



## **Cambio en la temperatura superficial del océano Atlántico con el paso de los huracanes.**

Mónica Y. Ayala

*Departamento de Geología, Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez  
P.O. Box 9017 Mayagüez, PR 00681; monica.ayala@upr.edu*

Iván L. Fontáñez

*Departamento de Física, Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez  
Call Box 9000 Mayagüez, PR 00681-9000; ivan.fontanez@upr.edu*

### **ABSTRACT**

Uno de los factores que afectan la intensidad de los huracanes son las temperaturas del océano. En cambio, con el paso de los huracanes estas también se afectan y cambian en cierta medida. Joaquín fue nuestro principal objetivo en investigar, pero seleccionamos a los huracanes Sandy e Irene los cuales fueron sistemas históricos. Joaquín fue un poderoso huracán el cual no se desarrolló por medios tropicales, Sandy fue la tormenta perfecta; ya que afectó la costa este de EE.UU. y provocó desde inundaciones hasta nevadas históricas en los estados afectados. Irene fue un huracán fuerte y afectó la zona del noreste de los EE.UU. Las imágenes obtenidas del sensor AVHRR fueron procesadas en el programa ENVI y utilizamos varias herramientas como: “Data-Specific Utilities” y “Sea Surface Temperature – SST” que se destaca para el sensor AVHRR. Luego de todo el proceso logramos determinar los parámetros de las imágenes y poder llegar a resultados más específicos. Las imágenes muestran un cambio notable en el SST. Debido a la dificultad en aplicar máscaras a las imágenes se muestran valores negativos y estos corresponden específicamente a los toques de las nubes muy altas en donde no hay agua líquida sino sólida (hielo). Al tener los datos de las boyas pudimos compararlos con las imágenes y llegar a la conclusión de que el SST cambia con el paso de los huracanes por las zonas. Recomendamos que se busquen alternativas para poder aplicar las máscaras correctamente y que este tema puede ser investigado más en detalle.

### **I. Introducción**

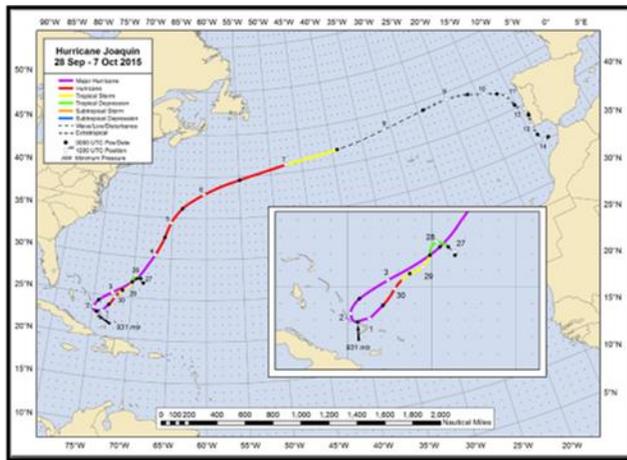
La investigación se enfoca en los cambios de temperatura superficial del océano, también conocidos como “sea surface temperature” con

las siglas SST, en donde se busca datos de antes, durante y después de un sistema ciclónico en la zona de las Bahamas. El efecto que el océano causa a los sistemas ciclónicos ha sido conocido

durante décadas, ya que el océano le provee la energía suficiente para que el sistema ciclónico se mantenga estable, se fortalezca o se debilite (Cione y Uhlhorn, 2003). De acuerdo a estudios realizados durante el año 2000, se ha encontrado instancias donde las condiciones cálidas de la parte superior de océano impactan significativamente la intensidad del sistema ciclónico (Cione y Uhlhorn, 2003). Para observar cambios en la temperatura superficial del océano se toman datos antes y después de que el sistema ciclónico pase por la zona deseada, estos datos todavía pueden ser válidos, varios días después de que el sistema ciclónico haya pasado por la zona (Cione y Uhlhorn, 2003). Aunque estos cambios en la temperatura superficial del océano en donde el SST disminuye son más notables cuando hay vientos huracanados de alta intensidad en la zona (Cione y Uhlhorn, 2003).

El tópico principal de investigación es el sistema ciclónico Joaquín, el cual fue categoría 4 en la escala de Saffir-Simpson y duró desde 28 de septiembre hasta el 7 de octubre de 2015 (Berg,

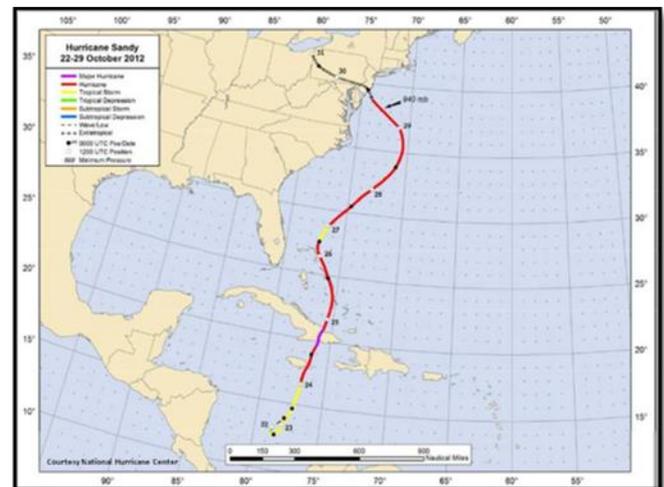
2016). Joaquín no tuvo un origen tropical en su formación y a esto se le considera una rareza en huracanes intensos como lo fue Joaquín, además de que el sistema pasaba por la zona seleccionada de las Bahamas, ya que ese era el lugar en donde se quería centralizar la investigación (Berg, 2016). Joaquín ha sido el huracán más fuerte en pasar por la zona de las Bahamas desde 1866 en el mes de octubre y también es considerado el huracán más fuerte del Atlántico con un origen no tropical en la era satelital (Berg, 2016). Tras el paso del huracán Joaquín hubo un total de 34 muertes, en donde todas fueron en el mar y 33 de estas muertes fueron miembros de la tripulación de un barco carguero llamado “El Faro” el cual se hundió durante el huracán Joaquín (Berg, 2016).



**Figura 1:** Trayectoria de Joaquín, 28 de septiembre- 7 de octubre de 2015, basado en análisis conducidos por la NOAA (de: Berg, 2016).

Luego, se seleccionaron a Sandy e Irene, ya que se utilizó la zona de las Bahamas como punto focal para seleccionar otros huracanes con una trayectoria similar a la de Joaquín. El sistema ciclónico Sandy duró desde 22 al 29 de octubre de 2012 (Sullivan y Uccellini, 2013). Este sistema se movió desde el Caribe hasta la parte este de los EE.UU. y tras el paso de Sandy hubo un total de 147 muertes directas tras el paso de este sistema (Sullivan y Uccellini, 2013). Sandy se formó a finales de la temporada de huracanes y llegó a producir condiciones invernales como las tormentas de nieves en el oeste de Carolina del Norte y el oeste de Virginia, causando la

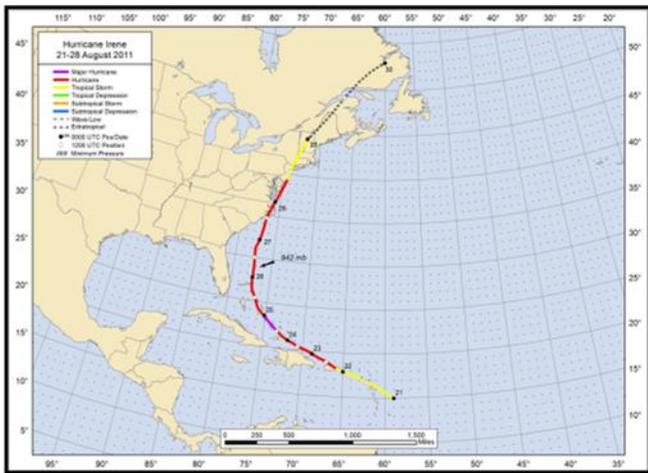
acumulación de nieve de hasta 3 pies de altura (Sullivan y Uccellini, 2013). Sandy causó unos de los peores impactos incluyendo inundaciones en New York y daños al sistema de transito de New Jersey (Sullivan y Uccellini, 2013).



**Figura 2:** Trayectoria de Sandy, 22-29 de octubre de 2012, basado en análisis conducidos por la NOAA (de: Sullivan y Uccellini, 2013).

Finalmente, el sistema ciclónico Irene duró desde 21 al 28 de agosto de 2011 y pasó por Crooked, Acklins y Long Island en las Bahamas como categoría 3 según la escala de Saffir-Simpson (Avila y Cangialosi, 2012). Tras pasar por las Bahamas el sistema se fue debilitándose gradualmente hasta llegar a Carolina del Norte como huracán categoría 1 según la escala de Saffir-Simpson lo cual causó daños a una gran

porción de la parte este de los Estados Unidos (Avila y Cangialosi, 2012). Irene se formó a partir de una onda tropical acompañada de tormentas eléctricas y una gran área de nubosidad que salió de la costa de oeste de África el 15 de agosto de 2012 (Avila y Cangialosi, 2012). Este sistema fue el causante de 49 muertes directas, las cuales 5 fueron en Republica Dominicana, 3 en Haití y 41 en los Estados Unidos (Avila y Cangialosi, 2012). Aunque sorpresivamente en las Bahamas, donde el huracán fue más fuerte, no hubo ninguna fatalidad (Avila y Cangialosi, 2012).



**Figura 3:** Trayectoria de Irene, 21-28 de agosto de 2011, basado en análisis conducidos por la NOAA (de: Avila y Cangialosi, 2012).

El sensor AVHRR, también conocido como el “Advance Very High Resolution Radiometer, fue

diseñado principalmente para estudios meteorológicos, aunque se ha utilizado de igual manera para monitorear patrones de vegetación en diferentes regiones (Campbell y Wynne, 2011). Este sensor es uno multi-espectral que está incluidos en varios satélites meteorológicos operados mayormente por la NOAA, aunque hay algunas excepciones como Metop-A y Metop-B que son satélites europeos no operados por la NOAA pero si comparten la información adquirida de estos satélites con la NOAA (Campbell y Wynne, 2011). AVHRR tiene un total de 5 bandas con una resolución espacial de 1.1 km en el visible, infrarrojo cercano y el infrarrojo termal (Campbell y Wynne, 2011). La banda 1 está en la región visible, la banda 2 está en la región infrarrojo cercano y las bandas 3, 4 y 5 están en la región infrarrojo termal. Además, la banda 3 de AVHRR se divide en 3A para la detección de agua y nieve y 3B para el mapeo de nubes nocturna y temperatura superficial del océano también conocido como SST (sea surface temperature) (Campbell y Wynne, 2011). En

adición, el sensor AVHRR es frecuentemente utilizado para calcular el índice de vegetación, conocido también como NDVI (normalized difference vegetation index) (Campbell y Wynne, 2011).

## II. Objetivos

Demostrar la influencia de los huracanes en la temperatura superficial de los océanos en la recolección de datos tanto de boyas como de imágenes satelitales del sensor AVHRR. El cual cuenta con bandas termales las cuales detectan cualquier cambio en temperatura del océano.

Comparar los datos e imágenes obtenidas del Satélite NOAA-19 y Metop-A de los huracanes Joaquín, Irene y Sandy junto con los datos de las boyas del noreste de las Bahamas.

## III. Metodología

Las imágenes utilizadas de los huracanes Joaquín (2015), Sandy (2012) e Irene (2011) fueron obtenidas de la página web de NOAA. Las imágenes fueron usadas para analizar Temperatura Superficial del Océano (Sea Surface Temperature-SST) del sensor AVHRR, también

conocido como “Advance Very High Resolution Radiometer”, el cual es clasificado como un sensor multi-espectral que tiene 5 bandas en donde 3 de ellas son usadas para calcular la temperatura superficial del océano en grados Celsius (°C). Las bandas que utiliza AVHRR para SST son las bandas 3, 4 y 5 (**Tabla 1**) las cuales están dentro del espectro infrarrojo (<http://www.harrisgeospatial.com/docs/AVHRRSeaSurfaceTemperature.html>). Estas imágenes fueron obtenidas en el nivel 1b de dos satélites diferentes conocidos como NOAA-19 y Metop-A.

AVHRR/3 Channel Characteristics			
Channel Number	Resolution at Nadir	Wavelength (um)	Typical Use
1	1.09 km	0.58 - 0.68	Daytime cloud and surface mapping
2	1.09 km	0.725 - 1.00	Land-water boundaries
3A	1.09 km	1.58 - 1.64	Snow and ice detection
3B	1.09 km	3.55 - 3.93	Night cloud mapping, sea surface temperature
4	1.09 km	10.30 - 11.30	Night cloud mapping, sea surface temperature
5	1.09 km	11.50 - 12.50	Sea surface temperature

**Tabla 1:** Bandas o canales del sensor AVHRR y sus características (de: <http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/avhrr.html>)

Después las imágenes fueron procesadas con el programa de ENVI con la herramienta de “Data-Specific Utilities” para AVHRR “Sea Surface Temperature-SST” encontrada en el folder de “Raster Management”. Se intentó aplicar una máscara a las imágenes procesadas, pero no se logró tener un resultado satisfactorio en este procedimiento y el proceso no se hizo para no perjudicar el resultado final. Sin embargo, se geo-referenciaron las imágenes para sustituir las máscaras y así tener una ubicación del lugar que se investigará para el trabajo de acuerdo al proceso de geo-referenciación las imágenes, ya que las máscaras no se lograron aplicar. Este proceso se hizo con la herramienta “Geometric Correction” de ENVI el cual después se abrió el sub-folder de “Georeference by Sensor” y, se seleccionó el “Georeference AVHRR”. A las imágenes se les insertó un “color ramp” para indicar la temperatura en esta.

#### IV. Resultados y Discusión

#### A. Huracán Joaquín

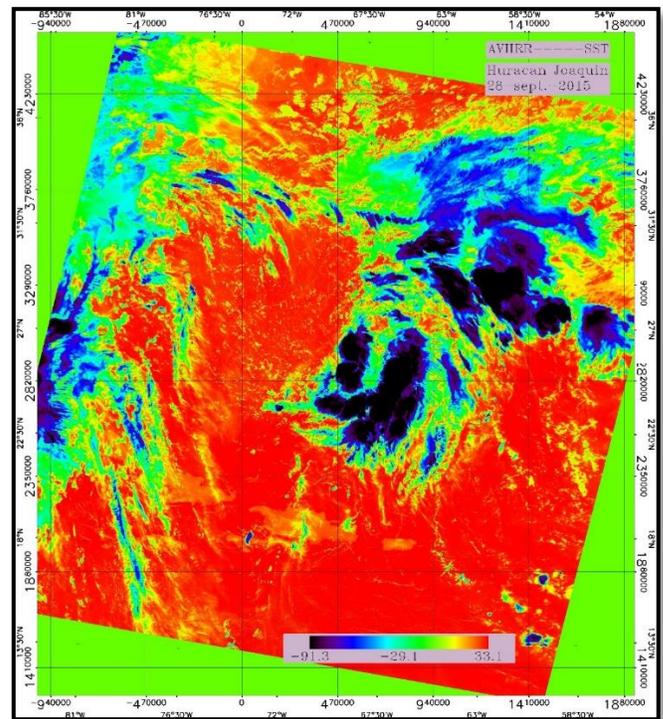
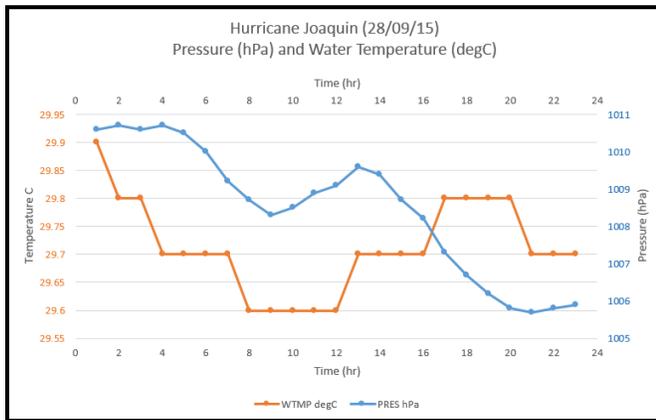


Figura 4: Huracán Joaquín 28-septiembre-2015, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

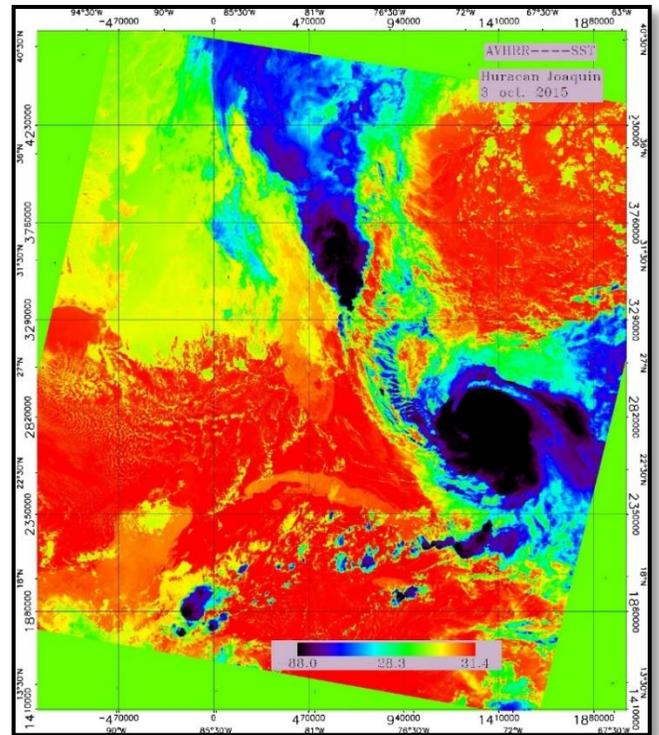
En la **Figura 4** del 28 de septiembre de 2015 se puede apreciar la alta temperatura superficial de océano. Esto sería antes del paso de Joaquín por la zona de las Bahamas, además se puede apreciar la desorganización en el sistema ciclónico que sería Joaquín. Los colores van desde negro, lo cual indicaría una temperatura más fría en este caso negativa, a rojo intenso que sería una temperatura más caliente. Los valores negativos indican los que los toques de las nubes

son bien altos, lo cual muestra que no hay agua líquida sino solida.



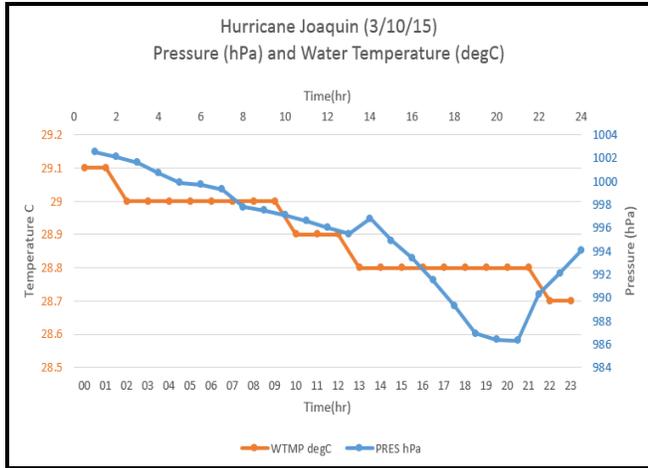
**Gráfica 1** Huracán Joaquín 28 de septiembre de 2015. Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

Los datos obtenidos de las boyas del “National Data Buoy Center” (NDBC) (NOAA, National Data Buoy Center, 2016), justamente antes **Gráfica 1** del desarrollo del sistema ciclónico muestran que no hay relación directa entre la disminución de la presión (azul) y la disminución de la temperatura de la superficie del océano (anaranjado). Los cambios en la presión como en la temperatura pueden que se deban principalmente a sistemas frontales que están saliendo de la costa este de EE.UU. y no directamente al desarrollo del huracán Joaquín.



**Figura 5:** Huracán Joaquín 3-octubre-2015, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 5** del 3 de octubre de 2015 se puede apreciar un aumento en la temperatura superficial del océano en la zona de la Bahamas. Incluso, se puede apreciar la mejor formación del huracán Joaquín tras pasar 5 días. En la **Figura 5** todavía el sistema no ha pasado por la zona de las Bahamas.

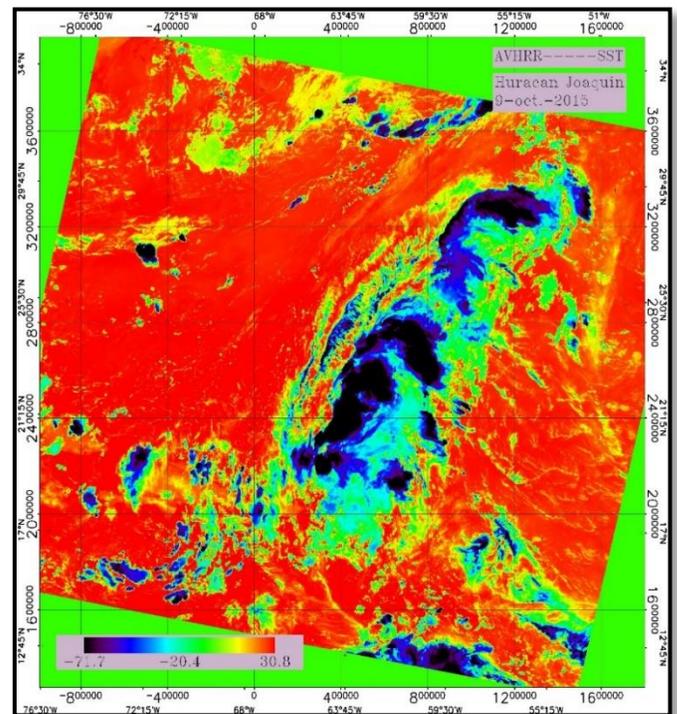


**Gráfica 2** Huracán Joaquín 3 de octubre de 2015  
Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

En la **Gráfica 2** observamos ya una relación directa entre el Huracán Joaquín y la temperatura de la superficie del océano. Aunque observamos los valores de presión estos no se toman en consideración a la hora de determinar una relación directa entre el cambio en presión y el cambio en la temperatura. Los datos de presión se utilizan para determinar la presencia del sistema ciclónico en la zona de estudio.

Por tal razón en la **Gráfica 2** observamos que ya hay una disminución en la presión lo cual demuestra la presencia del Huracán Joaquín en la zona de las Bahamas. Comparando las **Gráfica 1** y la **Gráfica 2** vemos una disminución de alrededor de 1°C en la temperatura de la

superficie del océano según registrada por la Boya 41047 al NE de Bahamas (NOAA, National Data Buoy Center, 2016). Esta disminución en la temperatura de la superficie del océano se asocia directamente con el paso del huracán por la zona de las Bahamas, aunque la disminución no fue muy pronunciada debido a que la boya se encuentra un poco más al norte del sistema y no exactamente donde se encontraba el mismo.

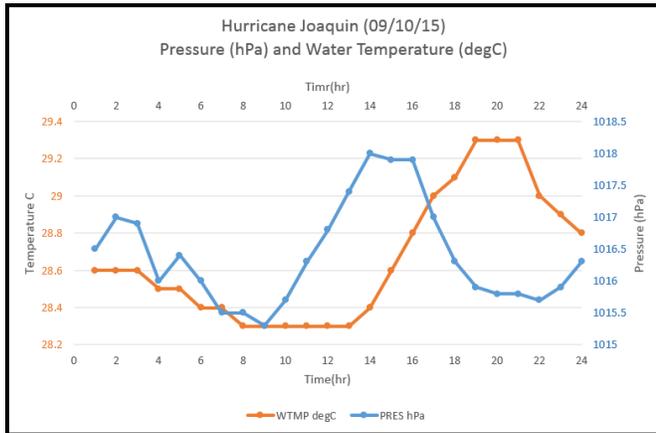


**Figura 6:** Huracán Joaquín 9-octubre-2015, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 6** del 9 de octubre de 2015, el sistema ciclónico estaría sobre la zona de las

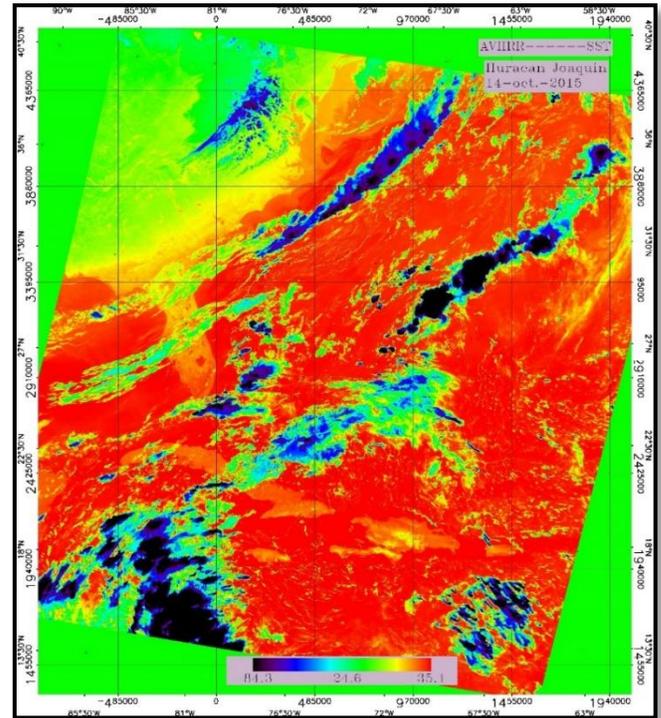
Bahamas. También, se puede ver una disminución en la temperatura máxima del “color ramp”, lo cual sería relativo a una disminución en la temperatura superficial del océano.

Observando la **Gráfica 2** y la **Gráfica 3** podemos distinguir el efecto del Huracán Joaquín sobre la temperatura de la superficie del océano.



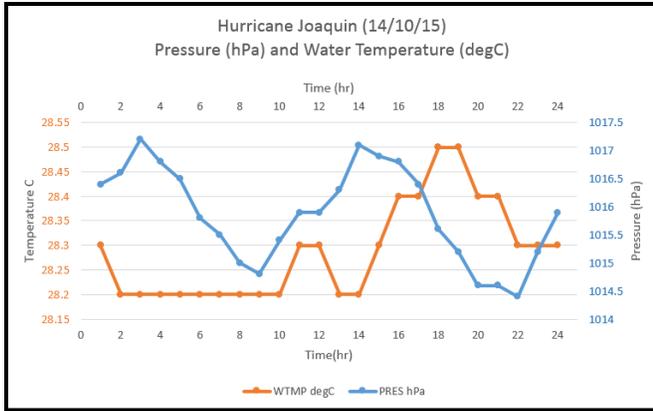
**Gráfica 3** Huracán Joaquín 9 de octubre de 2015  
Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

Durante el día 9 de octubre de 2015 **Gráfica 3** nuevamente observamos las oscilaciones entre la presión y la temperatura de la superficie del océano. Esto se debe a que ya el sistema se aleja rápidamente de la zona de las Bahamas específicamente la zona bajo estudio. Comparando la **Gráfica 1** y la **Gráfica 3** observamos que no hay un patrón distintivo que podamos identificar, para poder determinar que la temperatura de la superficie del océano continuo disminuyendo después del paso del sistema.



**Figura 7:** Huracán Joaquín 14 de octubre de 2015, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

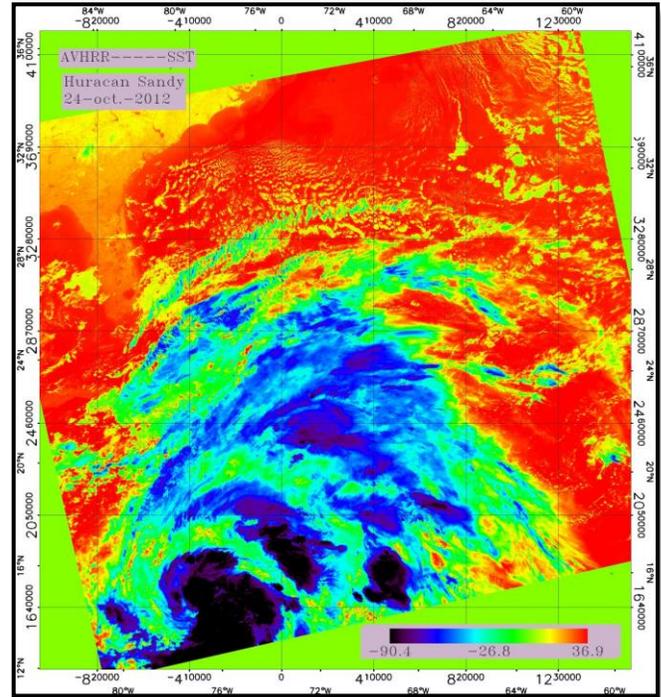
En la **Figura 7** del 14 de octubre de 2015, el sistema ciclónico conocido como Joaquín ya paso sobre la zona de las Bahamas y está en proceso de disiparse. Sin embargo, se puede notar la disminución en temperatura superficial del océano varios días después del paso del huracán por la zona, ya que la temperatura máxima del “color ramp” disminuyo a un 35.1°C.



**Gráfica 4** Huracán Joaquín 14 de octubre de 2015  
 Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

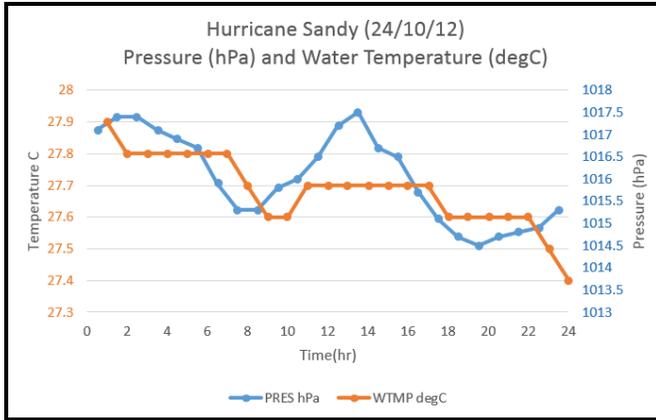
La **Gráfica 4** continúa mostrando un patrón similar en las líneas de temperaturas y presión que la **Gráfica 1** y la **Gráfica 3**. Durante el día 14 de octubre de 2015; ya el huracán Joaquín se encontraba muy lejos de la zona de estudio y por ende ya no está ejerciendo ninguna influencia sobre la zona de las Bahamas.

**B. Huracán Sandy**



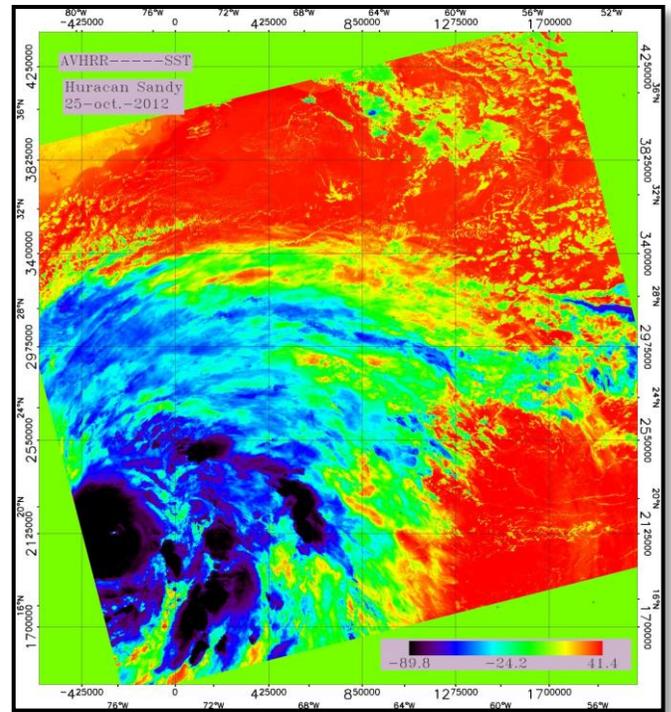
**Figura 8:** Huracán Sandy 24-octubre-2012, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 8** del 24 del octubre de 2012 el inmenso sistema ciclónico conocido como Sandy no ha pasado todavía por la zona de las Bahamas, pero se puede apreciar que el área de nubosidad de Sandy cubre parte de las Bahamas. La temperatura máxima superficial del océano esta a 35.9°C.



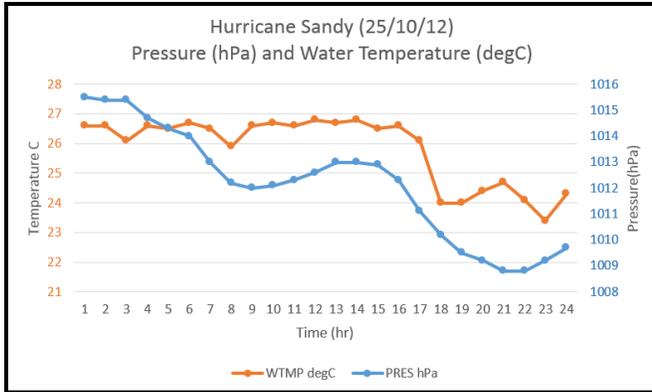
**Gráfica 5** Huracán Sandy 24 de octubre de 2012  
 Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

El día 24 de octubre de 2012 el huracán Sandy ya se había desarrollado, pero se encontraba al sur de Jamaica y Cuba. Los datos de la boya en la **Gráfica 5** muestran una oscilación tanto en presión como en temperatura. Esto puede que se deba en parte a pequeños sistemas atmosféricos como lo son los disturbios. Debido a que el Huracán Sandy se encuentra todavía lejos de la zona de investigación no podemos observar ningún cambio que se relacione al ciclón.



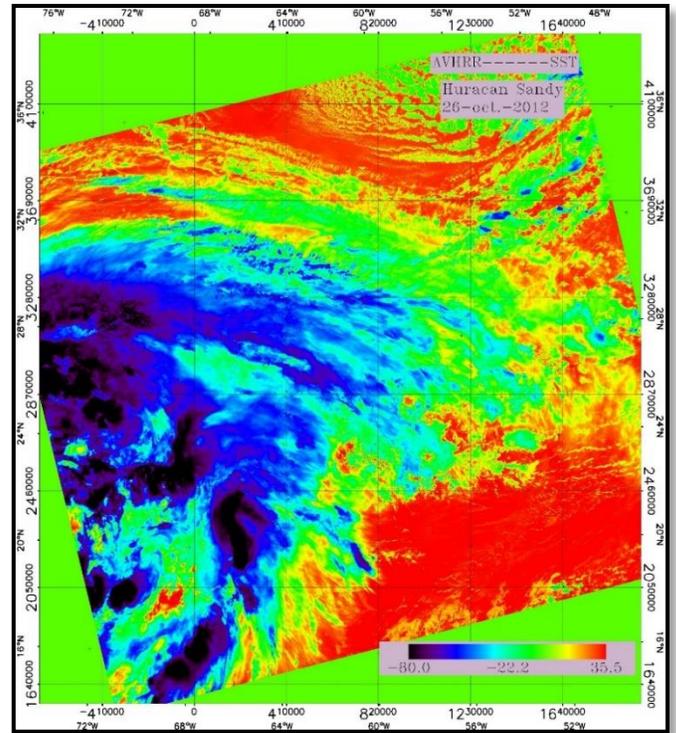
**Figura 9:** Huracán Sandy 25-octubre-2012, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 9** del 25 de octubre de 2012, Sandy está pasando sobre la zona de las Bahamas. Aunque aún se puede ver el aumento en la temperatura superficial del océano en la zona. La temperatura máxima en el “color ramp” subió de 35.9°C a 41.4°C.



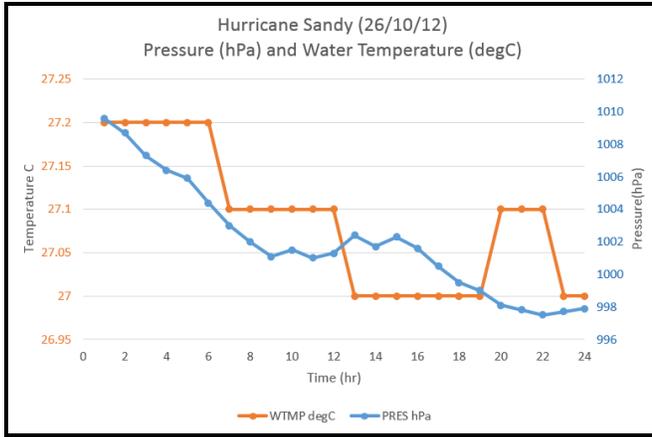
**Gráfica 6** Huracán Sandy 25 de octubre de 2012  
Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

En la **Gráfica 6** del día 25 de octubre de 2012 podemos observar una relación directa entre el huracán Sandy y una disminución de la temperatura de la superficie del océano. Este sistema a pesar de que todavía se encuentra entrando a las Bahamas ya muestra una clara incidencia sobre la zona que estamos estudiando y así lo podemos apreciar en la gráfica.



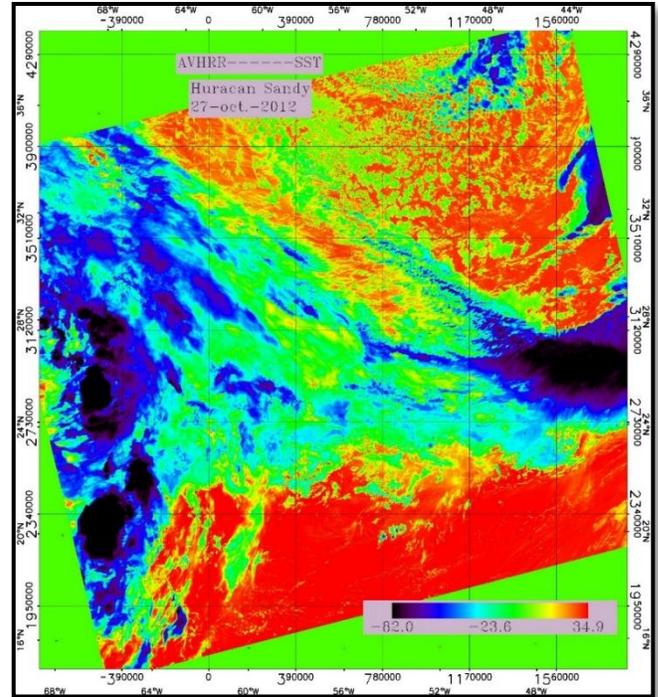
**Figura 10:** Huracán Sandy 26-octubre-2012, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 10** del 26 de octubre de 2012, el sistema todavía está pasando sobre la zona de las Bahamas. Sin embargo, debido a cuan inmenso era Sandy este todavía estaba afectando parte de la zona de las Bahamas. No obstante, en la **Figura 10** ya se aprecia una disminución en la temperatura máxima del océano a un 35.5°C.



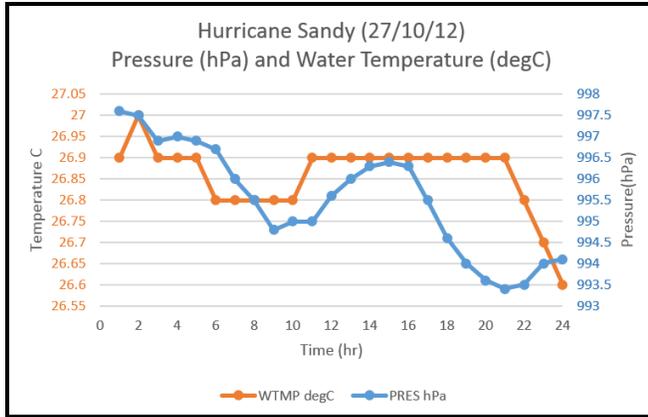
**Gráfica 7** Huracán Sandy 26 de octubre de 2012  
Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

Durante el día 26 de octubre de 2012 claramente se puede notar la presencia del Huracán Sandy en la zona de las Bahamas debido a una disminución en la presión. A su vez una disminución de la temperatura de la superficie del océano de  $.2^{\circ}\text{C}$ , pero a pesar de esto no fue sino hasta el día 27 de octubre de 2012 **Gráfica 8** que observamos una disminución más sustancial en la temperatura de la superficie del océano.



**Figura 11:** Huracán Sandy 27-octubre-2012, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

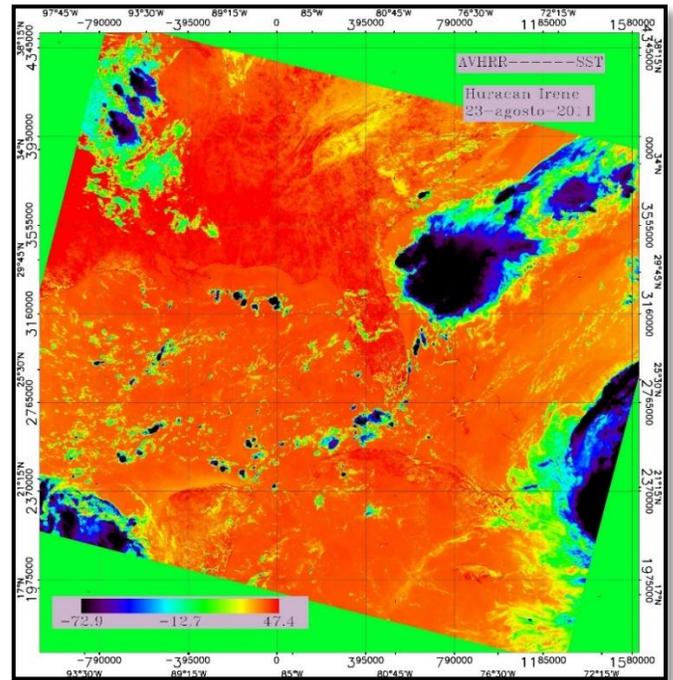
En la **Figura 11** del 27 del octubre de 2012, Sandy ya paso sobre la zona de las Bahamas. Aunque la **Figura 10** y la **Figura 11** tienen solo un día de diferencia se puede apreciar la disminución en la temperatura máxima superficial del océano a un  $34.9^{\circ}\text{C}$ . Incluso, en la **Figura 11** se puede apreciar como el sistema ciclónico empieza a debilitarse tras tocar tierra en los Estados Unidos.



*Gráfica 8 Huracán Sandy 27 de octubre de 2012  
Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.*

El último día en que el sistema estuvo sobre la zona de estudio fue el 27 de octubre de 2012 y fue este día en que disminuyó un poco más la presión atmosférica y la temperatura superficial del océano disminuyó un poco más. Las oscilaciones en la presión, lo cual demuestra la presencia del sistema sobre la zona, en cierta medida es parte del proceso de transformación del sistema a uno post-tropical (Sullivan & Uccellini, 2013). Es por esto la oscilación que se observa en la presión.

### C. Huracán Irene



*Figura 12: Huracán Irene 23-agosto-2011, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.*

En la **Figura 12** del 23 de agosto de 2011, el sistema ciclónico conocido como Irene está empezando a pasar sobre parte de Cuba indicando que el sistema todavía no ha llegado a la zona de las Bahamas. La temperatura máxima superficial del océano esta a 47.4°C.

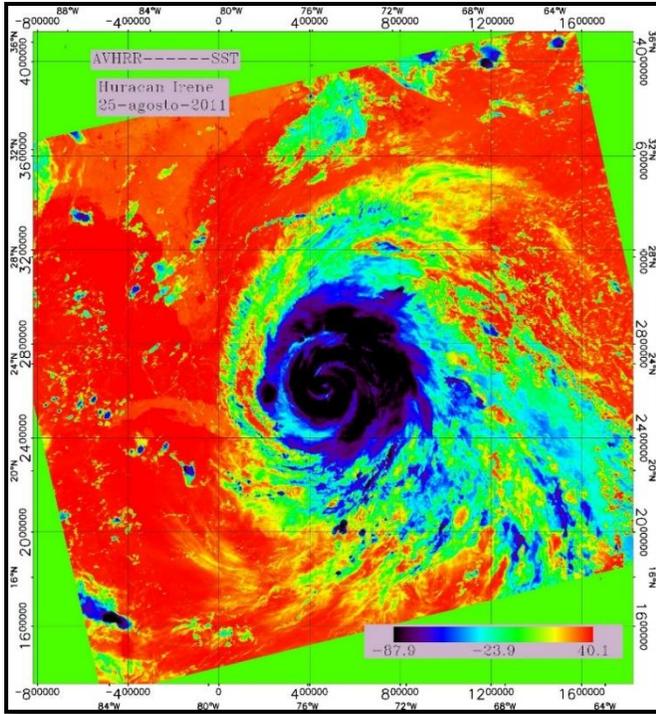
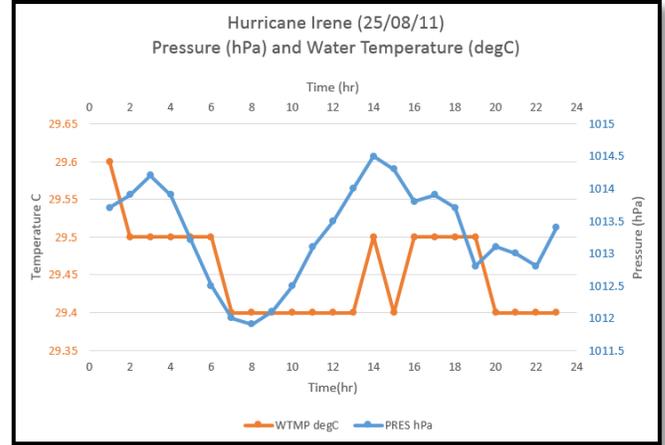


Figura 13: Huracán Irene 25-agosto-2011, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 13** del 25 de agosto de 2011, Irene está pasando sobre la zona de las Bahamas. Incluso, ya se puede ver una disminución en la temperatura superficial del océano. La temperatura máxima superficial del océano disminuyó de 47.4°C a 40.1°C. En la **Figura 13** se puede ver cuán compacto y definido es el sistema.



Gráfica 9 Huracán Irene 25 de agosto de 2011 Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

La gráfica de la boya para el día 23 de agosto de 2011 no se encuentra disponible; ya que los datos de la boya estaban incompletos para ese día en específico (NOAA, National Data Buoy Center, 2016). La **Gráfica 9** del día 25 de agosto de 2011 ya va mostrando ciertos indicios de que el huracán Irene se está acercando a la zona de las Bahamas. Aunque no hay un patrón establecido entre la temperatura de la superficie del océano con la presión, presencia del huracán en la zona, si se puede notar esa variabilidad en los datos. Hay que destacar que el Huracán Irene se movió por la zona de investigación bastante rápido en su camino hacia el noreste de los EE.UU.

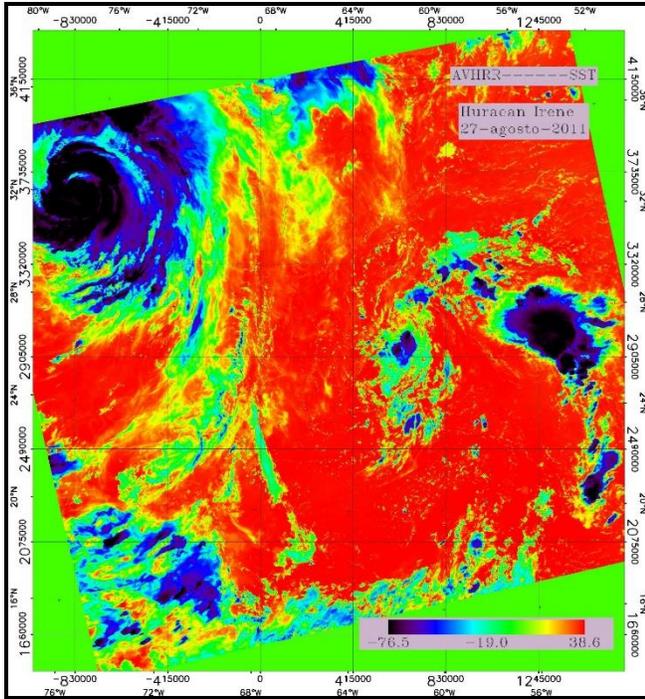
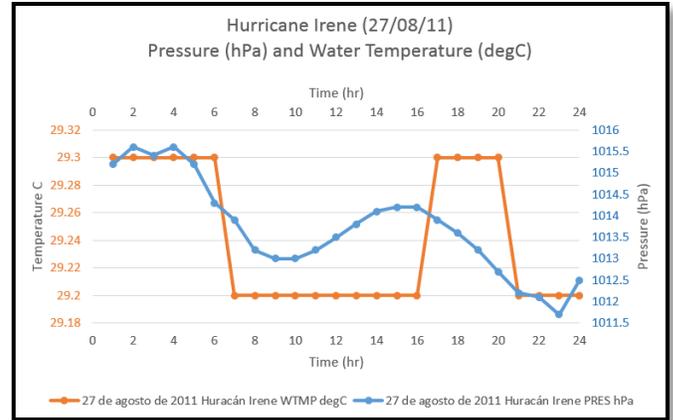


Figura 14: Huracán Irene 27-agosto-2011, imagen producida con el programa ENVI mostrando SST, con el sensor AVHRR.

En la **Figura 14** del 27 de agosto de 2011, el sistema ciclónico ya paso sobre la zona de las Bahamas. Dos días después del paso de Irene aun se puede apreciar la disminución en la temperatura superficial del océano. La temperatura máxima superficial del océano disminuyo de 40.1°C a 35.6°C.



**Gráfica 10** Huracán Irene 27 de agosto de 2011 Temperatura de la superficie del océano en función del tiempo.

A pesar de su rápido movimiento sobre las Bahamas la boya (NOAA, National Data Buoy Center, 2016) pudo detectar cambios tanto en la presión como en la temperatura de la superficie del océano. En la **Gráfica 10** se observa una disminución casi continua en la presión lo cual evidencia la presencia del Huracán Irene sobre la zona. Se puede apreciar cambios de 0.1°C en la temperatura de la superficie del océano tanto en aumento como en disminución. Luego del 28 de agosto de 2011 Irene se encontraba llegando a la zona del noreste de EE.UU. dejando de influir en la zona de las Bahamas y en la zona bajo investigación (Avila & Cangialosi, 2011).

## V. Recomendaciones

Hacer una búsqueda minuciosa para poder aplicar de manera más precisa una máscara en la cual podamos eliminar las nubes y las áreas donde haya tierra. Esto se debe a que así podemos obtener datos más precisos sobre los cambios en las temperaturas de la superficie del océano para esa zona de las Bahamas o cualquier zona que se vaya a estudiar en el futuro.

Las imágenes del NOAA-19 tienden a tener mejor resolución que el Metop-A debido a su fecha de lanzamiento. El NOAA-19 fue lanzado para el 2009 (Dunbar & Boone, 2009), por tal motivo los instrumentos son más sofisticados y el Metop-A fue lanzado para el 2006 (EUMETSAT, 2006) y sus instrumentos aunque son bastante útiles están un poco atrasados en la resolución.

El tema sobre el *Cambio en la temperatura superficial del océano con el paso de los huracanes* se puede expandir más y enfocar otras investigaciones en otros aspectos como: la relación entre el cambio de la temperatura en la superficie del océano con sistemas ciclónicos de

una misma intensidad o si hay una tendencia o patrón en el cambio de la temperatura con el paso de estos sistemas; los impactos que pueden conllevar estos cambios en temperatura tanto lejos de la costa como cercanos a la misma; y como se afectan las especies marinas con el paso de estos sistemas ciclónicos.

## VI. Referencias

- Cione, J. J. and Uhlhorn, E. W., 2003, Sea Surface Temperature Variability in Hurricanes: Implications with Respect to Intensity Change, v. 131, p. 1783-1796.
- DeMaria, M., Kaplan, J., 1993, Sea Surface Temperature and the Maximum Intensity of Atlantic Tropical Cyclones: Journal of Climate, v. 7, p. 1324-1334.
- NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration: URL: <http://www.nodc.noaa.gov/SatelliteData/pathfinder4km/> , Last modification: 29 January 2014 , (accessed 30 April 2016).
- NOAA, 2014, NOAA KLM Users Guide (Revised), 8-343 p.
- Harris Corporation, Exelis Visual Information Solutions: Geospatial Solutions: URL: <http://www.harrisgeospatial.com/docs/AVHRRSeaSurfaceTemperature.html> , Last

Modified: 2016, (accessed 29 April 2016).

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration: National Data Buoy Center:  
URL:  
[http://www.ndbc.noaa.gov/station\\_history.php?station=41047](http://www.ndbc.noaa.gov/station_history.php?station=41047) Last Modification: April 26, 2016, (accessed May 13, 2016).

Campbell, J. B. and Wynne, R. H. 2011  
Introduction to Remote Sensing: 5<sup>th</sup> Edition  
New York, The Guildford Press, 667 p.

Berg, R., 2016, National Hurricane Center:  
Tropical Cyclone Report: Hurricane Joaquin  
(AL112015), NOAA website, 36 p.

Sullivan, K. D. and Uccellini, L. W., 2013,  
Hurricane/Post Tropical Cyclone Sandy,  
October, 22-29, 2012, Silver Spring,  
Maryland: U.S. Department of Commerce,  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration., 66 p.

Avila, L. A. and Cangialosi, J., 2012, Tropical  
Cyclone Report: Hurricane Irene (AL092011)  
21-28 August 2011, National Hurricane  
Center, 45 p.

Dunbar, B., & Boone, K. (2009, March 12).

NASA. Retrieved from NOAA-N Prime:  
[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/NOAA-N-Prime/main/](http://www.nasa.gov/mission_pages/NOAA-N-Prime/main/)

EUMETSAT. (2006). *EUMETSAT, Monitoring  
Weather and Climate from Space.*

Retrieved from METOP:  
<http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Metop/index.html>

[ellites/CurrentSatellites/Metop/index.html](http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Metop/index.html)

NOAA, National Data Buoy Center. (2016, April 26). *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Retrieved from National Data Buoy Center:  
[http://www.ndbc.noaa.gov/station\\_history.php?station=41047](http://www.ndbc.noaa.gov/station_history.php?station=41047)