



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO
GUAYAQUIL**

**INFORME DE TRABAJOS DE CAMPO EN LAS
EXPEDICIONES A LA ANTARTIDA**

Expedición: XVIII Expedición

**Nombre del proyecto: Relación de Procesos Físicos del
Calentamiento Global y Cambio Climático entre la
Antártida y Ecuador.**

Lugar: Isla Greenwich - Antártida

Participantes: Jimmy Javier Cevallos Zambrano

(17 de febrero del 2014)

INFORME DE CAMPO

NOMBRE DEL PROYECTO: Relación 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 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 IPCC en 2000.

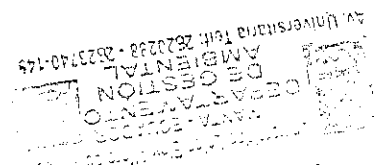
El trabajo analiza los resultados de 15 modelos globales de circulación océanoatmosférica en que, a partir de los datos observados entre 1961 y 1990, se obtiene la condición atmosférica base del siglo 20 (denominado BL o 20C), la que se presenta en la Figura 7(a) como las condiciones medias de los campos 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.



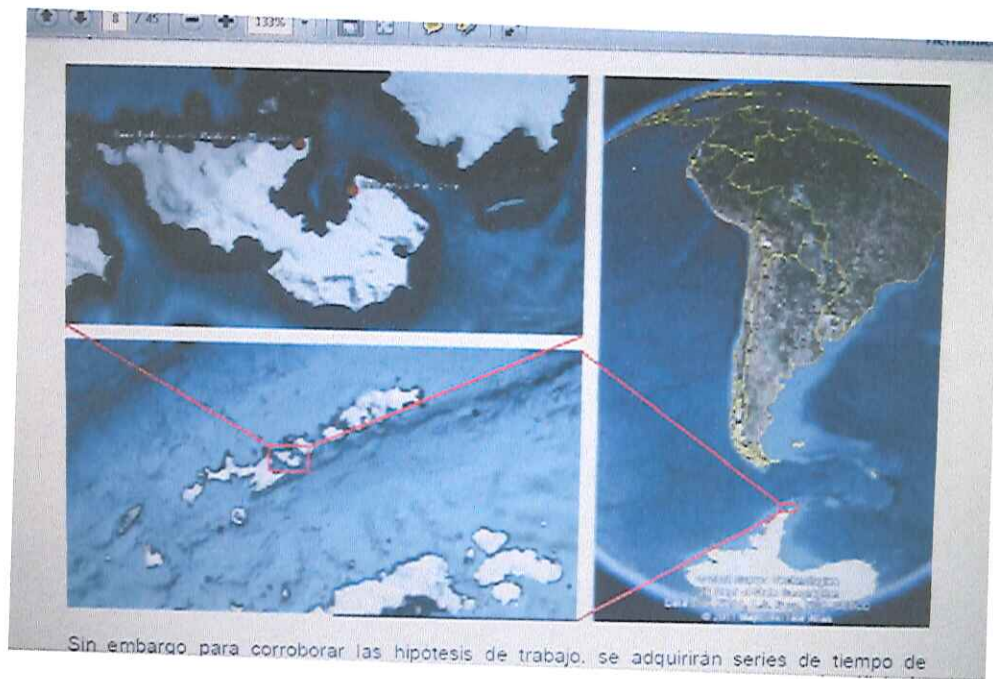
5. Estimar las anomalías de cambios en el nivel medio del mar en Ecuador, que puedan ser explicados por el derretimiento de los hielos Antárticos

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.

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 deposición.

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 cuadriculada 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 tomaran fotografías como apoyo en la clasificación.

En el análisis de 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.

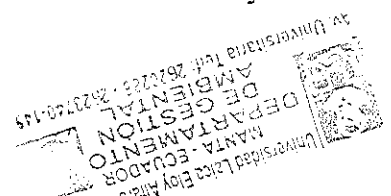
En general la altimetría satelital presenta niveles aceptables de representatividad del oleaje en cuanto a la altura (ver figura 12a), en donde la comparación es realizada con mediciones de altimetría a menos de 100 kilómetros y con desfase menor a 1 hora respecto a las mediciones realizadas con una 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 realizó la toma de 10 muestras de la zona intermareal con la finalidad de realizar un estudio Granulométrico. Se obtuvo la información básica de los parámetros siguientes:

Flora: registrar y monitorear las zonas de cobertura vegetal en la punta fort William.

Fauna: identificación y monitoreo de las zonas con presencia de colonias de aves y mamíferos.



9	SENDE RO A-B	WP 106	7616-7617	Entre el león dormido y la Estación, en el sendero de acceso al sector B- prácticamente entre el B y el A. a 12 msnm. 150 gramos. A 300 metros de la estación aproximadamente.
10	SENDE RO A-B	WP 108	7623	Sendero de la estación hacia el sector B. a 150 metros de la muestra No. 9. 150 gramos.

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 2014	Proceso previo de interpretación de los resultados de la Antártida	Realizado en Manta y evaluados y analizados en Chile; financia ULEAM-UPLA
Agosto 2014	Desarrollo trabajo de campo en Galápagos	Depende de la asignación de fondos SENESCYT
Junio – julio 2014	Adquisición de la información de altimetría satelital por parte del INAE.	Depende de la asignación de fondos SENESCYT
Agosto-septiembre 2014	Proceso de interpretación de los resultados de galápagos	Realizado en Chile financiado por la ULEAM
Septiembre 2014	Desarrollo trabajo de campo en Esmeraldas	Depende de la asignación de fondos SENESCYT
Septiembre octubre 2014	Proceso de interpretación de los resultados de Esmeraldas	Realizado en Chile financiado por la ULEAM
Octubre 2014	Periodo de trabajo intensivo en Valparaiso Chile. durante 15 días	Depende de la asignación de fondos SENESCYT al INAE
Noviembre Diciembre 2014	Presentación de resultados en un seminario Internacional	Desarrollado entre la ULEAM y el INAE

10.- CONCLUSIONES

Los parámetros medidos han proporcionado desde ya un importante variación de la morfología de playa en las zonas estudiadas en especial en sector C 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:

Financiamiento de una etapa de continuación por un periodo similar para complementar los estudios realizados en Chile y Perú.

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>



Hernández J & A Santelices 2010. Impactos Sociales y ambientales del cambio climático global en la región del Bío-Bío: Desafíos para la sostenibilidad del siglo XXI. Trabajo Disponible SinergiaRegional.

Holthuijsen LH 2007. Waves in Oceanic and Coastal Waters. Cambridge University Press. 387pp.

IOC 2006. Manual on sea level measurement and interpretation. Intergovernmental Oceanographic Commission. UNESCO. Volumen I – Basic procederes. Manuals and Guides 14.

IPCC 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Third Assessment Report.

IPCC 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, disponible en web http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf (fecha visita: marzo 2011). 104pp.

Isla FI 1989. Holocene sea-level fluctuation in the Southern Hemisphere. Quaternary Science Review 8: 359-368.

Jevrejeva S, JC Moore, A Grinsted & PL Woodworth 2008. Recent global sea level acceleration started over 200 years ago?. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 35, L08715.

Jevrejeva S, A Grinsted, JC Moore & S Holgate 2006. Nonlinear trends and multiyear cycles in sea level records. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 111, C09012

Marcos A, E Fernández, J Caló & R Huespe 2009. Relevantamientos semicuantitativo para el estudio de la morfología de playa. Nota Técnica, Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. GEOACTA 34, 117-126.

Martínez P 2011. Efectos Locales Costeros del Cambio Climático Global: Análisis de series de tiempo ambientales considerando una hipótesis de no estacionaridad. Tesis para obtener el título de Ingeniero Estadístico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Playa Ancha, Chile (manuscrito en elaboración).

Martínez P & M Contreras 2011. Efectos del cambio climático en las costas: análisis de series de tiempo ambientales considerando hipótesis de no estacionaridad. XXXI Jornadas Ciencias del Mar. Libro de resúmenes: 116. Viña del Mar, Chile.

Martínez R 1998. Variabilidad Oceanográfica en el Estrecho Bransfield asociada con el evento ENSO 1997 – 1998. Acta Antártica Ecuatoriana. PROANTEC, Ecuador 4(1), 1998: 1 – 12. Disponible en línea en (fecha de visita: agosto de 2011):



http://www.inae.gob.ec/images/documentos/actas/acta4/ACTA4_ART1.pdf

Molina M 2011. Estudio no estacionario de clima medio de oleaje en la costa central de Chile, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil Oceánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile. Disponible en línea en (fecha de visita: agosto de 2011): <http://www.monografias.com/trabajos88/estudio-no-estacionario-clima-mediooleaje- costa-central-chile/estudio-no-estacionario-clima-medio-oleaje-costa-centralchile.shtml16>

Molina M & M Contreras 2011. Efectos del Cambio climático sobre los patrones de oleaje en las costas de Chile: futuros efectos sobre la ingeniería costera. [Manuscrito en preparación].

NASA 2010. GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), National Aeronautics and Space Administration, disponible en web <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/> (fecha visita: marzo 2011)

NOAA 2010. Monthly atmospheric & SST indices, National Oceanic and Atmospheric Administration, disponible en web <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/> (fecha visita: marzo 2011).

NRC 1987. Responding to Changes in Sea Level: Engineering Implications. Committee on Engineering Implications of Changes in Relative Mean Sea Level, Marine Board. National Research Council. ISBN: 0-309-59575-4, 160 pp. Disponible en: www.nap.edu/catalog/1006.html.

NSIDC 2011. Sea Ice Index, National Snow and Ice Data Center: disponible en web http://nsidc.org/data/seaice_index/index.html (fecha visita: marzo 2011).

OCEANOR 2008a. Calibration of Wave Spectra in Two Locations off the Chilean Coast. Informe de calibración presentado por Fugro OCEANOR a HydroChile S.A.. 25pp.

OCEANOR 2008b. Offshore directional wave data in 6 locations off Chile. Informe de cotización presentado por Fugro OCEANOR a HydroChile S.A.. 32pp.

OMM 1992. Cambios Climáticos: Medio ambiente y desarrollo. Opiniones de dirigentes del mundo. Organización Meteorológica Mundial. OMM N° 772. Ginebra, 171pp.

Peltier W 1998. Global Glacial Isostatic Adjustment and Modern Instrumental Records of Relative Sea Level History en Sea Level Rise. History and Consequences [e-book] [Accedido el 09 de abril de 2009].

Pugh D 2008. Changing Sea Levels. Effects of Tides, Weather and Climate. Cambridge University Press. New York, 265pp.

Rahmstorf S 2007. A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise [online]. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1135456>

Ros J 1993. El cambio climático y la subida del nivel del mar. Centro de Estudios de Técnicas aplicadas. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación. 74 p. (Monografías: ISSN 0211-8203 M23).

Santana E & JE Dumont 2002. Geología de los alrededores de la estación ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado (Isla Greenwich) e Isla Dee, Península Antártica. Acta Antártica Ecuatoriana. PROANTEC, Ecuador 5(1), 2002: 7 – 32. Disponible en línea en http://www.inae.gob.ec/images/documentos/actas/acta5/ACTA5_ART1.pdf (fecha de visita: agosto de 2011).

SHOA 2005. Publicación N° 3201, Instrucciones oceanográficas N° 1: Especificaciones técnicas para mediciones y análisis oceanográficos. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, disponible en web <http://www.shoa.cl/servicios/descargas/pdf/pub3202.pdf> (fecha visita: marzo 2011). 23pp.

Silva R 2005. Análisis y descripción estadística de oleaje. Serie de docencia SD/49, Instituto de ingeniería UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México, disponible en web previa inscripción <http://aplicaciones.iingen.unam.mx/ConsultasSPII/Buscarpublicacion.aspx> (fecha visita: marzo 2011). 179pp. 17

Slovinsky P & S Dickson 2006. Impacts of Future Sea Level Rise on the Coastal Floodplain. Disponible en: www.maine.gov/doc/nrimc/mgs/explore/marine/sea-level/contents.htm.

Socola J 2001. Cobertura vegetal en las áreas circundantes a la Estación Pedro Vicente Maldonado. Acta Antártica Ecuatoriana. PROANTEC, Ecuador 5(1), 2001: 70 – 80. Disponible en línea en (fecha de visita agosto de 2011): http://www.inae.gob.ec/images/documentos/actas/acta5/ACTA5_ART7.pdf

Socola J 2002. Avifauna presente en las áreas aledañas a la Estación Pedro Vicente Maldonado, Isla Greenwich. Acta Antártica Ecuatoriana. PROANTEC, Ecuador 5(1), 2002: 63 – 69. Disponible en línea en (fecha de visita agosto de 2011): http://www.inae.gob.ec/images/documentos/actas/acta5/ACTA5_ART6.pdf

UNFCCC 2004. Cambio Climático, Carpeta de Información. Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, disponible en web http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit_2004_sp.pdf (fecha visita marzo 2011). 65pp.

USEPA 2009. Coastal Sensitivity to Sea Level Rise: A Focus in the Mid Atlantic Region. Disponible en: www.climate-science.gov/Library/sap/sap4-1/final-report/sap4-1-final-report-all.pdf

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)

FEBRERO 17 DEL 2014