

ISSN 0328-9478

# Cuadernos de Antropología

Segunda Época | Número 7 | 2011



Programa de Arqueología Histórica y Estudios Pluridisciplinarios  
(PROARHEP)  
Departamento de Ciencias Sociales  
Universidad Nacional de Luján



## **Universidad Nacional de Luján**

Rutas nacionales 5 y 7. 6700 Luján - Provincia de Buenos Aires  
República Argentina

### **Autoridades**

#### *Rector*

Dr. Oreste Carlos Cansanello

#### *Vicerrector*

Mgr. Hernán Bacarini

### **Departamento de Ciencias Sociales**

#### *Directora Decana*

Dra. Alicia Rey

#### *Vicedecano*

Prof. Omar H. Gejo

#### *Secretaria Académica*

Lic. Amalia Testa

#### *Subsecretaria Académica*

Dra. María del Carmen Martínez

#### *Secretario de Investigaciones*

Dr. Gustavo D. Buzai

#### *Secretario Administrativo*

Lic. Héctor Berthelemy

#### *Secretaria Técnica*

Prof. Mariela Karaman

### **Programa de Arqueología Histórica y Estudios Pluridisciplinarios (PROARHEP)**

#### *Director*

Dr. Mariano Ramos

*CUADERNOS DE ANTROPOLOGÍA* es una publicación semestral del *Programa de Arqueología Histórica y Estudios Pluridisciplinarios (PROARHEP)* del Departamento de Ciencias Sociales (Disposición del Consejo Directivo Departamental N° 431/09) de la Universidad Nacional de Luján. Publica artículos originales, conferencias, entrevistas, traducciones, reseñas y debates de autores nacionales y extranjeros que desarrollen sus investigaciones en el campo de la Antropología Social, la Arqueología y la Etnohistoria. También se aceptan artículos de Antropología Biológica cuando su objeto de análisis (material) forme parte de un registro arqueológico o un estudio social. La revista se propone colaborar en la actualización y profundización del conocimiento en las diversas áreas dentro del campo antropológico contemporáneo, incluyendo el abordaje de problemas pluridisciplinarios. Las contribuciones pueden ser de índole epistemológica, teórica, metodológica y estudios de casos. *CUADERNOS DE ANTROPOLOGÍA* recibe artículos a partir de convocatorias específicas y su publicación está sujeta a un proceso de evaluación externa al Comité Editorial, garantizando el anonimato de autores y evaluadores. La revista cuenta con el ISSN 0328-9478.

### **Director y Editor responsable**

Dr. Mariano Ramos

### **Co-Directora**

Lic. Marcela Brac

### **Comité Editorial**

Dra. Bibiana Andreucci (UNLu), Dr. Alejandro Balazote (UNLu, UBA), Dr. Rubens Bayardo (UNLu, UBA), Dra. Mabel Fernández (UNLu, UNLPam), Mgr. Beatriz Goldwasser (UNLu), Prof. Verónica Helfer (UNLu), Dra. Eugenia A. Néspolo (UNLu, Instituto Ravignani), Lic. Daniel Piccinini (UNLu, UBA), Dra. Alicia Tapia (UNLu, UBA) y Dr. Sebastián Valverde (UBA, CONICET).

### **Editores ejecutivos**

Lic. Fabián Bognanni, Dra. Matilde Lanza, Dra. Analía García,  
Lic. María Eugenia Morey y Téc. Odilanyer Hernández de Lara

### **Diseño y diagramación**

Odilanyer Hernández de Lara

### **Revisión y corrección**

Fabián Bognanni, Matilde Lanza, Analía García, Pablo Molina, Martín Vilariño y  
Laura Weiss

### **Foto de tapa**

Del artículo en este número de Yara Alteiz

### **Comité Académico Asesor**

Dra. Martha Bechis (UBA), Dr. Eduardo Crivelli Montero (UBA, CONICET), Dr. Luis González (UBA), Dra. Mabel Grimberg (UBA/CONICET), Dr. Daniel Loponte (CONICET), Dra. María Rosa Neufeld (UBA), Dr. Juan Carlos Radovich (UBA, CONICET), Dra. Ana María Rocchietti (UNRC, UNR), Dr. Mario Silveira (UBA), Dr. Hugo Trincherro (UBA/CONICET), Dr. Alejandro Goldberg (FFYL-UBA/CONICET).

### **Evaluadores del número**

Mabel Fernández (UNLu y UNLPam/CONICET)  
Mariano S. Ramos (PROARHEP, DCS, UNLu/CONICET)  
Jorge Próspero Roze (UNNE/CONICET)  
María Florencia Girola (FFYL-UBA/CONICET)  
Alejandro Otamendi (FFYL-UBA/CONICET)

## **RIESGO Y VULNERABILIDAD DEL ARTE RUPESTRE CUBANO ANTE EL ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR. LA LLANURA COSTERA JUDAS - AGUADA, UN CASO DE EJEMPLO.**

Divaldo A. GUTIÉRREZ CALVACHE\*, José E. CHIRINO CAMACHO\*\*,  
Efrén J. JAIMEZ SALGADO\*\*\* y José B. GONZÁLEZ TENDERO\*\*\*\*

### **Resumen**

Se presenta una discusión sobre el impacto potencial que los efectos de la elevación del nivel del mar por el cambio climático causaría a las estaciones rupestres presentes en la cayería norte de la provincia de Sancti Spiritus, Cuba, territorio descrito como región rupestrológica Llanura costera Judas - Aguada, la cual forma parte del Parque Nacional Caguanes, uno de los 14 parques del sistema nacional de áreas protegidas de la República de Cuba. Bajo este enfoque se logra establecer que el rango de afectación en los próximos 300 años se encuentra entre el 16 % y el 83 % de pérdida de estaciones rupestres y hasta un 60 % de todos los dibujos rupestres de la región. Estos resultados indican como tarea de primer orden, la realización de un proyecto que asegure a mediano y corto plazo la formación de un archivo de la imagen de altísima calidad, que pase a formar parte de los fondos documentales con categoría de patrimonio cultural. Asimismo, los resultados obtenidos en el análisis de este caso indican la necesidad inmediata de emprender estudios de impacto y vulnerabilidad ante el cambio climático en el 100% del arte rupestre cubano. Palabras clave: pictografías; petroglifos; nivel del mar; cambio climático; patrimonio.

---

\* Investigador Asociado, Grupo Cubano de Investigaciones del Arte Rupestre, Instituto Cubano de Antropología, CITMA, [llafer@infomed.sld.cu](mailto:llafer@infomed.sld.cu)

\*\* Investigador Auxiliar Departamento de Estudios Arqueológicos y Paleontológicos, CSA Sancti Spiritus, CITMA [chirino@plyag.ssp.sld.cu](mailto:chirino@plyag.ssp.sld.cu)

\*\*\* Investigador Agregado, Instituto de Geofísica y Astronomía, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, [ejaimenz@iga.cu](mailto:ejaimenz@iga.cu)

\*\*\*\* Investigador Asociado, Grupo Cubano de Investigaciones del Arte Rupestre, Instituto Cubano de Antropología, CITMA, [marinaglez@infomed.sld.cu](mailto:marinaglez@infomed.sld.cu)

## **Abstract**

A discussion about the potential impact that effects of the sea level increasing from the climate change will cause on the rock art stations in northern keys, Sancti Spiritus province, Cuba, is presented. This territory is described as a coastal rock art region named The Coastal Plain Judas - Aguada, which belongs to the National Park Caguanes. It is one of the fourteen parks in the national system of protected areas in the Cuban Republic. Under this point of view, it was established the affecting range in the next three hundred years is between 16 % and 83 % referring to rock art stations loss and also, until 60 % of designs in the region. This results show as a first order task, the realization of a project to assure the formation of an image archive with the highest quality in short or medium period, this one, as a part of documental funds with cultural patrimony category. The results obtained in the analysis of this case, show the immediate necessity to undertake other studies about the possible impacts and vulnerability in front of the climatic change for 100 % of the Cuban rock art.

Key words: pictographs; petroglyphs; sea level; climate change; heritage.

## **Introducción**

En Cuba se han realizado múltiples estudios para abordar los impactos potenciales del cambio climático en nuestras condiciones geográficas. Estos en su generalidad han centrado su atención en áreas como la agricultura, el urbanismo, la planificación territorial, la salud pública, la defensa civil y otros, siendo muy escasos los trabajos que realizan el abordaje de esta problemática desde la perspectiva de su impacto en el patrimonio cultural, y absolutamente ninguno aborda esta relación para el patrimonio arqueológico cubano. Esta situación no es un problema único de Cuba, las proyecciones sobre el cambio climático y sus impactos han sido portadoras en general del desconocimiento de los efectos de este fenómeno sobre el patrimonio cultural de la humanidad.

Dicha situación estimuló que desde hace unos años las Naciones Unidas, mediante su organización para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Centro de Patrimonio Mundial, el Comité del Patrimonio Mundial, el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Centro Internacional de Estudios de Conservación y Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM), han puesto en marcha una serie de ini-

ciativas bases, que permitan la elaboración de una estrategia global de gestión del patrimonio frente al cambio climático. Esta actitud generó, en primera instancia, un documento acerca de la política global concerniente a los impactos del cambio climático en los bienes del Patrimonio Mundial, el que fue adoptado por la Asamblea General de Estados Partes en su 16ª sesión (UNESCO 2009).

Nuestro país, como miembro UNESCO, debe enfrentar la elaboración de dicho documento base, el que regule la política cubana ante los impactos del cambio climático en los bienes del Patrimonio Nacional. Esta tarea aún está dispersa pues, aunque con algunos resultados<sup>1</sup>, campos como el del patrimonio arqueológico y su vulnerabilidad, a mediano y largo plazo, ante el cambio climático, permanecen en un estatus donde la comunidad científica no tiene clara ni siquiera su misión en este sentido, lo cual requiere incluir en los proyectos arqueológicos y de hecho en el pensamiento arqueológico nacional, la necesidad de realizar estudios detallados y de casos, sobre impactos potenciales para cada sitio arqueológico, pues todos y cada uno responderán de forma diferente ante fenómenos iguales o similares, debido sobre todo a la variabilidad de sus parámetros, pues materiales, técnicas, grados de resistencia, condiciones de yacencia, pendiente de relieve, etc., son rasgos de los contextos arqueológicos que varían de un sitio a otro, lo que aumenta el nivel de incertidumbre e impone un programa general basado en un enfoque particular. Lo anterior explica por qué estas cuestiones deben ser abordadas con rigor y profundidad, de forma que pasen a formar parte de las políticas y toma de decisiones que al respecto planifican las instituciones que en nuestro país son responsables de la conservación del patrimonio cultural en general y del arqueológico en particular.

Ante esta situación, debemos comenzar entonces a trabajar y, por ejemplo, enfocar nuestros esfuerzos hacia aquellos recursos arqueológicos con un alto grado de homogeneidad, lo cual en alguna medida facilitará la investigación, pero, sobre todo, permitirá generalizar resultados y metodologías.

Quizás un caso singular en este sentido lo constituya el arte rupestre, el que además se puede considerar como uno de los recursos arqueológicos más vulnerables a los cambios ambientales, debido sobre todo a su interacción y dependencia directa con el medio, donde y para qué fue concebido. Bienvenidos deben ser entonces todos aquellos esfuerzos orientados al desarrollo de nuevos estudios de carácter regional y local, que permitan esclarecer la sensibilidad a los cambios climáticos y sus expresiones en el arte rupestre, los que nos encaminaran hacia la comprensión de las interac-

ciones lineales y no lineales entre este y el medio ambiente de manera general.

Aceptando los presupuestos anteriores y ante la ausencia de investigaciones que aborden esta problemática en nuestro país, emprendimos este trabajo, donde intentaremos, por primera vez, acercarnos a un modelo que nos esclarezca la intensidad del impacto que la elevación del nivel del mar (como consecuencia del cambio climático) podría tener en un grupo importante de estaciones del arte rupestre de la región rupestrológica Judas - Aguada (Gutiérrez *et al.* 2009) al centro-norte de Cuba, camino que a nuestro entender nos permite identificar macro-niveles de vulnerabilidad y nos prepara para la futura elaboración de posibles modelos de predicción, mitigación y adaptación.

### **La región rupestrológica Judas – Aguada**

La región rupestrológica Judas - Aguada (Gutiérrez *et al.* 2009) forma parte de una estrecha llanura litoral ubicada en la costa norte central de Cuba (Figura 1), la que de acuerdo con la regionalización físico geográfica de Mateo y Acevedo (1989), forma parte de la Llanura costera Yaguajay - Corralillo, y se corresponde en límites y definición geográfica con la igualmente denominada Llanura Cársica Costera Judas - Aguada, según la Regionalización Geólogo-Geomorfológica del Carso Subterráneo de Cuba, de Jaimez y Gutiérrez (1993, 2000).

#### *Caracterización Físico – Geográfica*

El relieve de esta localidad se caracteriza por constituir un grupo de pequeñas cúpulas cársicas de poca altitud, que emergen desde el fondo de la bahía abierta de Buena Vista, extendiéndose en marcada alineación noroeste desde Punta Judas, hasta Cayo La Aguada, isletas y cayos estos que se conocen localmente con el nombre vernáculo de “cayos de piedra”. Su punto culminante se encuentra en la isla grande de Caguanes, la cual se eleva a sólo 27 metros sobre el nivel medio del mar.

El clima de esta región puede decirse que constituye una variante del clima tropical de sabana (Aw), característico de la mayor parte del archipiélago cubano, por cuanto en esta zona costera los valores medios de precipitación anual para una serie hiperanual de más de 40 años, oscilan entre los 1000 y 1200 mm. de lluvia (más de 100 mm. por debajo de la media anual nacional). En tal sentido, podemos afirmar que el clima de esta región puede clasificarse como tropical estacional relativamente seco. En consonancia con lo anterior, la vegetación predominante es el

bosque semideciduo mesófilo, distribuido solamente en la parte interior de los cayos y penicayos que la forman, caracterizada por notables poblaciones de *Bursera simaruba* y otras especies de plantas indicadoras de esta formación vegetal, en tanto en la zona costera acantilada aparece el matorral xeromorfo costero y subcostero, con abundantes suculentas, especialmente cactáceas, mientras que en la zona costera baja, con presencia de marismas y pantanos, aparecen manglares de *Rizophora mangle* y *Avicennia germinans*, en la parte expuesta al flujo y reflujo de las mareas, y herbazales de ciénaga en la parte interior. Entre las especies más sobresalientes de la fauna de estos cayos y penicayos, tenemos al *Opistosiphon caguanense* (pequeña caracola endémica); mientras que dentro del grupo de los reptiles tenemos a las iguanas y al lagarto de costa de Yaguajay, fundamentalmente en las partes altas y secas de la región. Dentro del grupo de mamíferos terrestres, son abundantes las jutías (*Capromys pilorides*), así como murciélagos de las especies endémicas *Mormopterus minutus* y *Phyllonycteris poeyi*, destacándose además una abundante ornitofauna, constituida por tocororos, zorzales, cartacubas, corúas, flamencos rosados (con una zona de nidificación en Cayo Lucas), entre otras especies.

Desde el punto de vista edáfico, puede decirse que se trata de una región pobre en suelos de valor agrícola (suelos poco productivos), caracterizada por la presencia dominante de suelos rendziniiformes, distribuidos en las partes completamente emergidas (Rendzinas y Protorendzinas), predominando el subtipo Rendzina Roja, género Carbonatado y Lítico, como soporte ecológico fundamental de los principales ecotopos y formaciones vegetales en régimen hídrico automórfico. Una situación bien distinta se aprecia en las zonas bajas (ciénagas, pantanos y marismas), con la presencia de suelos turbosos (agrupamiento Histosol, de acuerdo con Instituto de Suelos 1999), fundamentalmente distribuido en las marismas de Cayo Caguanes y en áreas más amplias de la Ciénaga Costera de Guayaberas.

Geomorfológicamente, esta región está constituida por una verdadera cadena de islas, isletas y pequeños cayos de aspecto cupular, desarrollados todos sobre rocas de tipo calcarenita, del horizonte geológico miocénico, caracterizadas por estratos finos a medianos, con estratigrafía monoclinial, en ocasiones angularmente discordante, festonadas por costas acantiladas abrasivas por el norte y costas fuertemente escarpadas de origen tectónico por el lado oeste, lo que junto al análisis de la constitución geológica de estos cayos demuestra la presencia de un patrón de fallamiento neotectónico en dos direcciones: uno preferencial al noreste (alineamiento de las costas escarpadas de fricción que caen a las maris-



mas, con salida a la Bahía de Buena Vista, las que orientan a su vez a los ejes mayores de los principales sistemas anisotrópicos de galerías del sistema cársico subterráneo) y otro secundario, perpendicular al anterior, distribuido a lo largo de todo el eje axial de la región físico - geográfica.

Toda esta constitución geológica y geomorfológica ha hecho de esta localidad una región cársica subterránea única en el país por su tipología espeleológica, siendo la localidad típica del subtipo espeleogenético Caguanes (Núñez Jiménez 1967, Núñez Jiménez *et al.* 1984), caracterizada por un intrincado laberinto de cuevas con desarrollo en planta muy irregular, aparentemente sin control de la estructura geológica en la orientación de las galerías (soluciones de continuidad). Este subtipo genético y espeleológico fue estudiado años más tarde por Jaimez *et al.* (1990), proponiendo una hipótesis para explicar el aparente desarrollo incontrolado del aparato cársico subterráneo (teoría de vecindad de la carsificación), proponiéndose más tarde la clasificación de este complejo sistema de cuevas como parte del subgrupo de cavidades denominadas criptectónicas, tipo piezógenas, subtipo heteropiezógenas (Jaimez y Gutiérrez 1993, 2000, 2010).

### *Caracterización Rupestrológica*

Desde el punto de vista rupestrológico la región Judas - Aguada (Figura 1) es una de las zonas más interesantes e importantes de nuestro país. La distribución geográfica de las estaciones por la cayería y la llanura costera que conforman la región nos demuestra que es el penicayo de Caguanes el que más riqueza patrimonial atesora, con casi el 39% del total de estaciones y el 50% de los diseños rupestres.

La región está conformada por 18 estaciones, que en total contienen 288 diseños rupestres, siendo las estaciones pictográficas las de mayor representación, con un 56 % del total de la región, mientras que las estaciones mixtas o combinadas representan el 44 % (Tabla 2). Esta composición es uno de los rasgos del área de estudio, pues en ella no aparecen estaciones petroglíficas, caracterizándose la tipología de ejecución del arte rupestre por la presencia relativamente alta de diseños pintados (pictografías), que fueron combinados con rayados (petroglifos); técnica que ha sido denominada en nuestro país como petro-pictografía (Núñez *et al.* 1990: 46; Gutiérrez 1991: 56).

La utilización de los colores en las pictografías de esta área está determinada por el uso mayoritario del negro (Figura 1), el cual está presente en el 75% del total de las estaciones, mientras que el rojo solo está presente en el

25% (Tabla 2). Por su parte, los petroglifos, tanto en su expresión aislada, como cuando fueron combinados con la pintura, fueron elaborados siempre por medio del rayado, lo que implica que en la región rupestrológica Judas - Aguada, hasta hoy, no ha sido identificada la técnica de percusión o abrasión en la ejecución de petroglifos (Tabla 1).

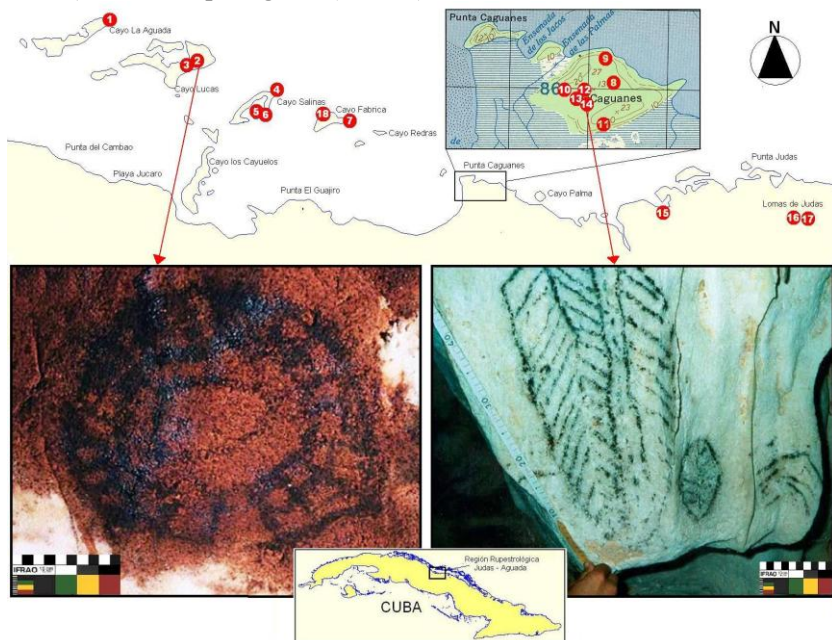


Figura 1. Distribución de las estaciones del arte rupestre de la Región rupestrológica Judas – Aguada (A) Pictografía, Cueva de Ramos, Cayo Caguanes y (B) Pictografía, Cueva del Chino, Cayo Lucas (Fuente: Elaboración propia a partir de Romero 2006; Chirino y Falcón 2008)

De manera general, el negro fue siempre utilizado mediante la aplicación directa del carbón a la pared (Figura 1), y el rojo al parecer está asociado a la elaboración de pinturas mediante el uso de nódulos de óxido de hierro, con mucha probabilidad hematita, la que fue triturada y mezclada con agua o con algún aceite de origen animal o vegetal a modo de aglutinante; la aplicación de estas mezclas se realizó en la mayoría de los casos con el dedo del artista, a juzgar por la morfología de los trazos.

La distribución vertical (Vertical Mapper) de las estaciones rupestres de la región objeto de estudio ha permitido conocer que su rango va desde los 0.60 cm. hasta los 6.00 m. de altitud sobre el nivel medio del mar, con una altitud promedio para el conjunto de estaciones de 2.66

msnm. (Tabla 2), lo que convierte a la región en un área sensible a las inundaciones costeras de cualquier origen.

| No.            | Estación                 | Altitud snmm. (m) | Cantidad de diseños | Tipo de estación |           | Colores de las pictografías |          | Petroglifos Rayados |
|----------------|--------------------------|-------------------|---------------------|------------------|-----------|-----------------------------|----------|---------------------|
|                |                          |                   |                     | Pictográfica     | Combinada | Negro                       | Rojo     |                     |
| 1              | Galería del Sol          | 2                 | 6                   | X                | -         | X                           | -        | -                   |
| 2              | Cueva del Chino          | 1.9               | 42                  | X                | -         | X                           | X        | -                   |
| 3              | Cueva de Martica         | 1.9               | 7                   | X                | -         | X                           | -        | -                   |
| 4              | Cueva de Los Cuchillos   | 0.7               | 4                   | -                | X         | X                           | -        | X                   |
| 5              | Cueva del Oeste          | 0.6               | 3                   | X                | -         | X                           | -        | -                   |
| 6              | Cueva de las Pinturas    | 1.1               | 7                   | X                | -         | X                           | X        | -                   |
| 7              | Puente de Fábrica        | 2.1               | 3                   | -                | X         | X                           | -        | X                   |
| 8              | Cueva de Los Chivos      | 1.2               | 17                  | X                | -         | X                           | X        | -                   |
| 9              | Cueva Grande de Caguanes | 4                 | 1                   | -                | X         | X                           | -        | X                   |
| 10             | Cueva del Lago           | 2                 | 1                   | X                | -         | X                           | -        | -                   |
| 11             | Cueva del Pirata         | 4                 | 17                  | -                | X         | X                           | -        | X                   |
| 12             | Cueva de Las Conchas     | 6                 | 29                  | X                | -         | X                           | X        | -                   |
| 13             | Cueva de Colón           | 6                 | 5                   | X                | -         | X                           | -        | -                   |
| 14             | Cueva de Ramos           | 6                 | 80                  | -                | X         | X                           | -        | X                   |
| 15             | Cueva de la Güinea       | 2                 | 26                  | -                | X         | X                           | -        | X                   |
| 16             | Cueva de Los Dibujos     | 2                 | 19                  | X                | -         | X                           | -        | -                   |
| 17             | Cueva Grande de Judas    | 3.5               | 18                  | -                | X         | 1                           | X        | X                   |
| 18             | Cueva Laberíntica        | 0.9               | 3                   |                  | X         | X                           | X        | X                   |
| <b>TOTALES</b> |                          |                   | <b>288</b>          | <b>10</b>        | <b>8</b>  | <b>18</b>                   | <b>6</b> | <b>8</b>            |

Tabla 1. Valores absolutos de las características fundamentales del arte rupestre en la región rupestrológica Llanura costera Judas - Aguada  
(Fuente: Elaboración propia)

Las riquezas naturales y culturales del área objeto de estudio la hicieron merecedora de formar parte del Parque Nacional Caguanes, uno de los 14 parques del Sistema Nacional de Áreas Protegidas cubano. Este territorio de la costa y cayería norte de la provincia de Sancti Spíritus, conocido como Bahía de Buena Vista, también ostenta las categorías de Reserva de la Biosfera, otorgada por la UNESCO, y Sitio RAMSAR, otorgada por la Comisión Internacional para la protección de los humedales, debido en gran parte a la riqueza de la biota del humedal que rodea toda el área. Ello implica que las 18 estaciones del arte rupestre de esta región están protegidas por varias categorías internacionales, a lo que hay que sumar el hecho de que el 78 % de las mismas, o sea, 14 estaciones, poseen la categoría de Monumento Local, la cual les fue otorgada por la Resolución No. 63 del presidente de la Comisión Nacional de Monumentos, el 28 de septiembre de 1989.

Las anteriores condiciones de protección son únicas para esta región; ningún otro agrupamiento regional en el arte rupestre cubano se encuentra ubicado en un área donde confluyan tantas variantes o categorías de protección. Esta singularidad impone características más que favorables para convertir a este territorio cubano en un importante polígono de estudio para la rupestrología nacional y sus relaciones con la conservación y protección de este recurso cultural y patrimonial.

## **El cambio climático y la elevación del nivel de mar en Cuba**

Cuba, como miembro del Panel Inter-Gubernamental Sobre el Cambio Climático (IPCC), ha estado monitoreando la presencia de rasgos detectables del cambio climático desde esa fecha hasta hoy, reportándose las primeras percepciones en 1991, cuando se realizó la Primera Evaluación Científica de los Impactos Potenciales del Cambio Climático en Cuba –Juicio de Expertos–, aunque las primeras señales se hicieron consistentes y más evidentes desde mediados de la década de los años 70 (Centella 2006) y definidos con más precisión en la Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático en Cuba, lográndose precisar algunas cambios del clima de Cuba durante la década de 1990 y principios de la del 2000 (Ortiz Bultó *et al.* 2008), las cuales se pueden resumir en el siguiente grupo de tendencias:

- . Incremento de la temperatura media del aire
- . Tasa del aumento del nivel medio del mar de 2.14 milímetros por año

- . Disminución de la oscilación térmica
- . Aumento de las precipitaciones en el periodo poco lluvioso y disminución en el lluvioso
- . Comienzo tardío de las estaciones lluviosas (verano) y poco lluviosa (invierno)
- . Aumento de los eventos extremos: sequías e inundaciones entre otros
- . Incremento en la frecuencia e intensidad de huracanes de gran intensidad en el área del Atlántico y Mar Caribe
- . Eventos cálidos (ENOS) 1991-1993, 1994-1995, 1997-1998, 2002-2003, 2004-2005
- . Eventos fríos (AENOS) 1994, 1996, 1998.1999, 1999-2000

Según el último diagnóstico climático elaborado por especialistas de Meteorología y del Instituto de Planificación Física, aproximadamente en el año 2050 se habrán materializado cambios notables en el clima de Cuba. Las transformaciones previstas incluirán incremento de la temperatura y prolongadas sequías en la región oriental de la isla, así como aumentos del nivel del mar (por el derretimiento de hielos polares) que tendrán una importante incidencia en la región suroccidental. El mayor peligro de inundaciones costeras está localizado en el sur de las provincias de Mayabeque, Artemisa y Pinar del Río, pero todas las costas bajas del país estarán fuertemente afectadas por estos eventos.

En este sentido, y a partir de la opinión de los más destacados investigadores, el aumento del nivel del mar está asociado a un factor determinante, nos referimos al derretimiento de los glaciares asociado a la elevación de la temperatura en el planeta, así como de los glaciares que coronan los sistemas montañosos tropicales. Entonces para obtener las proyecciones globales de incremento del nivel del mar (MG) para un escenario determinado, es necesario realizar una serie de cálculos, donde el parámetro más importante es la sensibilidad climática. Los primeros cálculos en este sentido, para Cuba, han considerado un incremento del nivel del mar estimado en aproximadamente 30 cm para el 2100 (Centella *et al.* 2001), estudio que además consideró, en términos generales, como impactos potenciales del ascenso del nivel del mar, las inundaciones costeras, el desplazamiento de costas bajas, así como la erosión y retroceso de la línea de costa.

En sentido general, según estos estudios, el incremento del nivel del mar podría producir una reducción considerable de la superficie de las cayerías interiores de los golfos de Batabanó, Ana María y Guacanayabo,

hacia el año 2050. Ya a finales del siglo XXI algunos grupos de cayos podrían desaparecer. Algo similar pudiera suceder con el 60-80% de la Ciénaga de Zapata y con muchos de los cayos que componen el archipiélago cubano, incluyendo la cayería norte de las provincias de Villa Clara hasta Camagüey (Centella *et al.* 2001). Un ejemplo de estas evaluaciones se representa en la Tabla 2, donde se muestra parte de los resultados obtenidos de la aplicación de la Regla de Brunn, para tres perfiles ubicados en la playa de Varadero, Matanzas, Cuba (Centella *et al.* 2001).

| Año  | Ascenso del nivel del mar (m) | Retroceso de la línea de costa (m) |       |             |
|------|-------------------------------|------------------------------------|-------|-------------|
|      |                               | Las Américas                       | Caney | Cosmonautas |
| 2010 | 0.0471                        | 1.81                               | 2.41  | 3.55        |
| 2030 | 0.1191                        | 4.59                               | 6.09  | 8.97        |
| 2050 | 0.2163                        | 8.33                               | 11.05 | 16.28       |
| 2100 | 0.5082                        | 19.57                              | 25.97 | 38.26       |

Tabla 2. Retroceso de la línea de costas y ascenso del nivel del mar en algunos perfiles de la playa de Varadero, considerando el escenario de emisiones KIOTO A1 (Fuente: Centella *et al.* 2001)

Los estimados en Cuba, establecidos por el Grupo Nacional de Cambio Climático, son consistentes con los propuestos por el IPCC, el cual estima que, dependiendo de los escenarios de emisiones, el nivel del mar podría alcanzar de 0,18-0,38 hasta 0,26-0,59 metros en promedio para 2090-2099, respecto de 1980-1999 (IPCC, 2007); más recientemente, estas proyecciones se han fijado en rangos que van desde los 0,09 m y 0,88 m entre los años 1990 y 2100. Los motivos de estos cambios han sido que en las proyecciones anteriores las incertidumbres no fueron tomadas en consideración de la misma manera (UNESCO, 2009). Aún así, como bien se ha señalado, para cada escenario el punto medio del intervalo actualizado sigue estando dentro del 10 % del promedio del valor modelado para 2090-2099, establecido desde el año 2001 (UNESCO, 2009).

Sin embargo, investigaciones más recientes presentan estimaciones del aumento del nivel del mar que discrepan algo de los escenarios propuestos por el informe de 2007 del IPCC (Bueno *et al.* 2008). En este sentido, un reciente estudio publicado en la mundialmente conocida revista científica *Science*, del prestigioso climatólogo y oceanógrafo del Instituto Potsdam, Stephan Rahmstorf, propone un nuevo procedimiento para calcular la contribución del derretimiento de los mantos de hielo al aumento del nivel del mar (Rahmstorf 2007). En esta propuesta, en el

escenario de emisiones A2, el cual es utilizado por numerosos investigadores como el escenario de alto impacto (Bueno *et al.* 2008), las estimaciones del nivel del mar en 2100 varían desde 0,89 metros (35 pulgadas) hasta 1,4 metros (55 pulgadas), y se incluye además un ajuste por la incertidumbre estadística.

Un análisis promedio de los datos y mediciones propuestos por Rahmstorf (2007) ha sido propuesto para todo el Caribe por Bueno, et. al. (2008), sobre la base de las más recientes medidas de las estaciones mareométricas de todo el mundo y de las mediciones de precisión realizadas desde satélites, que muestran que el nivel del mar global ha subido casi 20 cm desde 1880, con una tasa de crecimiento anual calculada desde 1993 de 3.2 cm. por década.

Finalmente, hay que decir que a partir de los datos estadísticos de Church y White (2006) y los elementos propuestos por Rahmstorf (2007), se han realizado varios pronósticos por diferentes grupos de análisis como el Delta Committee (comisión de 20 expertos internacionales reunidos por el gobierno holandés para ayudar a planear sus defensas costeras), y el German Advisory Council on Global Change, WBGU (consejo asesor sobre cambio climático del gobierno germano). Estos pronósticos no dejan de ser alarmantes y algunos de ellos, de cumplirse, representarían un impacto demoledor para naciones insulares como Cuba, pues se llegan a pronosticar niveles de ascenso para el mar de hasta 500 cm. o más, en los próximos 300 años (Figura 2).

Todos los datos antes comentados nos llevan a la elaboración de una comparación de cada una de las propuestas que, con sólidos argumentos, han sido planteadas para diferentes escenarios de emisiones en los próximos 300 años (Tabla 3). Esta comparación nos permite afirmar que, asumiendo como opción para nuestro análisis los valores más críticos, estos se pueden definir en un rango promedio que va desde 1.40 metros de elevación del nivel del mar para el año 2100, hasta unos 5.10 metros en el 2300.

Con estos elementos se pueden proponer tres niveles de costa, que representan los máximos promedio calculados a partir de la Tabla 3, donde en un primer escenario la elevación del nivel del mar puede llegar hasta 1.10 m. de altura, rango que podría ser alcanzado para el año 2100<sup>2</sup>, según la mayoría de las investigaciones (IPCC 2007; Rahmstorf 2007; Bueno *et al.* 2008 y Delta Committee, 2008). El segundo escenario de límite de costas alcanza una elevación probable del nivel del mar de 3.0 m, según la propuesta del Delta Committee (2008)<sup>3</sup>, cuyo grupo de expertos vaticina que tales valores estarían cumpliéndose para el año

2200 y, finalmente, un tercer escenario probable para el año 2300, donde la elevación de los niveles del mar podrían alcanzar los 5.0 m, según el promedio máximo de los valores propuestos por el German Advisory Council on Global Change (2006)<sup>4</sup>.

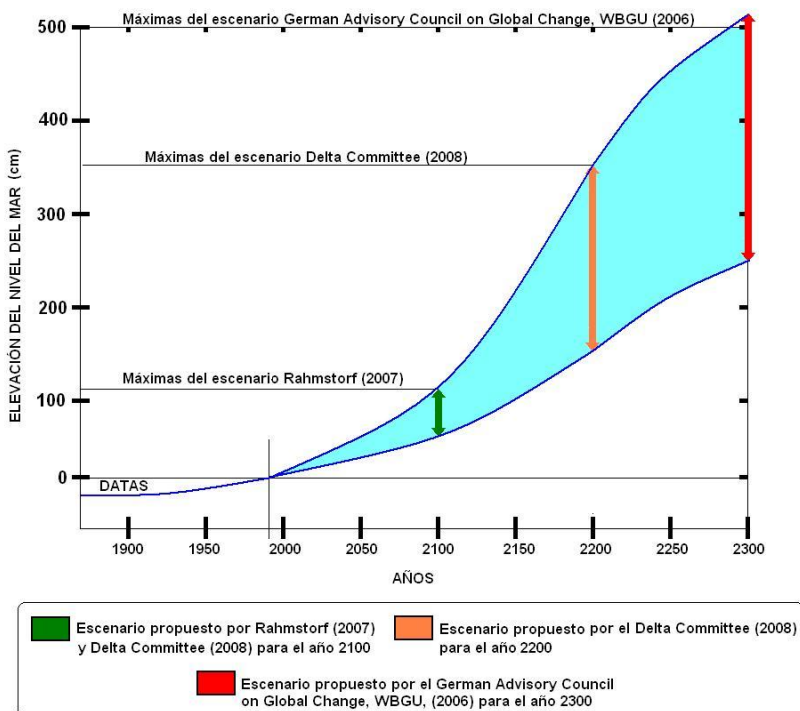


Figura 2. Gráfica comparativa de las propuestas de Rahmstorf (2007), Delta Committee (2008) y German Advisory Council on Global Change, WBGU (2006) (Fuente: original de autores, a partir de Rahmstorf 2009)

## Discusión

Partiendo de todos los elementos comentados con anterioridad, es posible discutir la organización de un modelo de pronóstico y evaluación del impacto potencial que podría tener la elevación del nivel del mar en los próximos 300 años en la Región Rupestrológica Llanura Costera Judas – Aguada, al centro norte de Cuba.

Comenzamos entonces por evaluar lo que hemos considerado como el primer escenario, el cual se puede definir en un ascenso paulatino del



nivel del mar actual hasta los + 0.53 m (data mínima propuesta para Cuba por Centella, et. al., 2001) y los + 1.15 m. (data máxima calculada para el Caribe por Bueno, et. al., 2008). Estos cálculos corresponderían a lo que se supone sucederá desde el presente hasta el año 2100, lo que nos permite afirmar que, de cumplirse este escenario en su expresión de menos impacto (+ 0.53 m., Centella, et. al., 2001), llegaríamos al comienzo del siglo XXII sin ningún impacto potencial en el arte rupestre de la región objeto de estudio, aunque estaríamos en el límite de este impacto, pues la estación de menos altitud de dicha región –la Cueva del Oeste de Cayo Salinas– se encuentra en la actualidad a solo 0.60 m sobre el nivel del mar (Figura 3A). Esta realidad se expresa considerando la elevación del nivel del mar como el evento de máximo impacto, situación que no es real, pues tanto en esta expresión, como en las siguientes, las estaciones al límite del impacto siempre estarán expuestas a eventos extremos, como las mareas de tormentas, los cuales al desarrollarse con niveles más altos del mar impactarán zonas y áreas que hoy no reciben afectación y que aún en los modelos de pronóstico quedan bajo el impacto permanente.

| Alcance del pronóstico | Autor   | Elevación del nivel del mar (m) |             |             |
|------------------------|---|---------------------------------|-------------|-------------|
|                        |   | Año 2100                        | Año 2200    | Año 2300    |
| Cuba                   | Centella, et. al. (2001)                        | » 0.53                          | -           | -           |
| Global                 | German Advisory Council on Global Change (2006) | -                               | -           | 2.50 - 5.00 |
| Global                 | IPCC (2007)                                     | 0.09 - 0.88                     | -           | -           |
| Global                 | Rahmstorf (2007)                                | 0.89 - 1.40                     | -           | -           |
| Caribe                 | Bueno, et. al. (2008)                           | 0.18 - 1.15                     | -           | -           |
| Global                 | Delta Committee (2008)                          | 0.55 - 1.0                      | 1.50 - 3.00 | -           |

Tabla 3. Comparación de los diferentes rangos de elevación del nivel del mar en los próximos 300 años, según las propuestas analizadas en este trabajo (Fuente: original de autores)

Sin embargo, si el pronóstico para este escenario se cumpliera por encima de la cota mínima propuesta, y la elevación del mar superara los + 0.53 m, entonces tendríamos un impacto directo y progresivo en las estaciones Cueva del Oeste, Cueva de las Pinturas y Cueva de los Cu-chillos, todas en Cayo Salinas, y la Cueva Laberíntica, en Cayo Fábrica, estaciones que, de cumplirse los pronósticos máximos (+ 1.15 m.), serían

impactadas directamente por el mar, quedando tres de ellas bajo el nivel de las aguas y una con parte de sus galerías inundadas (Figura 3A), lo que traería con seguridad la pérdida definitiva de su arte rupestre.

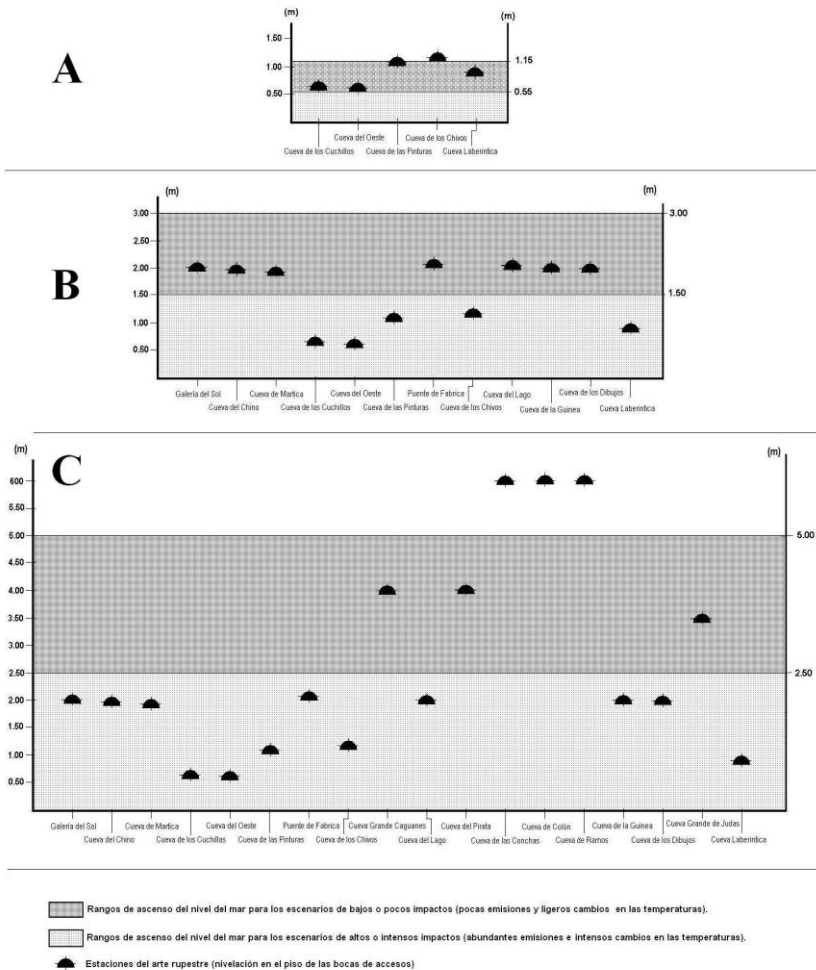


Figura 3. Reconstrucción vertical del impacto del ascenso del nivel del mar por el cambio climático en el arte rupestre de la región rupestrológica Llanura Costera Judas - Aguada. (A) Escenario 1, pronósticos para el año 2100, (B) Escenario 2, pronósticos para el año 2200 y (C) Escenario 3, pronósticos para el año 3300 (Fuente: original de autores)

Este panorama se intensificaría considerablemente en el segundo escenario, en el que se sostiene que para el año 2200 el ascenso del nivel del mar con respecto a su posición actual sería de + 1.50 m como mínimo y de un máximo de + 3.0 m. (Delta Committee 2008), pronóstico que, de cumplirse, dejaría totalmente bajo las aguas a las estaciones rupestres ya afectadas en el primer escenario y cubiertas por el mar para el 2100 (cuevas de los Cuchillos y del Oeste, en Cayo Salinas; Cueva Laberíntica en Cayo Fábrica), a las que se sumarían, en el pronóstico de mínimo ascenso (+ 1.50 m.), las estaciones Cueva de la Pintura en Cayo Salinas y Cueva de los Chivos en Cayo Caguanes (Figura 3B); y en el pronóstico de máximo ascenso, las cuevas Galería del Sol de Cayo El aguada; del Chino y de Martica, ambas en Cayo Lucas; Puente de Fábrica en Cayo Fábrica; Cueva del Lago en Cayo Caguanes; de Güinea, en la Loma Guayarús y de los Dibujos, en la Loma de los Jejenes, Punta Judas.

Finalmente, estaría un tercer escenario probable para el año 2300, donde la elevación de los niveles del mar podría alcanzar desde los + 2.50 m., en sus valores de mínima ascensión, hasta los + 5.0 m., según el promedio máximo de los valores propuestos para el final del siglo XXIV por el German Advisory Council on Global Change (2006).

En este caso, todas las estaciones rupestres consideradas como perdidas bajo el nivel del mar, durante la máxima expresión del segundo escenario; quedarían bajo las aguas en el modelo de valores mínimos (+ 2.50 m.) del tercer escenario, situación que, de comportarse según los valores máximos (+ 5.0 m.), dejaría también bajo el nivel del mar a las estaciones Cueva Grande de Caguanes y Cueva del Pirata, ambas de Cayo Caguanes, y la Cueva Grande de Judas, abierta en la Loma de los Jejenes, Punta Judas (Figura 3C).

En definitivas, los cálculos realizados según la distribución altimétrica de las estaciones ubicadas en las cayería de Judas - Aguada y sus diseños rupestres, nos permiten establecer que en el primer escenario previsto para el año 2100, se podrían ver seriamente afectadas algo más del 16,6 % del total de estaciones de la región, lo que representa el 1,2 % del total de estaciones documentadas en Cuba hasta diciembre de 2009. Por su parte, las afectaciones calculadas para los escenarios 2 y 3 (+ 3.0 msnmm y + 5.0 msnmm) previstos para los años 2200 y 2300, alcanzarían valores de pérdidas superiores al 66 % y el 83 %, respectivamente, del total de estaciones de la región rupestrológica Llanura Costera Judas - Aguada, pues de cumplirse el pronóstico de máxima elevación del nivel del mar,

para los años posteriores al 2300, esta región sólo contaría con tres estaciones a las cuales los niveles de ascenso del nivel del mar no lograrían alcanzar: nos referimos a las cuevas de las Conchas, de Colón y de Ramos, todas en Cayo Caguanes.

En cuanto a los diseños como tal, se puede establecer que, de los 288 diseños rupestres presentes en el área que estamos estudiando, y según los pronósticos de elevación del nivel del mar por el cambio climático, para el año 2100 se habrán perdido como mínimo 13 diseños; para el 2200, habrán quedado bajo el agua entre 27 y 135 diseños, y para el año 2300 se habrán perdido entre 135 y 168 diseños, lo que representa un máximo probable de pérdida superior al 60 % del patrimonio rupestre de esta región. Desde el punto de vista de la distribución espacial de las estaciones y los valores patrimoniales de los cayos que conforman esta región, queda establecido que es Cayo Salinas el más prontamente afectado, pues en el primer escenario perdería casi el 100 % de las estaciones rupestres que posee, mientras Cayo Caguanes es el único que conservaría parte de este patrimonio, aún cumpliéndose con los pronósticos de máxima elevación del nivel del mar para el año 2300.

Todos los elementos y datos comentados o calculados hasta aquí, aunque alarmantes, no dejan de ser un acercamiento teórico a la realidad que puede presentar el efecto de los cambios climáticos, especialmente el ascenso del nivel del mar, en el arte rupestre de nuestro país; sin embargo, las posibilidades de que estos pronósticos se conviertan en realidad dependerán de la exactitud de los cálculos y propuestas realizadas por los grupos de expertos que intentan lograr interpretar los efectos y manifestaciones de numerosas variables climáticas y su comportamiento futuro. También, como es de esperar y desear, dichos pronósticos y su efectividad dependerán de nuestra actitud hacia las causas que generan esta problemática y de nuestra capacidad de respuesta y adaptación a estos cambios.

En este sentido, los especialistas aseguran que, de mantenerse las tendencias actuales, el rango del incremento de la temperatura global para la última década del siglo XXI, en los escenarios analizados, oscilaría entre 1.1° C y 6.4° C —con un rango de mejores estimados entre 1.8° C y 4.0° C—, tomando como referencia el promedio de las últimas dos décadas del siglo XX, cuando la temperatura media anual exhibió un incremento de 0.6 °C, mientras que el nivel medio del mar presentaría una tasa media de elevación de 2.14 mm/año.

De lo anterior, y según los resultados plasmados en el mapa de alerta para 2100, en Cuba, donde 291 playas serían afectadas, es decir el 84 %

del total nacional, se hace palpable que, aún con la minimización de algunos de los pronósticos para estos escenarios, las alteraciones que cualquier elevación del nivel del mar traería por resultado al clima y al ambiente subterráneo donde se esconde el patrimonio rupestrológico de esta región —entiéndase aumento o disminución significativa de los valores medios de la temperatura, la humedad absoluta y relativa, la evaporación, la salinidad, el ph de las aguas, la erosión marina, etc.—; serían devastadoras para la protección del arte rupestre, pues muchas de estas variables son sumamente importantes en el propósito de conservar este patrimonio cultural.

## **Conclusiones**

Los elementos evaluados hasta aquí permiten afirmar que el arte rupestre de la Llanura Costera Judas - Aguada presenta un alto grado de vulnerabilidad ante el impacto del ascenso del nivel del mar pronosticado para los próximos 300 años, según los estudios más recientes sobre el cambio climático para Cuba, El Caribe y el planeta en general.

Estos resultados y el manejo de la región objeto de estudio como caso de ejemplo, demuestran la necesidad de acometer estudios más precisos y detallados para esta y todas las regiones rupestrológicas del país, a fin de lograr obtener una visión integral y confiable de los grados de vulnerabilidad y, a partir de esto, diseñar un programa de acciones para la adaptación a esta realidad, para lo cual se hace imprescindible una integración aún mayor del potencial científico que poseemos, para los estudios sobre los posibles impactos del cambio climático en el patrimonio cultural cubano.

Los resultados aquí obtenidos reafirman el criterio de que, aún bajo los más conservadores pronósticos para Cuba, donde se proponen valores máximos de ascenso de solo 0.59 m., el arte rupestre de algunas estaciones pictográficas, como son los casos de la Cueva de los Alemanes y la Solapa no. 1, ambas en Puerto Francés, en la costa suroeste de la Isla de la Juventud, recibirían un importante grado de afectación, pues en la actualidad algunos diseños de estas estaciones están a menos de 0.30 m. sobre el nivel del mar.

Por otra parte, es palpable el hecho de que entre las herramientas más comunes, tanto en Cuba como en numerosas regiones del planeta, para la lucha contra el ascenso del nivel del mar están el monitoreo sistemático sobre la calidad de la franja costera, el desarrollo de programas, planes y proyectos sectoriales, el ordenamiento territorial y la educación

sobre cultura ambiental a las poblaciones de las zonas costeras. Sin embargo, en el caso que nos ocupa —el arte rupestre— muchos de estos modelos son incapaces por sí solos de ofrecer una solución real, objetiva y tangible; de ahí que los estudios realizados hasta hoy, y sobre todo este propio trabajo, dejen claramente establecido que, ante el peligro y vulnerabilidad de este patrimonio, cualquier gestión debe comenzar por la elaboración y puesta en marcha a mediano o corto plazo de un proyecto de documentación gráfica, que asegure la formación de un archivo de la imagen de este importante recurso arqueológico, documentación que debe pasar a formar parte inmediata de los fondos documentales del patrimonio cultural de la nación.

Finalmente, y ante la espera de un programa de investigaciones y lucha contra los efectos de estos cambios, es imprescindible la realización del monitoreo sistemático de las variables asociadas a la vulnerabilidad del arte rupestre ante el ascenso del nivel del mar, pues, aunque los cambios y amenazas que se observan actualmente en el arte rupestre cubano, en general, están más relacionados con la intervención humana que con el cambio climático, ya existen elementos de que están ocurriendo cambios importantes en nuestro clima (aumento de las temperaturas, aumento en el impacto de huracanes, tormentas tropicales, etc.) que de hecho amenazan la conservación de este patrimonio histórico - cultural de la nación.

## **Recomendaciones**

Es nuestro entender que ante lo aquí expresado se pueden ofrecer algunas recomendaciones que estimulen el desarrollo -en un breve plazo- de acciones y modelos de adaptación ante el cambio climático y sus eventos meteorológicos de extremo, para nuestro patrimonio rupestro-lógico. Entre estas recomendaciones se proponen las siguientes:

1. Impulsar el desarrollo de un programa nacional de investigación para la evaluación de los impactos potenciales del cambio climático en el patrimonio cultural cubano en general y en el arqueológico en particular, fomentando investigaciones dirigidas a la elaboración de un mapa de vulnerabilidad del patrimonio arqueológico cubano ante el cambio climático, considerando como herramienta imprescindible la investigación interdisciplinaria.
2. Construir bases de datos y sistemas de información sobre el ascenso real del nivel del mar en áreas de importancia arqueológica, de fácil

- acceso a los especialistas vinculados a la protección y conservación del patrimonio arqueológico.
3. Actualizar los escenarios regionales según los mapas de distribución del arte rupestre y las consecuencias del ascenso del nivel del mar, con el objetivo de formular medidas de enfrentamiento y mitigación, asegurando órdenes de prioridad coherentes con los riesgos pronosticados a escalas nacional, regional y local.
  4. Difundir la información sobre los riesgos presentes y previsibles, en el ámbito académico, para mejorar la percepción y comprensión que del fenómeno tienen los investigadores, de forma que puedan evaluar su papel y el de sus proyectos de investigación en las acciones de respuesta y adaptación al cambio climático.
  5. Sensibilizar a las administraciones y mandos superiores de áreas con alto grado de vulnerabilidad, para que incorporen la protección y conservación del arte rupestre en sus planes de desarrollo territorial, dándole un carácter significativo a la inclusión de estos temas en los planes de manejo de áreas protegidas, en aquellos lugares donde confluyen este tipo de categoría y el arte rupestre.
  6. Identificar oportunidades para la convergencia de esfuerzos intersectoriales (sinergias y transversalidad), especialmente en relación con temas de protección a la integridad de los recursos arqueológicos y culturales.
  7. Involucrar a todos los actores sociales, para que las comunidades tomen el problema en sus manos y participen en el aseguramiento de la conservación actual del patrimonio rupestrológico, como parte de su identidad regional.
  8. Potenciar la obtención de recursos financieros nacionales e internacionales, para el estudio de impactos potenciales del cambio climático en el arte rupestre.

## **Agradecimientos**

Al MSc. Daniel Torres Etayo, del Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología, por su colaboración siempre oportuna, al Dr. Pedro Pablo Godo, MSc. Ulises González, Ing. Jesús Pajón y Lic. Gerardo Izquierdo del Instituto Cubano de Antropología; por su apoyo, estímulo y colaboración para el feliz término de esta investigación. Al colega Thomas Heyd, Ph. D. Presidente del Simposio exploratorio sobre arte rupestre y cambio climático del próximo Congreso de la Unión

Internacional de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas; por la acogida a nuestro trabajo.

## Notas

<sup>1</sup> Los pasos relativos a esta problemática, tanto en investigación como en gestión, solo han sido abarcadores e intensivos para el patrimonio natural.

<sup>2, 3, y 4.</sup> En todos los casos, los pronósticos de elevación del mar están referidos a los diferentes escenarios evaluados por el IPCC para la emisión de gases de efecto invernadero.

## Bibliografía

- Bueno, R.; C. Herzfeld; E. A. Stanton y F. Ackerman. 2008. *El Caribe y el cambio climático. Los costos de la inacción*. Stockholm Environment Institute - US Center Global Development and Environment Institute, Tufts University, Stockholm.
- Centella, A. 2006. *Cuba ante el Cambio Climático: Estudios de Vulnerabilidad y Adaptación. Proceso de la Segunda Comunicación Nacional*. Informe al Taller de Diálogo Nacional-GEF. Ciudad Habana, MS.
- Centella, A. y J. Llanes, L. Paz. 2001. *República de Cuba. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medioambiente, La Habana.
- Chirino, J. E. y A. Falcón. 2008. *Catálogo de arte rupestre del norte de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba*. CD Multimedia, Parque Nacional Caguanes. Sancti Spíritus.
- Church, J. A. y N. J. White. 2006. A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, L01602, doi: 10.1029/2005GL024826.
- Delta Committee. 2008. *Working together with water. A living land builds for its future*. Findings of the Deltacommissie. Editing for Secretariat Delta Committee, Amsterdam.
- German Advisory Council on Global Change. 2006. *The Future Oceans – Warming Up, Rising High, Turning Sour*. WBGU, Berlin.
- Gutiérrez, D. 1991. Petro-Pictografías vs. Picto-Petroglifos. Algunas consideraciones terminológicas en el arte rupestre. Bol. *Casimba*, 3, II (3): 56 - 57.



- Gutiérrez, D.; E. Jaimez y J. B. González. 2011. *Impactos potenciales del cambio climático en el arte rupestre cubano. Teoría o realidad*. MS
- Gutiérrez, D.; R. Fernández y J. B. González. 2009. *Arte Rupestre Cubano*. Serie Mapas plegables etnológicos de Cuba, Ed. GEO, La Habana.
- Gutiérrez, T.; A. Centella, M. Limia y M. López. 2000. *Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Informe Técnico, La Habana.
- Hernández, Y. y A. E. del Valle. 2007. Ecología: Cuba en el vórtice del cambio climático. Diario *Juventud Rebelde*, 1era Edición, 12 de marzo de 2007, La Habana.
- Instituto de Suelos. 1990. *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Edit. AGRINFOR – MINAG, La Habana.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press Cambridge, U.K..
- IPCC. 2007. *4º Informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático*. Presentado ante la ONU el 2 de febrero del 2007 en París, Francia.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Jaimez, E.; F. Fernández y J. Álvarez. 1990. *Validez del tipo genético y espeleológico Caguanes. Efecto de vecindad en el control de la carsificación*. Informe presentado al Congreso 50 Aniversario SEC. Programa y Resúmenes, La Habana, MS.
- Jaimez, E. y D. Gutiérrez. 1993. Nueva Clasificación Genética de las Cuevas de Cuba (Tipología Geólogo-Geomorfológica con elementos de Regionalización). *Boletín Casimba*. La Habana, Año 4, Ser.1, No. 5: 13-30.
- Jaimez, E. y D. Gutiérrez. 2000. Nueva Clasificación Genética de las Cuevas de Cuba (Tipología Geólogo-Geomorfológica con elementos de Regionalización: Versión 2.2). *IV Congreso de Geología y Minería* (En CD-Room/Textos/Geología del Cuaternario/210 html). La Habana.
- Jaimez, E. y D. Gutiérrez. 2010. La nueva clasificación genética de las cuevas en el contexto evolutivo del conocimiento espeleogenético en Cuba. *El Explorador* (71): <http://www.eexplorador.org>.
- Mateo, J. y M. Acevedo. 1989. Regionalización físico geográfica de Cuba, a escala 1: 3000 000. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. La Habana. Pp. XII.2.1.

- Nieves-Mejías, M. I. 2009. *Los grabados rupestres y el calentamiento global*. Archivos del Departamento de Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras. MS.
- Núñez, A. 1967. *Clasificación Genética de las Cuevas de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Núñez, A., D. Gutiérrez, E. Jaimez y R. Delgado. 1990. *El arte rupestre de la Cueva de los Petroglifos del Sistema Cavernario de Constantino, Viñales, Pinar del Río. Consideraciones preliminares*. Informe presentado al Congreso 50 Aniversario de la SEC, Programa y Resúmenes, La Habana, MS.
- Núñez, A., N. Viña, A. Acevedo, J. Mateo, M. Iturralde y A. Graña. 1984. *Cuevas y Carsos*. Editora Militar, La Habana.
- Ortiz Bultó, P. L., A. E. Pérez, A. Rivero, A. Pérez, J. R. Cangas y L. B. Lecha. 2008. La variabilidad y el cambio climático en Cuba: potenciales impactos en la salud humana. *Rev. Cub. Salud Pública*, vol. 34, no.1, doi: 10.1590/S0864-34662008000100008. La Habana.
- Pina, J. A. 2010. ¿Hasta dónde subirá el nivel del mar? *Le Humanite*, Francia, edición del 15 de Julio de 2010, Paris.
- Rahmstorf, S. 2007. A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise. *Science*, 315: 368-370.
- Rahmstorf, S. 2009. Tenemos que deshacernos de esta inercia y mantener el aumento del nivel del mar bajo mínimos. En *Globalízate*, [www.kaosenlared.net/noticia/tenemos-deshacernos-esta-inercia-mantener-aumento-nivel-mar-bajo-minim](http://www.kaosenlared.net/noticia/tenemos-deshacernos-esta-inercia-mantener-aumento-nivel-mar-bajo-minim)(Acceso 24/09/2010).
- Romero, A. 2006. Estudio preliminar del arte parietal de la región central de Cuba. *Cavernes*, 4 (33):1 30.
- UNEP. 1996. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*. Draft Version 1.3. New York.
- UNESCO. 2009. *Cambio Climático y Patrimonio Mundial. Estudio de caso*. Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO.
- WHO. 2003. *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*. In: McMichel, A.J., Cambpbell-Lendrum, D.H., Corvalán, C., Ebi, K. L., Githeko, A., Scheraga, J.D., editors. Geneva: WHO/WMO/ UNEP.