

7

Procesos ambientales que afectan la bahía San Antonio y su área de adyacencia (Prov. de Rio Negro)

M. Elizabeth Carbone, Walter D. Melo y María C. Piccolo¹

Departamento de Geografía y Turismo (UNS)

@ [ecarbone@criba.edu.ar]

Fecha de recepción: 30/06/14

Fecha de aprobación: 26/10/14

Resumen

Los procesos naturales y las actividades humanas son las variables necesarias en los cambios que afectan a los diferentes ambientes en las zonas costeras. El objetivo de este trabajo es identificar los procesos ambientales que afectan al área natural de la bahía San Antonio, que incluye a las localidades de San Antonio Oeste y San Antonio Este, y Las Grutas mediante el uso de geo-tecnologías. Se procesaron imágenes satelitales (Spot y Landsat 5 y 7) en distintos estados de marea, fotografías aéreas, cartas topográficas y náuticas. Toda la información obtenida fue sistematizada e integrada en un SIG. La morfología del área de estudio está integrada por planicies y canales de mareas, cordones, playas, médanos y acantilados. Este ecosistema sufre procesos naturales como son: la eutrofización del canal de La Marea en San Antonio Oeste, sedimentación de canales de marea en San Antonio Este y en la península Villarino se observa acreción en la zona costera y desplazamiento de médanos. Asimismo, el crecimiento urbano de San Antonio Oeste afecta directamente los ambientes naturales del área protegida como así también los usos industriales y las descargas urbanas.

Palabras claves: geo-tecnologías - procesos ambientales - Bahía San Antonio- SIG

Abstract

Natural processes together with human activities represent necessary variables for the changes affecting different environments in coastal areas. The aim of this paper is to identify, through the use of geo-technologies, the environmental processes that affect the natural area in the San Antonio Bay, which includes the cities of San Antonio Oeste, San Antonio Este and Las Grutas. Satellite images (Spot and Landsat 5 and 7) of different tide states, aerial photographs, topographic and nautical charts were pro-

¹ Departamento de Geografía y Turismo. 12 de Octubre y San Juan 4 Piso UNS Bahía Blanca. Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) Camino la Carrindanga km 7. Bahía Blanca.

cessed. All the information obtained was systematized and integrated in a GIS (Geographic Information System). The morphology of the area under study consists of tidal plains and tidal channels, spits, dunes and cliffs. This ecosystem undergoes natural processes such as: eutrophication in the channel of La Marea in San Antonio Oeste, sedimentation of tidal channels in San Antonio Este and in the Villarino peninsula, accretion in coastal areas and sandbanks displacement. Likewise, the urban growth of San Antonio Oeste directly affects the natural environment of the protected area as well as the industrial activities and urban wastes.

Keywords: geo-tecnologías - environmental processes - San Antonio Bay-GIS

Resumo

Os processos naturais e as atividades humanas são as variáveis necessárias nas mudanças que afetam os diferentes ambientes nas zonas costeiras. O objetivo deste trabalho é identificar os processos ambientais que afetam a área natural da Bahia Santo Antônio, incluindo as localidades de Santo Antônio Oeste e Santo Antônio Este e Las Grutas através do uso de geotecnologias. Processam-se imagens satelitais (Spot e Landsat5 e 7) em diferentes estados de maré, fotografias aéreas, cartas topográficas e náuticas. Toda a informação obtida foi sistematizada e integrada em um SIG. A morfologia da área de estudo está integrada por planícies e canais de maré, praias, medões e penhascos. Este ecossistema sofre processos naturais como: eutrofização do Canal La Marea em Santo Antônio Oeste, sedimentação dos canais de maré em Santo Antônio Este e na Península Villarino se observa acreção na zona costeira e deslocamento de medões. Mesmo assim, o crescimento urbano de Santo Antônio Oeste afeta diretamente os ambientes naturais da área protegida como assim também os usos industriais e as descargas urbanas.

Palavras-chaves: geotecnologias-processos ambientais- Bahia Santo Antônio- SIG

Introducción

En la actualidad existe un marcado incremento en la utilización de las zonas costeras para uso recreativo y productivo, lo cual incide sobre sus recursos naturales por la demanda de espacios para nuevos asentamientos, instalación de infraestructura, extracción de arena y pesca comercial entre otros. Los principales conflictos que presentan los ambientes costeros patagónicos se relacionan con la sobreexplotación de sus recursos, la contaminación y la expansión urbana (Giaccardi y Tagliorette, 2007, Groot et al., 2007). Las consecuencias de los usos del suelo y sus impactos se aprecian en la calidad ambiental intrínseca de esas áreas costeras (Schenke, 2007).

Actualmente los diferentes procesos humanos son el principal agente de presión sobre los ecosistemas costeros, ya sea en grandes dimensiones o en escalas menores como ocurre con balnearios estivales (Rivas y Cendrero, 1991 y 1995, Charlier y Bologna, 2003). Asimismo los procesos naturales que intervienen hoy en la evolución de las zonas costeras están asociados a la variación del nivel del mar, a la erosión y sedimentación.

Las transformaciones producen un deterioro mayor de esos ambientes cuando no están acompañados de un adecuado sistema de pautas de manejo ordenado y sustentable. La formulación e implementación de medidas adecuadas de planeamiento y manejo costero surge de un diagnóstico actual concreto que pueda proyectar futuros cambios y modificaciones en este tipo de ambientes para la prevención del daño ambiental (Castañón del Valle, 2006, Maelfait, *et al.*, 2006).

El estudio de los ecosistemas costeros de manera integrada proporciona pautas específicas sobre el diagnóstico ambiental de los mismos. Las variables interrelacionadas que actúan en el desarrollo de los procesos actuales en estas áreas pueden ser abordadas a través de diferentes metodologías. El uso de geotecnologías en la detección de procesos e impactos en los diferentes ambientes se ha incrementado notablemente en los últimos años. Algunos autores han estudiado la evolución de marismas con diferentes grados de intervención antrópica (Portz *et al.*, 2014) también ha permitido estudiar procesos en acantilados (Tavares Corrêa y Drenkhan, 2010), otros autores han utilizado modelos geo espaciales para analizar por ejemplo la exposición de la población al plomo ambiental (De Petri *et al.*, 2005) y la distribución estacional de parámetros físico químicos en ambientes costeros (Carbone *et al.*, 2011, Atorre *et al.*, 2014). En este trabajo de investigación el objetivo es identificar los procesos ambientales derivados de las actividades humanas actuales y anteriores, que afectan la bahía San Antonio y su área de adyacencia mediante el uso de geotecnologías.

Materiales y métodos

Área de estudio

La Bahía San Antonio está localizada en el noroeste del Golfo San Matías, en la provincia de Río Negro. La región es semidesértica con vegetación de estepa arbustiva. El ambiente regional circundante se caracteriza por mesetas y planicies con grandes bajos que se desarrollan en

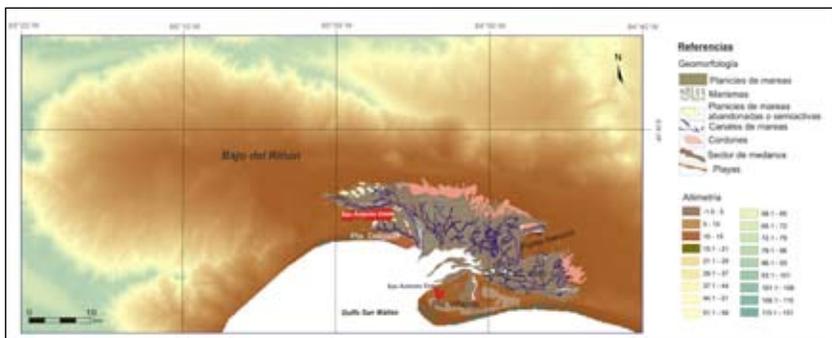
dirección NO-SE culminando en el Bajo San Antonio. La bahía homónima exhibe geformas relacionadas con su dinámica costera, observándose en su interior la presencia de planicies y canales de mareas bordeadas por cordones, espigas (punta Delgado y península Villarino), playas y médanos (Fig. 1).

La dinámica de sus aguas marinas está dominada por el Canal Principal al que confluyen una serie de canales de mareas secundarios. Los canales más importantes dentro de la bahía son el de la Marea, el Indio y el Encerrado. El de la Marea bordea por el norte a San Antonio Oeste, posee una extensión de 4 km y una profundidad aproximada de 0,9 m. Mientras tanto, el Canal del Indio, con 2 km de largo y una profundidad de 0,80 m, bordea por el sur a dicha localidad. A su vez, los canales mencionados desembocan el canal Encerrado, que con una orientación N-S, posee una extensión de 7 km y una profundidad 1,2 m (Carbone *et al.* 2011).

Este ambiente posee un alto valor biológico y productivo dado que alberga una importante variedad de especies de aves costeras migratorias que utilizan este ambiente para nidificar, reproducirse y alimentarse además como sitio de descanso (González *et al.* 1996). Desde el punto de vista productivo existen bancos de bivalvos y es una zona excelente de desove de peces de interés comercial (Narvarte y Williams ,2004).

En ambas márgenes de la bahía se emplazan puertos y muelles para transporte, embarques y pesca los cuales son el punto focal del comercio regional. Esta área incluye las localidades de San Antonio Oeste, San Antonio Este y el Balneario Las Grutas. Fue declarada reserva Natural mediante ley 2670 y reserva Internacional de la Red Hemisférica para aves playeras (Cannevari *et al.* 1998).

Figura 1: Unidades geomorfológicas y DEM de la bahía San Antonio



Fuente: Elaboración propia Carbone et al., 2011.

Procesamiento de las imágenes satelitales

Se utilizaron un total de siete imágenes Landsat TM y ETM (convenio IADO CONAE) con diferentes fechas de adquisición entre 1998 y 2013. Cada imagen fue corregida geoméricamente y georreferenciada con 20 puntos de control. Las bandas empleadas en este estudio son la 1, 2, 3 y 4 para poder obtener la mayor información. También se utilizaron imágenes georreferenciadas SPOT (8 sept. 2012, 25 enero, 24 abril y 19 de junio 2013). Por último, se incluyeron tomas de Google Earth, las cuales fueron georreferenciadas. También se utiliza una imagen satelital de alta resolución obtenida de la NASA, fechas de adquisición febrero 2002, también georreferenciadas en el mismo sistema que las anteriores.

Mapas temáticos

El mapa geomorfológico se realizó utilizando ArcGis 9.2 para generar polígonos que correspondan a las diferentes unidades geomorfológicas y en un paso posterior convertirlas a formato Raster.

Las diferentes geoformas se determinaron a partir de interpretación visual sobre las imágenes. En los lugares donde no podía identificarse visualmente el límite se utilizó como criterio las curvas de nivel que habían sido previamente digitalizadas a partir de cartas topográficas del IGM escala 1:100.000 y la, carta náutica del SHN escala 1:50000.

Para el análisis regional se consultó las cartas de imagen satelitaria 1:250.000 San Antonio y fotografías aéreas escala 1:20.000. Se realizaron perfiles topográficos en base al modelo de elevación combinado SRTM 24_21 y 23_21 de la Nasa y de las curvas de nivel digitalizadas previamente. Para complementar el análisis de los procesos ambientales del NO de San Antonio Oeste se incorporó la rosa de los vientos predominantes en la bahía San Antonio elaborada en base a datos del Servicio Meteorológicos Nacional (2001).

Tabla 1: Categorías de riesgo

Clases	Valor	Riesgo
Clase 1	0-900m	alto
Clase 2	901-2000	moderadamente alto
Clase 3	2001-3000	medio
Clase 4	3001-4000	moderadamente bajo
Clase 5	4001-5000+	bajo

Se elaboró un mapa de riesgo considerando cinco clases (Tabla 1) con un rango de 5000m como máximo correspondiente a la clase 5, con bajo riesgo. La base del mapa es el plano catastral del Municipio de San Antonio modificado en base a la imagen Spot 2012 para actualizar sectores periurbanos.

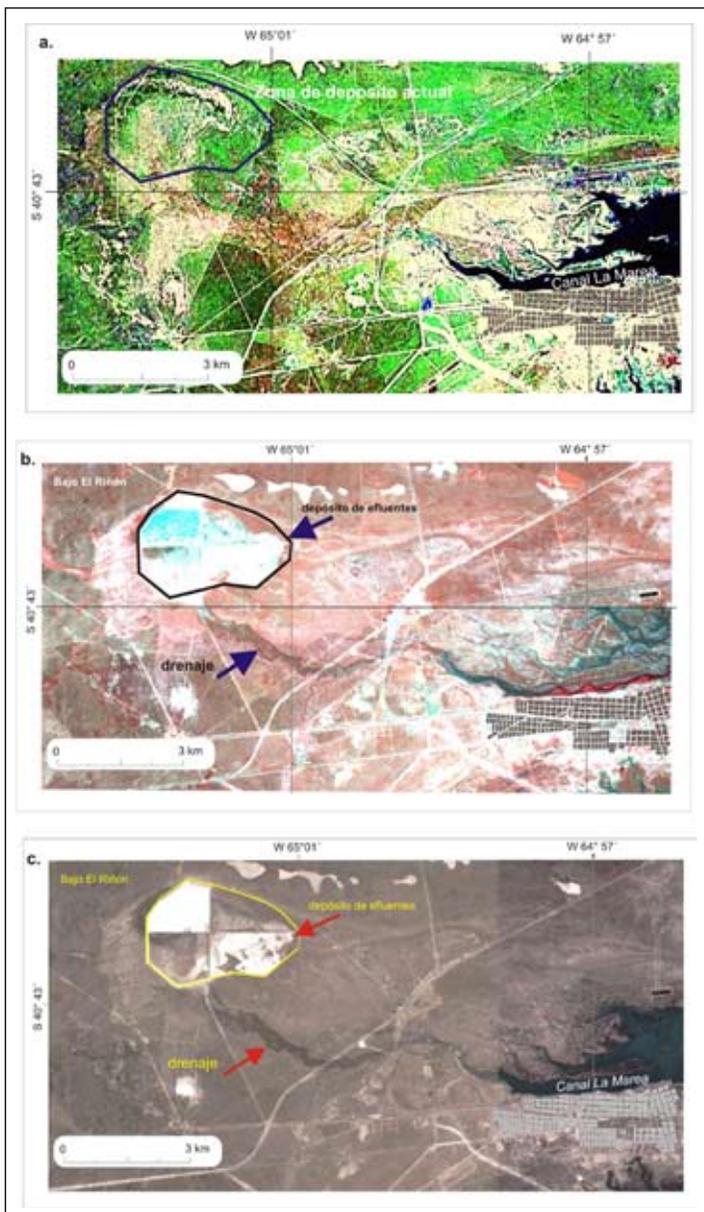
Resultados y discusión

Los ambientes naturales de bahía San Antonio han sido afectados tanto por las actividades humanas actuales relacionadas con:

- a) la producción de derivados de carbonato de sodio de la planta localizada en Punta Delgado y
- b) la manufacturas de productos derivados del pescado, como por aquellas desarrolladas en décadas pasadas asociadas principalmente con la producción de plomo metálico.

Las transformaciones espaciales a partir de estas actividades se detallan a continuación. El sector noroeste de la bahía San Antonio correspondiente al tramo inferior del Bajo del Riñón, presenta un área de cuencos naturales concedidos para la localización de desechos líquidos proveniente de la planta de carbonato de sodio distante 12km desde este punto hacia el sureste en Punta Delgado. La figura 2 muestra: el ambiente natural sin modificaciones en el año 2000 (Fig.2a) y los cambios en este espacio a partir del año 2012. Se observa el límite del depósito de efluentes con un perímetro irregular. Se evidencia el uso de dos de los cuatros cuencos como depósito y presencia de humedad permanente en la cabecera del canal de La Marea (Fig. 2c), cabe destacar que este tramo inicial del canal es inactivo. El canal de drenaje mencionado que nace en el sector de los piletones presenta una diferencia de altura de 7 m, con respecto al canal la Marea. Esta condición permite el escurrimiento desde el área de efluentes hacia el canal donde se asienta la localidad de San Antonio Oeste con una pendiente media de 1,5%. En este sector el uso del suelo es ganadero y el agua para consumo animal ha incrementado su salinidad (González y Estevanez, 2010).

Figura 2: Localización de depósitos de efluentes en el bajo del Riñon. a. Imagen satelital Nasa 2000. b. Imagen satelital Spot 2012. c. Imagen Ikonos (Digital Globe) 2013.

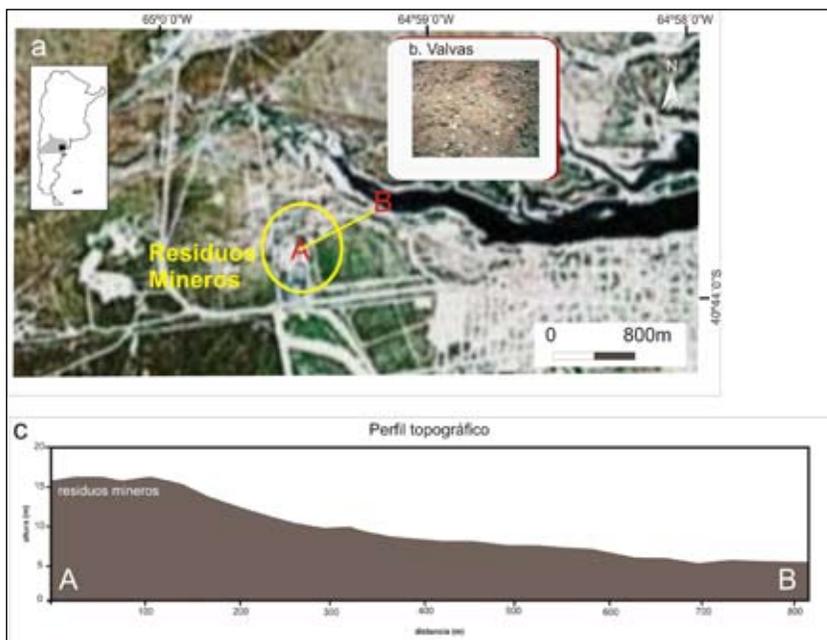


Fuente: Elaboración propia Carbone et al., 2011.

Durante el período 1963-1979 la localidad de San Antonio Oeste producía concentrado de plomo y zinc (61.807 y 12.725 toneladas respectivamente). Para la obtención de esos productos se utilizaban hornos rotativos de fundición. Los desechos mineros de ese procesamiento fueron localizados en las áreas suburbanas del NO de la localidad. El material residual de esa actividad posee plomo, zinc, cadmio y cobre (Bonuccelli, 2005) este último se puede percibir en la coloración verdosa de las valvas que se encuentran en este lugar (Fig 3b).

Estos residuos están sometidos continuamente a distintos procesos: infiltración a capas subterráneas, lixiviación hacia el canal de marea cuando precipita y erosión eólica. El perfil topográfico indica un desnivel de 8 m con pendiente directa hacia el canal de La Marea (Fig. 3c). Todos estos procesos afectan el ambiente y la población aledaña.

Figura 3: Localización de pilas de escoria en la bahía San Antonio.

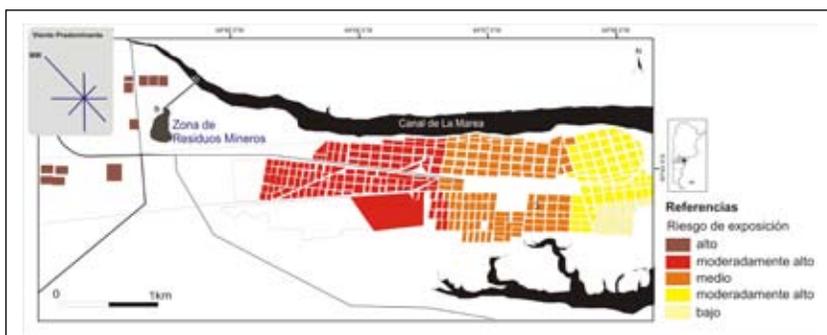


Fuente: Elaboración propia Carbone et al., 2011.

Se elaboró un mapa de riesgo de exposición a las escorias de minerales en base a la cercanía o lejanía de las edificaciones e instalaciones (Fig 4), a partir de plano catastral del municipio de SAO actualizado con la imagen Spot del año 2012. Se consideraron 5 clases que varían entre 0 y 5000 m de

distancia. El amanzanamiento más cercano a los residuos mineros pertenece a la clase 1, indicando un alto grado de riesgo de exposición. En este sector de calles sin pavimentar, se crían animales de corral para la venta y se desarrollan actividades recreativas. Las manzanas del plano que integran la categoría 2, 3 y 4 poseen riesgo moderadamente alto, medio y bajo, los más lejanos de la pilas de residuos mineros con riesgo moderadamente constituyen el 88% del amanzanamiento. Dada las condiciones del sitio, los vientos predominantes y la presencia de calles sin pavimentar en el sector intensifica el riesgo de exposición al material de los depósitos mineros. La dirección del viento predominante en el área de estudio es del noroeste y oeste (Fig. 4).

Figura 4: Mapa de riesgo de exposición a residuos mineros



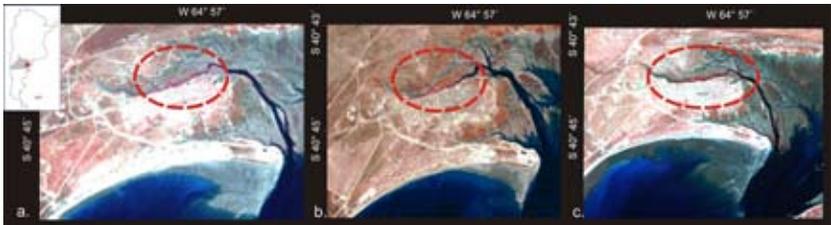
Fuente: Elaboración propia Carbone et al., 2011.

En el Canal de la Marea que bordea la localidad de San Antonio Oeste ocurre el proceso denominado eutrofización, que es una de las consecuencias más importantes de la alteración humana de los ambientes costeros. Se define como el enriquecimiento de un cuerpo de agua con nutrientes inorgánicos (Valiela *et al.*, 1997). Una vez que la proliferación de algas disminuye, estas quedan adheridas en los sedimentos de los veriles del canal. Esta situación se observa en las imágenes satelitales utilizando la Banda infrarroja (Fig. 5). Este proceso se acelera al tener un aporte superior de nutrientes en el ambiente. La fuente de provisión puede deberse a aguas sin tratamiento, descargas urbanas, desechos del procesamiento de pescado y a condiciones de circulación de este sistema estuarial (González y Estévez, 2008).

Por otro lado en el sur de San Antonio Oeste, los procesos que actúan están relacionados con la sedimentación de los canales de mareas internos (Fig. 6). En canales internos del norte y este de la bahía se evidencian procesos de acreción sedimentaria debido a la escasa actividad de las mareas, cuyo resultado final es la presencia también de planicies abandonadas o

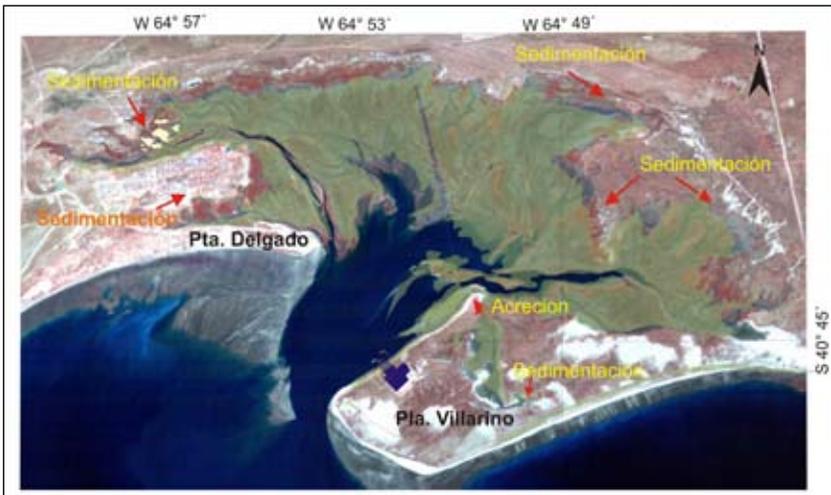
semiactivas (Fig. 6). Asimismo algunas planicies de marea del este de la bahía se encuentran casi abandonadas como consecuencia de la sedimentación de la cabecera de los canales. Esto se evidencia a través de la presencia de un cangrejal fósil donde se observan las cuevas abandonadas en su totalidad (Carbone et al, 2011). Este proceso indicaría un aparente retroceso de la actividad de las mareas (Fig. 6).

Figura 5. Presencia de algas en el canal de La Marea. a. Julio 2002. b. Agosto 2006 c. Agosto 2013



Fuente: Elaboración propia Carbone et al., 2011.

Figura 6. Distribución de los procesos de sedimentación y acreción en la bahía San Antonio.



Fuente: Elaboración propia Carbone et al., 2011.

Hacia el sureste de la bahía San Antonio se encuentra la península Villarino, que posee una superficie de 60 km², es una geoforma compuesta por depósitos de arena mediana y grava. Los depósitos que la bordean están

formados casi exclusivamente por valvas de moluscos actuales o subactuales correspondientes a San Antonio (González Díaz y Malagnino, 1984). Se trata de bioclastos a los que acompañan en menor proporción rodados. Estos depósitos adoptan formas de cordones con espesores cercanos a los 2 m. La morfología variable se debe a la acción de las mareas, principalmente a las olas de tormentas (Carbone *et al.* 2011). Estos depósitos bordean en su totalidad a la península Villarino y actualmente se encuentran bajo acreción continua (Fig. 6).

Los procesos ambientales naturales que se identificaron en la bahía están relacionados principalmente con la colmatación directa en el sector norte y este del interior de los canales de marea. Algunas planicies de marea del este de la bahía se encuentran casi abandonadas como consecuencias de la sedimentación de la cabecera de los canales de este sector. En esta área puede observarse un aparente retroceso de la actividad de las mareas. En futuras investigaciones se establecerá si esta situación puede deberse a un ascenso continental producido como consecuencia de movimientos neotectónicos. Cabe destacar que este tipo de procesos más complicados se deben abordar con geotecnologías específicas y de modelado. Por otro lado, el sector sur se caracteriza por procesos de acreción como consecuencia de las corrientes litorales del este y del oeste (Moreira *et al.*, 2008).

Consideraciones Finales

La identificación de los procesos a partir de herramientas tan versátiles como las imágenes satelitales de alta resolución y los sistemas de información geográfica colaboran en la elaboración de diagnósticos ambientales a corto plazo. Esto permite el seguimiento continuo de las problemáticas o transformaciones que ocurran sobre el espacio. En base a lo mencionado los procesos identificados permitieron observar las modificaciones espaciales ocurridas en los últimos años en los diferentes ambientes de la bahía San Antonio. Las mayores variaciones del espacio están asociadas a actividades humanas extractivas y productivas actuales y anteriores.

Los procesos ambientales identificados en el sector oeste de la bahía San Antonio están asociados a la fundición de minerales desarrollada en décadas pasadas, cuando los residuos fueron depositados en cercanías a la localidad, de forma arbitraria y sin planificación. Las consecuencias de esa acción siguen presentes en la actualidad y el riesgo de exposición a ese material es continuo. El mapa de riesgo indicó cinco categorías de expo-

sición, de las cuales el amanzanamiento más cercano a la pilas de escorias representaron la zona más riesgosa. El viento predominante (NO) complica esa situación.

Otra de las áreas afectadas es el tramo inferior del Bajo del Riñon, más precisamente los cuencos naturales utilizados desde hace cinco años como depósitos de efluentes de la planta localizada en la Punta Delgado. Las imágenes satelitales permitieron observar la delimitación de los depósitos de efluentes. Además las imágenes utilizadas permiten hacer un seguimiento de la cabecera del canal de La Marea, que constituye el canal de drenaje de cualquier efluente de los cuencos depósitos hacia el mar.

Uno de los procesos naturales observados en el canal que bordea la localidad de San Antonio Oeste es la presencia de algas sobre el mismo y los veriles una vez que concluye la floración de las mismas. Este proceso se puede observar a partir del procesamiento de las imágenes utilizando la banda infrarroja. Las causas de eutrofización están asociadas a un incremento de nutrientes. Esta condición puede deberse al aporte de aguas servidas, descargas urbanas sin tratamiento y residuos de industria manufacturera de pescado arrojados en forma directa al agua de los canales.

Los procesos ambientales detectados en el norte y este del ecosistema estuarial se relacionan principalmente con la dinámica morfológica costera de la bahía, son procesos naturales de sedimentación en los canales internos y de acreción sedimentaria en Península Villarino. La sedimentación se presenta en las imágenes como áreas donde se retiró el accionar de las mareas y se constituyen planicies de mareas inactivas.

El monitoreo continuo de la condición ambiental de las zonas costeras a través de geotecnologías puede ser fundamental para orientar las acciones y políticas a implementar. En la reserva Bahía San Antonio se observa un área vulnerable y en riesgo ambiental, pero también surge de este estudio que se necesita cambio en política de conservación y adecuado manejo de recursos. Este tipo de estudios se debe realizar continuamente debido a la dinámica de este ambiente costero.

Bibliografía

- ATTORRE F., DE SANCTIS, M. FRANCESCO F., IBERITE, M. BRUNO F. (2004) Multifunctional and Multimedia Gis System for the inventory the management of The wetlands of Puglia Region (Southern Italy) *Annali di Botanica* Vol. 4.
- BONUCCELLI R., MALÁN JM, LUNA L, TORRES I, (2005). Contaminación por metales pesados derivados de la lixiviación de escorias de fundición. San Antonio Oeste, Río Negro. *Actas del Congreso Geológico Argentino de La Plata*. Tomo IV.
- CANEVARI, P., D. E. BLANCO, E. BUCHER, G. CASTRO. DAVIDSON E. (1998). *Los humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación. Wetlands International*, Publicación No. 46, Buenos Aires. 208pp
- CARBONE M.E., PICCOLO M.C y PERILLO G.M.E (2011) Zonificación ambiental de la Reserva Natural Bahía San Antonio, Argentina. Aplicación del Índice de Calidad Ambiental *Investigaciones Geográficas*, N° 56 pp. 49-67
- CASTAÑÓN DEL VALLE, M. (2006). *Valoración del Daño Ambiental* PNUMA. ISBN 978-92-807-2777-7 México 98 pp.
- CHARLIER R.H. and BOLOGA, A.S. (2003). Coastal zone under siege – is there realistic relief available? *Journal of Coastal Research*, 19(4), 884-889.
- DE GROOT R., STUIP M., FINLAYSON M. y DAVIDSON N. (2007) *Valoración de humedales Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales* Informe Técnico de Ramsar N°3 Gland, Suiza 58 pág.
- GIACCARDI, M. y TAGLIORETTE, A. (2007) Efectividad de manejo y situación actual de las áreas protegidas marino-costeras de la Argentina. En *Taller Regional sobre Humedales Costeros Patagónicos*, Buenos Aires. 18 – 24pp
- GONZÁLEZ P. y ESTEVES J.L (2008). *Relevamiento de la situación ambiental urbana en la zona costera patagónica* - 1a ed. - Puerto Madryn: Fund. Patagonia Natural,
- MAELFAIT, H.; BELPAEME, K.; LESCRAUWAET, A.K.; MEES, J. (2006). Indicators as reliable guides for Integrated Coastal Zone Management, in: Forkiewicz, M. *Integrated Coastal Zone Management: theory and practice*. EuroCoast – Littoral 180-186.
- MOREIRA D., SIMIONATO C.G., DRAGANI W. C, and NUANDÑEZ M. N.(2008) Tidal and Residual Currents Observations at the San Matías and San José Gulfs, Northern Patagonia, Argentina *Journal of Coastal Research* Volume 25, Issue 4: pp. 957 – 968
- NARVARTE M. A. y WILLIAMS M., (2004) Relevamiento de contaminación bacteriana en el sector oeste de la bahía de San Antonio durante el período Noviembre 2003 – Abril de 2004. *Informe Técnico Interno* 07/04. IBMP “Alte. Storni”. Programa Pesquerías. Proyecto Promarpes. 15 pp.
- PORTZ L. ROCKETT G. C., FRANCHINI R. A. L. MANZOLLI R. P., SAMBAQUI GRUBER N. L.(2014) Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de informações geográficas (SIG) na implantação de planos de gestão no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil, *Revista de Gestão Costeira Integrada* DOI: 10.5894/rgci445
- RIVAS, V. and CENDRERO, A., (1991). Use of natural and artificial accretion in the north coast of Spain; historical trends and assessment of some environmental and economic consequences. *Journal of Coastal Research*. 7(2): 491-507.
- RIVAS, V. and CENDRERO, A., (1995). Human influence on a low-hazard coastal area; an approach to risk assessment and proposal of mitigation strategies. *Journal of Coastal Research*, Special issue No. 12: 289-298.
- SCHENKE, D. (2007) “Estado actual de los humedales costeros patagónicos”. En *Taller Regional sobre Humedales Costeros Patagónicos*, Buenos Aires. 14-17pp
- Servicio Meteorológico Nacional (2001) *Estadísticas climáticas de San Antonio Oeste*. 1991- 2000
- TAVARES CORRÊA C. y DRENKHAN F. (2010) Variación de la línea de litoral entre puerto Chicama y Puémape, La Libertad, Perú (1961-2006) *Espacio y Desarrollo* N° 22, pp. 103-117 (ISSN 1016-9148)
- VALIELA I, MCCLELLAND J, HAUXWELL J, BEHR PJ, HERSH D, FOREMAN K. (1997). Macroalgal blooms in shallow estuaries: Controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnol. oceanogr.* 42: 1105–1118.