

# Utilización de imágenes de satélite para el estudio de cambios del litoral en espacios naturales. El tramo Londji-Grand Batanga, en Camerún.

Ormeño Villajos, S.\*

Palomo Arroyo, M.\*\*; Ormeño García, S.\*\*\*; Rincón-Ramírez, J. A.\*\*\*\*; Fabisin Mainimo, G.\*\*\*\*\*

email: santiago.ormeno@upm.es

\* Universidad Politécnica de Madrid; \*\* CCHS-CSIC; \*\*\* Proyecto COAST; \*\*\*\* CONACYT, Colegio de Postgraduados, México; \*\*\*\*\* MINEP, Camerún

## 1. Introducción:

Se estima que 48.000 km de costa en el África Sub Sahariana están amenazados por el impacto de actividades ligadas al desarrollo. En la zona de estudio, correspondiente al área costera de Kribi, el turismo, la pesca y las actividades agro industriales compiten por la hegemonía en un contexto de rápida urbanización. La zona cuenta con hábitats sensibles y zonas de elevada biodiversidad.

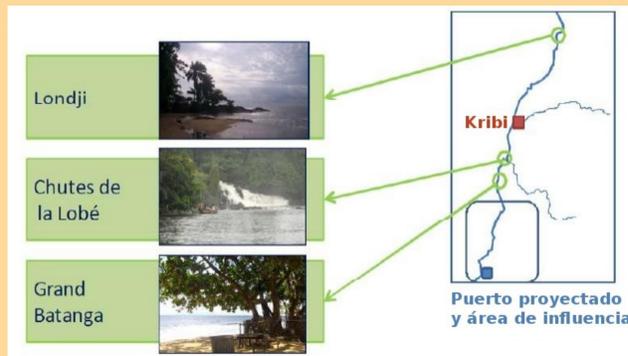
Se han utilizado imágenes de los satélites Landsat 5 y 7 en el intervalo óptico. Tal circunstancia ha dificultado el análisis y la selección de imágenes dada la frecuente cobertura nubosa de la zona. No obstante, se ha considerado conveniente el uso de dicho intervalo espectral, por las posibilidades que ofrece en la obtención de indicadores ambientales y parámetros biofísicos. Por otra parte, el referido programa espacial, permite un rango temporal significativo, dado su largo periodo de actividad.

Se propone que, en casos como el que nos ocupa, para el estudio de cambios se utilicen metodologías como la que se presenta. Asimismo, deben de realizarse los correspondientes estudios de situación, de los que se deriven los necesarios parámetros ambientales. A estos efectos, los satélites de observación de La Tierra, actuales y futuros, ofrecen grandes posibilidades. Se presentan modelos que pueden ser utilizados en los mencionados estudios y que ya han sido usados por los autores en otras zonas.

## 2. Situación geográfica:

La República de Camerún se sitúa en el África Central, con una gran riqueza y diversidad ambiental. Entre sus medios naturales más característicos se encuentran playas, desiertos, montañas, selva tropical y sabanas. Su capital es Yaundé, tiene una superficie total próxima a la de España y una población de unos 17 millones de habitantes.

Camerún participa en el proyecto COAST ("Acciones colaborativas para un turismo sostenible", según sus iniciales en inglés), orientado a la conservación de ecosistemas en áreas costeras, minimizando impactos derivados de las acciones turísticas. El referido proyecto tiene su zona de demostración en Kribi.



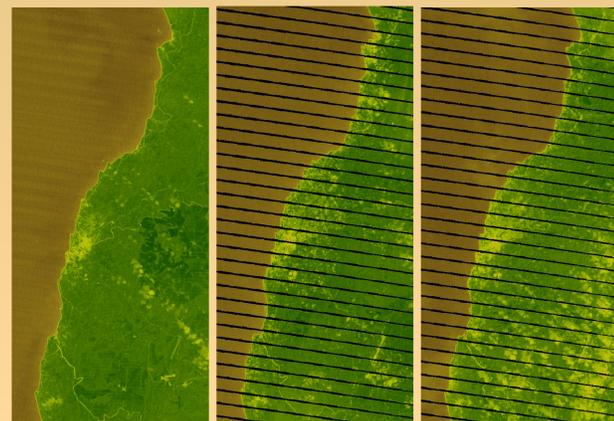
Situación de las zonas consideradas en el estudio.



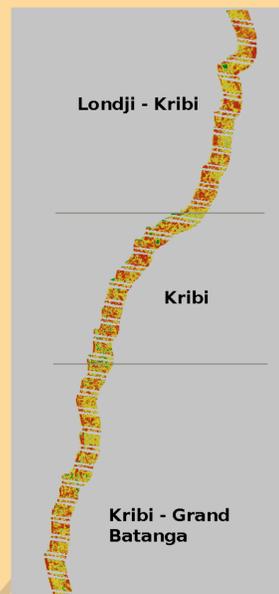
Problemática de salubridad ambiental en la costa de Londji



Combinación color 5-4-3 (R-G-B) de fechas 31-12-1984, 27-02-2009 y 13-01-2010.



Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de fechas 31-12-1984, 27-02-2009 y 13-01-2010.



Valores medios del NDVI en cada región y fecha. Se señalan en negrita los valores considerados en la estimación cuantitativa del cambio.

Zona \ Año	1984	2009	2010	% Disminución
Londji-Kribi	<b>0.332</b>	0.175	<b>0.173</b>	47.9
Kribi	<b>0.294</b>	<b>0.151</b>	0.119	48.6
Kribi-Grand Batanga	<b>0.323</b>	<b>0.175</b>	0.131	45.8

■ Máximo aumento de NDVI  
■ Sin cambio en el NDVI  
■ Máxima disminución de NDVI

## 3. Materiales y métodos:

Se han utilizado imágenes de los sensores Thematic Mapper (TM) y Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) de los satélites Landsat 5 y 7 de tres fechas distintas.

Se hace necesaria la corrección geométrica para conseguir la superposición entre ellas.

Se ha considerado una anchura, a partir de la línea de costa, de 1 km con tres franjas costeras sucesivas.

Se ha obtenido el valor del NDVI en las fechas inicial, así como la consideración de las dos finales en un único documento. Se ha obtenido la diferencia entre fechas inicial y final, reclasificándose en cinco clases, en función de la mayor o menos variación de dicho índice en el intervalo temporal.

Para la obtención del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, NDVI, se ha utilizado la expresión (Rouse, 1974), en la que intervienen las bandas Roja (R) e Infrarroja próxima (IRp):

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

## 4. Conclusiones:

Se aprecia el gran aumento de la red urbana, particularmente la correspondiente a la ciudad de Kribi, al igual que una disminución considerable de dicho índice en toda la zona costera.

En los tres tramos considerados se produce una disminución similar de la cobertura vegetal, con valores expresados en disminución del índice de vegetación, cercanos al 50 %, si bien en el tramo Londji - Kribi es algo mayor que el producido en la zona sur, entre Kribi y Grand Batanga.

Se aprecia una mayor intensidad de cambio en primera línea de costa, particularmente en el tramo Kribi-Grand Batanga y al norte de la ciudad de Kribi. Así mismo, es claramente manifiesto el referido cambio, debido al crecimiento de la citada ciudad.

En la zona más al norte (Londji), se aprecia también una gran tasa de cambio, no necesariamente próxima a la primera línea costera.

Se hacen notar, claramente, cambios con implantación más o menos puntual, de los cuáles no será difícil encontrar justificación sobre el terreno y que, probablemente, se deban a nuevos asentamientos humanos.

### Agradecimientos:

El proyecto COAST se ejecuta con fondos procedentes de GEF (Global Environment Facility) y desea hacer explícito el reconocimiento de la importancia de este apoyo en el éxito de su trabajo.

### Referencias bibliográficas:

Angwe, CA and Gabche, CE, (1997), Quantitative estimation of land-based sources of pollution to the coastal and marine environment of the republic of Cameroon, Research Centre for Fisheries and Oceanography, Limbe, Cameroon Vol. 33.

DeFries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M. and Hansen M. (2010) Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience* 3: 178-181.

Essama-Nsah, B. and Gockowski, J. (2000). Cameroon. Forest Sector Development in a Difficult Political Economy. Washington D. C.

Waller-Hunter, Joke, ed. (1996) Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies. Division of Sustainable Development, United Nations, New York. (free on the United Nations WEB site)

Ormeño Villajos, S. Teledetección Fundamental - 3ª edición (2006). Servicio de publicaciones de la U.P.M. Madrid.

Ormeño Villajos, S., Arozarena Villar, A., Martínez Peña, M., Palomo Arroyo, M., Villa Alcázar, G., Peces Morera, J. J., Pérez García, L. (2008) Los satélites de media y baja resolución espacial como fuente de datos para la obtención de indicadores ambientales. IX Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid.

Palomo Arroyo, M. (2012) Modelización del cálculo de indicadores ambientales, a partir de sensores ópticos de alta resolución temporal a bordo de satélite. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Qi, J., Kerr, Y. H., Moran, M. S., Weltz, M., Huete, A. R., Sorooshian, S., Bryant, R. (2000). Leaf area index estimates using remotely sensed data and BRDF models in a semiarid region. *Remote Sens. Environ.*, 73, 18-30.

Rouse, J. W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. & Harlan, J.C. (1974). Monitoring the vernal advancements and retrogradation (greenwave effect) of nature vegetation (371 pp). NASA/GSFC Final Report: Greenbelt, MD: NASA.

Sayer, J.A., C.S. Harcourt, and N.M. Collins. (1992). The Conservation Atlas of Tropical Forests: Africa. IUCN and Simon & Schuster, Cambridge.