pertenece a la empresa Fugro OCEANOR de Noruega, la cual es obtenida del modelo de *Hindcasting* WAM (*Wave Model*) ejecutado por el Centro Europeo para el pronóstico del tiempo en el mediano plazo (ECMWF por sus siglas en inglés). La data consiste en 20 años (efectivos) de espectros fusionados a partir de dos modelos WAM calibrados con información de altimetría satelital.

En general la altimetría satelital presenta niveles aceptables de representatividad del oleaje en cuanto a la altura (ver figura 12a), en donde la comparación es realizada con mediciones de altimetría a menos de 100 kilómetros y con desfase menor a 1 hora respecto a las mediciones realizadas con una boya. Sin embargo, la altimetría satelital no es capaz de representar bien la dirección y periodo del oleaje, lo que implica una desventaja en comparación a la validación de un modelo con mediciones de una boya direccional, pero tiene la ventaja de tener mayor representatividad espacial al abarcar prácticamente todo el globo (figura 12b), y de estar particularmente presente en un sector de tan baja instrumentación como lo es la Antártida.

8.- DATOS OBTENIDOS

Durante los días de la investigación se obtuvo la información básica de los parámetros siguientes:

- Flora
- Fauna
- Oleaje
- Playa
- Estructuras geológicas
- Glaciares y nieve
- Meteorología

De los cuales se registró las coordenadas y una o varias fotos descriptivas lo cual se presentan como archivos adjuntos, cada coordenada lleva un indicativo de número de fotos con el que se relaciona.

9.- TRABAJOS PENDIENTES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Dentro de la programación general del proyecto se contemplan las mismas actividades en 4 áreas en el Ecuador como son Galápagos, Esmeraldas, Manabí. De las cuales quedan pendientes las de Esmeraldas, Galápagos.

De igual manera queda pendiente el proceso de la información obtenida en la Antártida, para esto se estima desarrollar el siguiente cronograma, considerando la predisposición de los fondos requeridos por parte del INAE y la SENESCYT.

FECHA	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
Abril y mayo	Proceso previo de interpretación de los resultados de la Antártida	Realizado en Manta y evaluados y analizados en Chile; financia ULEAM-UPLA.
Agosto	Desarrollo trabajo de campo en Galápagos	Depende de la asignación de fondos SENESCYT
Junio - julio	Adquisición de la información de altimetría satelital por parte del INAE.	Depende de la asignación de fondos SENESCYT
Agosto-septiembre	Proceso de interpretación de los resultados de galápagos	Realizado en Chile financiado por la ULEAM
septiembre	Desarrollo trabajo de campo en Esmeraldas	Depende de la asignación de fondos SENESCYT
Septiembre octubre	Proceso de interpretación de los resultados de Esmeraldas	Realizado en Chile financiado por la ULEAM
octubre	Periodo de trabajo intensivo en Valparaiso Chile. durante 15 días	Depende de la asignación de fondos SENESCYT al INAE

10.- CONCLUSIONES

Los parámetros medidos han proporcionado desde ya un importante variación de la morfología de playa en las zonas estudiadas a solo un año de tiempo, lo cual es muy importante para la comparación con la información satelital.

El presente informe está basado de manera preliminar con datos en forma cruda los cuales se procesaran en base a la respectiva metodología.

El trabajo y los resultados alcanzados en esta investigación en La Antártida serán complementarios para la investigación más amplia desarrollada por la ULEAM y la UPLA.

Las conclusiones específicas del presente trabajo están dependiendo del proceso de los resultados obtenidos y se plantearán en el informe final del proyecto a realizarse en el 2015.

11. RECOMENDACIONES

En base a la experiencia obtenida durante dos expediciones y según el alcance que se ha logrado en esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Disminuir los días de feriados en la Antártida y aprovecharlos al máximo para los trabajos de campo ya que en los dos años no se ha logrado en un 100 % el desarrollo de los trabajos planificados.

Que sea obligatorio la exposición de una conferencia a cada investigador.

12. BIBLIOGRAFIA

Breaker L & W Broenkow. 2005. Reconstructing an 83-Year Time Series of Daily Sea Surface Temperature at Pacific Grove, California. Moss Landing Marine Laboratories. Technical Report.

Broenkow W & L Breaker. 2005. A 30-Year History of Tide and Current Measurements in Elkhorn Slough, California. Moss Landing Marine Laboratories. Technical Report.

CEPAL 2009. La economía del cambio climático en Chile. Documento de síntesis. Disponible en línea: <http://ukinchile.fco.gov.uk/resources/es/pdf/16998220/informe-reccs>

Church J. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Disponible en: www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/.

CONAMA S/F. <http://www.mma.gob.cl/1257/w3-propertyvalue-15991>

Contreras M. 2001. Introducción al Análisis de Series de Tiempo para Oceanografía y Geociencias. Estudios y Documentos de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (N°15/01). R.P.I. N°123194.

Contreras M. 2010. Análisis de Series de Tiempo aplicados a la evaluación de los efectos del cambio climático sobre el nivel medio del mar en las costas de Chile. Tesis para optar al grado académico de Magíster en Estadística, Universidad de Valparaíso. 58pp

Contreras M & P Winckler 2010. Análisis de las fluctuaciones del nivel medio del mar a lo largo de 60 años de registros en las costas de Chile. Documentos Técnicos Ingeniería Oceánica, Universidad de Valparaíso, 25pp. Disponible en línea:

http://www.ingenieriaoceanica.cl/contenidos/images/stories/documentos_ico/2010-11-30_DOC-ICO_2010-

[12_COLACMAR_cuba2009_variaciones_60_aos_nivel_del_mar_en_Chile.pdf](http://www.ingenieriaoceanica.cl/contenidos/images/stories/documentos_ico/2010-11-30_DOC-ICO_2010-12_COLACMAR_cuba2009_variaciones_60_aos_nivel_del_mar_en_Chile.pdf)

Contreras M & P Winckler 2010a. Estimación de tasas de cambio de nivel del mar a lo largo de la costa de Chile utilizando registros horarios de mareógrafos entre los años 1944 y 2008. Documentos Técnicos Ingeniería Oceánica, DOC-ICO 2010-13, Universidad de Valparaíso, 7pp. Disponible en línea (fecha de visita: agosto de 2011):

http://www.ingenieriaoceanica.cl/contenidos/images/stories/documentos_ico/2010-11-30_DOC-ICO_2010-

[13_XXX_CCM_tasas_de_cambio_nivel_del_mar_en_las_costas_de_Chile.pdf](http://www.ingenieriaoceanica.cl/contenidos/images/stories/documentos_ico/2010-11-30_DOC-ICO_2010-13_XXX_CCM_tasas_de_cambio_nivel_del_mar_en_las_costas_de_Chile.pdf)

Ekman M 2003. The World's Longest sea Level Series and a Winter Oscillation index for Northern Europe 1774 – 2000. Small Publications in Historical Geophysics N°12. 24pp.

Emery WJ & RE Thomson 2004. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Segunda edición revisada. ELSEVIER, Amstendam, 638pp.

EULA 2001. Análisis de Vulnerabilidad y Adaptación en Zonas Costeras y Recursos Pesqueros. Centro de Ciencias Ambientales. Universidad de Concepción.

Garreaud R & M Falvey 2008. The coastal wind of western subtropical South America in future climate scenarios. International Journal of Climatology, DOI: 10.1002/joc.1716

Gill S & A Stolz 2005. Relative long-term sea level trends: how are they determined and what do they tell us?. Disponible en línea (fecha de visita: agosto de 2011):

www.csc.noaa.gov/cz/2005/CZ05_Proceedings_CD/pdf%20files/StolzSeaLevel.pdf.

González M 1996. Global Environmental Trends and Probable Impacts on the Coasts of South American Mid-Latitudes. Journal of Coastal Research 12(4): 1034 – 1037.

Gregory J 2006. Changes in sea level. Talk, CGAM and Hadley Centre, UK. 15 **Hemer M, J Church & J Hunter 2010.** Variability and trends in the directional wave climate of the Southern Hemisphere. Int. J. Climatol. 30: 475–491, DOI: 10.1002/joc.1900.

USGS 2005. Spatial and Temporal Variations in Oceanographic and Meteorologic Forcing Along the Central California Coast, 1980–2002: Scientific Investigations Report 2005–5085. U.S. Geological Survey, disponible en web <http://pubs.usgs.gov/sir/2005/5085/> (fecha visita: marzo 2011). 45pp

Verlag E 1992. Climate Change – A Threat to Global Development. German Bundestag. Bonn. 235pp-

WendtA, F Bown, A Rivera & C Bravo 2010. Comportamiento del glaciar Fleming después del retroceso de la plataforma de hielo flotante de Wordie. Boletín Antártico Chileno 29(2): 7 – 8. Disponible en línea (fecha de visita agosto de 2011): http://www.inach.cl/wpcontent/uploads/2011/03/BAC_Dic2010.pdf

Winckler P, M Contreras, I Sepúlveda, G Barbet & M Molina 2009. Efectos del cambio climático en las costas de Chile. Informe preparado para el Centro de Cambio Climático de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Grupo de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso. Disponible en www.ingenieriaoceanica.cl (Documento ICO 01-2009)

13. MARZO 6 DEL 2013