

# **MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS GEONETCAST-AMERICAS UTILIZANDO LOS SOFTWARES GDAL Y GMT**



**Diego Souza**

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos  
DSA - Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais  
Cachoeira Paulista, São Paulo, Brasil

Marzo de 2016

Con la colaboración de:  
Gustavo Ortiz (INPE/DSA/CPTEC)  
Rogério Batista (INPE/DSA/CPTEC)  
Gabriel Perez (USP/MASTER)



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
1.1	El software GDAL .....	4
1.2	El software GMT .....	4
<b>2</b>	<b>MANIPULACIONES BASICAS</b> .....	<b>5</b>
2.1	Preparando el entorno de trabajo .....	5
2.2	Visualizando la primera imagen satelital.....	5
2.3	Conversión entre formatos con el comando <i>gdal_translate</i> .....	7
2.4	Realizando operaciones matemáticas con el comando <i>grdmath</i> .....	8
2.5	Creando tablas de colores con el comando <i>makecpt</i> .....	9
2.6	Generando la imagen final con los comandos <i>gmtset</i> , <i>grdimage</i> y <i>psconvert</i> .....	13
<b>3</b>	<b>MANIPULACIONES INTERMEDIARIAS</b> .....	<b>17</b>
3.1	Creando mosaicos con el comando <i>gdalwarp</i> .....	17
3.2	Realizando la imagen con una tabla de colores personalizada .....	19
3.3	Conociendo el archivo con el comando <i>gdalinfo</i> .....	23
3.4	Manipulando shapefiles con los comandos <i>ogr2ogr</i> y <i>psxy</i> .....	24
<b>4</b>	<b>MANIPULACIONES AVANZADAS</b> .....	<b>27</b>
4.1	Recortando una imagen con el comando <i>gdal_translate</i> .....	27
4.2	Visualizando una determinada región con el comando <i>grdimage</i> .....	29
4.3	Añadiendo bordes, grilla y escala con el comando <i>pscoast</i> .....	31
4.4	Añadiendo texto al mapa con el comando <i>pstext</i> .....	37
4.5	Añadiendo una leyenda al mapa con el comando <i>psscale</i> .....	40
4.6	Añadiendo un logo con el comando <i>-composite</i> .....	43
<b>5</b>	<b>EXPLORANDO EL FORMATO GRIB CON DATOS DEL MODELO GFS</b> .....	<b>46</b>
5.1	Conociendo el archivo GRIB con el comando <i>gdalinfo</i> .....	47
5.2	Convirtiendo bandas específicas de un archivo GRIB con el comando <i>gdal_translate</i> ..	50
5.3	Sobreponiendo datos de modelo en la forma de contorno con el comando <i>grdcontour</i> ..	50
5.4	Añadiendo una segunda leyenda al mapa con el comando <i>psscale</i> .....	56
5.5	Sobreponiendo datos de modelo en la forma de vectores con el comando <i>grdvector</i> ....	66
<b>6</b>	<b>EXPLORANDO EL FORMATO HDF CON DATOS DEL SENSOR AMSU-A</b> .....	<b>75</b>
6.1	Conociendo el archivo HDF con el comando <i>gdalinfo</i> .....	75
6.2	Convirtiendo variables específicas de un archivo HDF con el comando <i>gdal_translate</i> ..	77
6.3	Pintando la superficie oceánica con el comando <i>pscoast</i> .....	82

6.4	Pintando la superficie continental con el comando <i>pscoast</i> .....	83
<b>7</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>86</b>
<b>8</b>	<b>GLOSÁRIO .....</b>	<b>87</b>
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>88</b>
<b>APÉNDICE A</b>	<b>INSTALACIÓN DEL SOFTWARE GDAL EN WINDOWS .....</b>	<b>89</b>
<b>APÉNDICE B</b>	<b>INSTALACIÓN DEL SOFTWARE GMT EN WINDOWS .....</b>	<b>97</b>
<b>APÉNDICE C</b>	<b>INSTALACIÓN DEL SOFTWARE IMAGEMAGICK EN WINDOWS .....</b>	<b>100</b>
<b>APÉNDICE D</b>	<b>TABLA DE NOMBRES DE COLORES ACEPTOS POR GMT .....</b>	<b>102</b>
<b>APÉNDICE E</b>	<b>FUENTES QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN GMT .....</b>	<b>104</b>
<b>APÉNDICE F</b>	<b>TABLAS DE CARACTERES ESPECIALES ACEPTOS POR GMT .....</b>	<b>105</b>
<b>APÉNDICE G</b>	<b>OTROS COMANDOS ÚTILES DE GDAL.....</b>	<b>107</b>

## **1 INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este tutorial es ejemplificar la manipulación de datos recibidos por el sistema GEONETCast-Américas utilizando las herramientas gratuitas GDAL y GMT. Siguiendo los procedimientos mostrados en el tutorial, el usuario GEONETCast-Américas estará capacitado a crear *scripts* básicos para la creación de sus propios productos y análisis para, por ejemplo, publicarlos en un servidor web. Es muy importante resaltar que los procedimientos vistos en este tutorial no se aplican solamente a los datos transmitidos en GEONETCast-Américas, sino que a cualquier conjunto de datos que tengan los mismos formatos (GeoTIFF, HDF, GRIB, SHAPEFILE y los demás formatos soportados por la herramienta GDAL).

### **1.1 El software GDAL**

La sigla GDAL significa Geospatial Data Abstraction Library (Librería de Abstracción de Datos Geo-Espaciales). De acuerdo con [1], es una librería para traducción de formatos de datos geográficos. Las aplicaciones que utilizan esta librería acceden a todos los formatos soportados a través de un único modelo de datos abstracto. La herramienta también posee una variedad de programas utilitarios de líneas de comando para la traducción de formatos y una serie de otras funciones, cómo las abordadas en este tutorial. Utilizaremos esta herramienta para convertir datos entre formatos, para crear mosaicos, recortes y otras funciones.

Encuentre en el Apéndice A, un guía descriptivo para la instalación de esta herramienta en el entorno Windows.

### **1.2 El software GMT**

La sigla GMT significa **Generic Mapping Tools** (Herramientas Genéricas de Mapeo). De acuerdo con [2], es una colección de fuente abierta de cerca de 80 herramientas de líneas de comando para la manipulación de conjuntos de datos geográficos y cartesianos. También sirve para producir ilustraciones que van desde simples plots x-y a la iluminación artificial de superficies y visualización 3D. El software GMT soporta cerca de 30 proyecciones y transformaciones de mapas y soporta también datos como cuestras, ríos y fronteras políticas. Utilizaremos esta herramienta para la aplicación de operaciones matemáticas y la visualización y desarrollo de mapas.

Encuentre en el Apéndice B, un guía descriptivo para la instalación de esta herramienta en el entorno Windows.

## 2 MANIPULACIONES BASICAS

Empezaremos con algunas manipulaciones simples, como la conversión entre formatos, la realización de operaciones matemáticas, la creación de tablas de colores y la visualización de una primera imagen. Pero antes, necesitamos preparar nuestro entorno de trabajo.

### 2.1 Preparando el entorno de trabajo

Descargue las muestras GeoTIFF (archivos “**GoesEastNH04I40061815.tif**” y “**GoesEastSH04I40061808.tif**”), GRIB (archivo “**gfs\_sam\_0p50\_12.f0006**”), HDF (archivo “**PRD.AADM.M2.D14203**”), las paletas de colores “**inverse.cpt**” (paleta gris invertida) y “**IR-Enhance-INPE.cpt**” (realce de temperatura de brillo) y la imagen “**Logo\_GEONETCast.png**” en el siguiente enlace ftp:

[ftp://server-ftpdsa.cptec.inpe.br/Tutorial\\_GDAL\\_GMT](ftp://server-ftpdsa.cptec.inpe.br/Tutorial_GDAL_GMT)

**usuario:** GNC\_GDAL

**contraseña:** tutGDAL

En este procedimiento, los datos GeoTIFF, GRIB, HDF y el logo de GEONETCast se salvaron en “**C:\VLAB**” (evitar el uso de espacios en los nombres de las carpetas en este tutorial).



**Info.:** Las imágenes como las utilizadas en este tutorial pueden ser recibidas en tiempo casi real a través del sistema GEONETCast-Américas y se localizan en la carpeta “**KenCast\Fazzt\incoming**” en su estación de recepción.

Las paletas de colores “**inverse.cpt**” y “**IR-Enhance-INPE.cpt**” deben ser colocadas en la carpeta “**programs\gmt5\share\cpt**” (consideramos que al instalar el software elegiste el directorio estándar. Verifique donde se localiza esta carpeta en su sistema operativo).

### 2.2 Visualizando la primera imagen satelital

Los primeros archivos que vamos a manipular están en el formato GeoTIFF y se refieren a los sectores “*Northern Hemisphere Extended*” (archivo “**GoesEastNH04I40061815.tif**”) y “*Southern Hemisphere*” (archivo “**GoesEastSH04I40061808.tif**”) del satélite GOES-13. La herramienta GMT trabaja con datos en el formato NetCDF, y por lo tanto, haremos la conversión entre GeoTIFF y NetCDF con la herramienta GDAL. Empezaremos a trabajar con el sector norte.

A partir de aquí estaremos probando diversos comandos, y por lo tanto, sugerimos la utilización de *scripts* (archivos “*batch*” en Windows, “*shell*” en Linux, etc.) para facilitar el aprendizaje, posibilitando la repetición de su ejecución sin la necesidad de reescribir los mismos comandos en cada prueba.

En este tutorial utilizaremos *scripts batch*. Para crear un archivo *batch* (extensión “.bat”) en Windows, abra el Notepad (u otro software editor), introduzca los comandos deseados y al salvar, en “Tipo” elija “Todos los archivos” (en vez de “Documentos de texto (.txt)”) y añada la extensión “.bat” en el final del nombre del archivo. Para ejecutar el script, haga dos clics sobre el archivo “.bat” recién creado. Para editar un script, haga un clic con el botón derecho del ratón y elige “Editar”. ¡Empecemos!



**Info.:** Para facilitar en entendimiento de las instrucciones, cambiaremos el nombre de los archivos originales de **GoesEastNH04I40061815.tif** para **sector\_norte.tif** y **GoesEastSH04I40061808.tif** para **sector\_sur.tif**

Para la visualización de nuestra primera imagen, el siguiente script será utilizado (los comandos están en azul, y los comentarios en el estilo *batch* están en verde):

---

```
:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT)
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\G-13\imagen.nc -a_nodata 0

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para convertir los datos para Celsius
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Crea una paleta de colores considerando la temperatura de brillo -80°C como el límite en color
:: blanco y la temperatura de brillo 50°C como el límite en color negro, con intervalos de 1 grado.
makecpt -Cinverse -T-90/60/1 > C:\VLAB\paleta.cpt

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño)
gmtset PS_MEDIA A0

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script)
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -Jq0.26 -CC:\VLAB\paleta.cpt > C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Convierte el archivo post script para una imagen con la extensión “.png”
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

---

### Script 1

Al ejecutar el *Script 1*, generaremos la imagen de la figura 1.

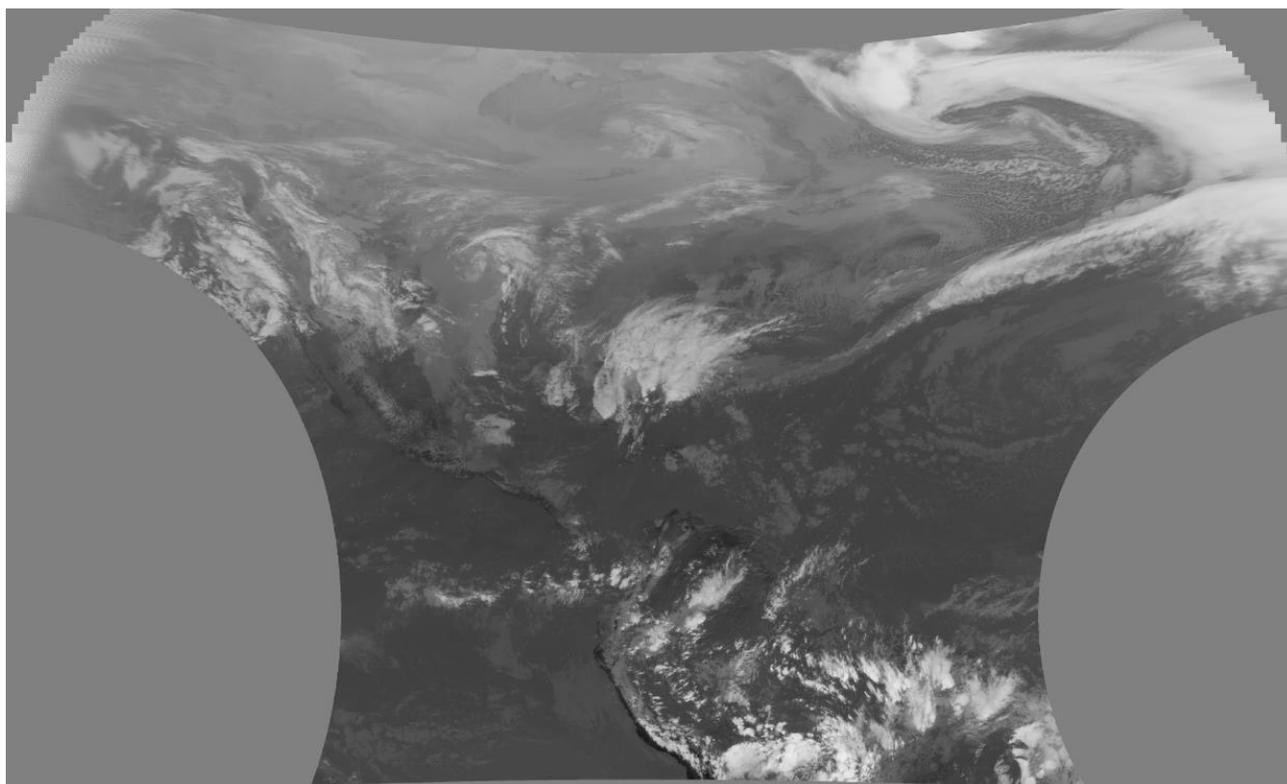


Fig. 1: Imagen del canal infrarrojo, sector "Hemisferio Norte Extendido" con paleta gris invertida

Veamos la descripción detallada de cada comando en el *Script 1*.

### 2.3 Conversión entre formatos con el comando ***gdal\_translate***

Para cambiar el formato de una imagen, use la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

Dónde:

***gdal\_translate*** -> Función para convertir rasters y hacer operaciones como recortes, remuestreo, etc.

***-of netCDF*** -> Selección del formato de salida. El formato estándar es el GeoTIFF ("***-of GTiff***" en la sintaxis). Como deseamos convertir la imagen para NetCDF, utilizaremos la sintaxis "netCDF".

***C:\VLAB\sector\_norte.tif*** -> Imagen de entrada

***C:\VLAB\imagen.nc*** -> Imagen de salida (debe tener a extensión de la salida)

***-a\_nodata 0*** -> Valores de los píxeles sin imagen (En los GeoTIFF's de NOAA-NESDIS es **cero**)

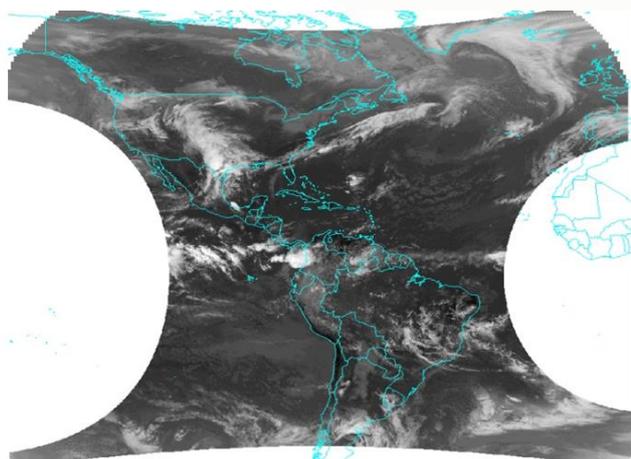


**Info.:** Para una descripción detallada del comando ***gdal\_translate***, visite el siguiente enlace: [http://www.gdal.org/gdal\\_translate.html](http://www.gdal.org/gdal_translate.html). Puedes encontrar una lista completa de formatos soportados por GDAL en el siguiente enlace: [www.gdal.org/formats\\_list.html](http://www.gdal.org/formats_list.html)

## 2.4 Realizando operaciones matemáticas con el comando *grdmath*

De acuerdo con la lista de productos ilustrada del sistema GEONETCast-Américas, los píxeles de los GeoTIFF del satélite GOES-13 generados por NOAA-NESDIS están en Temperatura de Brillo [K] multiplicada por diez, como vemos en la figura 2.

- GOES-13 – Northern Hemisphere Extended / Southern Hemisphere – Infrared Channel



**Format:** GeoTIFF  
**Average Sizes:** 5.70 MB (Northern) / 2.00 MB (South)  
**Frequency:** 30 minutes  
**Max n° of files a day:** 48 per sector  
**GeoTIFF pixel info:** Brightness Temp. x 10  
**No image pixel value:** 0  
**Satellite:** GOES-13  
**Instrument:** GOES-13 Imager  
**Channel:** 4  
**Wavelength:** 10.20 to 11.20  $\mu\text{m}$ , cent. at 10.70  $\mu\text{m}$   
**Projection:** Rectangular  
**Resolution:** 4 x 4 km  
**Naming Conventions:**  
GoesEastNH0414jjjHHMM / GoesEastSH0414jjjHHMM

Fig. 2: Imagen del canal infrarrojo, sector “Hemisferio Norte Extendido” con paleta gris invertida

Por lo tanto, para pasar los píxeles a Celsius tenemos que dividir los píxeles por 10 e restar 273,15.

Para realizar operaciones matemáticas, podemos utilizar el comando *grdmath*, que tiene la siguiente estructura:

```
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc
```

Dónde:

**grdmath** -> Función calculadora de GMT.

**C:\VLAB\imagen.nc** -> Imagen de entrada

**10 DIV -273.15 ADD** -> Operación matemática deseada. En este caso:  $(x/10) - 273.15$

**= C:\VLAB\imagen.nc** -> Imagen de salida (puede ser la misma de la entrada, como en este ejemplo)



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *grdmath*, así como las posibles operaciones matemáticas, visite el siguiente enlace: <http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/grdmath.html>

## 2.5 Creando tablas de colores con el comando *makecpt*

En el software GMT, las tablas de colores son archivos con la extensión “.cpt”. Las tablas de colores estándar son encontradas en la carpeta “**programs\gmt5\share\cpt**”.

La figura 3 muestra algunas de las tablas estándares del GMT. Las utilizaremos muy a menudo en este tutorial:

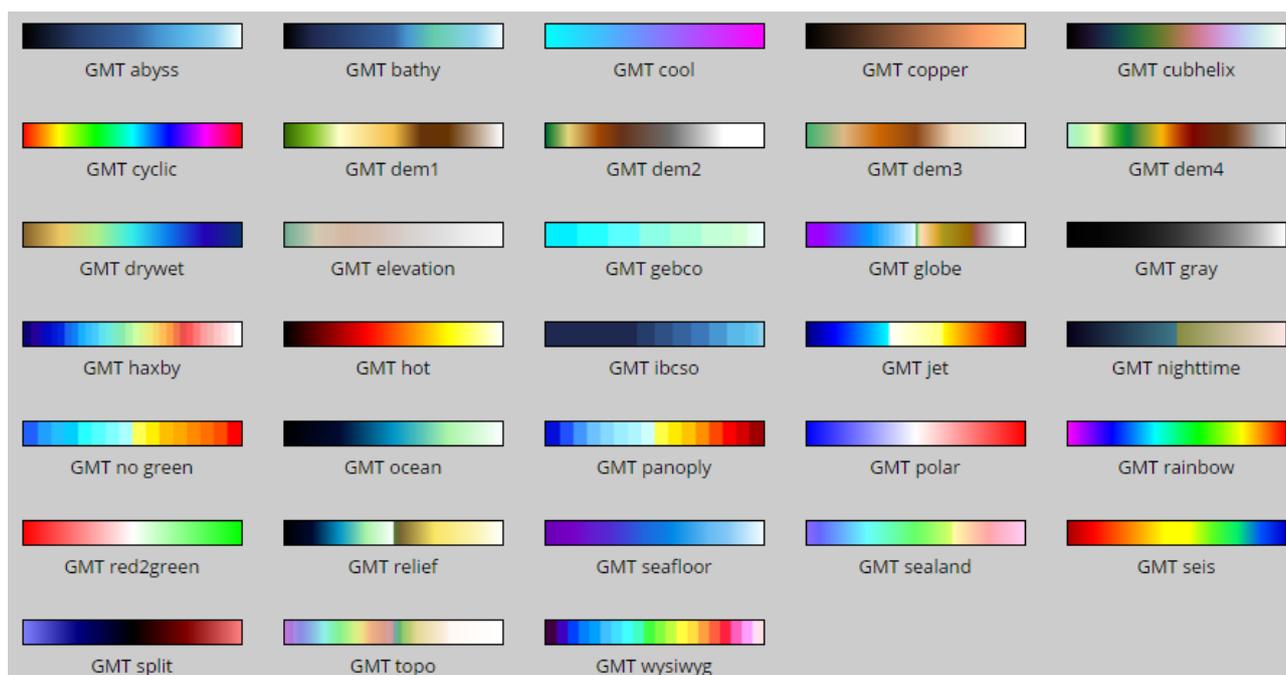


Fig. 3: Algunas de las tablas de colores estándares del software GMT



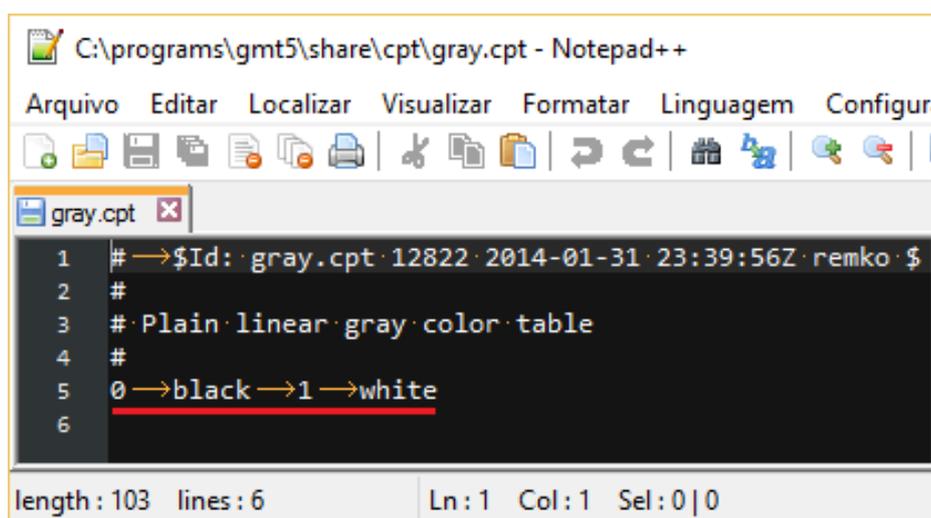
**Info.:** Encuentre centenas de nuevas tablas de colores con extensión “.cpt” en el siguiente enlace: <http://soliton.vm.bytemark.co.uk/pub/cpt-city/>

En una imagen del canal infrarrojo, necesitamos una tabla de colores que asigne el color blanco para temperaturas bajas e asigne el color negro para temperaturas altas. Mire los colores estándar de la figura 2. ¡No tenemos una tabla así! Solamente tenemos la tabla de colores “gray” (figura 3), que asigna linealmente el color negro para valores bajos y el color blanco para valores altos, exactamente el revés de lo que necesitamos.



Fig. 4: Tabla de colores estándar “gray.cpt”

Pero hay un camino para solucionar este problema. Acceda a la carpeta “**programs\gmt5\share\cpt**” y haz un click en archivo “*gray.cpt*”, abriéndolo con el editor de texto de su preferencia. En este tutorial usamos el editor “*Notepad ++*”, que puede ser bajado en el siguiente enlace: <https://notepad-plus-plus.org/download/>. La figura 5 muestra el archivo “*gray.cpt*” abierto en el editor “*Notepad ++*”.

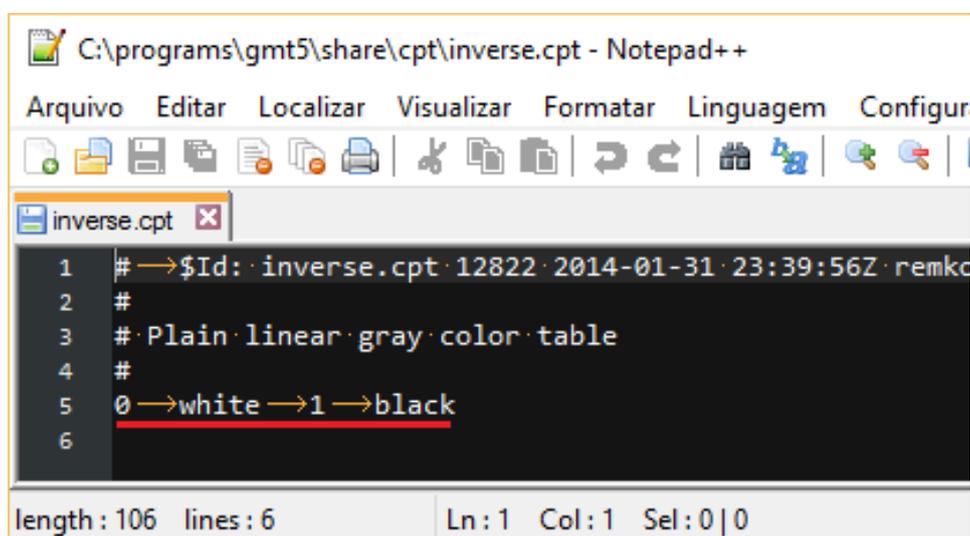


```
C:\programs\gmt5\share\cpt\gray.cpt - Notepad++
Arquivo  Editar  Localizar  Visualizar  Formatar  Linguagem  Configur
length: 103  lines: 6  Ln: 1  Col: 1  Sel: 0|0
```

```
1 # ->$Id: gray.cpt:12822:2014-01-31:23:39:56Z:remko:$
2 #
3 # Plain linear gray color table
4 #
5 0 ->black ->1 ->white
6
```

Fig. 5: Código de la tabla de colores “*gray.cpt*”

Podemos ver que en la línea 5 del código del archivo “*gray.cpt*” se define el color “*black*” para valores bajos “0”, y el color “*White*” para valores altos “1”. Para crear una tabla de colores inversa, simplemente tenemos que cambiar la palabra “*black*” por “*white*” y viceversa, como muestra la figura 6. Haz este cambio y salve el archivo como “*inverse.cpt*”. Así fue como creamos el archivo “*inverse.cpt*” disponible en el enlace ftp en el inicio del tutorial.



```
C:\programs\gmt5\share\cpt\inverse.cpt - Notepad++
Arquivo  Editar  Localizar  Visualizar  Formatar  Linguagem  Configur
length: 106  lines: 6  Ln: 1  Col: 1  Sel: 0|0
```

```
1 # ->$Id: inverse.cpt:12822:2014-01-31:23:39:56Z:remko:$
2 #
3 # Plain linear gray color table
4 #
5 0 ->white ->1 ->black
6
```

Fig. 6: Código de la tabla de colores personalizada “*inverse.cpt*”

¡Muy bien! Ahora ya sabemos cómo crear una simple tabla de colores linear en niveles de gris **invertida**. ¿Pero cómo podemos asignar valores **específicos de temperatura** para el inicio y final de la tabla? Veamos...

Para crear una tabla de colores personalizada, podemos utilizar el comando *makecpt*, que tiene la siguiente estructura:

```
makecpt -Cinverse -T-80/30/1 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

Dónde:

**makecpt** -> Función GMT para creación de tablas de colores.

**-Cinverse** -> Tabla de colores utilizada como base.

**-T-80/60/1** -> Define el rango de valores de la tabla creada. En este ejemplo, la tabla de colores cubrirá el rango de **-80° C** hasta **60° C** con intervalos de **1 grado**. Así, podemos asignar valores específicos de temperatura para una determinada tabla de colores base (en nuestro caso, la tabla “inverse”).

**> C:\VLAB\paleta.cpt** -> Nombre de la tabla de colores de salida (en este ejemplo, “paleta.cpt”), que será utilizada en las funciones siguientes.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *makecpt*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/grdmath.html>

Así, en la imagen final, el color blanco será asignado para temperaturas de -80°C y el color negro para temperaturas 30°C. Los intervalos serán linealmente asignados en un nivel intermedio entre blanco y negro con intervalos de 1 grado. El resultado se vio en la figura 1.

Esto nos permite una **versatilidad muy grande**, pues con el cambio de apenas una palabra en el script, podemos cambiar completamente la tabla de colores de la imagen final. La figura 7 muestra el plot usando la tabla “*cyclic.cpt*” como base y la figura 8 la tabla de colores “*jet.cpt*” como base, ambos colores vistos en la figura 3.

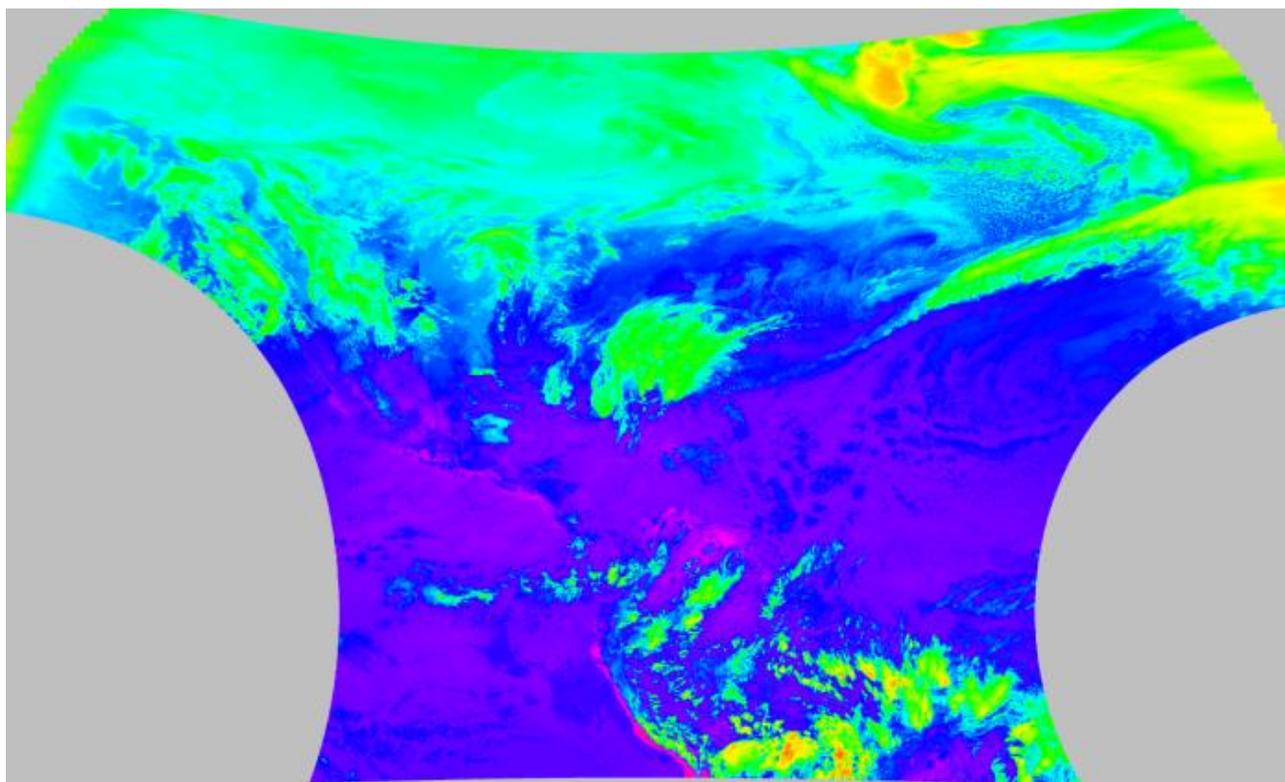


Fig. 7: Plot de la imagen con la tabla estándar *"cyclic.cpt"*

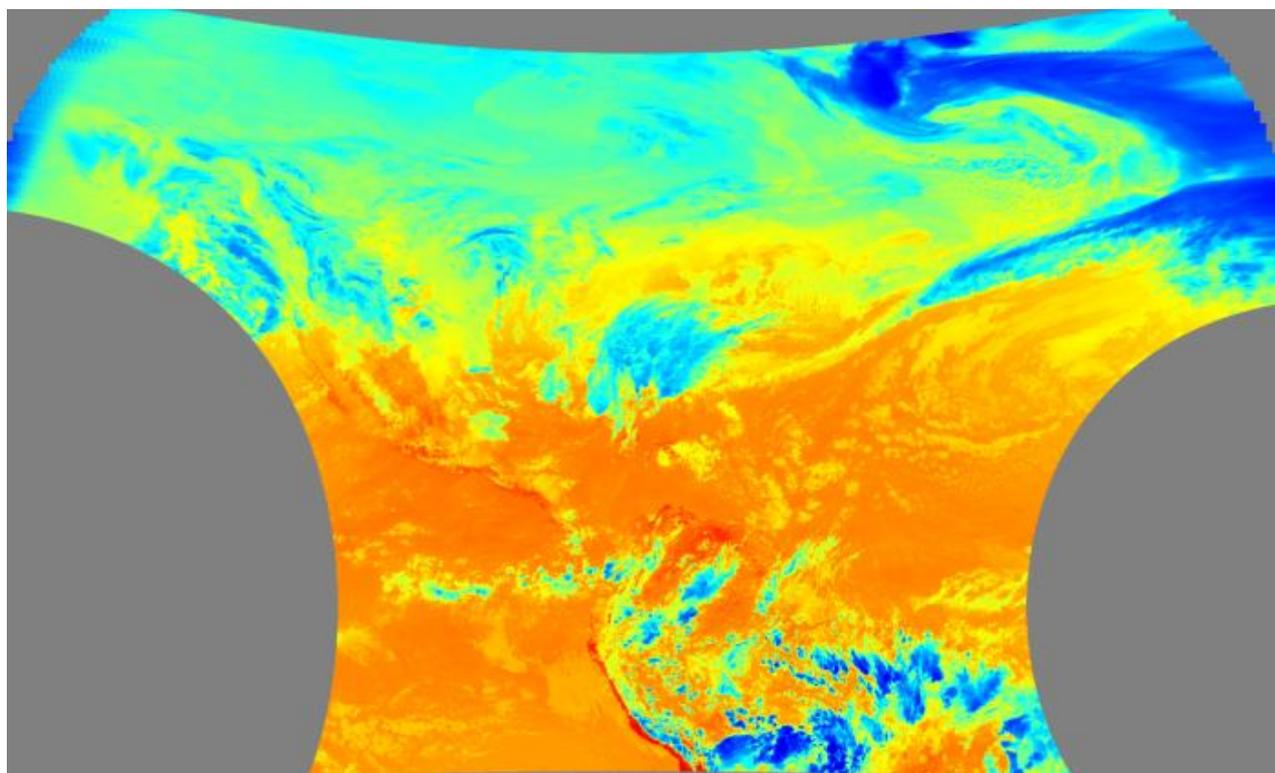


Fig. 8: Plot de la imagen con la tabla estándar *"jet.cpt"*

## 2.6 Generando la imagen final con los comandos **gmtset**, **grdimage** y **psconvert**

El primer paso para visualizar la imagen final, es cambiar el tamaño físico del papel de impresión, que es uno de los parámetros GMT. Para cambiar las configuraciones estándar de GMT, usaremos el comando **gmtset**, que tiene la siguiente estructura:

```
gmtset PS_MEDIA A0
```

Dónde:

**gmtset** -> Función GMT para el cambio de parámetros estándar.

**PS\_MEDIA A0** -> Parámetro de configuración a ser modificada, con su respectiva opción de cambio. En este caso, el parámetro PS\_MEDIA se refiere al tamaño físico del papel de impresión de la imagen. Simplemente elegimos el mayor tamaño para evitar posibles recortes en la imagen final (en el comando **psconvert**, que veremos más adelante, entenderemos que elegir una hoja muy grande no nos trae ningún problema en el final). La figura 9 muestra el resultado caso omitiéramos el parámetro "PS\_MEDIA A0".

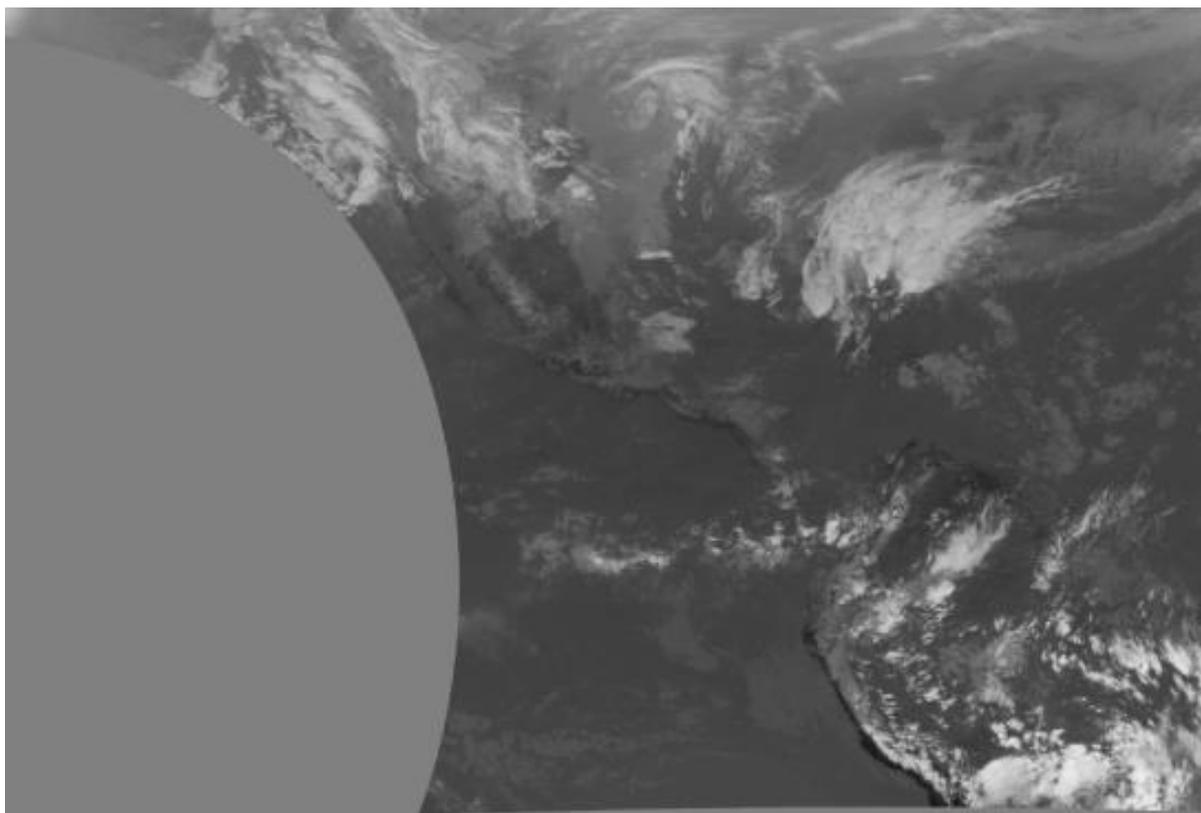


Fig. 9: Imagen recortada, resultado de la omisión del tamaño de la hoja



**Info.:** Para más informaciones sobre el comando **gmtset**, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/gmtset.html>

Para conocer todos los parámetros posibles de configuración de GMT, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/gmt.conf.html>

Luego, necesitamos proyectar la imagen generada. Para eso, utilizaremos el comando *grdimage*, que tiene la siguiente estructura:

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -Jq0.26 -CC:\VLAB\paleta.cpt  
> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

**grdimage** -> Función GMT para proyección de imágenes.

**C:\VLAB\imagen.nc** -> Imagen de entrada.

**-Jq0.26** -> Selecciona la proyección. La letra “q” indica la proyección cilíndrica equidistante (proyección rectangular). El valor 0.26 define la escala de la figura. Al cambiar este valor cambiamos el tamaño de la figura producida. En este caso, este valor numérico puede ser omitido.

**-CC:\VLAB\paleta.cpt** -> Tabla de colores a ser utilizada.

> **C:\VLAB\imagen.ps** -> Archivo post script de salida.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando **grdimage**, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/grdimage.html>

Para más informaciones sobre proyecciones en GMT, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/gmt.html#i-full>

Finalmente, para convertir el archivo post script generado para otro formato gráfico (PNG, JPEG, BMP, etc.), utilizamos el comando *psconvert*, que tiene la siguiente estructura:

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P  
-E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

Dónde:

**psconvert** -> Función GMT para convertir archivos post script para otros formatos gráficos.

**-GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe** : Directorio del archivo ejecutable de GhostScript (verifique cual es el directorio en tu ordenador).

**C:\VLAB\imagen.ps** -> Imagen de entrada.

**-P** -> Fuerza la salida para la orientación “Retrato”. La figura 10 muestra el resultado caso omitiéramos el argumento “-P”

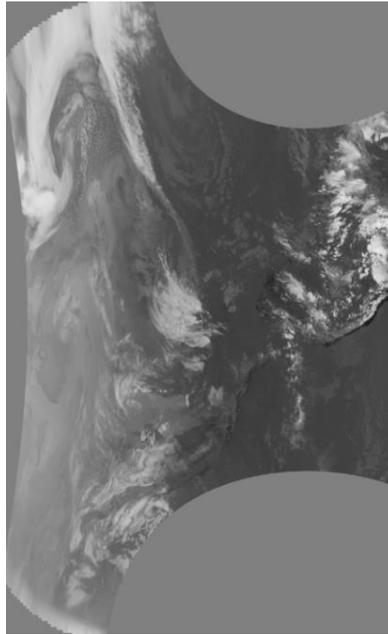


Fig. 10: Imagen en la orientación "Paisaje", resultado de la omisión del argumento "-P"

**-E300** -> Selecciona la resolución de la imagen generada, en DPI ("*Dots Per Inch*" ó "puntos por pulgada"). En el Script 1 usamos 300 DPI. Cuanto más alta la resolución, mayor el tiempo necesario para el procesamiento. La figura 11 muestra en detalle una región de la imagen generada con 300 DPI, y la figura 12 muestra la misma región generada con 50 DPI.

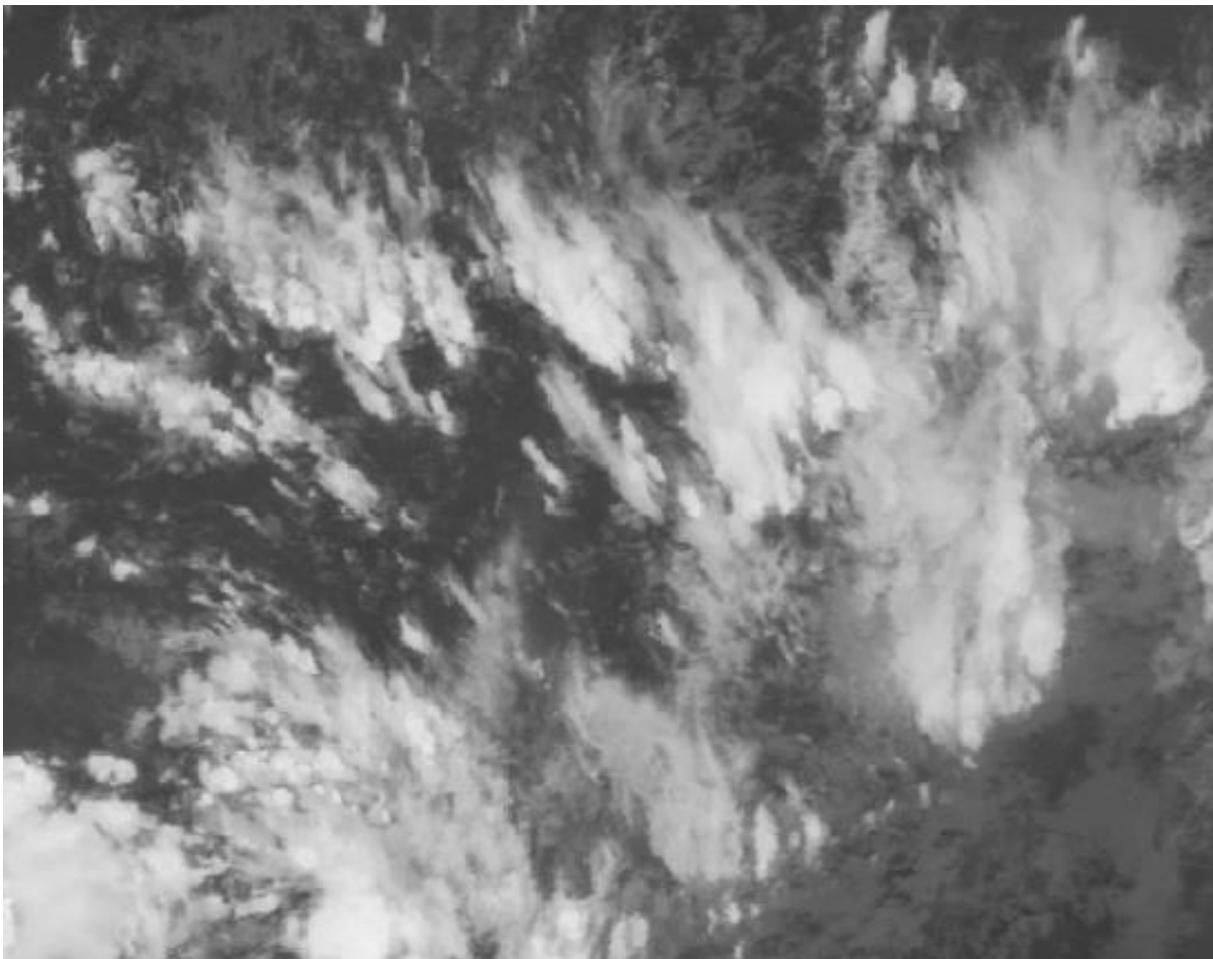


Fig. 11: Detalle de la imagen generada con 300 DPI

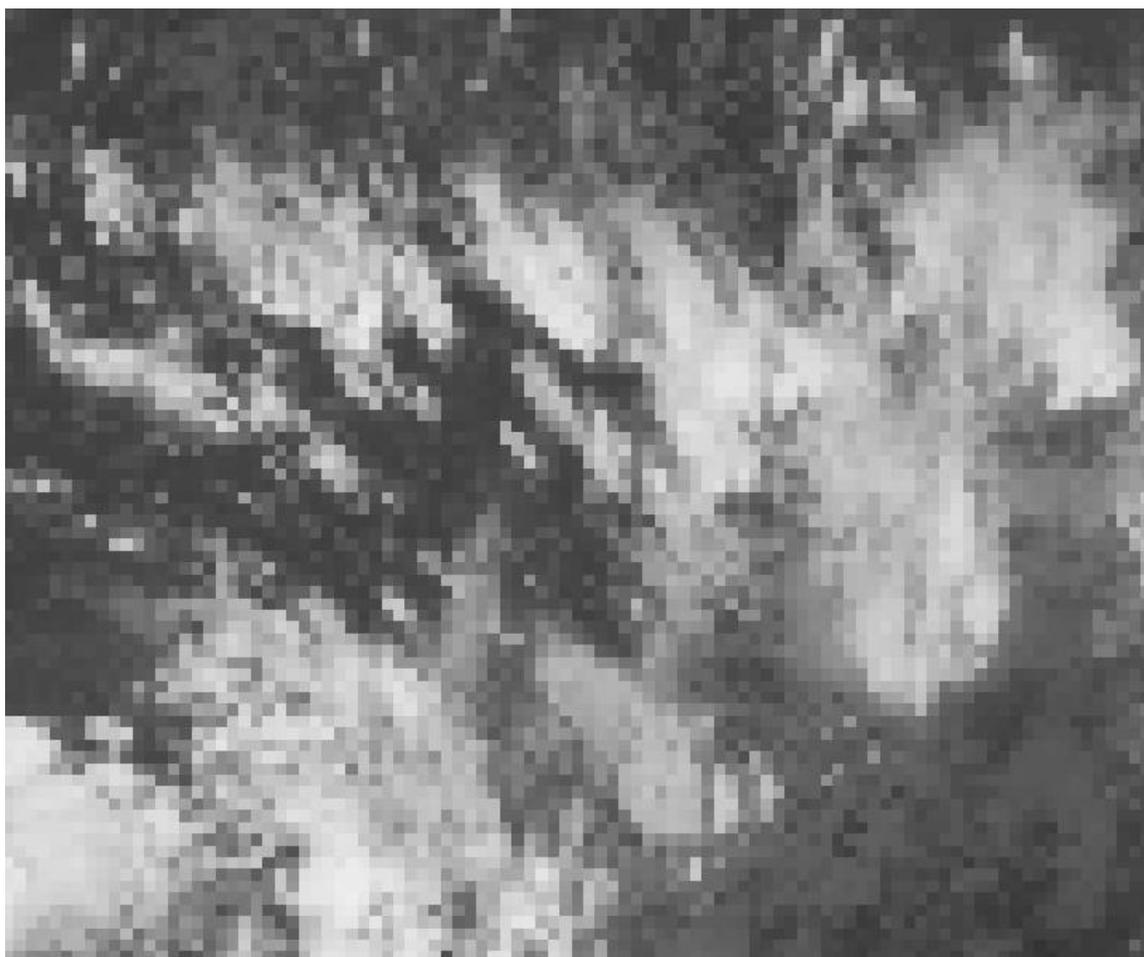


Fig. 12: Detalle de la imagen generada con 50 DPI

**-Tg** -> Selecciona el formato de la salida. En este ejemplo, la letra “g” significa el formato “PNG”.

**-A** -> Ajusta la hoja de impresión para lo mínimo requerido para la imagen. Aunque hemos configurado la hoja A0 (muy grande) para impresión, este argumento permite que la hoja final tenga el tamaño de la imagen manipulada. Por eso, no hay ningún problema en elegir el tamaño A0 como hoja de impresión. La figura 13 muestra que pasaría si omitiéramos el argumento “-A”.



Fig. 13: Imagen final mostrando la hoja A0, caso omitiéramos el argumento “-A”

**-DC:\VLAB\** -> Directorio de salida, donde la imagen generada será guardada.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando **psconvert**, visite el siguiente enlace:  
<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/psconvert.html>

¡Perfecto! En este punto, hemos aprendido como visualizar nuestra primera imagen, el sector “Hemisferio Norte Extendido” del satélite GOES-13.



**PRACTICA:** Cambie el “Script 1” para la visualización del archivo “**sector\_sur.tif**”, referente al sector “Hemisferio Sur” del satélite GOES-13. La figura 14 muestra el resultado esperado.

### RESULTADO ESPERADO

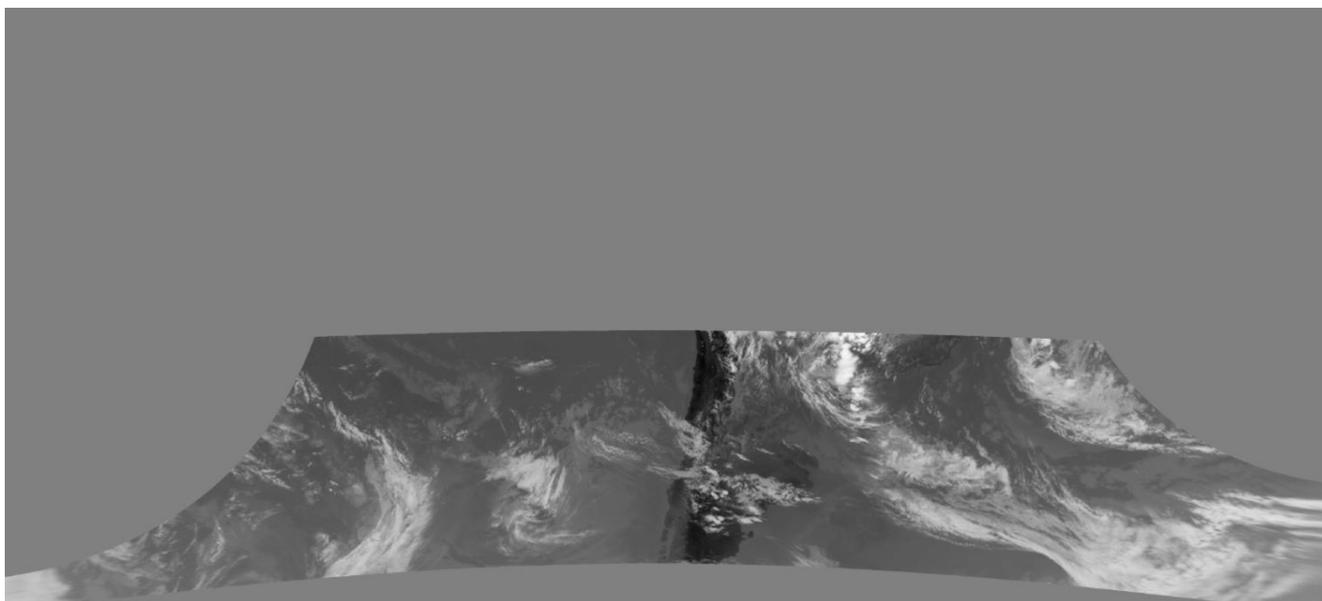


Fig. 14: Resultado esperado de la Practica 1

## 3 MANIPULACIONES INTERMEDIARIAS

Pero, ¿y si quisiéramos ver las dos imágenes (sectores norte y sur) juntas en una misma imagen? Para eso, necesitamos crear un mosaico, operación posibilitada por GDAL. Veamos...

### 3.1 Creando mosaicos con el comando **gdalwarp**

Para mosaicar las dos imágenes, use la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif  
-srcnodata 0
```

Dónde:

**gdalwarp** -> Función GDAL para hacer mosaicos, cambiar la proyección y cambiar formatos

**C:\VLAB\sector\_norte.tif** -> GeoTIFF de entrada 1 (en este ejemplo, **North Hemisphere Extended - Infrared**)

**C:\VLAB\sector\_sur.tif** -> GeoTIFF de entrada 2 (en este ejemplo, **Southern Hemisphere - Infrared**)

**C:\VLAB\imagen.tif** -> Nombre del GeoTIFF resultante (en este ejemplo, "imagen.tif")

**-srcnodata 0** -> Valores de los píxeles sin imagen (En los GeoTIFF's de NOAA-NESDIS es **cero**)



**Info.:** Puedes encontrar más informaciones sobre la función **gdalwarp** en el siguiente enlace:

[www.gdal.org/gdalwarp.html](http://www.gdal.org/gdalwarp.html)

En este punto, nuestro script estará como muestra el *Script 2* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 1*):

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

**gdalwarp C:\VLAB\sector\_norte.tif C:\VLAB\sector\_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0**

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

**gdal\_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a\_nodata 0**

:: GMT - Divide los píxeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

**grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc**

:: GMT - Crea una paleta de colores considerando la temperatura de brillo -80°C como el límite en color

:: blanco y la temperatura de brillo 50°C como el límite en color negro, con intervalos de 1 grado.

**makecpt -Cinverse -T-90/60/1 > C:\VLAB\paleta.cpt**

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

**gmtset PS\_MEDIA AO**

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

**grdimage C:\VLAB\imagen.nc -Jq0.26 -CC:\VLAB\paleta.cpt > C:\VLAB\imagen.ps**

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

**psconvert -GC:\program\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\**

---

### Script 2

Al ejecutar el *Script 2*, generaremos la imagen de la figura 15.

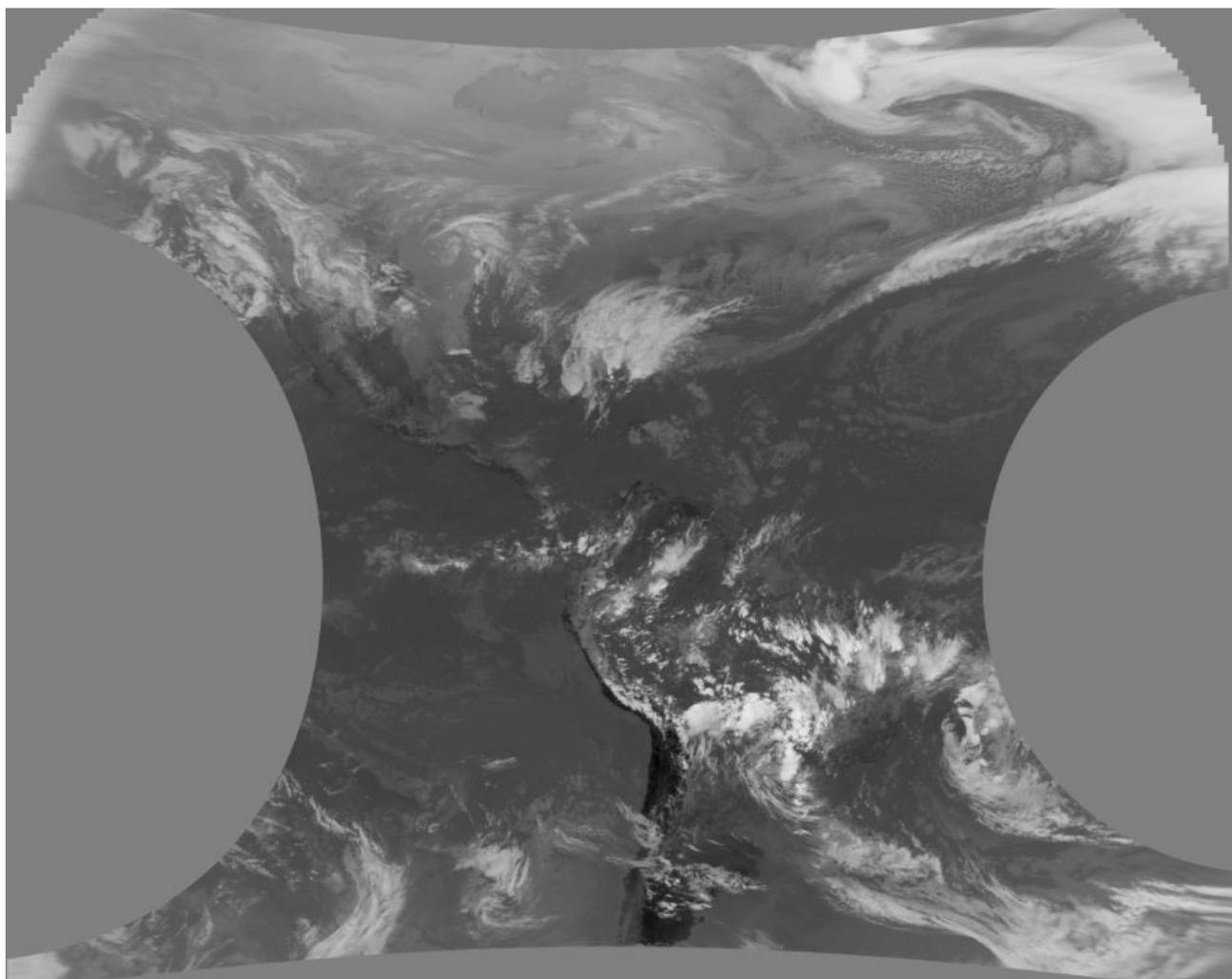


Fig. 15: Sectores GOES-13 mosaicados

Ya tenemos los sectores del canal infrarrojo mosaicados. Un próximo paso sería realzar las temperaturas de brillo con falsos colores, para por ejemplo, facilitar la interpretación de la imagen. Para eso, necesitamos crear una tabla de colores personalizada.

### **3.2 Realzando la imagen con una tabla de colores personalizada**

Ya hemos visto como crear una tabla de colores que varía linealmente entre dos colores límite (negro y blanco). Luego, hemos utilizado el comando *makecpt* para asignar valores específicos para esos límites. Ahora, para realzar la imagen satelital, deseamos asignar colores específicos para rangos de valores específicos. El proceso de creación de una tabla de colores personalizada es muy simple.

Abra el archivo ejemplo “**IR-Enhance-INPE.cpt**”, disponible en el enlace ftp del primer capítulo (donde se indicó ponerla en “**programs\gmt5\share\cpt**”). Verás el contenido de la paleta de colores en la imagen 16.

```

1  # · · IR-Enhance-INPE.cpt
2  -80 · 251/155/255 · -70 · · · · 251/155/255
3  -70 · 0/1/252 · · · · · -60 · · · · 0/1/252
4  -60 · 45/207/253 · · -50 · · · · 45/207/253
5  -50 · 255/255/109 · -40 · · · · 255/255/109
6  -40 · 255/102/0 · · · -30 · · · · 255/102/0
7  -30 · 200/200/200 · · 60 · · · · 0/0/0
8  B → 251/155/255
9  F → black
10 N → black
    
```

length: 266 lines: 11 Ln: 11 Col: 1 Sel: 0

Fig. 16: Código de la tabla de colores “IR-Enhance-INPE.cpt”

En la **línea 1**, que es opcional, tenemos un comentario (empezando por el carácter “#”), que describe el nombre del archivo (puedes utilizar más de una línea de comentario). Entre la **línea 2** y la **línea 7**, tenemos los rangos específicos con sus colores específicos (en el formato R/G/B o en nombre de color GMT, explicado más adelante). Debemos siempre empezar del menor valor para el mayor valor. Podemos crear tantos intervalos cuanto queramos.

En la **línea 8**, asignamos el color para los valores **anteriores** a los rangos especificados entre las líneas 2 y 7. Debe siempre empezar con la letra “**B**”.

En la **línea 9**, asignamos el color para los valores **posteriores** a los rangos especificados entre las líneas 2 y 7. Debe siempre empezar con la letra “**F**”.

En la **línea 10**, asignamos el color para los pixeles sin valor (no data). Debe siempre empezar con la letra “**N**”.

Por lo tanto, la tabla “IR-Enhance-INPE.cpt” producirá los colores vistos en la tabla 1.

Rango	R/G/B (ó nombre)	Color
< -80 °C	251/155/255	
Entre -80 y -70 °C	251/155/255	
Entre -70 y -60 °C	0/1/252	
Entre -60 y -50 °C	45/207/253	
Entre -50 y -40 °C	255/255/109	
Entre -40 y -30 °C	255/102/0	
Entre -30 y 60 °C	200/200/200 y 0/0/0	
> 60 °C	black (negro)	
No data (sin valor)	black (negro)	

Tabla 1: Colores resultantes de la tabla “INPE-enhance.cpt”



**Info.:** Encuentre en el **Apéndice D** una tabla con los nombres de colores reconocidos por GMT y sus respectivos valores RGB

Cambie su script conforme muestra el *Script 3* (en rojo, lo que fue cambiado en relación al *Script 2*). **Atención:** La función *grdmath* fue apagada.

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

gdalwarp C:\VLAB\sector\_norte.tif C:\VLAB\sector\_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

gdal\_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a\_nodata 0

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

gmtset PS\_MEDIA A0

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

grdimage C:\VLAB\imagen.nc -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE > C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

---

### Script 3

Al ejecutar el *Script 3*, generaremos la imagen de la figura 17.

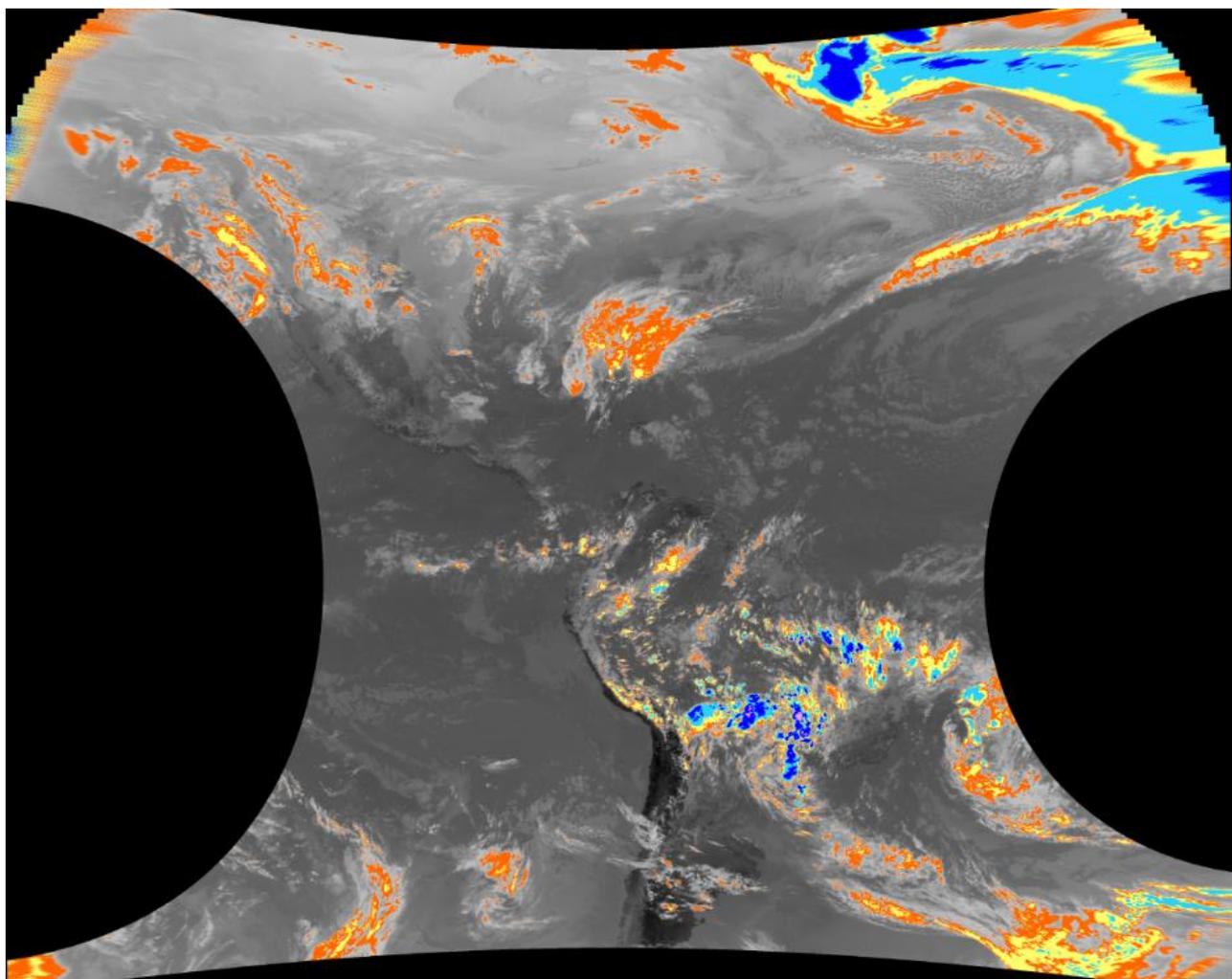


Fig. 17: Imagen GOES-13 realizada de acuerdo con la tabla de colores "INPE-enhance.cpt"

Con esto, hemos creado fácilmente una tabla de colores para el realce de nuestras imágenes infrarrojas de GOES-13 recibidas por GEONETCast-Americas. Próximo paso, añadir un mapa.

Para añadir un mapa con GMT, necesitamos conocer las coordenadas de nuestro archivo. Podemos conocer las coordenadas (entre otras características) de un archivo utilizando el comando *gdalinfo*.

### 3.3 Conociendo el archivo con el comando *gdalinfo*

Para extraer informaciones al respecto de las características espaciales de un archivo raster, use la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdalinfo C:\VLAB\imagen.tif
```

Dónde:

*gdalinfo* -> Función GDAL para listar informaciones sobre un archivo raster.

*C:\VLAB\imagen.tif* -> Archivo raster que se desea conocer.

Al ejecutar este comando, obtenemos informaciones como la proyección, tamaño del pixel y las coordenadas, lo que nos interesa. La figura 18 muestra este procedimiento.

```

C:\VLAB>gdalinfo c:\VLAB\imagen.tif
Driver: GTiff/GeoTIFF
Files: c:\VLAB\imagen.tif
Size is 4254, 3396
Coordinate System is:
GEOGCS["WGS 84",
  DATUM["WGS_1984",
    SPHEROID["WGS 84",6378137,298.2586172734939,
      AUTHORITY["EPSG","7030"]],
    AUTHORITY["EPSG","6326"]],
  PRIMEM["Greenwich",0],
  UNIT["degree",0.0174532925199433],
  AUTHORITY["EPSG","4326"]]
Origin = (-150.239532470703120,71.553085327148438)
Pixel Size = (0.035991000000000,-0.035991000000000)
Metadata:
  AREA_OR_POINT=Area
  TIFFTAG_DATETIME=*
  TIFFTAG_DOCUMENTNAME=*
  TIFFTAG_IMAGEDESCRIPTION=converted McIDAS AREA file
  TIFFTAG_RESOLUTIONUNIT=2 (pixels/inch)
  TIFFTAG_SOFTWARE=geotaput 1.0
  TIFFTAG_XRESOLUTION=200
  TIFFTAG_YRESOLUTION=200
Image Structure Metadata:
  INTERLEAVE=BAND
Corner Coordinates:
Upper Left  (-150.2395325,  71.5530853) (150d14' 22.32"W, 71d33' 11.11"N)
Lower Left  (-150.2395325, -50.6723507) (150d14' 22.32"W, 50d40' 20.46"S)
Upper Right (   2.8661815,  71.5530853) ( 2d51' 58.25"E, 71d33' 11.11"N)
Lower Right (   2.8661815, -50.6723507) ( 2d51' 58.25"E, 50d40' 20.46"S)
Center      (-73.6866755,  10.4403673) (73d41' 12.03"W, 10d26' 25.32"N)
Band 1 Block=4254x1 Type=UInt16, ColorInterp=Gray
  NoData Value=7.3521399796665389e-304
C:\VLAB>
  
```

Fig. 18: Coordenadas del archivo extraídas con el comando *gdalinfo*

Por lo tanto, en nuestro mapa tenemos:

**Longitud mínima (xmin): -150.23 / Longitud máxima (xmax): 2.86**

**Latitud mínima (ymin): -50.67 / Latitud máxima (ymax): 71.55**



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *gdalinfo*, visite el siguiente enlace:

<http://www.gdal.org/gdalinfo.html>

Con esto, ya podemos añadir shapefiles a nuestra imagen. Utilizaremos el comando GDAL *ogr2ogr* y el comando GMT *psxy*.

### 3.4 Manipulando shapefiles con los comandos *ogr2ogr* y *psxy*

En este ejemplo, añadiremos el *shapefile* (mapa) de los países. Puedes usar el mismo procedimiento para convertir cualquier shapefile. Para convertir *shapefiles*, es necesario tener los archivos con las extensiones “.shp” y “.shx” para cada *shapefile*.

Para convertir el *shapefile* al formato acepto por GMT (extensión “.gmt”), use la siguiente estructura de comando GDAL:

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

Dónde:

**ogr2ogr** -> Función GDAL para conversión de datos de características simples (como un *shapefile*).

**-f "GMT"** -> Selección del formato de salida. Como deseamos convertir el archivo para el formato acepto por GMT, utilizaremos esta sintaxis.

**C:\VLAB\países.gmt** -> Archivo de salida con extensión “.gmt”, acepta por GMT.

**C:\VLAB\países.shp** -> Archivo shapefile de entrada.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *ogr2ogr*, visite el siguiente enlace:

<http://www.gdal.org/ogr2ogr.html>

Después de convertido, para añadir el mapa a la imagen final, use la siguiente estructura de comando GMT:

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R150.23/2.86/-50.67/71.55 -J -O  
>> imagen.ps
```

Dónde:

**psxy** -> Función GMT para plotar líneas, polígonos y símbolos en mapas.

**C:\VLAB\paises.gmt** -> Archivo a ser añadido al mapa.

**-W2p,white** -> Atributos de la línea (como espesura, color, etc.). Para el primero test, el grosor de la línea será de 2 puntos y el color blanco.

**-R150.23/2.86/-50.67/71.55** -> Coordenadas de nuestro mapa (obtenidas con el comando *gdalinfo*). Debe estar en la secuencia **xmin/xmax/ymin/ymax**.

**-J** -> Selecciona la proyección. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo "gmt.history" en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

**-O** -> Hace el plot sobre una imagen post script ya existente.

**>> imagen.ps** -> Archivo post script de salida.



Como ya hemos escrito un archivo PostScript en la función *grdimage*, ahora utilizamos ">>" al envés de ">", o sea, sobrescribiremos un archivo PostScript ya existente.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *psxy*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/psxy.html>

Ahora, manos a la obra. Cambie su script conforme muestra el *Script 4* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 3*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

`gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0`

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

`gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0`

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

`grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc`

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

`gmtset PS_MEDIA A0`

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

`grdimage C:\VLAB\imagen.nc -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps`

:: GDAL - Convierte un archivo shapefile al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

:: GMT - Añade el shapefile en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W2p,white -R-150.23/2.86/-50.67/71.55 -J -O >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\program\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

#### Script 4



En la instrucción *grdimage*, hemos añadido el argumento **-K**, que significa “**no finalizar el plot PostScript**” (ya que en la instrucción *psxy* lo modificamos una vez más). Ya en la instrucción *psxy* no hemos añadido el **-K** pues ya no lo modificaríamos con otra instrucción. Por lo tanto, la regla es añadir el argumento **-K** en todos los comandos que modifican el archivo PostScript (extensión “.ps”), **menos el último**.

Al ejecutar el *Script 4*, generaremos la imagen de la figura 19.

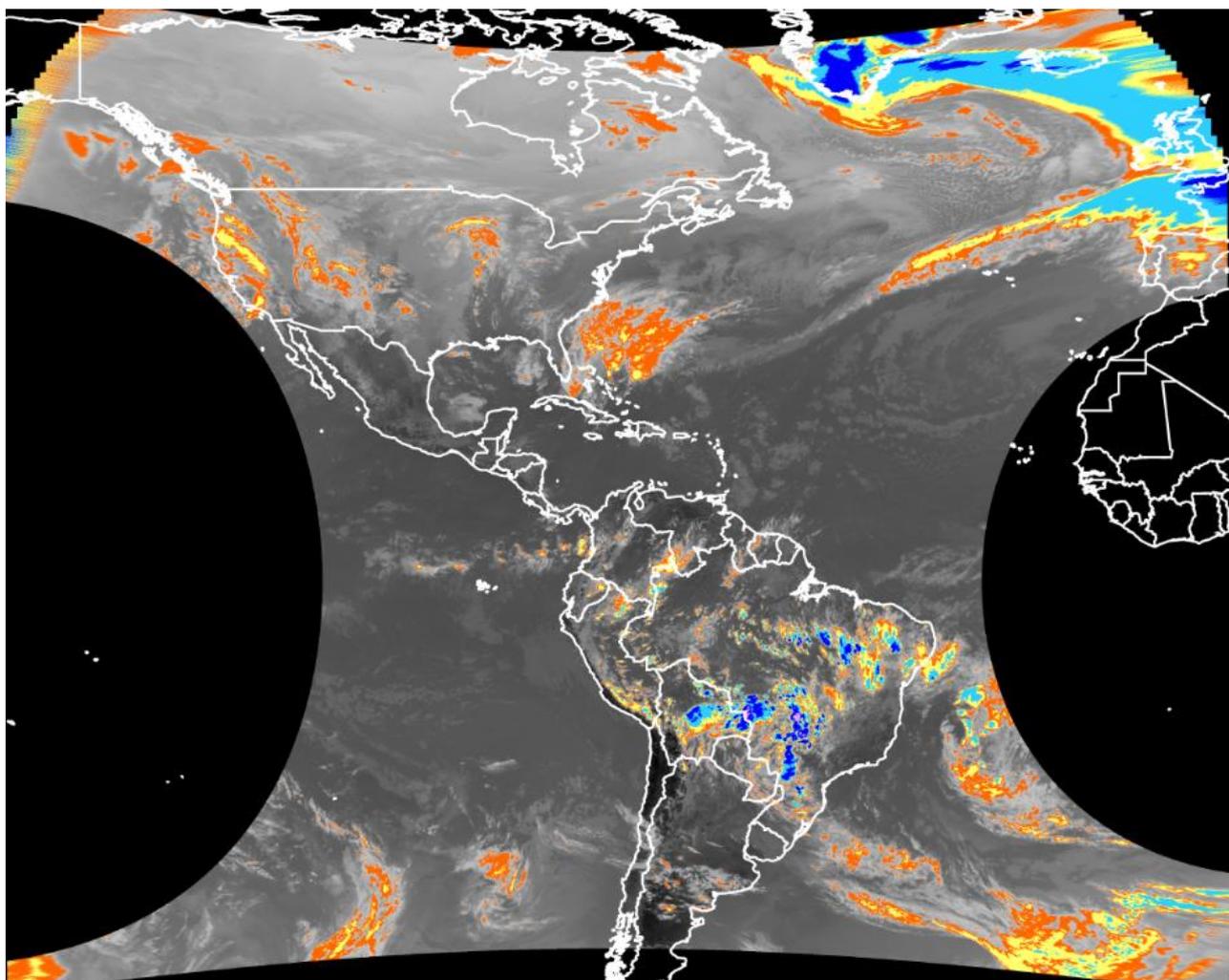


Fig. 19: Imagen GOES-13 realizada y con mapa añadido

¡Muy bien! En este punto ya hemos creado mosaicos, hemos hecho la conversión entre formatos, operaciones matemáticas, creado tablas de colores (lineales y con rangos específicos), añadimos *shapefiles* y creamos una imagen final. ¡Cuánta cosa! Y solamente con **ocho líneas de código**. Ahora, finalizaremos nuestra imagen, eligiendo una región específica para recorte, añadiendo bordes de latitud y longitud, añadiendo textos, leyendas y un logo. Vemos como se hace en el capítulo de manipulaciones avanzadas.

## 4 MANIPULACIONES AVANZADAS

Para finalizar nuestra imagen para publicación, lo primero que haremos es recortarla en una región específica. En este ejemplo, recortaremos a Sudamérica. Podemos recortar una imagen de dos modos, con GDAL y con GMT. Con GDAL, recortamos la imagen fuente (en nuestro caso el GeoTIFF). Con GMT, no recortamos la imagen fuente sino que solamente mostramos una determinada región de la imagen fuente. Enseñaremos como se hace de los dos modos (pero seguiremos el tutorial haciéndolo solamente con GMT, para ahorrar líneas de código).

### 4.1 Recortando una imagen con el comando *gdal\_translate*

Para recortar a una determinada región de la imagen fuente, use la siguiente estructura de comando GDAL.

```
gdal_translate -projwin -86 8 -30 -45 C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.tif  
-a_nodata 0
```

Dónde:

*gdal\_translate* -> Función para convertir rasters y hacer operaciones como recortes, remuestreo, etc.

*-projwin -86 8 -30 -45* -> Selecciona una subventana de la imagen fuente y especifica la Longitud mínima (xmin), Latitud máxima (ymax), Longitud máxima (xmax), Latitud mínima (ymin). IMPORTANTE: La secuencia es diferente de la de los comandos GMT.

*C:\VLAB\imagen.tif* -> Imagen de entrada

*C:\VLAB\imagen.tif* -> Imagen de salida (debe tener a extensión de la salida)

*-a\_nodata 0* -> Valores de los pixeles sin imagen (En los GeoTIFF's de NOAA-NESDIS es **cero**)

El *Script 5a* muestra como realizaríamos el recorte con la función *gdal\_translate* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 4*). No es necesario cambiar tu script! Solo enseñaremos como demostración.

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

```
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\composicion.tif -srcnodata 0
```

:: GDAL - Recorta a Sudamérica (la imagen fuente y resultante NO pueden tener el mismo nombre).

```
gdal_translate -projwin -100 13 -24 -56 C:\VLAB\composicion.tif C:\VLAB\imagen.tif
```

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

```
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc
```

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

```
gmtset PS_MEDIA A0
```

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.3p,white -R-100/-24/-56/13 -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.3p,white -R -J -O >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

---

### Script 5a



En el recorte realizado con la función *gdal\_translate*, la imagen fuente y resultando NO pueden tener el mismo nombre.



Sabrías decir porque tenemos el argumento *-K* en la función *grdimage* y en la primera función *psxy*, y no tenemos el argumento *-K* en la segunda función *psxy*?

Ahora veremos cómo obtener el mismo resultado utilizando apenas el comando *grdimage*.

## 4.2 Visualizando una determinada región con el comando **grdimage**

Para visualizar apenas una determinada región, use la siguiente estructura de comando GMT:

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K  
> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

**grdimage** -> Función GMT para proyección de imágenes.

**C:\VLAB\imagen.nc** -> Imagen de entrada.

**R-100/-24/-56/13** -> Región que se desea mostrar en la imagen final en Longitud mínima (xmin)/ Longitud máxima (xmax)/ Latitud mínima (ymin)/Latitud máxima (ymax). IMPORTANTE: La secuencia es diferente de la de los comandos GDAL.

**-Jq0.26** -> Selecciona la proyección. La letra “q” indica la proyección cilíndrica equidistante (proyección rectangular). El valor 0.26 define la escala de la figura. Al cambiar este valor cambiamos el tamaño de la figura producida. En este caso, este valor numérico puede ser omitido.

**CIR-Enhance-INPE** -> Tabla de colores a ser utilizada.

**-K** -> Argumento que indica “no finalizar el plot PostScript” (caso no sea el ultimo comando que manipule el archivo de extensión (“.ps”).

**> C:\VLAB\imagen.ps** -> Archivo post script de salida.

Cambie su script conforme muestra el *Script 5b* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 4*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

```
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0
```

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

```
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc
```

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

```
gmtset PS_MEDIA A0
```

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

---

### Script 5b



Al ejecutar un script, es generado en el directorio de trabajo dos archivos, llamados “*gmt.conf*” y “*gmt.history*”. En este último, son guardadas las configuraciones previamente utilizadas de las coordenadas, proyección, entre otras cosas (puedes verificar su contenido con un editor de texto). Por lo tanto, ya no es necesario especificar las coordenadas del argumento -R en la función *psxy* pues ya la especificamos en la función *gdimage* y las coordenadas estarán en la memoria. Eso también es válido para el argumento -J. **Con que no tengas el archivo “*gmt.history*” en el directorio de trabajo, tienes que especificar las coordenadas en cada nuevo comando.**

Al ejecutar el *Script 5b*, generaremos la imagen de la figura 20.

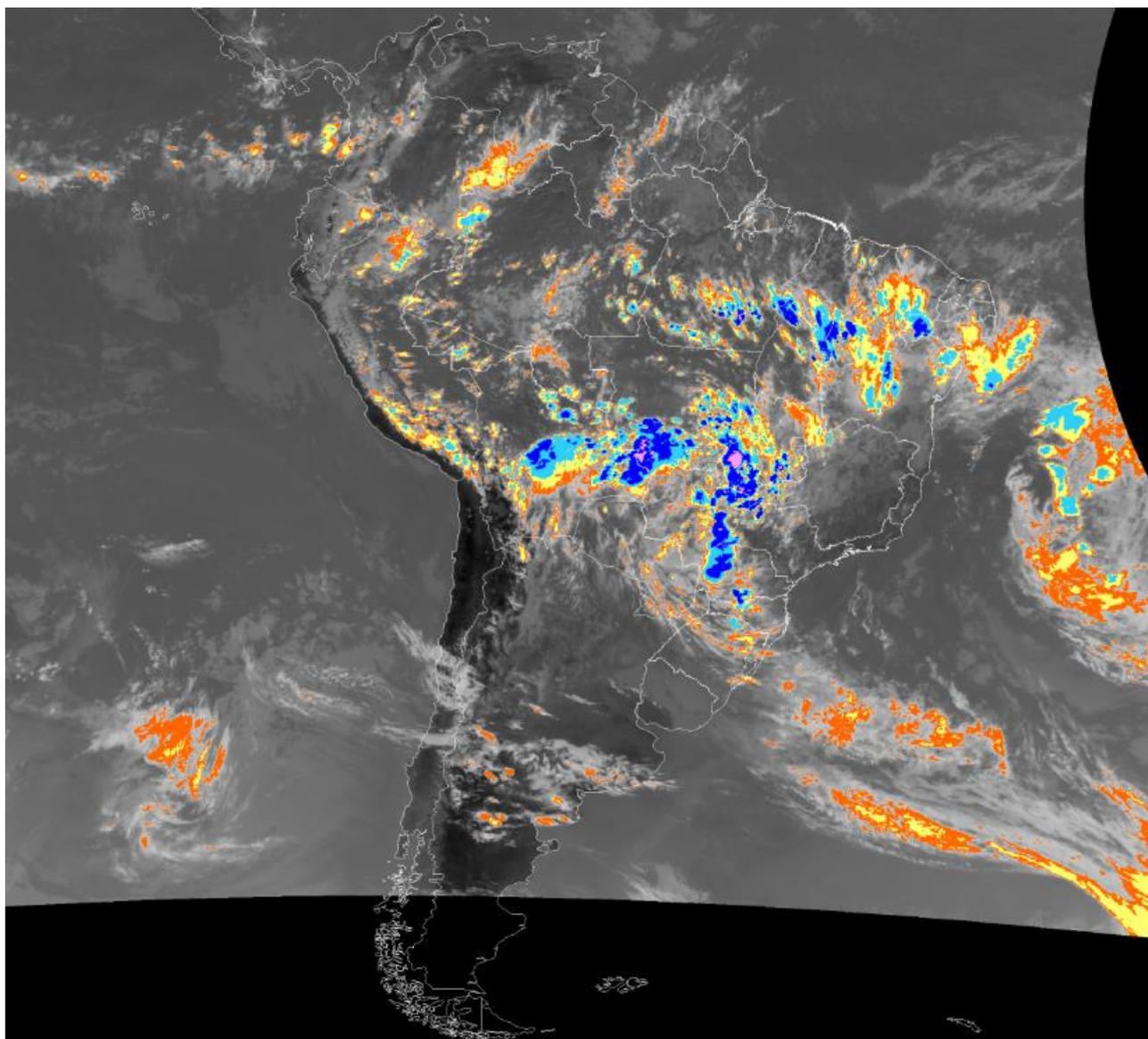


Fig. 20: Imagen GOES-13 realizada, con mapas añadidos y visualización en Sudamérica

Ya queda poco para tenernos una imagen final. El próximo paso es añadir bordes y la grilla de referencia. Veamos...

### 4.3 Añadiendo bordes, grilla y escala con el comando *pscoast*

El primer paso para añadir los bordes y la grilla es definir sus características visuales, que son parámetros estándar de GMT. Para cambiar las configuraciones estándar de GMT, así como visto en la instrucción para cambio de tamaño de hoja, usaremos el comando *gmtset*.

`gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy` -> Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)

`gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p` -> Define la espesura del borde de referencia

`gmtset MAP_TICK_LENGTH 0` -> Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia

**gmtset FONT\_ANNOT\_PRIMARY 9p** -> Define el tamaño de los números del borde de referencia

**gmtset MAP\_GRID\_PEN\_PRIMARY 0.15p,black,-** -> Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia (tamaño 15 puntos, color negro y línea punteada).

Después de definir las características del borde y grilla, usamos el comando *pscoast*, que tiene la siguiente estructura de comando GMT:

```
pscoast -Ba5g5WSne -Lf-36/10/-36/1000+1 -N1/0.0p,white -R -J -O -K  
>> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

**pscoast** -> Función GMT para plotar continentes, cuevas, ríos y bordes en los mapas.

**-Ba5g5WSne** -> Añade los bordes, con números indicativos a cada 5 grados (a5) y con división de la grilla a cada 10 grados de longitud y 10 grados de latitud (g10). Muestra la latitud y longitud apenas en canto izquierdo y inferiores del mapa (WSne).

**Lf-36/10/-36/1000+1** -> Dibuja la escala del mapa. La letra "f" define el estilo fancy de la escala. Los números se refieren a "longitud central de la escala" / "latitud de la escala" / "longitud del título de la escala" / "km representados por la escala". El signo +l define que el título de la escala será la propia unidad de la escala ("km" en este caso).

**-N1/0.0p,white** -> Dibuja los límites políticos. Como ya hemos añadido el *shapefile* de los países, no es necesario. Pero como es mandatorio especificar algo, lo dejamos con cero de espesura.

**-R** -> Coordenadas de nuestro mapa. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo "gmt.history" en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

**-J** -> Selecciona la proyección. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo "gmt.history" en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

**-O** -> Hace el plot sobre una imagen post script ya existente.

**-K** -> Argumento que indica "no finalizar el plot PostScript" (caso no sea el último comando que manipule el archivo de extensión (".ps").

**>> C:\VLAB\imagen.ps** -> Archivo post script de salida.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *pscoast*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/pscoast.html>

Cambie su script conforme muestra el *Script 6* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 5b*).

---

```
:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).
gmtset PS_MEDIA A0

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala
gmtset FONT_LABEL 9p

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

Al ejecutar el *Script 6*, generaremos la imagen de la figura 21.

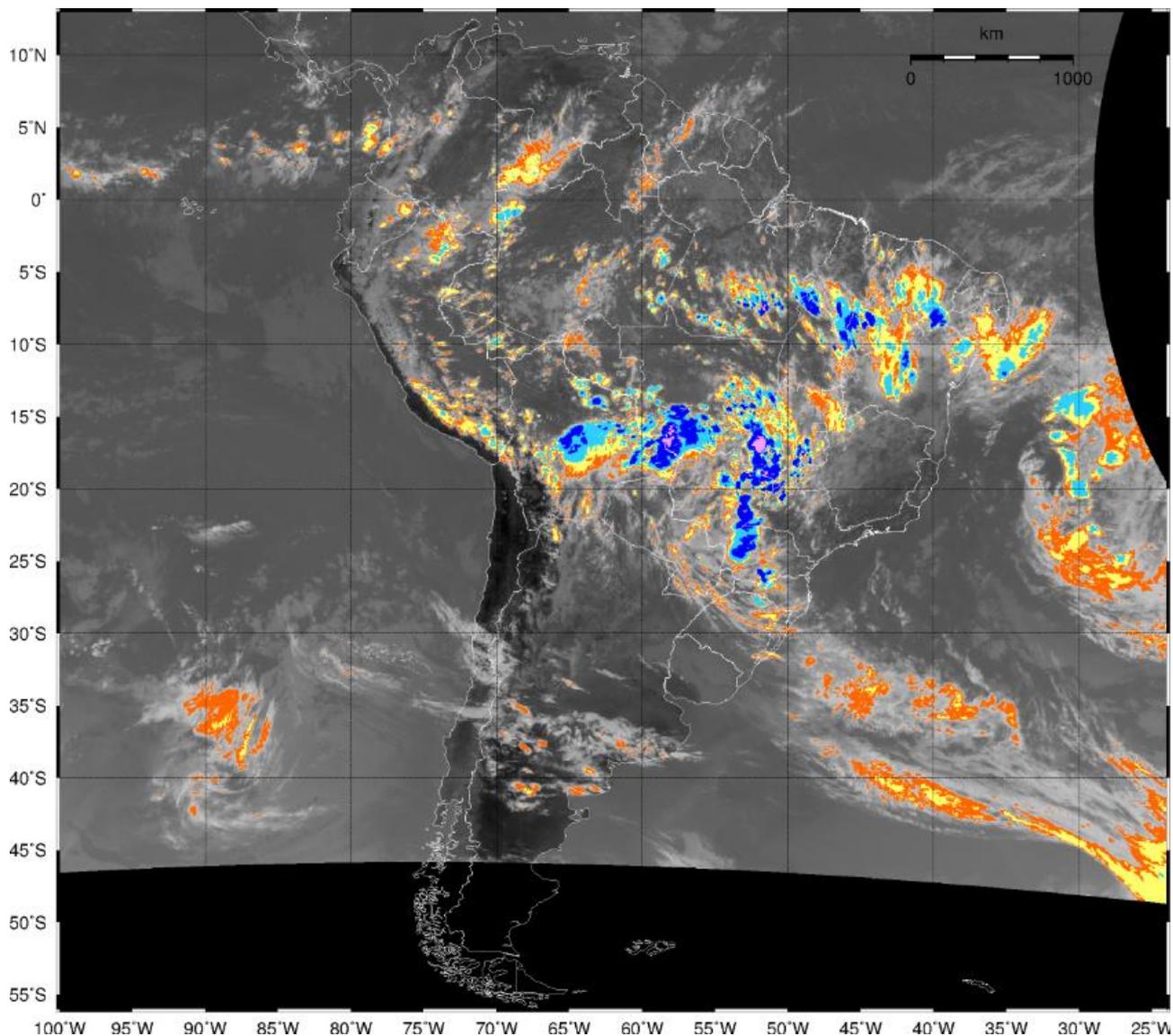


Fig. 21: Bordes, grilla de referencia de latitud / longitud y escala añadidas al mapa

En el sistema GEONETCast-Américas, los GeoTIFF de los sectores de GOES-13 son transmitidos a cada media hora y los full-disk a cada tres horas. Al tornar un script operacional es necesario identificar cual es el horario correspondiente a esta imagen, así como el canal y otras informaciones relevantes. Para eso, utilizaremos el comando *pstext*.



¿Y si...?

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción `gmtset MAP_FRAME_TYPE` cambiáramos la opción para `plain` y en la instrucción `pscoast` cambiáramos el argumento `-B` para `-Ba5g5WSne`:

```
gmtset MAP_FRAME_TYPE plain
```

```
pscoast -Ba5g5WSne -Lf-36/10/-36/1000+l -N1/0.0p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

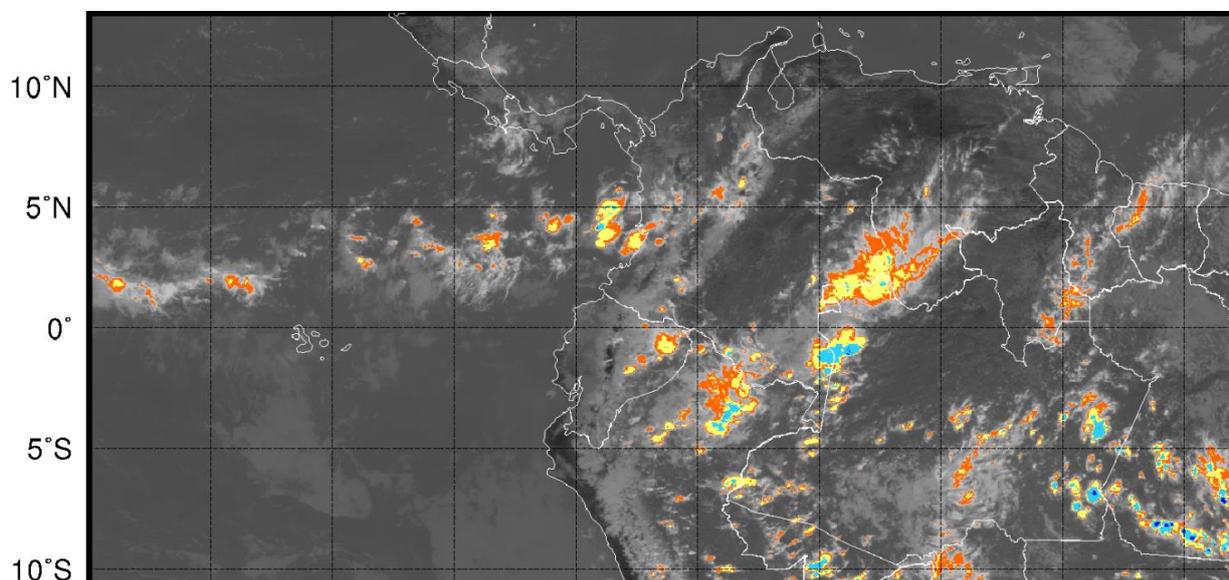


Fig. 22: Bordes simples y grilla a cada 5 grados

Los bordes serían más simples y la grilla sería puesta a cada 5 grados (en vez de 10 grados).

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción `gmtset MAP_FRAME_TYPE` cambiáramos la opción para `inside` y en la instrucción `pscoast` cambiáramos el argumento `-B` para `-Ba5g5WSne`:

```
gmtset MAP_FRAME_TYPE inside
```

```
pscoast -Ba5g5WSne -Lf-36/10/-36/1000+l -N1/0.0p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

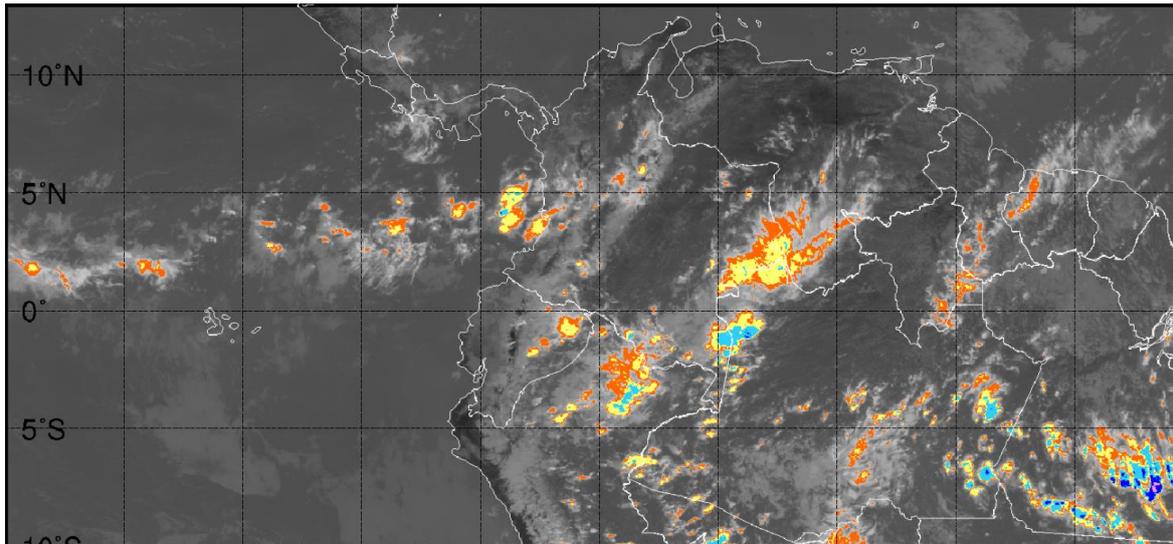


Fig. 23: Números de latitud y longitud dentro de la imagen

Los números de latitud y longitud estarían dentro del mapa.

- Eso es lo que pasaría si cambiáramos para **yellow** el color del argumento **MAP\_GRID\_PEN\_PRIMARY** y en la instrucción **pscoast** cambiáramos el argumento -L para **-L-36/10/-36/1000+I** (quitando la letra "f"):

```
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,yellow,-
```

```
pscoast -Ba5g10WSne -L-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

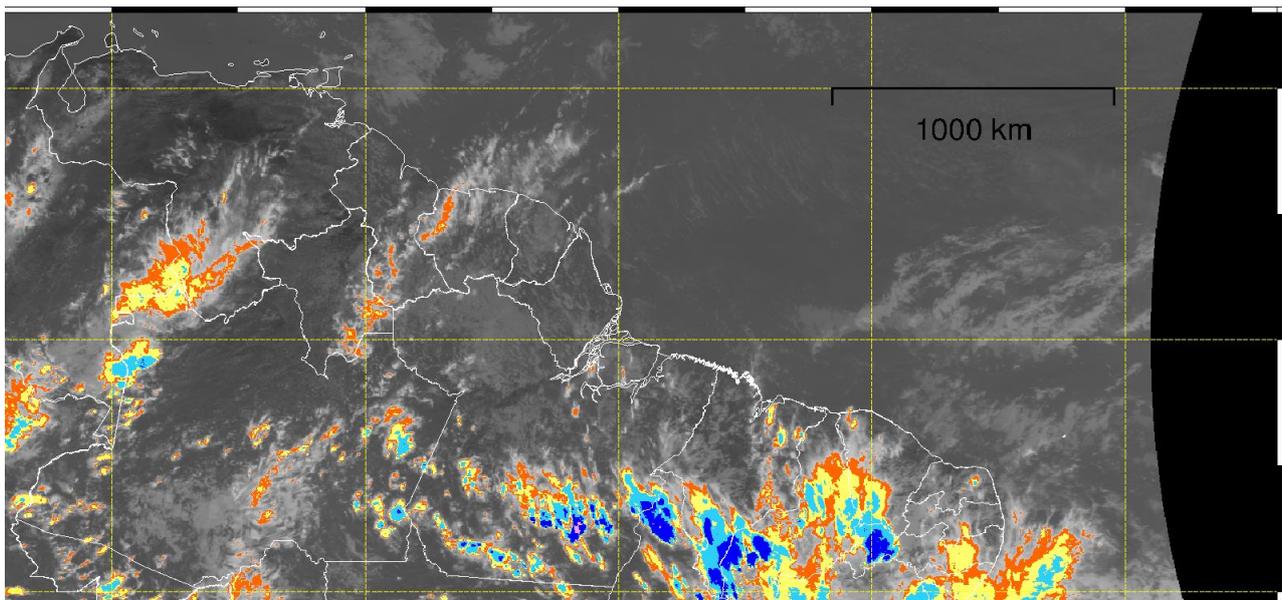


Fig. 24: Escala sin la opción "fancy" (letra "f" en el código pscoast)

La grilla sería amarilla y la escala sería simplificada.

#### 4.4 Añadiendo texto al mapa con el comando *pstext*

Para añadir un texto al mapa, primeramente es necesario crear un archivo de texto que será referenciado en el código. Crea un archivo de texto en nuestra carpeta de trabajo (en el caso de este tutorial, “C:\VLAB”) llamado “**textoinfrarrojo.txt**”. El archivo debe tener el siguiente contenido:

```
-37 -55 11,Helvetica-Bold,yellow 0 BR GOES-13 Canal Infrarrojo [10.8  
\265m] Realzado 06/01/2016 18:30 UTC
```

Dónde:

**-37** -> Longitud inicial en la que el texto será escrito (de la derecha para la izquierda).

**-55** -> Latitud en la que el texto será escrito.

**11,Helvetica-Bold,yellow** -> Tamaño, fuente y color del texto.

**0** -> Ángulo en el que el texto será escrito.

**BR** -> Alineamiento del texto. “BR” es (x-a, y-b). “TL” es (x+a, y+b). “TC” es (x, y+b).

**GOES-13 (...)**-> Texto a ser añadido al mapa.

**\265** -> Código octal para el carácter especial “μ”.



**Info.:** Encuentre en el **Apéndice E** las fuentes reconocidas por GMT.

Encuentre en el **Apéndice F** algunas tablas con los valores en octal para caracteres especiales para diversos tipos de fuentes

Con el archivo de texto creado, podemos usar la función *pstext*, que tiene la siguiente estructura:

```
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -R -J -O >> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

**pstext** -> Función GMT para introducción de textos al mapa.

**C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt** -> Archivo de texto con las configuraciones deseadas.

**-F+f+a+j** -> Indica que la fuente, el ángulo y la justificación del texto serán cogidas del archivo referenciado.

**-R** -> Coordenadas de nuestro mapa. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *gdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente.

-J -> Selecciona la proyección. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *gdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo "gmt.history" en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

-O -> Hace el plot sobre una imagen post script ya existente.

>> C:\VLAB\imagen.ps -> Archivo post script de salida.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *pstext*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/pstext.html>

Cambie su script conforme muestra el *Script 7* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 6*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

gdalwarp C:\VLAB\sector\_norte.tif C:\VLAB\sector\_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

gdal\_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a\_nodata 0

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

gmtset PS\_MEDIA A0

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

gdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)

gmtset MAP\_FRAME\_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia

gmtset MAP\_FRAME\_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia

gmtset MAP\_TICK\_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia

gmtset FONT\_ANNOT\_PRIMARY 9p

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala

gmtset FONT\_LABEL 9p

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia

gmtset MAP\_GRID\_PEN\_PRIMARY 0.15p,black,-

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia

pscoast -Ba5g10WSne -Lf-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt

```
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -R -J -O >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

### Script 7

Al ejecutar el *Script 7*, generaremos la imagen de la figura 25.

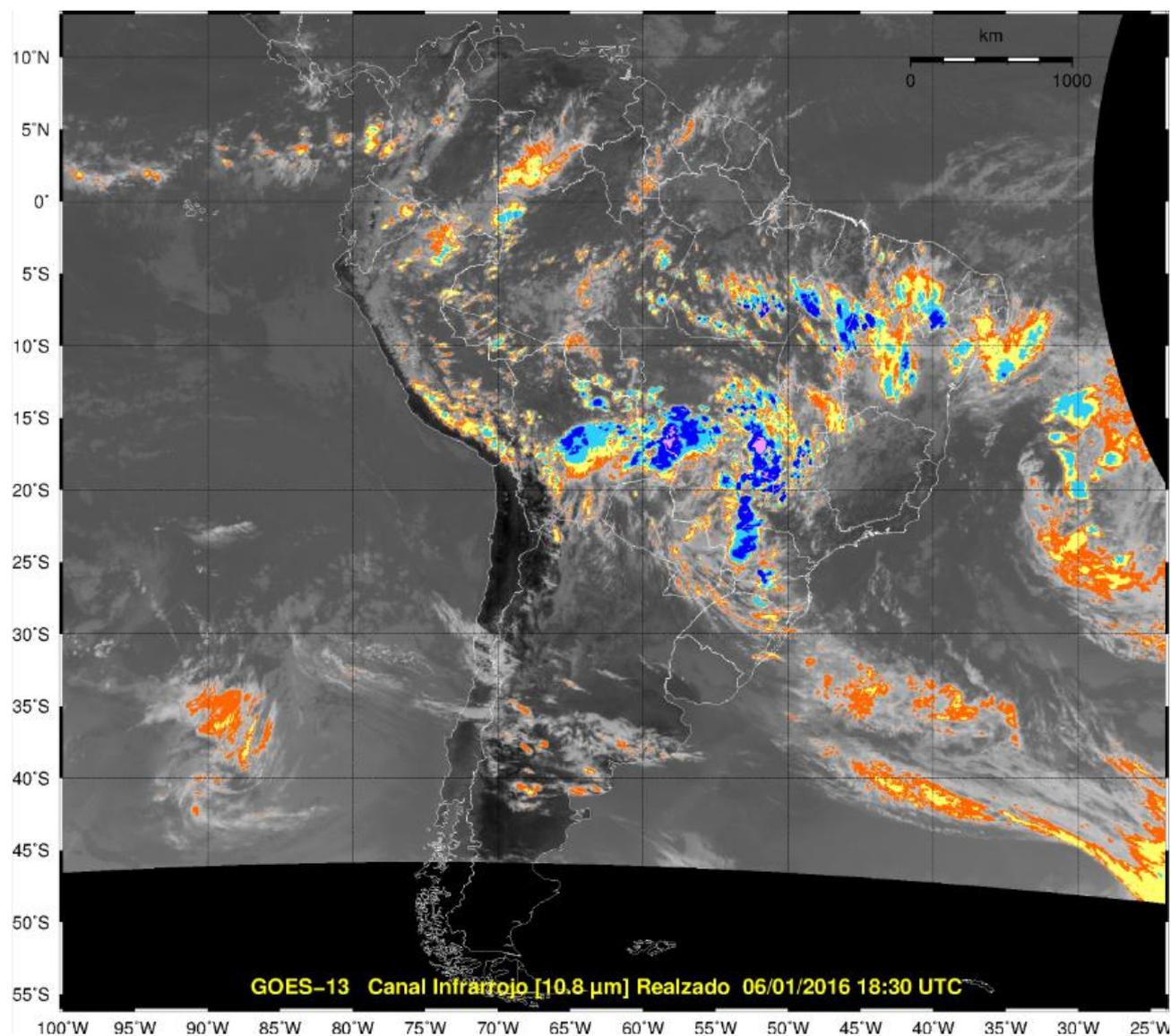


Fig. 25: Texto añadido al mapa usando el comando *pstext*

Todavía nos queda una información faltante en nuestro mapa, que es indicar a cual valor de temperatura cada color representa. Para eso, añadiremos una leyenda a nuestro mapa con el comando GMT *psscale*.

#### 4.5 Añadiendo una leyenda al mapa con el comando *psscale*

Para añadir una leyenda en el mapa, podemos utilizar la siguiente estructura de comando GMT:

```
psscale -Dx0c/-1.2c+w19.8c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [\260C]": -0 >> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

**psscale** -> Función GMT para añadir leyendas al mapa.

**-Dx0c/-1.2c+w19.8c/0.3c+h+e** -> Configuración de posición y otras características. En este ejemplo, "x" significa que la posición de la leyenda será pasada en coordenadas de plot (pulgadas, centímetros, etc.). "0c/-1.2c" significa el punto inicial de la leyenda (0 centímetros y -1.2 centímetros). "+w19.8c/0.3c" significa que la leyenda tendrá 19.8 centímetros de extensión y 0.3 centímetros de largura. "+h" significa que su orientación será horizontal. "+e" significa que la leyenda tendrá triángulos en la extremidad indicando los colores anteriores y posteriores a los valores de la leyenda.

**-CIR-Enhance-INPE** -> Indica cual tabla de colores estamos referenciando para la construcción de la leyenda.

**-B10:"Temperatura de Brillo [\260C]":** -> Texto que será mostrado debajo de la leyenda. En este ejemplo, "10" significa que los valores de la leyenda serán mostrados a cada 10 grados.

**\260** -> Código octal para el carácter especial "°" (grados).

**-0** -> Hace el plot sobre una imagen post script ya existente.

**>> C:\VLAB\imagen.ps** -> Archivo post script de salida.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *psscale*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/psscale.html>

Cambie su script conforme muestra el *Script 8* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 7*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

gdalwarp C:\VLAB\sector\_norte.tif C:\VLAB\sector\_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

```
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc
```

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

```
gmtset PS_MEDIA A0
```

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)

```
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy
```

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia

```
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p
```

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia

```
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0
```

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda

```
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p
```

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala y leyenda

```
gmtset FONT_LABEL 9p
```

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia

```
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-
```

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia

```
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt

```
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade una leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada

```
psscale -Dx0c/-1.2c+w19.8c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [\260C]": -O >>  
C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\program\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

Al ejecutar el *Script 8*, generaremos la imagen de la figura 26.

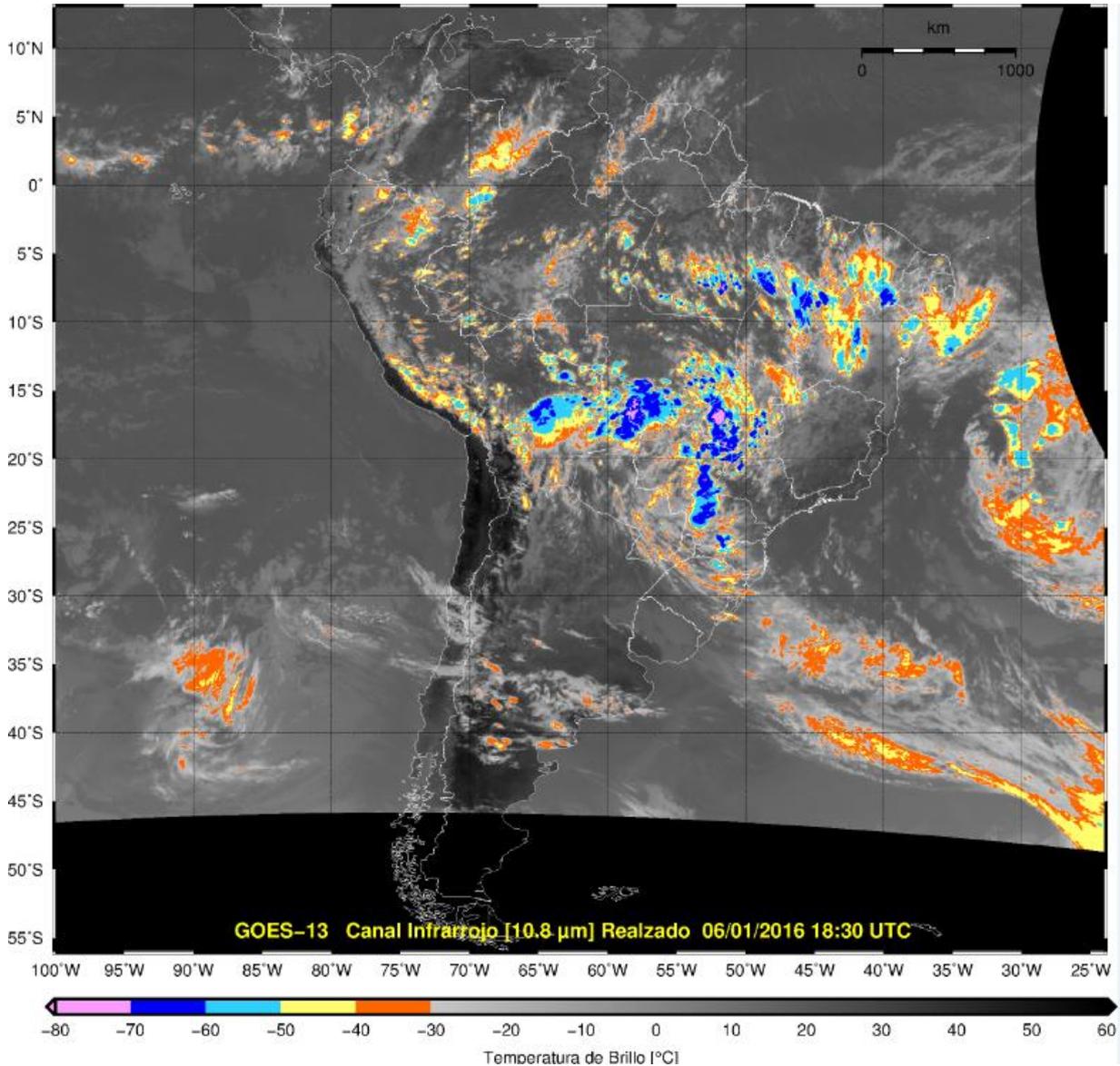


Fig. 26: Leyenda añadida al mapa con el comando *psscale*.

En la figura 27 vemos una explicación de los parámetros del argumento **-D** del comando *psscale*.

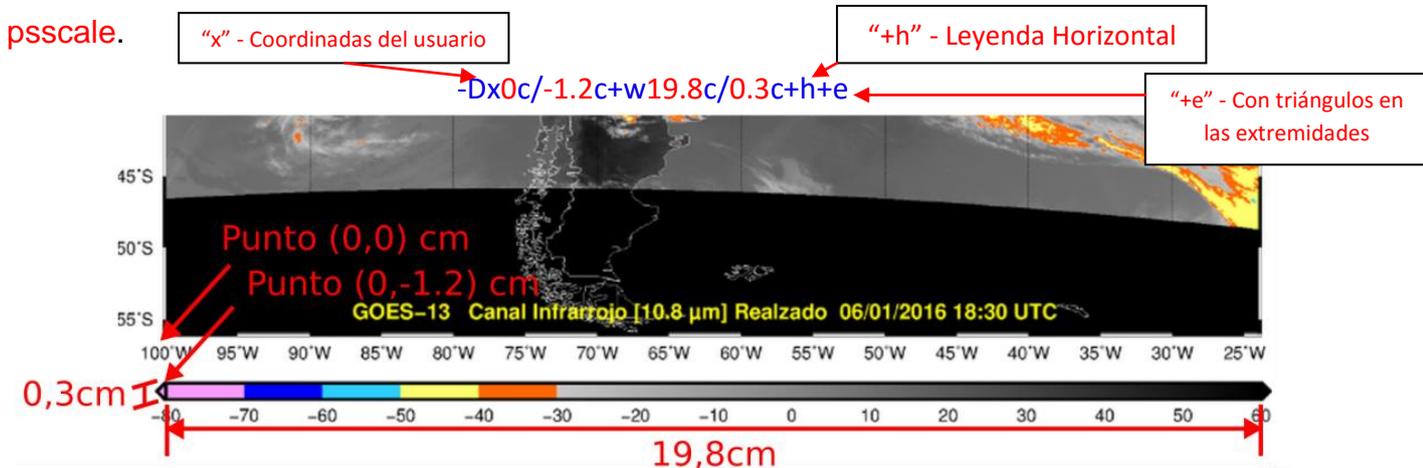


Fig. 27: Leyenda añadida al mapa con el comando *psscale*.

Para finalizar nuestra imagen, como un extra, podemos añadir el logo de nuestra institución con la herramienta *ImageMagick*. Encuentre en el Apéndice C, un guía descriptivo para la instalación de esta herramienta en el entorno Windows.

Veamos cómo se añade un logo con esta herramienta.

#### 4.6 Añadiendo un logo con el comando **-composite**

Para añadir un logo el mapa, podemos utilizar la siguiente estructura de comando *ImageMagick*:

```
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry  
+120+50 C:\VLAB\imagen.png
```

Dónde:

**convert** -> Función ImageMagick para convertir entre formatos de imagen, así como cambiar el tamaño de una imagen, desenfocar, , eliminación de ruido, re-muestreo, etc.

**-composite** -> Argumento ImageMagick para crear composiciones entre dos imágenes.

**C:\VLAB\imagen.png** -> Imagen de entrada.

**C:\VLAB\Logo\_GEONETCast.png** -> Imagen que se desea añadir a la imagen de entrada.

**-geometry +120+50** -> Argumento ImageMagick para elegir la posición de la imagen.

**C:\VLAB\imagen.png** -> Imagen resultante (puede tener el mismo nombre de la imagen de entrada).



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *convert*, visite el siguiente enlace:

<http://www.imagemagick.org/script/convert.php>

Para una descripción detallada del comando *composite*, visite el siguiente enlace:

<http://www.imagemagick.org/script/command-line-options.php#composite>

Para una descripción detallada del comando *geometry*, visite el siguiente enlace:

<http://www.imagemagick.org/script/command-line-options.php#geometry>

Cambie su script conforme muestra el *Script 9* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 8*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

```
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0
```

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

```
:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).
gmtset PS_MEDIA AO

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala y leyenda
gmtset FONT_LABEL 9p

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada
psscale -Dx0c/-1.2c+w19.8c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [\260C]": -O >>
C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\

:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +120+50
C:\VLAB\imagen.png
```

Al ejecutar el *Script 9*, generaremos la imagen de la figura 28.

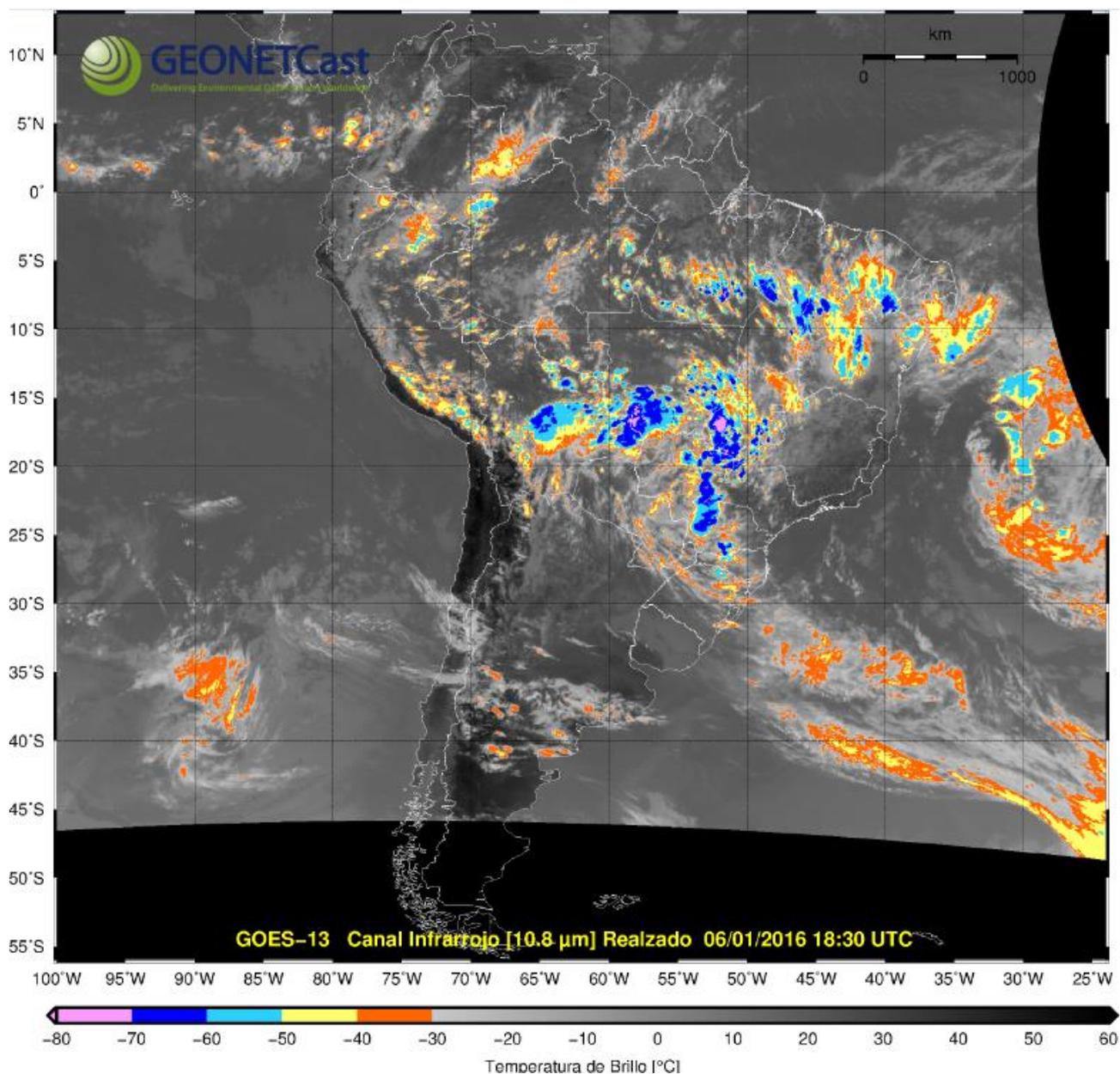


Fig. 28: Imagen finalizada, con el logo de GEONETCast.

Puedes utilizar el logo que desees. Simplemente tienes que cambiar el archivo de entrada en la instrucción "*convert -composite*".



**Info.:** Para que los logos tengan el fondo transparente, la imagen debe estar en el formato PNG. Para manipular los logos (tamaño, resolución, etc.) enseñados en este tutorial, hemos utilizados los softwares Inkscape (<https://inkscape.org>) y GIMP (<https://www.gimp.org>)

Las figuras 29 y 30 muestran ejemplos de la utilización del logo del INPE.

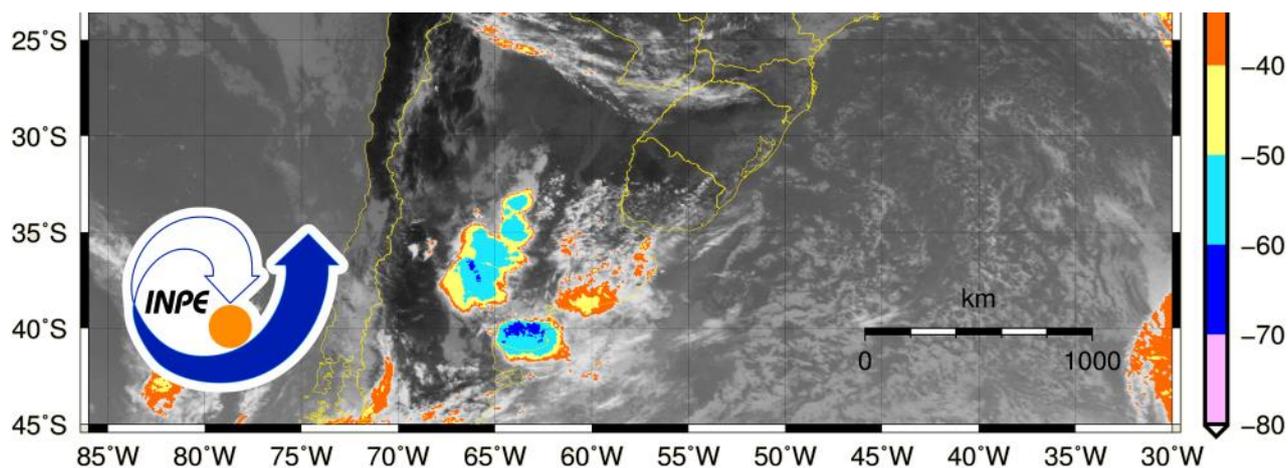


Fig. 29: Primer ejemplo de utilización del logo del INPE.

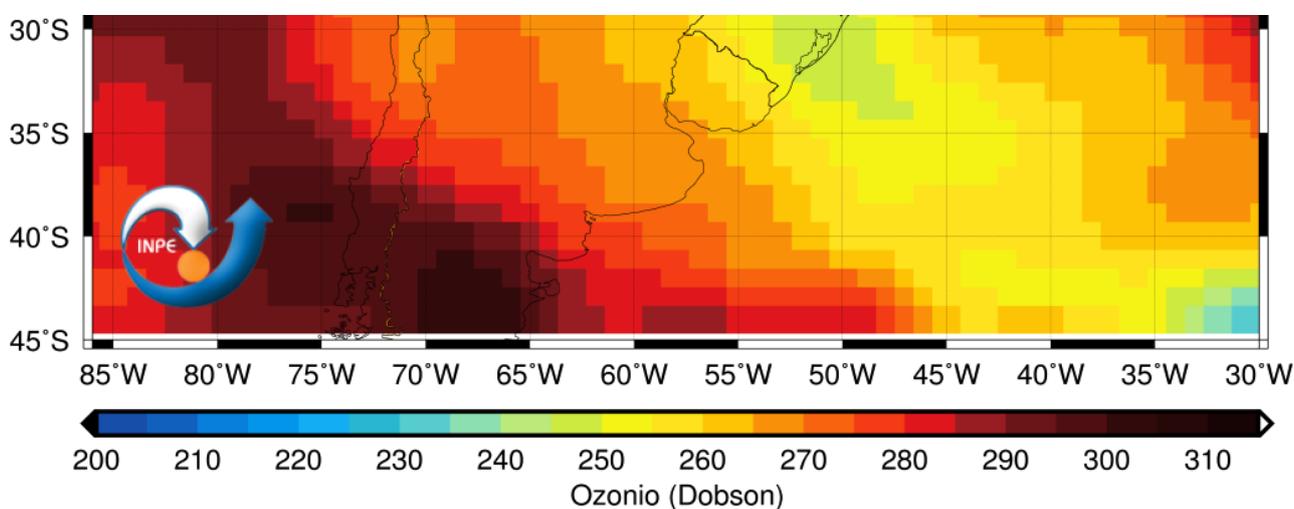


Fig. 30: Segundo ejemplo de utilización del logo del INPE.

¡Enhorabuena! Con esto, terminamos la manipulación de nuestra primera imagen de GEONETCast-Américas. Hemos aprendido como hacer un mosaico, convertir entre formatos, aplicar operaciones matemáticas, proyectar una imagen, añadir *shapefiles*, añadir bordes de latitud y longitud, grillas de referencia, escala, texto, leyenda y un logo. Todo esto con 20 líneas de código. Realmente, la combinación GDAL y GMT es muy poderosa. Pero, no termina por aquí. Todavía exploraremos otras características de GDAL y GMT, trabajando con otros formatos de imagen diseminados por GEONETCast-Américas además de los GeoTIFF que manipulamos hasta el momento. Son los formatos GRIB y HDF.

## 5 EXPLORANDO EL FORMATO GRIB CON DATOS DEL MODELO GFS

En GEONETCast-Américas son diseminados datos del modelo GFS en el formato GRIB2. Son transmitidas las rodadas de 00:00 UTC y 12:00 UTC, con previsiones de 3 en 3

horas hasta 120 horas, totalizando 40 archivos por rodada y 80 archivos por diarios por región (Sudamérica y Centro América + Caribe). Estos datos pueden ser encontrados en la carpeta “MARN-ElSalvador” en su estación de recepción.



**Info.:** Para facilitar en entendimiento de las instrucciones, cambiaremos el nombre del archivo original de **gfs\_sam\_0p50\_12.f0006** para **modelo**

Manos a la obra. Empecemos añadiendo a nuestra imagen de satélite los datos de velocidad del viento del modelo GFS. Así, aprenderemos como convertir bandas específicas con GDAL, como ajustar las coordenadas de la visualización y como añadir una segunda leyenda. Pero primero, tenemos que conocer el dato que estamos manipulando.

### 5.1 Conociendo el archivo GRIB con el comando **gdalinfo**

Así como hemos hecho con los GeoTIFF, también podemos extraer informaciones al respecto de las bandas disponibles en un archivo GRIB, usando la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdalinfo C:\VLAB\modelo
```

Dónde:

**gdalinfo** -> Función GDAL para listar informaciones sobre un archivo raster.

**C:\VLAB\modelo** -> Archivo raster que se desea conocer.

Al ejecutar ese comando veremos que el archivo GRIB del modelo GFS tiene 655 bandas, lo que es mucho para enseñar el contenido de todas las bandas en una pantalla del terminal Windows, como muestra la figura 31.

```

C:\VLAB> gdalinfo
Band 651 Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
  Description = -2.147482[(K m^2)/(kg s)] PVL="Potential vorticity surface"
  NoData Value=9999
  Metadata:
    GRIB_COMMENT=v-component of wind [m/s]
    GRIB_ELEMENT=VGRD
    GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
    GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
    GRIB_SHORT_NAME=-2.147482-PVL
    GRIB_UNIT=[m/s]
    GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
Band 652 Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
  Description = -2.147482[(K m^2)/(kg s)] PVL="Potential vorticity surface"
  NoData Value=9999
  Metadata:
    GRIB_COMMENT=Temperature [C]
    GRIB_ELEMENT=TMP
    GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
    GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
    GRIB_SHORT_NAME=-2.147482-PVL
    GRIB_UNIT=[C]
    GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
Band 653 Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
  Description = -2.147482[(K m^2)/(kg s)] PVL="Potential vorticity surface"
  NoData Value=9999
  Metadata:
    GRIB_COMMENT=Geopotential height [gpm]
    GRIB_ELEMENT=HGT
    GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
    GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
    GRIB_SHORT_NAME=-2.147482-PVL
    GRIB_UNIT=[gpm]
    GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
Band 654 Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
  Description = -2.147482[(K m^2)/(kg s)] PVL="Potential vorticity surface"
  NoData Value=9999
  Metadata:
    GRIB_COMMENT=Pressure [Pa]
    GRIB_ELEMENT=PRES
    GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
    GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
    GRIB_SHORT_NAME=-2.147482-PVL
    GRIB_UNIT=[Pa]
    GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
Band 655 Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
  Description = -2.147482[(K m^2)/(kg s)] PVL="Potential vorticity surface"
  NoData Value=9999
  Metadata:
    GRIB_COMMENT=Vertical speed sheer [1/s]
    GRIB_ELEMENT=VWSH
    GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
    GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
    GRIB_SHORT_NAME=-2.147482-PVL
    GRIB_UNIT=[1/s]
    GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
C:\VLAB>

```

Fig. 31: Descripción del archivo GRIB obtenida con el comando *gdalinfo*

Por ese motivo pasaremos el resultado a un archivo de texto. En el terminal de Windows, eso se hace muy fácilmente, utilizando la siguiente estructura de comando *batch*:

```
gdalinfo C:\VLAB\modelo > bandas_grib.txt
```

> **bandas\_grib.txt** -> Archivo de texto que se desea guardar los datos obtenidos con la instrucción *gdalinfo*.

Al ejecutar este comando, tenemos la descripción de todas las bandas en un archivo de texto, y así podemos navegarlo como queramos, como muestra la figura 32.

```

1 Driver: GRIB/GRIdded Binary (.grib)
2 Files: modelo
3 Size is 117, 137
4 Coordinate System is:
5 GEOGCS["Coordinate System imported from GRIB file",
6   ... DATUM["unknown",
7   ... SPHEROID["Sphere",6371229,0]],
8   ... PRIMEM["Greenwich",0],
9   ... UNIT["degree",0.0174532925199433]]
10 Origin = (271.750000000000000,8.250000000000000)
11 Pixel Size = (0.500000000000000,-0.500000000000000)
12 Corner Coordinates:
13 Upper Left ( 301.250,  -26.000) (301d 0' 0.00"E, 26d 0' 0.00"S)
14 Lower Left ( 271.750,  -60.250) (271d45' 0.00"E, 60d15' 0.00"S)
15 Upper Right ( 330.250,   8.250) (330d15' 0.00"E,  8d15' 0.00"N)
16 Lower Right ( 330.250,  -60.250) (330d15' 0.00"E, 60d15' 0.00"S)
17 Center ( 301.000,  -26.000) (301d 0' 0.00"E, 26d 0' 0.00"S)
18 Band 1: Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
19   Description = 0[-] RESERVED(220) (Reserved Local use)
20   Metadata:
21     GRIB_COMMENT=u-component of wind [m/s]
22     GRIB_ELEMENT=UGRD
23     GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
24     GRIB_PDS_PDTN=0
25     GRIB_PDS_TEMPLATE_NUMBERS=2 2 2 0 96 0 0 0 1 0 0 0 6 220 0 0 0 0 0 255 0 0 0 0 0
26     GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
27     GRIB_SHORT_NAME=0-RESERVED(220)
28     GRIB_UNIT=[m/s]
29     GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
30 Band 2: Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
31   Description = 0[-] RESERVED(220) (Reserved Local use)
32   Metadata:
33     GRIB_COMMENT=v-component of wind [m/s]
34     GRIB_ELEMENT=VGRD
35     GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
36     GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
37     GRIB_SHORT_NAME=0-RESERVED(220)
38     GRIB_UNIT=[m/s]
39     GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC
40 Band 3: Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
41   Description = 0[-] RESERVED(220) (Reserved Local use)
42   Metadata:
43     GRIB_COMMENT=(prodType 0, cat 2, subcat 224) [-]
44     GRIB_ELEMENT=unknown
45     GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
46     GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
47     GRIB_SHORT_NAME=0-RESERVED(220)
48     GRIB_UNIT=[m/s]
49     GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC

```

Fig. 32: Descripción del archivo GRIB abierta como un archivo de texto

Con eso podemos conocer la información contenida en cada banda y su unidad, como muestra la figura 33 (banda 4). En la banda 4 tenemos la velocidad del viento en la superficie, y la unidad es “m/s”.

```

50 Band 4: Block=117x1 Type=Float64, ColorInterp=Undefined
51   Description = 0[-] SFC="Ground or water surface"
52   Metadata:
53     GRIB_COMMENT=Wind speed (gust) [m/s]
54     GRIB_ELEMENT=GUST
55     GRIB_FORECAST_SECONDS=21600 sec
56     GRIB_REF_TIME= 1452081600 sec UTC
57     GRIB_SHORT_NAME=0-SFC
58     GRIB_UNIT=[m/s]
59     GRIB_VALID_TIME= 1452103200 sec UTC

```

Fig. 33: Datos de la banda 4

Ahora ya podemos convertir bandas específicas con el comando `gdal_translate`.

## 5.2 Convirtiendo bandas específicas de un archivo GRIB con el comando *gdal\_translate*

Ya sabemos que el archivo GRIB del modelo GFS tiene 655 bandas. Para convertir una banda específica de un archivo GRIB, use la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdal_translate -of netCDF -b 4 C:\VLAB\modelo C:\VLAB\modelo.nc
```

Dónde:

*gdal\_translate* -> Función para convertir rasters y hacer operaciones como recortes, remuestreo, etc.

*-of netCDF* -> Selección del formato de salida. El formato estándar es el GeoTIFF (“-of GTiff” en la sintaxis). Como deseamos convertir la imagen para NetCDF, utilizaremos la sintaxis “netCDF”.

*-b 4* -> Banda del archivo GRIB que se desea convertir (en este caso la banda 4, la “velocidad del viento en la superficie”)

*C:\VLAB\modelo* -> Imagen de entrada

*C:\VLAB\modelo.nc* : Imagen de salida (debe tener a extensión de la salida)

## 5.3 Sobreponiendo datos de modelo en la forma de contorno con el comando *grdcontour*

Para mostrar datos en la forma de contornos en el mapa, podemos usar la siguiente estructura de comando GMT:

```
grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -A- -O -K -R -J  
>> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

*grdcontour* -> Función para crear mapas de contorno.

*C:\VLAB\modelo.nc* -> Imagen de entrada.

*-CC:\VLAB\paleta.cpt* -> Paleta de colores utilizada.

*-W+0.3p* -> Características de las líneas. En este caso, “0.3p” se refiere al grosor de las líneas de contorno.

*-A-* -> Anotaciones del mapa. De momento no vamos a elegir ninguna característica

*-O* -> Hace el plot sobre una imagen post script ya existente

**-K** -> Argumento que indica “no finalizar el plot PostScript” (caso no sea el último comando que manipule el archivo de extensión (“.ps”).

**-R** -> Coordenadas de nuestro mapa. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo “*gmt.history*” en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

**-J** -> Selecciona la proyección. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo “*gmt.history*” en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

>> **C:\VLAB\imagen.ps** -> Archivo post script de salida.

Cambie su script conforme muestra el *Script 10* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 9*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

gdalwarp C:\VLAB\sector\_norte.tif C:\VLAB\sector\_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

gdal\_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a\_nodata 0

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

gmtset PS\_MEDIA AO

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte la banda 4 del archivo GRIB del modelo GFS para NetCDF (formato acepto por GMT).

gdal\_translate -of netCDF -b 4 C:\VLAB\modelo C:\VLAB\modelo.nc

:: GMT - Crea una paleta de colores considerando la velocidad de viento "0 m/s" como inicial y la velocidad de viento "20 m/s" como final, usando la tabla estandar "rainbow" como base y contornos en cada intervalo de "1 m/s".

makecpt -Crainbow -T0/20/1 > C:\VLAB\paleta.cpt

:: GMT - Añade el contorno de la banda 4 del modelo GFS en la visualización.

grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -A- -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)

gmtset MAP\_FRAME\_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia

gmtset MAP\_FRAME\_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia

gmtset MAP\_TICK\_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda

```
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p
```

:: Tamaño del título de la escala y leyenda

```
gmtset FONT_LABEL 9p
```

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia

```
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-
```

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia

```
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefile (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt

```
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada

```
psscale -Dx0c/-1.2c+w19.8c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [\260C]": -O >>  
C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.

```
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +120+50
```

```
C:\VLAB\imagen.png
```

---

### Script 10

Al ejecutar el *Script 10*, generaremos la imagen de la figura 34.

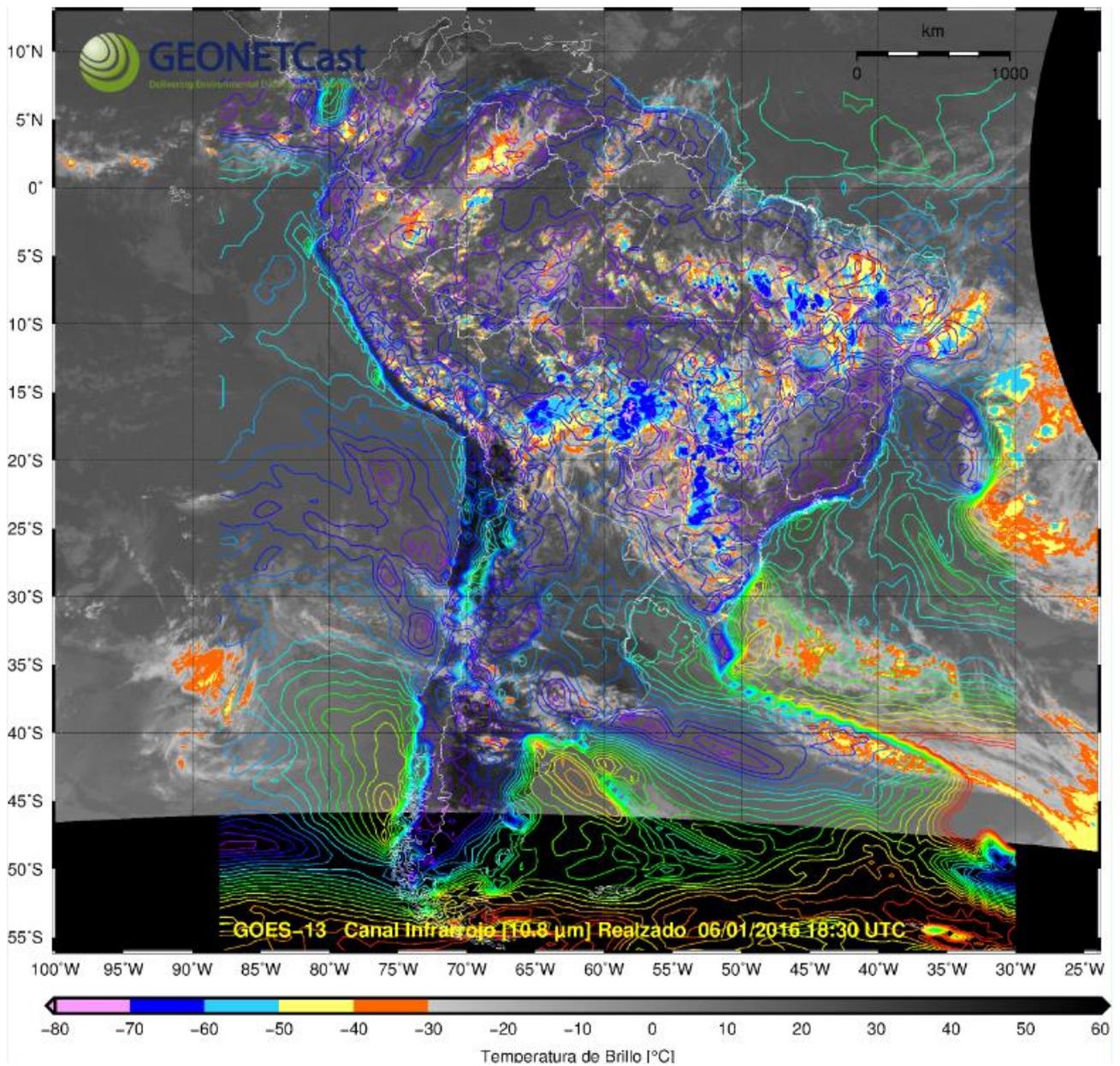


Fig. 34: Imagen satelital con dato de modelo (viento) sobrepuesto.



¿Y si...?

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción `makecpt` cambiáramos el intervalo de 1 m/s para 2 m/s:

```
makecpt -Crainbow -T0/20/2 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

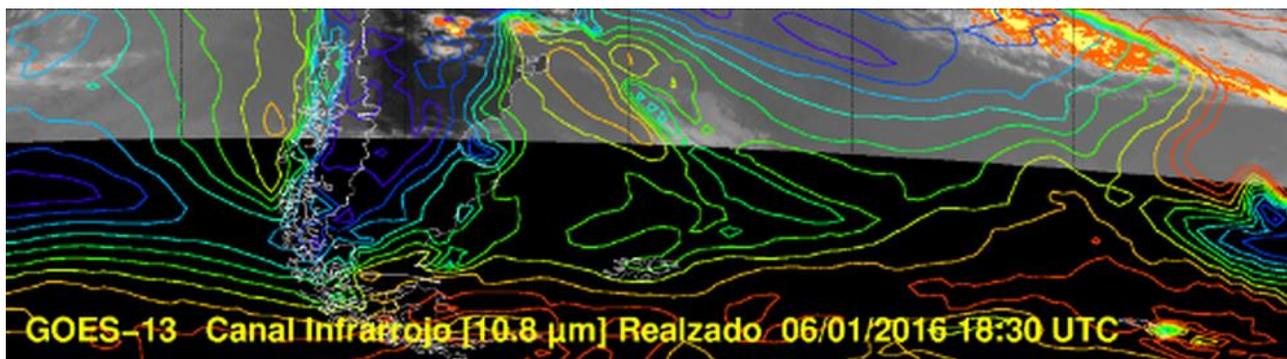


Fig. 35: Contornos con intervalo configurado para 2 m/s

Los intervalos entre los contornos serían más grandes. ¿Puedes notar la diferencia? Mire en detalle como estaba antes:

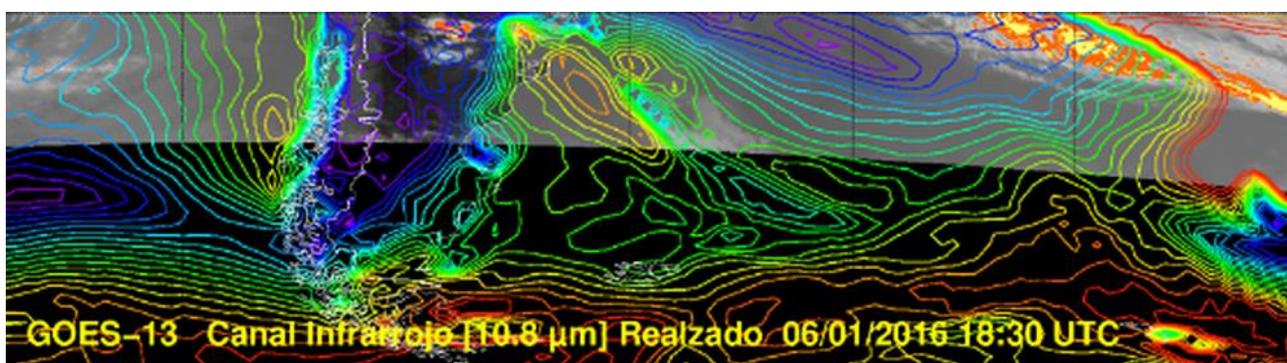


Fig. 36: Contornos con intervalo configurado para 1 m/s

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción `grdcontour` cambiáramos el argumento `-A-` para `-A+f7p`:

```
grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -A+f7p -O -K -R -J >>
C:\VLAB\imagen.ps
```

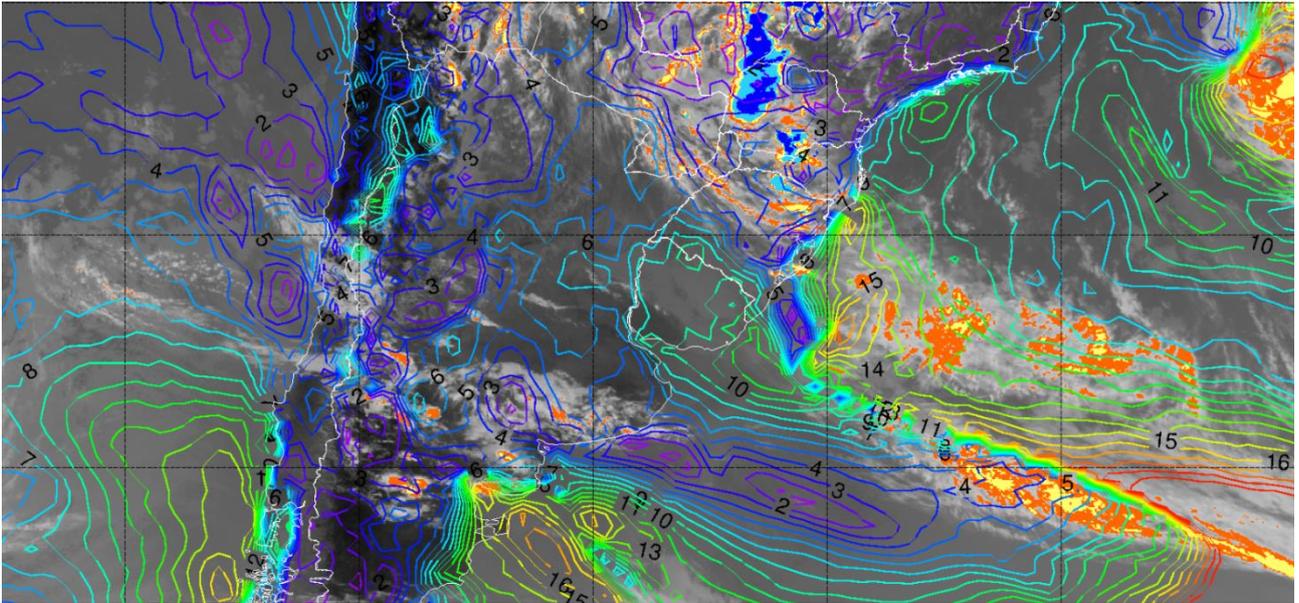


Fig. 37: Números indicativos de la magnitud añadidos al mapa

Los números indicativos de la magnitud serían añadidos al mapa. La opción `+f7p` indica que la fuente tiene 7 puntos de tamaño.

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción `grdcontour` cambiáramos el argumento `-A-` para `-A+f7p+g255/255/255+o+a0`:

```
grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -A+f7p+g255/255/255+o+a0 -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps
```

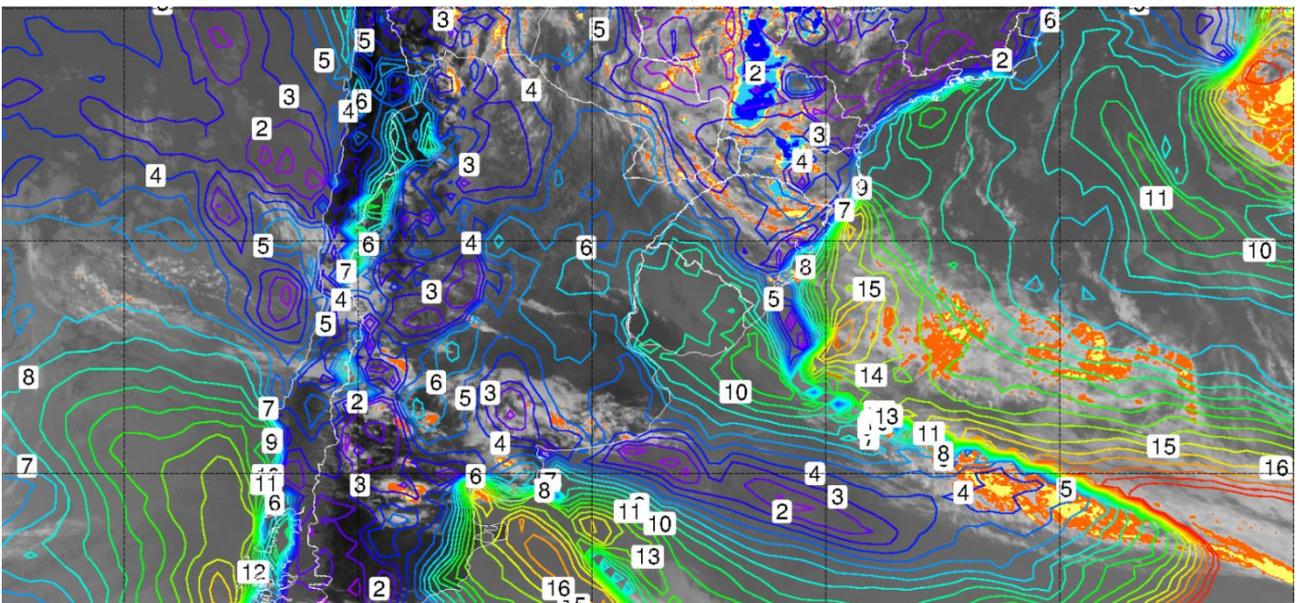


Fig. 38: Números indicativos en cajas de texto blancas, bordes arredondados y ángulo cero

Los números indicativos de la magnitud serían añadidos al mapa (**+f7p**), dentro de cajas de texto blancas (**+g255/255/255**), con bordes arredondados (**+o**) y en ángulo cero (**+a0**).



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *grdcontour*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/grdcontour.html>

En este enlace, puedes explorar otros argumentos del comando *grdcontour*. Por el momento seguiremos con el código del *Script 10*, sin mostrar los números indicativos de la magnitud en el mapa. En contrapartida, añadiremos una segunda leyenda a la imagen final. Así, aprenderemos un pequeño truco, el del desplazamiento de una imagen en la hoja de impresión.

### 5.4 Añadiendo una segunda leyenda al mapa con el comando *psscale*

Para añadir una segunda leyenda en la figura, tenemos que añadir un segundo comando *psscale* a nuestro script, posicionando la segunda leyenda más debajo de la primera.

Cambie su script conforme muestra el *Script 11* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 10*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

```
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0
```

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

```
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc
```

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

```
gmtset PS_MEDIA A0
```

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -K > C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte la banda 4 del archivo GRIB del modelo GFS para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF -b 4 C:\VLAB\modelo C:\VLAB\modelo.nc
```

:: GMT - Crea una paleta de colores considerando la velocidad de viento "0 m/s" como inicial y la velocidad de viento "20 m/s" como final, usando la tabla estándar "rainbow" como base y contornos en cada intervalo de "1 m/s".

```
makecpt -Crainbow -T0/20/1 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

:: GMT - Añade el contorno de la banda 4 del modelo GFS en la visualización.

```
grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -R -J -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -P -A -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala y leyenda
gmtset FONT_LABEL 9p

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-36/10/-36/1000+I -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp

:: GMT - Añade los shapefiles (países e estados de Brasil) en la imagen final.
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada
psscale -Dx0c/-1.2c+w19.8c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [\260C]": -O -K >>
C:\VLAB\imagen.ps
psscale -Dx0c/-2.7c+w19.8c/0.3c+h+e -CC:\VLAB\paleta.cpt -B2.5:"Velocidad del Viento [m/s]": -O >>
C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\

:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +120+50
C:\VLAB\imagen.png
```

---

### Script 11

Al ejecutar el *Script 11*, generaremos la imagen de la figura 39. Al analizar la imagen, vemos que tenemos un problema. ¡No se ve la segunda leyenda por completo!

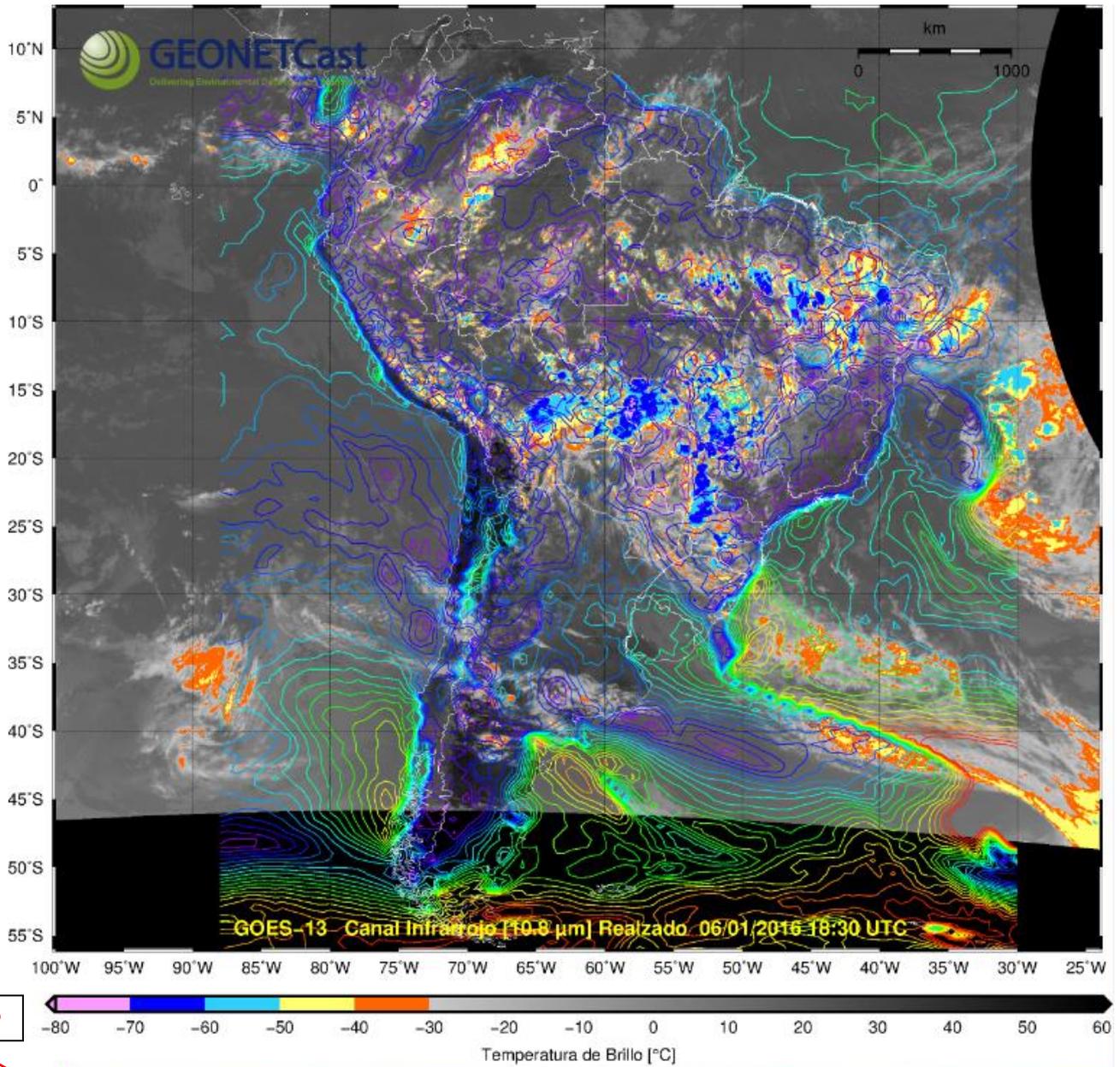


Fig. 39: Problema en la visualización de la segunda leyenda

Eso pasa porque el posicionamiento de la segunda leyenda está pasando los límites de la hoja de impresión. Este problema se ve claramente si excluimos el argumento **-A** del comando *psconvert*, como muestra la figura 40.

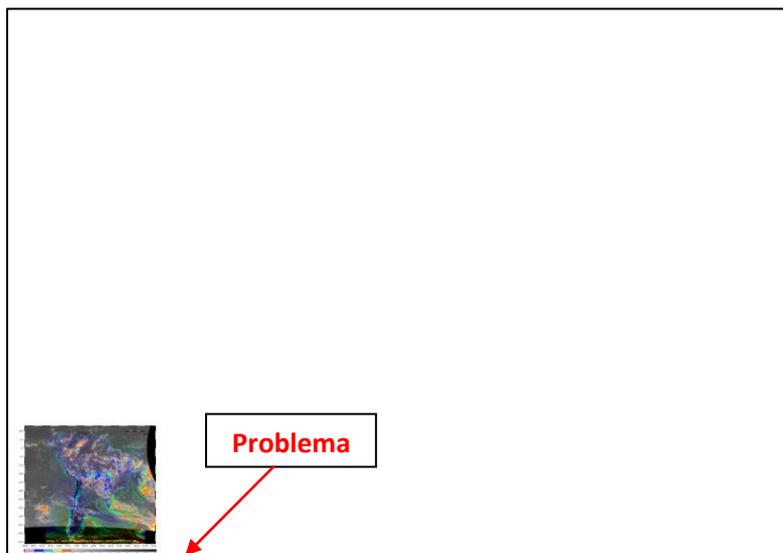


Fig. 40: Leyenda ultrapasando el límite de la hoja de impresión

Es muy fácil solucionar este problema. Solamente tenemos que desplazar la origen del plot hasta que la imagen esté totalmente dentro de la hoja de impresión. Para eso, añadimos al comando *grdimage* el argumento *-Y* y la cantidad de centímetros que deseamos desplazar la origen. La instrucción *grdimage* se quedaría así:

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-100/-24/-56/13 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -Y6c -K >  
C:\VLAB\imagen.ps
```

Con este comando, la origen del plot se desplazaría 6 centímetros para arriba, lo suficiente para que la imagen esté totalmente dentro de la hoja, como muestra la figura 42.

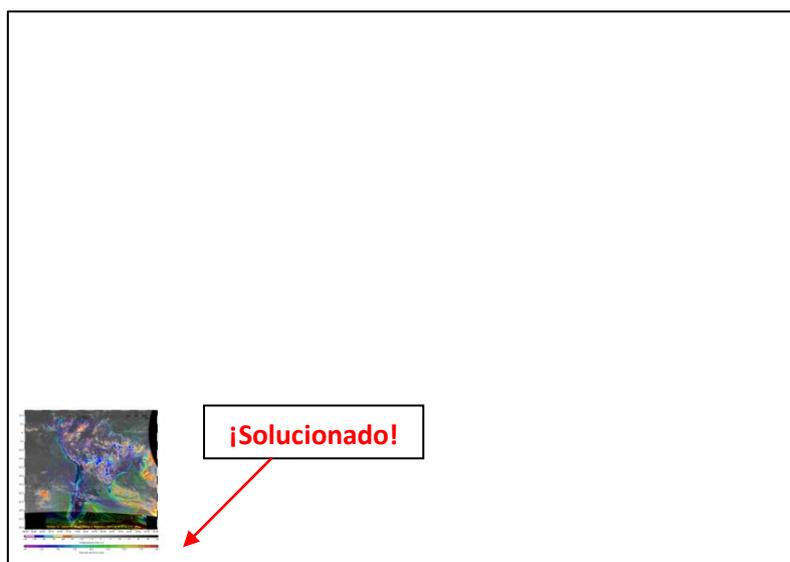


Fig. 41: Imagen desplazada

Al volver el argumento *-A* al comando *psconvert*, tenemos el resultado de la figura 23.

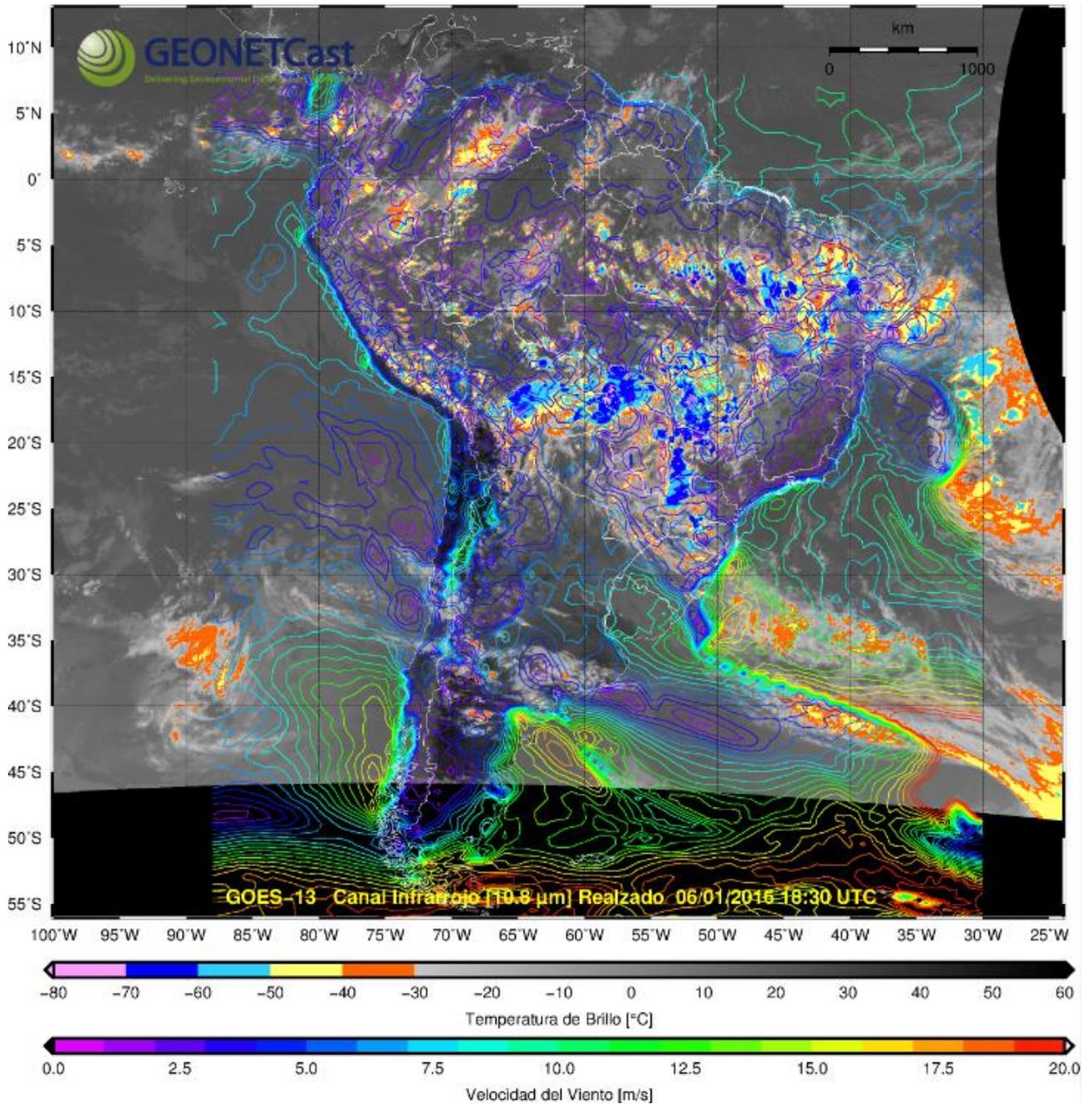


Fig. 42: Imagen con segunda leyenda añadida, ahora dentro de la hoja de impresión



**PRACTICA:** Cambie el “Script 11” para que la imagen final muestre solamente la región cubierta por el modelo. Cambie el texto para que sea escrito en blanco dentro de una caja azul marino, y para que la caja esté centralizada.

RESULTADO ESPERADO

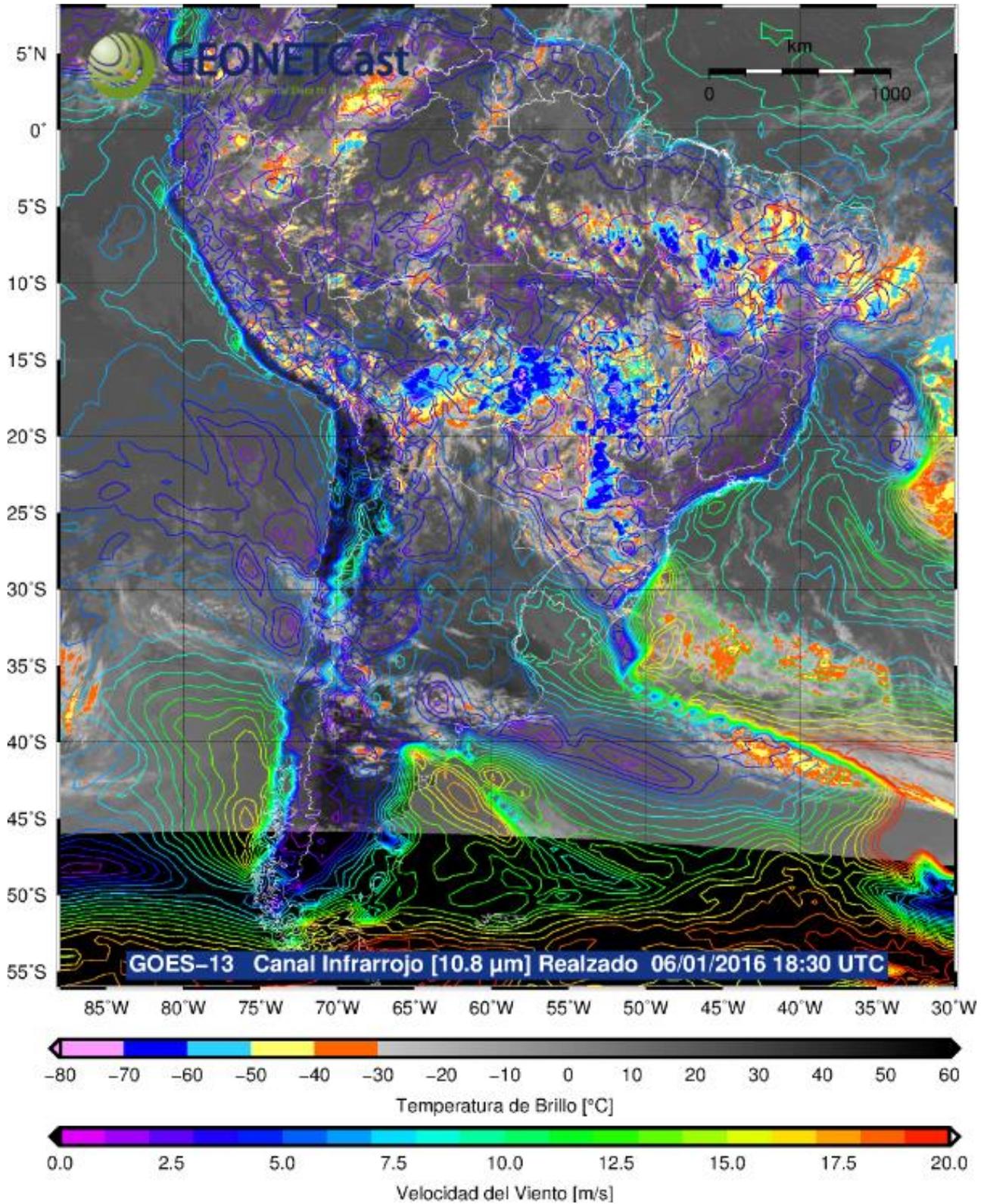


Fig. 43: Resultado esperado para la práctica.

Este resultado fue obtenido con el Script 12 (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al Script 11).

```
:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).
gmtset PS_MEDIA A0

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-88/-30/-56/8 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -Y6c -K > C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte la banda 4 del archivo GRIB del modelo GFS para NetCDF (formato acepto por GMT).
gdal_translate -of netCDF -b 4 C:\VLAB\modelo C:\VLAB\modelo.nc

:: GMT - Crea una tabla de colores basada en un intervalo definido por el usuario.
makecpt -Crainbow -T0/20/1 > C:\VLAB\paleta.cpt

:: GMT - Añade el contorno de la banda 4 del modelo GFS en la visualización.
grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -R -J -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -P -A- -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p

:: GMT - Define el tamaño del titulo de la escala y leyenda
gmtset FONT_LABEL 9p

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-40/4/-40/1000+I -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\paises.gmt C:\VLAB\paises.shp
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp

:: GMT - Añade los shapefiles (países e estados de Brasil) en la imagen final.
psxy C:\VLAB\paises.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -G19/54/136 -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada
psscale -Dx0c/-1.2c+w15c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [\260C]": -O -K >>
C:\VLAB\imagen.ps
psscale -Dx0c/-2.7c+w15c/0.3c+h+e -CC:\VLAB\paleta.cpt -B2.5:"Velocidad del Viento [m/s]": -O >>
C:\VLAB\imagen.ps
```

```
:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

```
:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +120+50
C:\VLAB\imagen.png
```

---

### Script 12

Y abajo, en rojo, las modificaciones realizadas en el archivo “**textoinfrarrojo.txt**”:

```
-34.5 -55 11,Helvetica-Bold,white 0 BR GOES-13 Canal Infrarrojo [10.8
\265m] Realzado 06/01/2016 18:30 UTC
```



¿Y si...?

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción *makecpt* cambiáramos el intervalo de 1 m/s para 2 m/s y si en la instrucción *grdcontour* cambiáramos el argumento *-A-* para *-A+f7p+g255/255/255+o+a0*:

```
makecpt -Crainbow -T0/20/2 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

```
grdcontour C:\VLAB\modelo.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W+0.3p -A+f7p+g255/255/255+o+a0 -O -K -
R -J >> C:\VLAB\imagen.ps
```

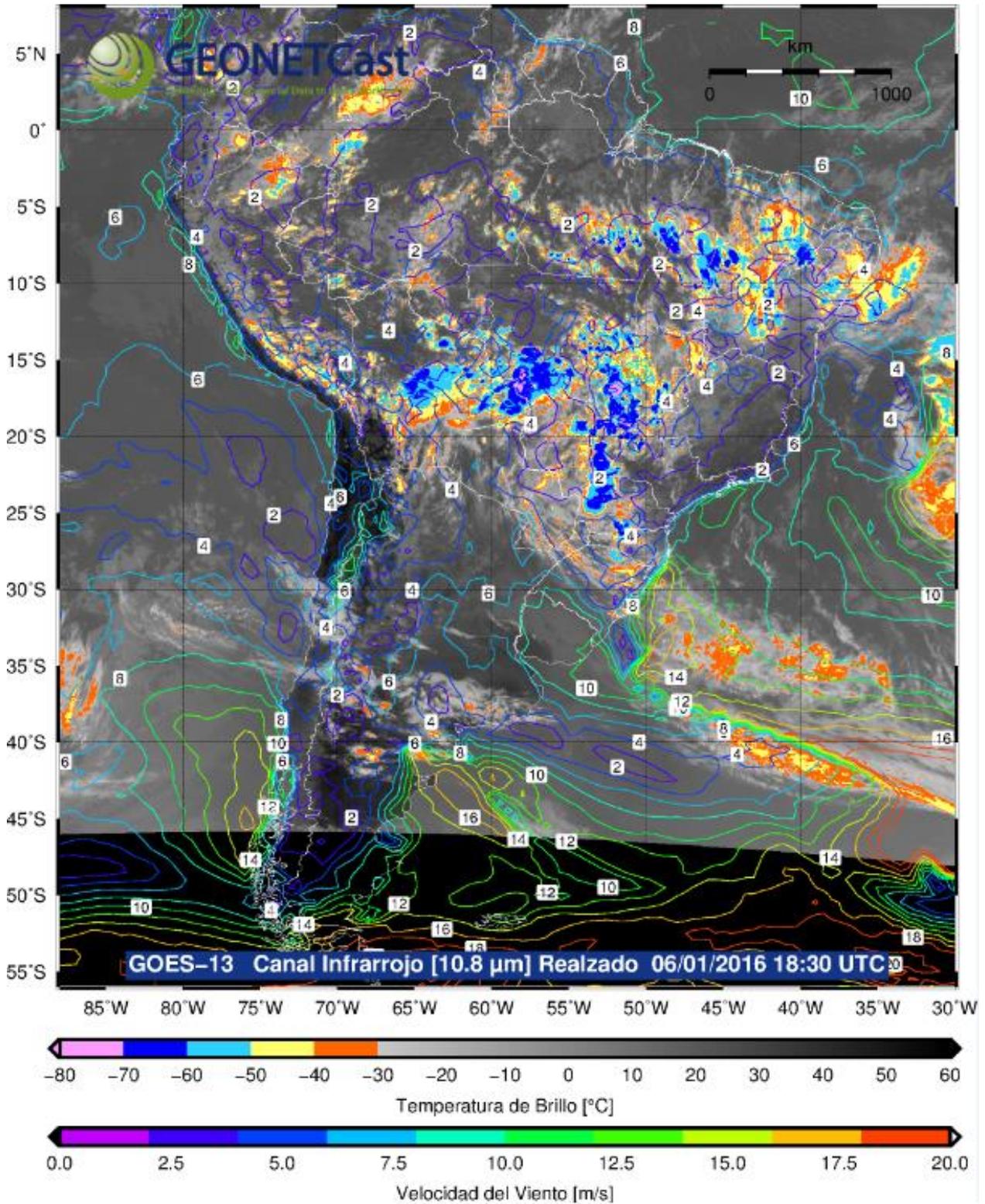


Fig. 44: Resultado con intervalo de contorno en 2 m/s y niveles de magnitud en el mapa.

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción *makecpt* cambiáramos el intervalo de 1 m/s para 2 m/s y la paleta para *panoply*:

```
makecpt -Cpanoply -T0/20/2 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

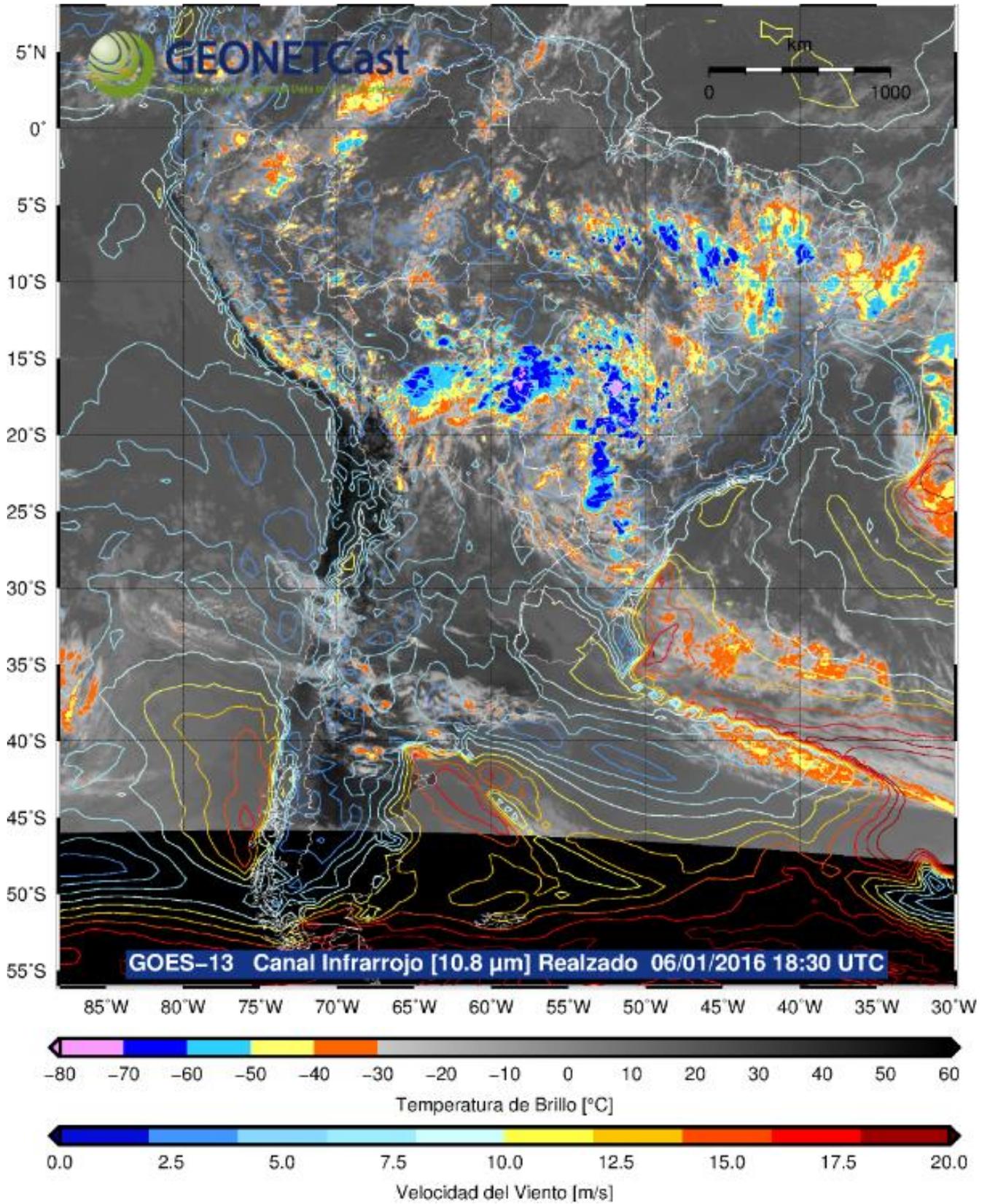


Fig. 45: Resultado con intervalo de contorno en 2 m/s y paleta de colores "Panoply".

Además de los datos de magnitud, los modelos GFS presentan datos vectoriales (componentes “U” y “V” del viento por ejemplo). El software GMT presenta un comando para visualización de datos vectoriales, el comando “*grdvector*”.

## 5.5 Sobreponiendo datos de modelo en la forma de vectores con el comando *grdvector*

Para mostrar datos en la forma vectorial en el mapa, podemos usar la siguiente estructura de comando GMT:

```
grdvector C:\VLAB\modelo1.nc C:\VLAB\modeLo2.nc CC:\VLAB\paleta.cpt -W0.8p  
-SL70p -Q0.04i+e -I1 -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps
```

Dónde:

*grdvector* -> Función para crear mapas de campos vectoriales con dos componentes.

C:\VLAB\modelo1.nc -> Componente vectorial 1.

C:\VLAB\modeLo2.nc -> Componente vectorial 2.

CC:\VLAB\paleta.cpt -> Paleta de colores a ser utilizada.

-W0.8p -> Características de las líneas. En este caso, “0.8p” se refiere al grosor de las líneas vectoriales.

-SL70p -> Extensión de los vectores. En este caso, la letra “l” indica extensión fija para todos los vectores, y “70p”, la extensión de 70 puntos.

-Q0.04i+e -> Argumentos adicionales de los vectores. En este caso “0.04i” especifica el tamaño de las setas. El argumento “+e” indica que las setas serán puestas en el final del vector.

-I1 -> Opción para plotar vectores en nodos a cada distancia “x” (debe ser múltiplo del espaciamiento original). En este caso, la opción “1” indica que los vectores estarán a la distancia de “1”. Podemos analizarlo como un factor de escala.

-O -> Hace el plot sobre una imagen post script ya existente.

-K -> Argumento que indica “no finalizar el plot PostScript” (caso no sea el ultimo comando que manipule el archivo de extensión (“.ps”).

-R -> Coordenadas de nuestro mapa. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo “*gmt.history*” en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

-J -> Selecciona la proyección. Como ya hemos especificado la proyección en el comando *grdimage*, ya está en la memoria, no siendo necesario especificar nuevamente (desde que tengas el archivo “*gmt.history*” en el directorio. Con que no lo tengas, hay que especificar).

>> `C:\VLAB\imagen.ps` -> Archivo post script de salida.

Cambie su script conforme muestra el *Script 13* (en rojo, lo que fue añadido ó cambiado en relación al *Script 12*).

---

:: GDAL - Crea el mosaico de los sectores Norte y Sur.

```
gdalwarp C:\VLAB\sector_norte.tif C:\VLAB\sector_sur.tif C:\VLAB\imagen.tif -srcnodata 0
```

:: GDAL - Convierte el archivo GeoTIFF para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF C:\VLAB\imagen.tif C:\VLAB\imagen.nc -a_nodata 0
```

:: GMT - Divide los pixeles por 10 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.

```
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc
```

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).

```
gmtset PS_MEDIA A0
```

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).

```
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-88/-30/-56/8 -Jq0.26 -CIR-Enhance-INPE -Y6c -K > C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte las bandas 238 (componente u del viento en 10 m) y 239 (componente v del viento en 10 m) del archivo GRIB del modelo GFS para NetCDF (formato acepto por GMT).

```
gdal_translate -of netCDF -b 238 C:\VLAB\modelo C:\VLAB\modelo1.nc
```

```
gdal_translate -of netCDF -b 239 C:\VLAB\modelo C:\VLAB\modelo2.nc
```

:: GMT - Crea una tabla de colores basada en un intervalo definido por el usuario.

```
makecpt -Crainbow -T0/20/1 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

:: GMT - Añade los vectores creados con las bandas 238 y 239 del modelo GFS en la visualización.

```
grdvector C:\VLAB\modelo1.nc C:\VLAB\modelo2.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W0.8p -Sl70p -Q0.04i+e -l1 -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)

```
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy
```

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia

```
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p
```

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia

```
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0
```

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda

```
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p
```

:: GMT - Define el tamaño del titulo de la escala y leyenda

```
gmtset FONT_LABEL 9p
```

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia

```
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-
```

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia

```
pscoast -Ba5g10WSne -lf-40/4/-40/1000+l -N1/0.0p,white -O -K -R -J >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp  
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefiles (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps  
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt

```
pstext C:\VLAB\textoinfrarrojo.txt -F+f+a+j -G19/54/136 -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada

```
psscale -Dx0c/-1.2c+w15c/0.3c+h+e -CIR-Enhance-INPE -B10:"Temperatura de Brillo [260C]": -O -K >>  
C:\VLAB\imagen.ps  
psscale -Dx0c/-2.7c+w15c/0.3c+h+e -CC:\VLAB\paleta.cpt -B2.5:"Velocidad del Viento [m/s]": -O >>  
C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.

```
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +120+50  
C:\VLAB\imagen.png
```

---

### Script 13

Al ejecutar el *Script 13*, generaremos los vectores del viento, como muestra la figura 46 (ya con zoom, para una mejor visualización).

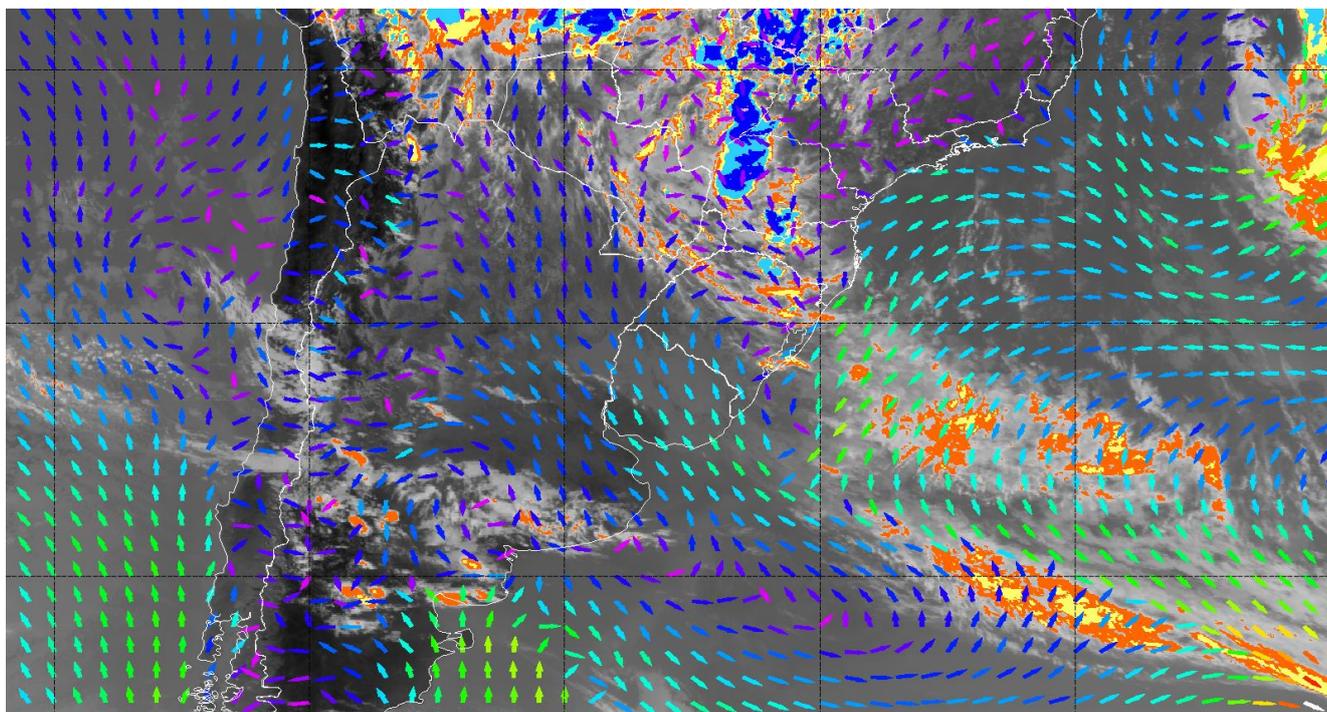


Fig. 46: Vectores creados en el mapa (con zoom), utilizando las bandas 238 y 239 como base.



¿Y si...?

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción *grdvector* quitáramos el argumento *-l*:

```
grdvector C:\VLAB\modelo1.nc C:\VLAB\modelo2.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W0.8p -SI70p -  
Q0.04i+e -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

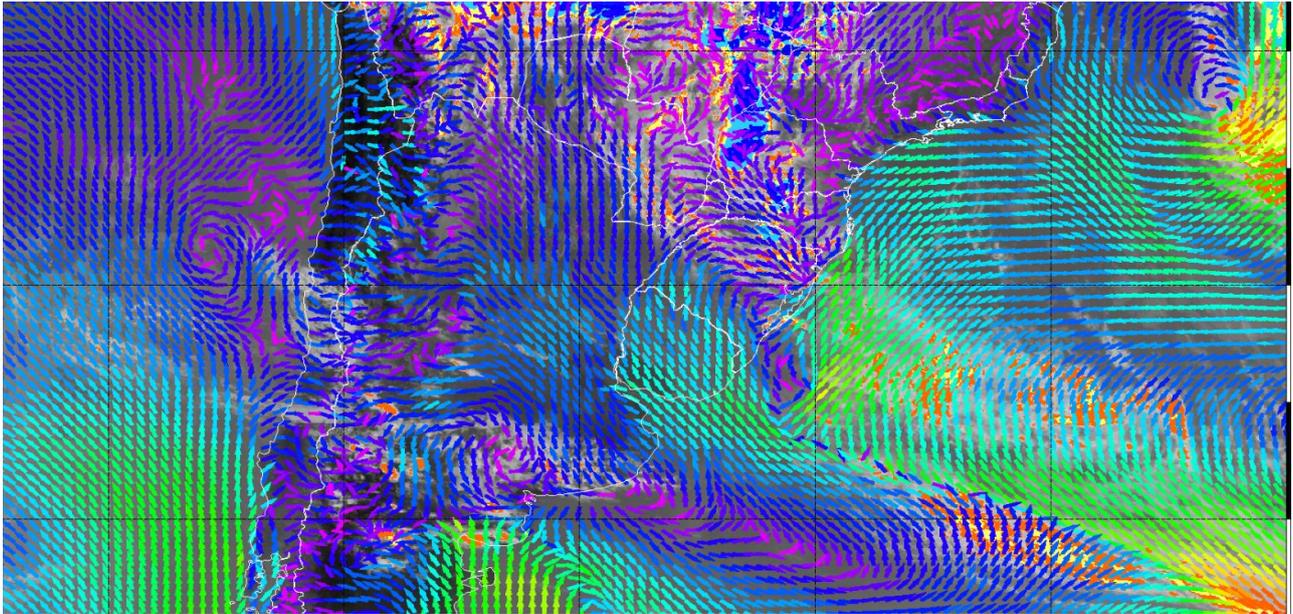


Fig. 47: Vectores en la resolución original (con zoom).

Los vectores estarían en la resolución original.

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción *grdvector* cambiáramos el argumento *-l* para *-l2*:

```
grdvector C:\VLAB\modelo1.nc C:\VLAB\modelo2.nc -CC:\VLAB\paleta.cpt -W0.8p -SI70p -  
Q0.04i+e -l2 -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

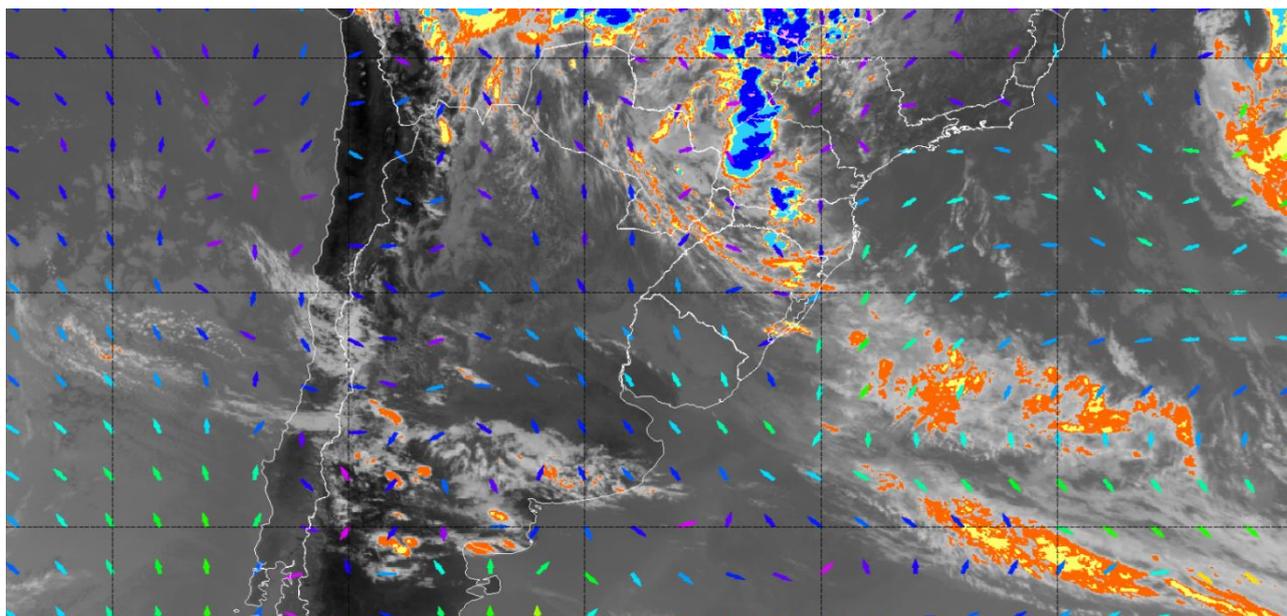


Fig. 48: Vectores mostrados en intervalos más espaciados (con zoom).

Los vectores serian mostrados en intervalos más espaciados.



**Info.:** Para una descripción detallada del comando *grdvector*, visite el siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/doc/5.2.1/grdvector.html>

En este punto ya sabemos cómo manipular datos en el formato GRIB, como los transmitidos en GEONETCast-Américas. Para ejemplificar la manipulación de datos GRIB, hemos utilizados los datos del modelo GFS de Sudamérica.



A seguir, presentamos algunas otras imágenes generadas con el mismo archivo GRIB (figuras 49, 50, 51 y 52). ¿Podrías reproducirlas?

BANDA GRIB 234 - HUMEDAD EN 2m [%]

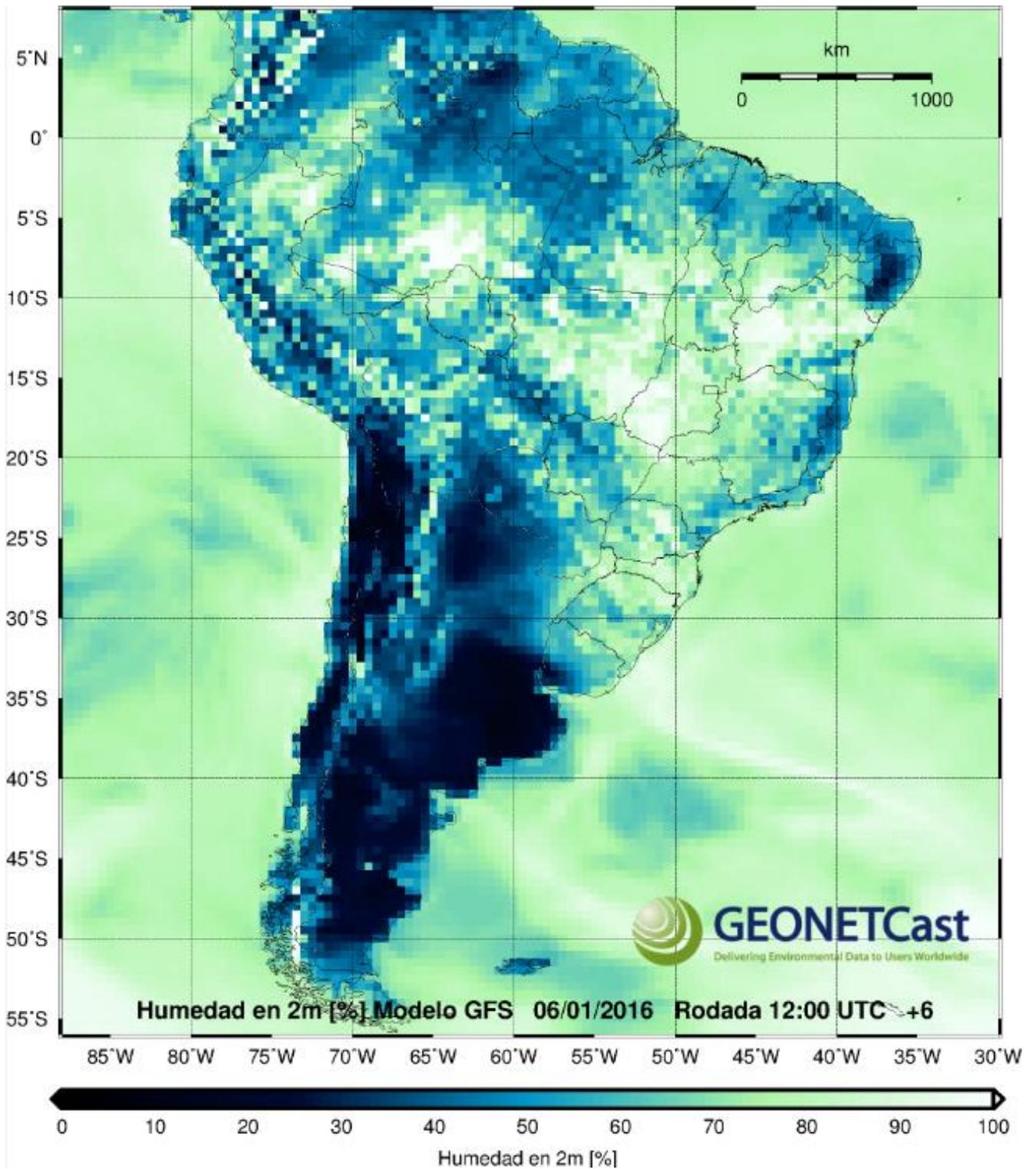


Fig. 49: Banda 234 y paleta de colores estándar "ocean" con rango de 0 a 100 %.

**BANDA GRIB 219 - TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE [°C]**

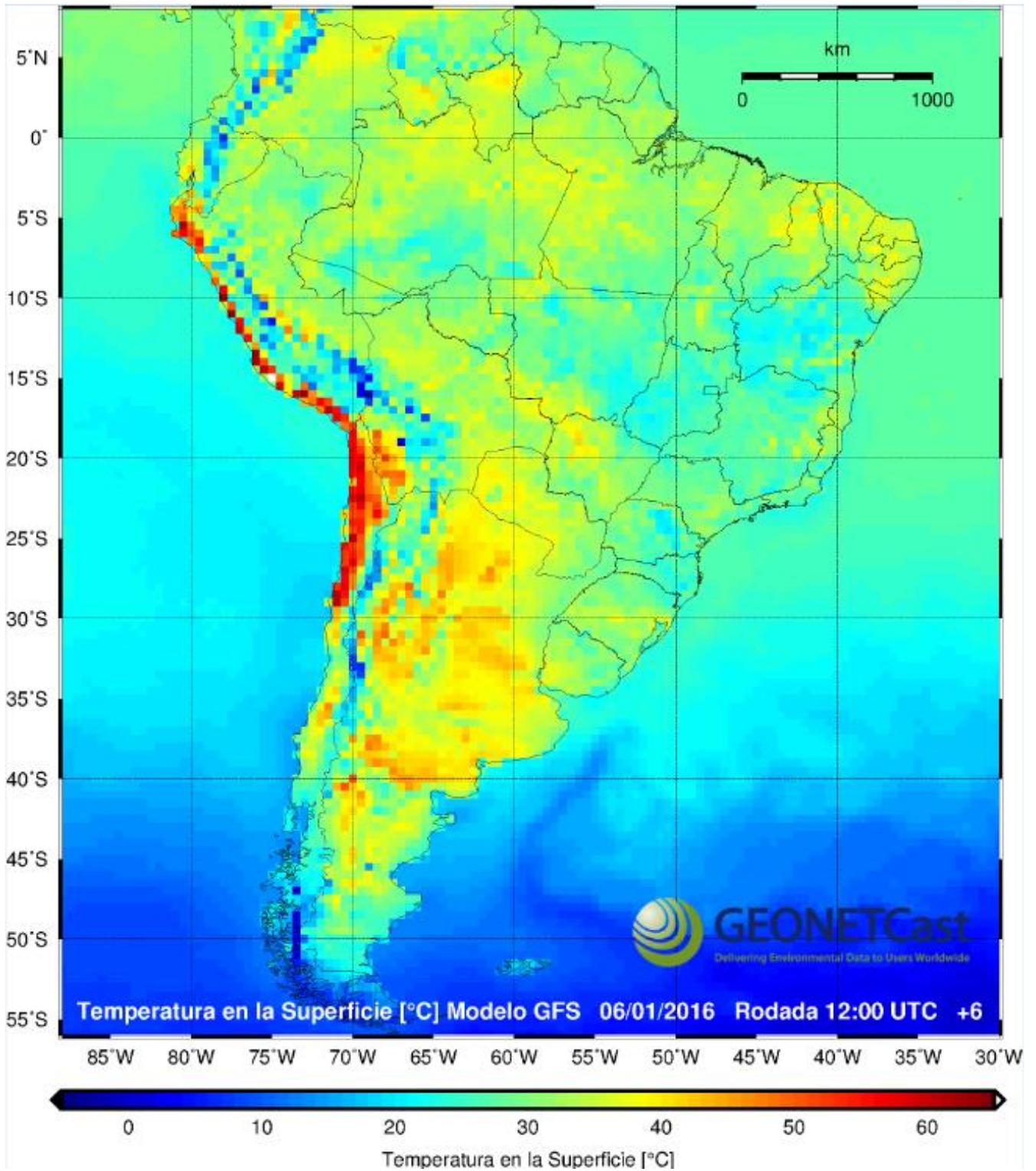


Fig. 50: Banda 219 y paleta de colores estándar "jet" con rango de -5 a 65 °C.

**BANDA GRIB 267 – COBERTURA DE NUBES (NIVELES BAJOS) [%]**

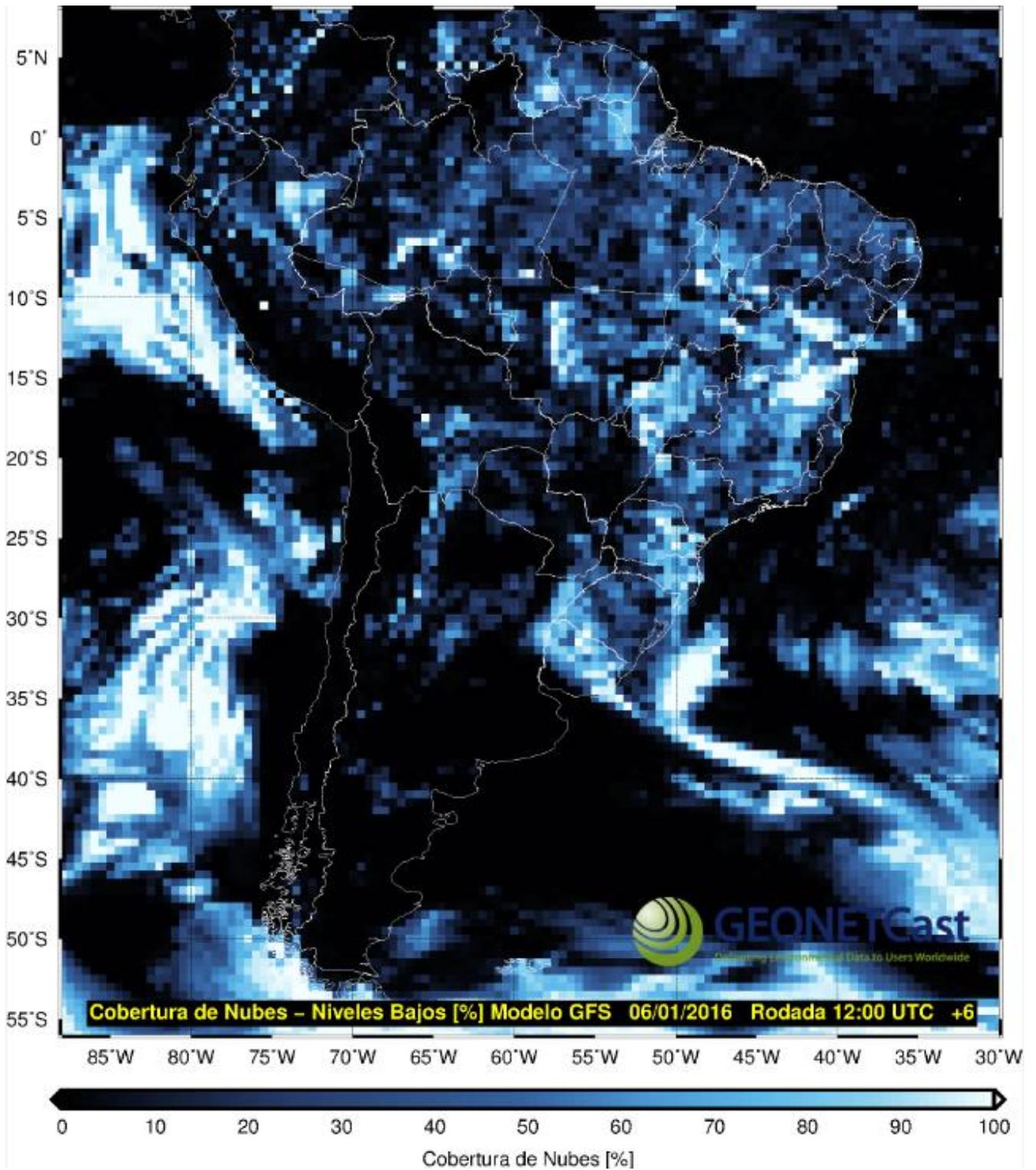


Fig. 51: Banda 267 y paleta de colores estándar “abyss” con rango de 0 a 100 %

**BANDA GRIB 266 - OZONO TOTAL (TODA LA ATMOSFERA) [DOBSON]**

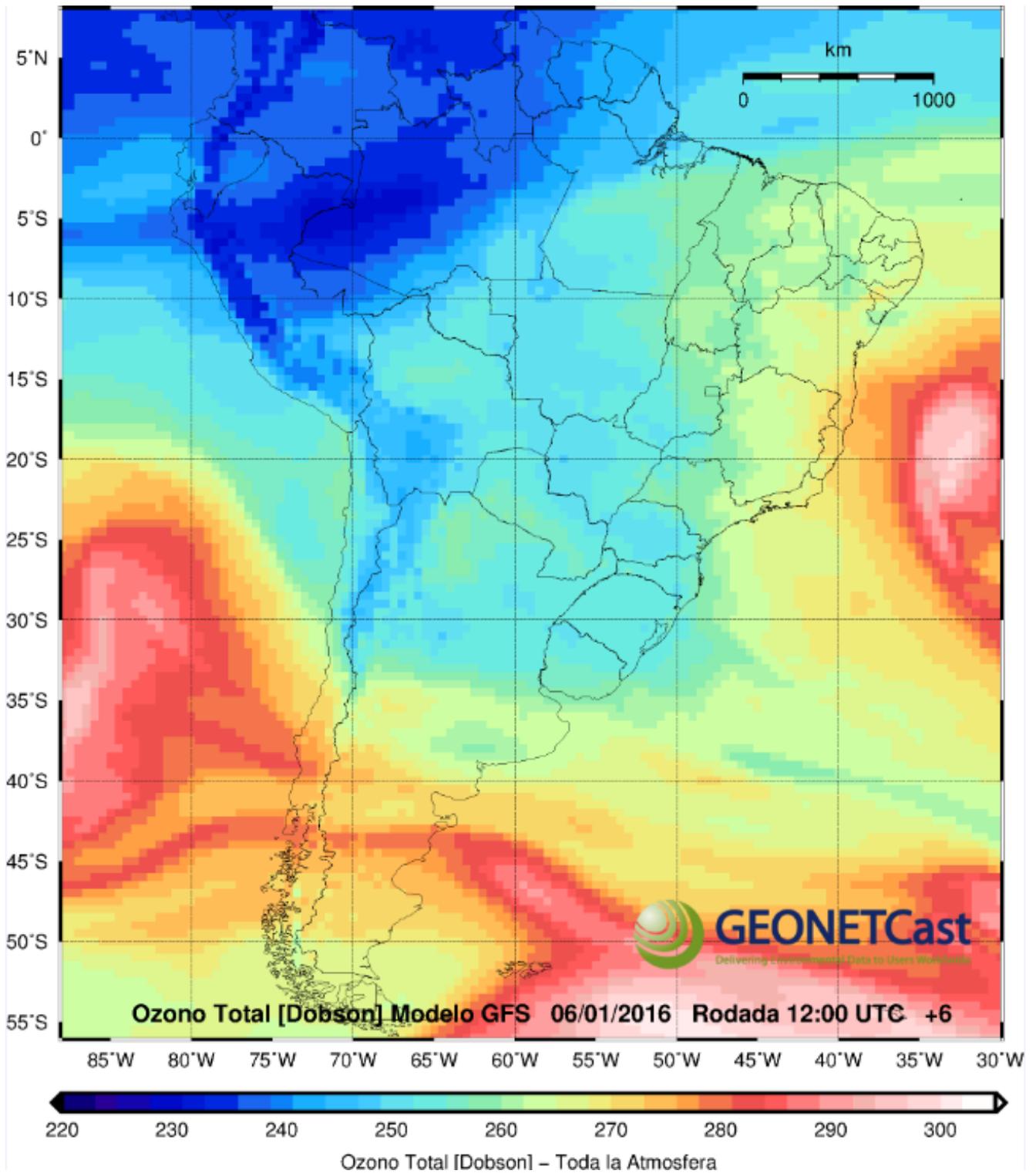


Fig. 52: Banda 266 y paleta de colores estándar "haxby" con rango de 220 a 305 Dobson

Para finalizar nuestro tutorial, enseñaremos como manipular los datos HDF utilizando como ejemplo los datos del sensor microondas AMSU-A.

## 6 EXPLORANDO EL FORMATO HDF CON DATOS DEL SENSOR AMSU-A

En GEONETCast-Americas son diseminados datos de sensores microondas en el formato HDF-EOS. Son transmitidos los datos del sensor AMSU-A embarcado en los satélites Metop-A, Metop-B, NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19 y DMSP (datos acumulados diarios y los datos orbitales en tiempo casi real).



**Info.:** Para facilitar en entendimiento de las instrucciones, cambiaremos el nombre del archivo original de **PRD.AADM.M2.D14203** para **amsu-a**

El primer paso para manipular los HDF es conocer el dato que estamos manipulando. Luego, convertiremos algunas variables para visualización. Además de la conversión de un nuevo formato de imagen, aprenderemos en esta sesión como añadir una leyenda en la orientación vertical, como pintar el océano (para variables en las que la superficie oceánica no es importante) y como pintar la superficie (para variables en las que la superficie continental no es importante). ¡Manos a la obra!

### 6.1 Conociendo el archivo HDF con el comando *gdalinfo*

Así como hemos hecho con los GeoTIFF de GOES-13 y los GRIB del modelo GFS, también podemos extraer informaciones al respecto de los conjuntos de datos (*datasets*) disponibles en un archivo HDF usando la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdalinfo C:\VLAB\amsu-a
```

Dónde:

**gdalinfo** -> Función GDAL para listar informaciones sobre un archivo raster.

**C:\VLAB\amsu-a** -> Archivo raster que se desea conocer.

Al ejecutar ese comando veremos que los archivos HDF del AMSU-A tiene **70 conjuntos de datos**, entre datos orbitales y medidas del sensor, como muestra la figura 53.

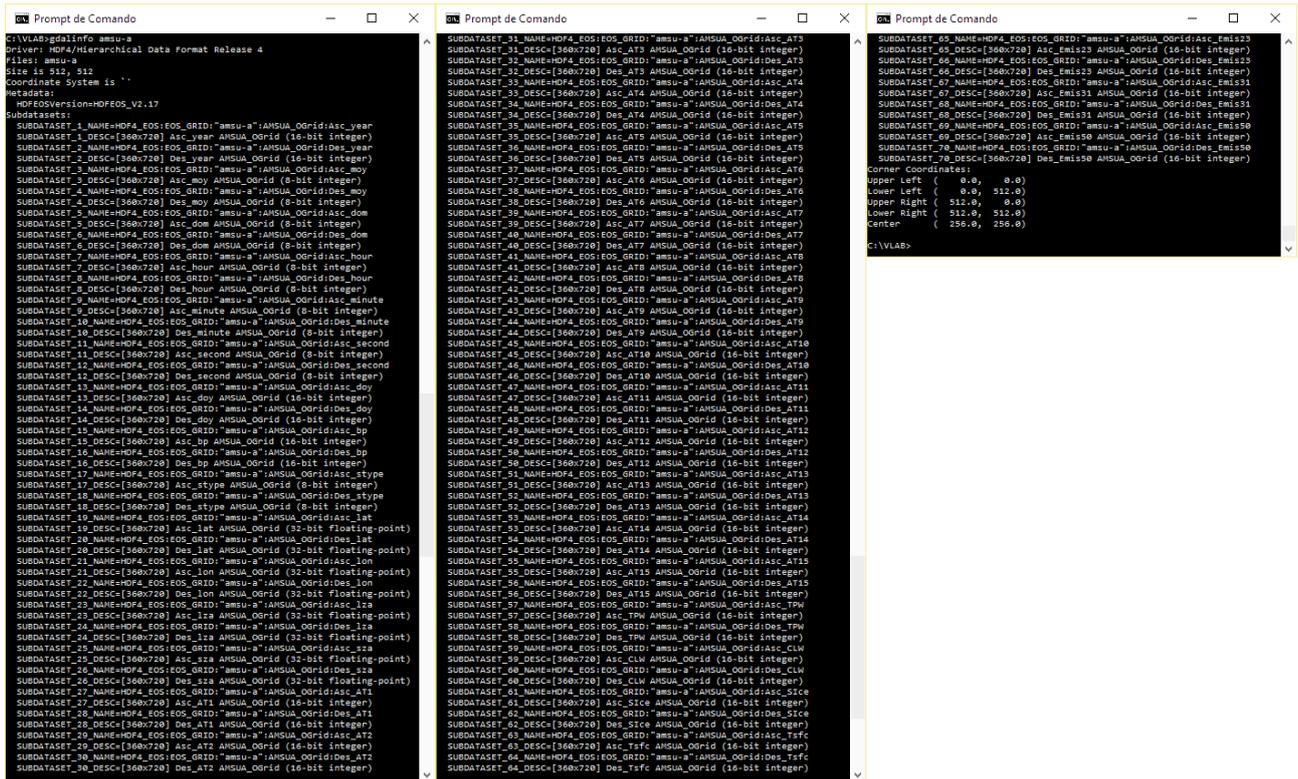


Fig. 53: Conjunto de datos disponibles en los archivos HDF-EOS del sensor AMSU-A

En cada archivo HDF, podemos extraer muchas variables, y para cada variable existe un identificador, que nos será útil para la realización de la conversión a NetCDF. La tabla 2 muestra algunas de estas variables y sus identificadores.

Variables	Identificadores
Total Precipitable Water (Total de Agua Precipitable)	Asc_TPW / Des_TPW
Cloud Liquid Water (Nube de Agua Líquida)	Asc_CLW / Des_CLW
Surface Temperature (Temperatura de la Superficie)	Asc_Tsfc / Des_Tsfc
23.8 GHz Emissivity (Emisividad en 23.8 GHz)	Asc_Emis23 / Des_Emis23
31.4 GHz Emissivity (Emisividad en 31.4 GHz)	Asc_Emis31 / Des_Emis31
50.3 GHz Emissivity (Emisividad en 50.3 GHz)	Asc_Emis50 / Des_Emis50

Tabla 2: Algunas de las variables de los archivos HDF-EOS de AMSU-A y sus identificadores

**Nota:** “Asc” - Orbita Ascendente / “Des” - Orbita Descendente

Ahora ya podemos convertir variables específicas con el comando `gdal_translate`.

## 6.2 Convirtiendo variables específicas de un archivo HDF con el comando *gdal\_translate*

Ya sabemos que el archivo HDF de los datos del sensor AMSU-A tiene 70 conjuntos de datos y conocemos algunos de los identificadores.

Empezaremos convirtiendo la variable “Temperatura de Superficie” de la órbita ascendente del satélite (identificador “Asc\_Tsfs”). En este caso, los píxeles de la imagen están en temperatura [k] multiplicada por 100. La figura 54 muestra las características de este dato, esencial para la conversión.

```
SUBDATASET_63_NAME=HDF4_EOS:EOS_GRID:"amsu-a":AMSUA_OGrid:Asc_Tsfc
```

Fig. 54: Datos de la variable “Temperatura de Superficie” de la órbita ascendente de acuerdo con el comando *gdalinfo*.

Para convertir una variable específica de un archivo HDF, use la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdal_translate -of netCDF HDF4_EOS:EOS_GRID:"C:\VLAB\amsu-a":AMSUA_OGrid:Asc_Tsfc  
imagen.nc
```

Dónde:

*gdal\_translate* -> Función para convertir rasters y hacer operaciones como recortes, remuestreo, etc.

*-of netCDF* -> Selección del formato de salida. El formato estándar es el GeoTIFF (“-of GTiff” en la sintaxis). Como deseamos convertir la imagen para NetCDF, utilizaremos la sintaxis “netCDF”.

*HDF4\_EOS:EOS\_GRID:* -> Instrucción para referenciar datos HDF como los de AMSU-A.

*"C:\VLAB\amsu-a"* -> Archivo de entrada

*:AMSUA\_OGrid:* -> Instrucción para referenciar datos HDF como los de AMSU-A (continuación).

*Asc\_Tsfc* -> Identificador de la variable (“Temperatura de Superficie” de la órbita ascendente del satélite).

*imagen.nc* -> Archivo de salida

Cambie su script conforme muestra el *Script 14* (en rojo, lo que fue cambiado ó añadido en relación al *Script 13*). **Atención:** Algunos comandos han sido apagados (como el comando *gdal\_warp*).

```
:: GDAL - Convierte una de las variables del archivo HDF para NetCDF (formato acepto por GMT).
gdal_translate -of netCDF HDF4_EOS:EOS_GRID:"C:\VLAB\amsu-a":AMSUA_OGrid:Asc_Tsfc imagen.nc

:: GMT - Divide los pixeles por 100 y resta 273.15 para hacer la conversión a Celsius.
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 100 DIV -273.15 ADD = C:\VLAB\imagen.nc

:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).
gmtset PS_MEDIA A0

:: GMT - Crea una tabla de colores basada en los intervalos encontrados en el dato de AMSU-A.
makecpt -Cjet -T-20/40/1 > C:\VLAB\paleta.cpt

:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-82.5/-33/-56/12 -Jq0.26 -CC:\VLAB\paleta.cpt -K > C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy

:: GMT - Define la espesura del borde de referencia
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p

:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0

:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala y leyenda
gmtset FONT_LABEL 9p

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-42/-50/-42/1000+I -N1/0.0p,white -S201/222/202 -O -K -R -J >>
C:\VLAB\imagen.ps

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp

:: GMT - Añade los shapefiles (países e estados de Brasil) en la imagen final.
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,white -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textotemp.txt
pstext C:\VLAB\textotemp.txt -F+f+a+j -G0/0/0 -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps

:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada
psscale -Dx13.3c/0c+w17.5c/0.3c+e -CC:\VLAB\paleta.cpt -B10:"Temperatura de la Superficie [260C]": -O
>> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\programs\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.

```
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +900+45  
C:\VLAB\imagen.png
```

#### Script 14

Crea también un nuevo archivo de texto llamado “textotemp.txt”, con el siguiente contenido:

```
-33.4 -55.1 11,Helvetica-Bold,darkolivegreen3 0 BR Metop-A MSPPS AMSU-A  
Temperatura de la Superficie - 04/02/2016
```

Al ejecutar el *Script 14*, generaremos la imagen de la figura 55.

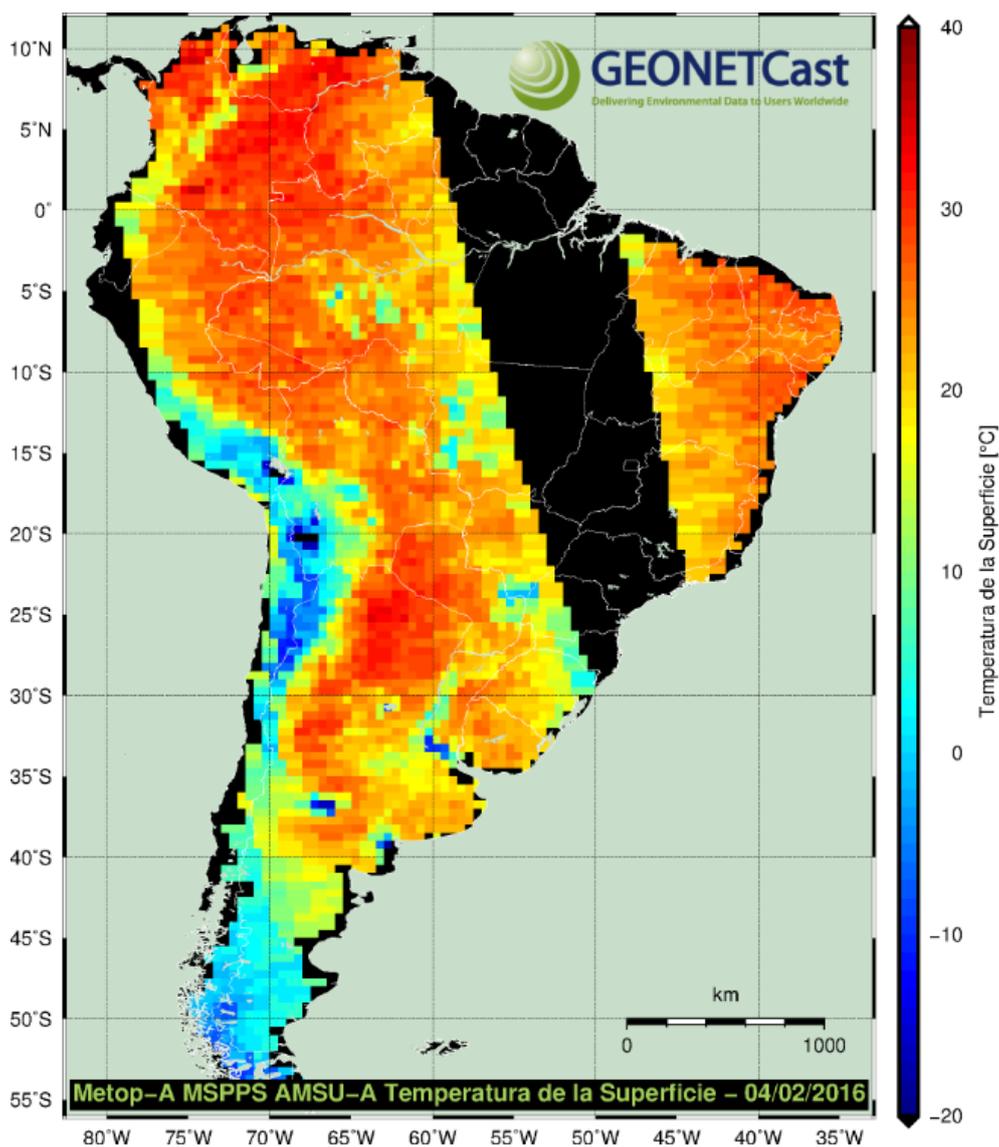


Fig. 55: Visualización de la variable “Temperatura de Superficie” para la órbita ascendente



**Info.:** ¿Has notado que en archivo de texto “textotemp.txt” el color **darkolivegreen3** es referenciado? Encuentre en el **Apéndice D** una tabla con los nombres de colores reconocidos por GMT y sus respectivos valores RGB.

En la figura 56 vemos una explicación de los parámetros del argumento **-D** del comando **psscale**.

“x” - Coordenadas del usuario

Sin “+h” Leyenda Vertical

`-Dx13.3c/0c+w17.5c/0.3c+e`

“e” - Con triángulos en las extremidades

0,3cm

H

40

30

20

10

0

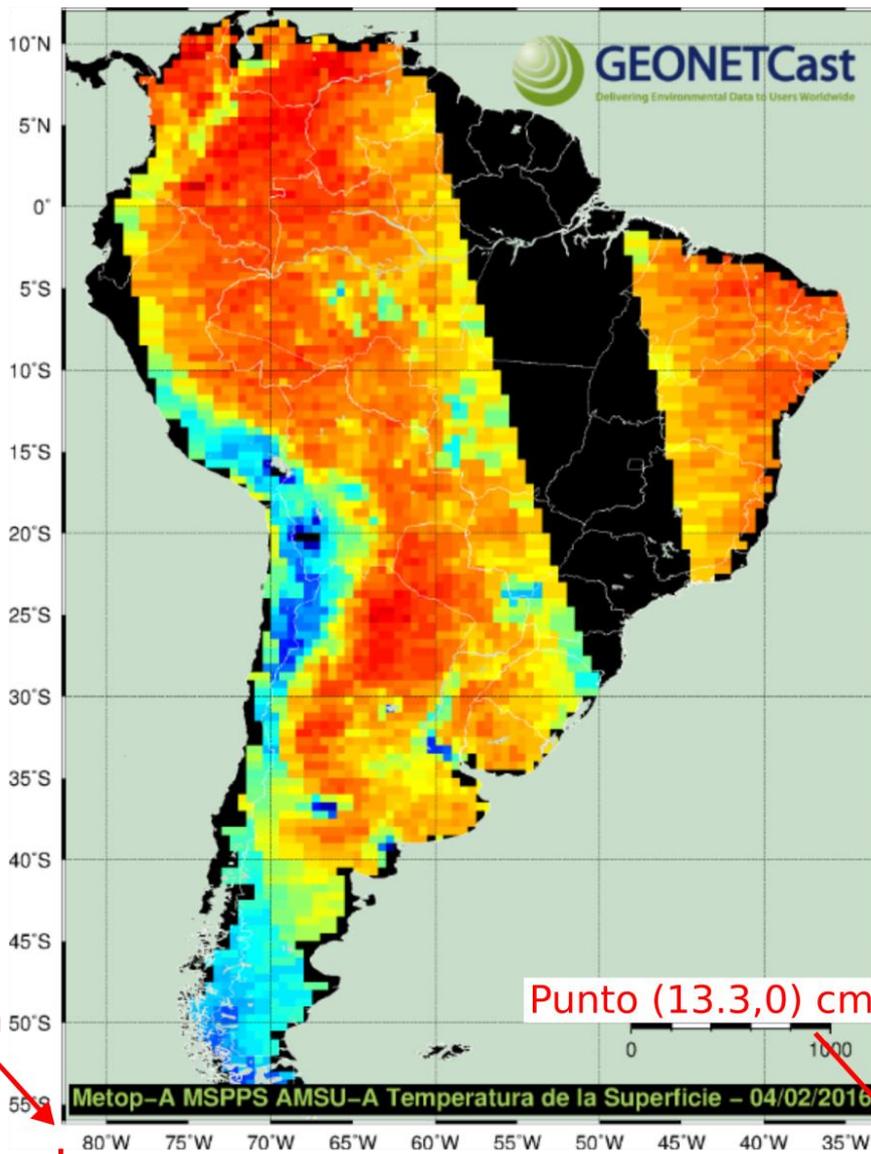
-10

-20

17,5cm

Punto (0,0) cm

Punto (13.3,0) cm



13,3cm

Fig. 56: Leyenda añadida al mapa con el comando *psscale*.



¿Y si...?

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción `gdal_translate` cambiáramos el identificador para `Des_Tsfc` (temperatura de la superficie en la órbita descendente):

```
gdal_translate -of netCDF HDF4_EOS:EOS_GRID:"C:\VLAB\amsu-a":AMSUA_OGrid:Des_Tsfc  
imagen.nc
```

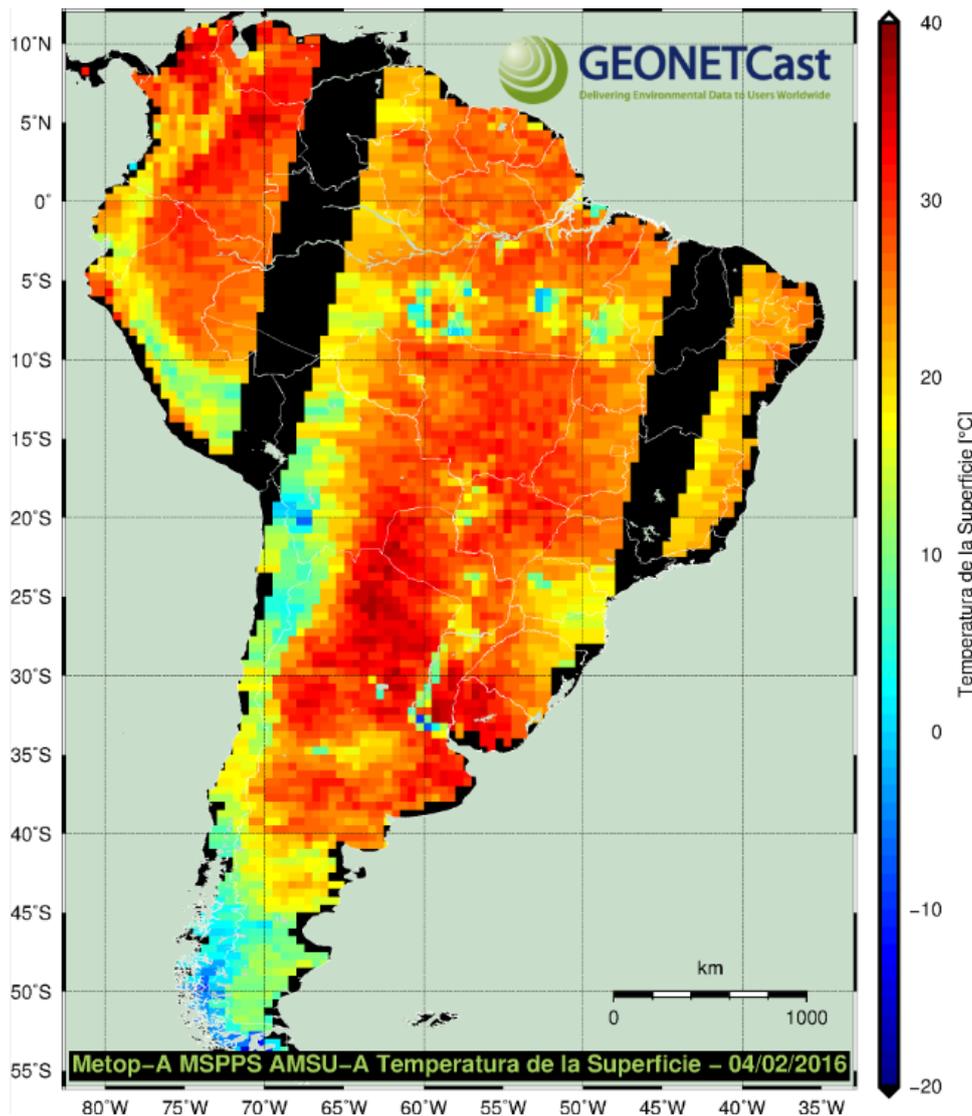


Fig. 57: Visualización de la variable “Temperatura de Superficie” para la órbita descendente

En este punto ya debes estar familiarizado con la mayoría de los comandos, y sabrás explicar el porqué de casi todas las modificaciones que hemos hecho. Pero, hay una, que no hemos visto hasta el momento, que es como pintar el océano con un color predeterminado.

### 6.3 Pintando la superficie oceánica con el comando *pscoast*

Hacer esto es muy simple. Solamente hemos añadido el argumento *-S* con el respectivo valor RGB deseado separado por barras:

```
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-42/-50/-42/1000+I -N1/0.0p,white -S201/222/202 -O -K -R -J >>
C:\VLAB\imagen.ps
```



¿Y si...?

- Eso es lo que pasaría si en la instrucción *pscoast* cambiáramos el argumento *-S* para *-S0/20/40*:

```
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-42/-50/-42/1000+I -N1/0.0p,white -S0/20/40 -O -K -R -J >>
C:\VLAB\imagen.ps
```

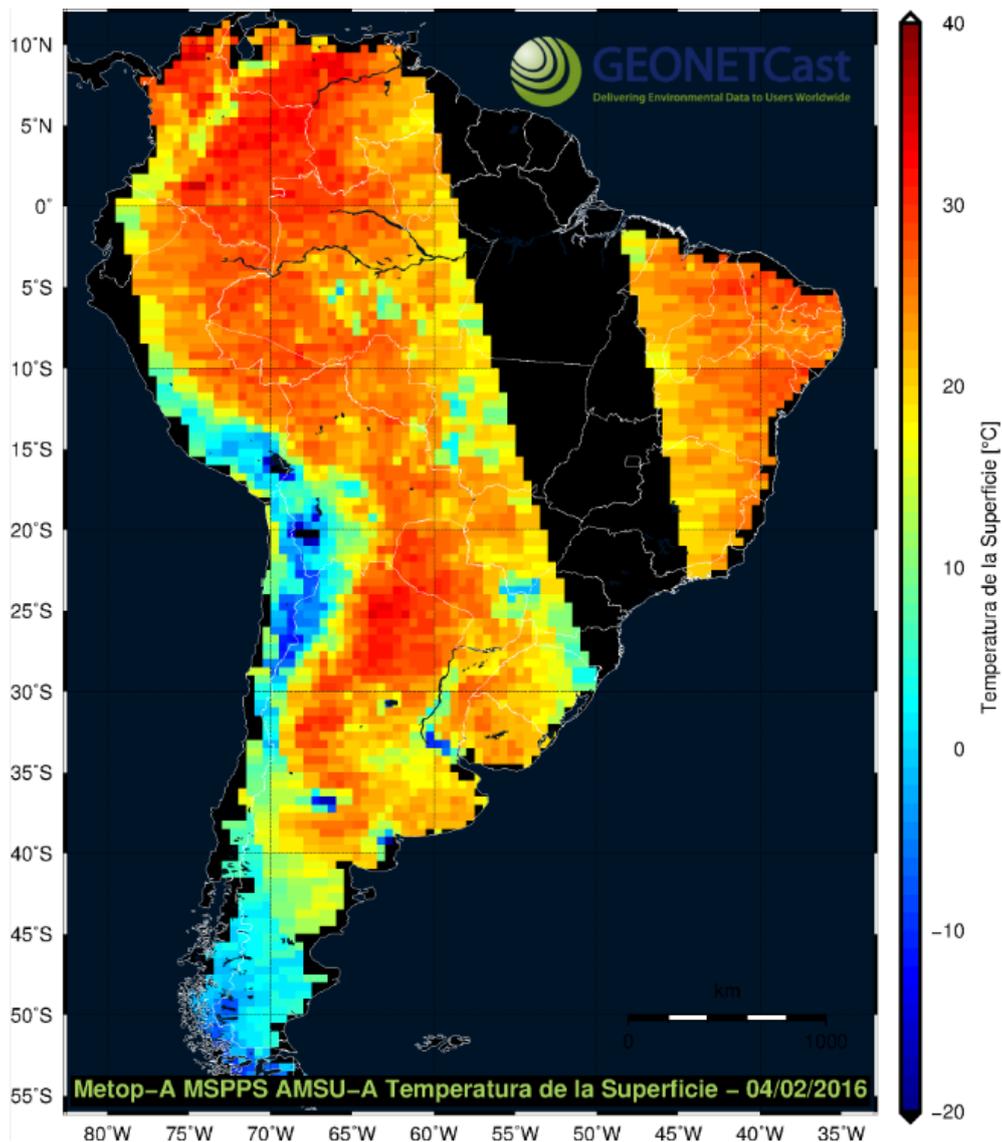


Fig. 58: Superficie oceánica pintada con el color azul oscuro.

La superficie oceánica sería pintada en el color azul oscuro. Pero, ¿y si deseáramos pintar la superficie continental en el caso de la misma ser irrelevante para mi visualización? Veamos...

#### **6.4 Pintando la superficie continental con el comando *pscoast***

Es igualmente simple. Solamente tenemos que añadir el argumento **-G** con el respectivo valor RGB deseado separado por barras:

```
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-28/-50/-28/1000+l -N1/0.0p,white -G201/222/202 -O -K -R -J >>
C:\VLAB\imagen.ps
```

Para ejemplificar, haremos la conversión de la variable “Agua Precipitable Total” en la órbita descendente, identificada por “*Des\_TPW*”. En este caso, los píxeles de la imagen están en agua precipitable total multiplicada por 10. Debido a las propiedades físicas relacionadas a esta medida, solamente las zonas oceánicas son cubiertas.

Cambie su script conforme muestra el Script 15 (en rojo, lo que fue cambiado o añadido en relación al Script 14).

---

```
:: GDAL - Convierte una de las variables del archivo HDF para NetCDF (formato acepto por GMT).
gdal_translate -of netCDF HDF4_EOS:EOS_GRID:"C:\VLAB\amsu-a":AMSUA_OGrid:Des_TPW imagen.nc
```

```
:: GMT - Divide los píxeles por 10 para hacer la conversión a mm de agua precipitable total.
grdmath C:\VLAB\imagen.nc 10 DIV = C:\VLAB\imagen.nc
```

```
:: GMT - Define el tamaño del papel de plot (elegiremos el más grande para evitar problemas de tamaño).
gmtset PS_MEDIA A0
```

```
:: GMT - Crea una tabla de colores basada en los intervalos encontrados en el dato de AMSU-A.
makecpt -Cjet -T0/80/1 > C:\VLAB\paleta.cpt
```

```
:: GMT - Proyecta la imagen y haz el plot en un mapa (formato post script).
grdimage C:\VLAB\imagen.nc -R-96/-20/-56/14 -Jq0.26 -CC:\VLAB\paleta.cpt -K > C:\VLAB\imagen.ps
```

```
:: GMT - Define el tipo del borde de referencia (plain, inside o fancy)
gmtset MAP_FRAME_TYPE fancy
```

```
:: GMT - Define la espesura del borde de referencia
gmtset MAP_FRAME_WIDTH 1.5p
```

```
:: GMT - Define el tamaño de las divisiones del borde de referencia
gmtset MAP_TICK_LENGTH 0
```

```
:: GMT - Define el tamaño de los números del borde de referencia y leyenda
gmtset FONT_ANNOT_PRIMARY 9p
```

:: GMT - Define el tamaño del título de la escala y leyenda

```
gmtset FONT_LABEL 9p
```

:: GMT - Define las características de las líneas primarias de la grilla de referencia

```
gmtset MAP_GRID_PEN_PRIMARY 0.15p,black,-
```

:: GMT - Añade el borde y la grilla de referencia

```
pscoast -Ba5g10WSne -Lf-28/-50/-28/1000+I -N1/0.0p,white -G201/222/202 -O -K -R -J >>  
C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GDAL - Convierte los archivos shapefile (países e estados de Brasil) al formato acepto por GMT.

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\países.gmt C:\VLAB\países.shp
```

```
ogr2ogr -f "GMT" C:\VLAB\estados.gmt C:\VLAB\estados.shp
```

:: GMT - Añade los shapefiles (países e estados de Brasil) en la imagen final.

```
psxy C:\VLAB\países.gmt -W0.2p,black -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

```
psxy C:\VLAB\estados.gmt -W0.2p,black -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade un texto en la imagen final, de acuerdo con el archivo textoinfrarrojo.txt

```
pstext C:\VLAB\textoagua.txt -F+f+a+j -G0/0/0 -R -J -O -K >> C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Añade la leyenda de acuerdo con la tabla de colores especificada

```
psscale -Dx20.1c/0c+w18c/0.3c+e -CC:\VLAB\paleta.cpt -B10:"Agua Precipitable Total [mm]": -O >>  
C:\VLAB\imagen.ps
```

:: GMT - Convierte el archivo post script para el formato ".png".

```
psconvert -GC:\program\gs\gs9.18\bin\gswin64c.exe C:\VLAB\imagen.ps -P -E300 -Tg -A -DC:\VLAB\
```

:: ImageMagick - Añade el logo de GEONETCast a la imagen final.

```
convert -composite C:\VLAB\imagen.png C:\VLAB\Logo_GEONETCast.png -geometry +1680+45  
C:\VLAB\imagen.png
```

---

### Script 15

Crea también un nuevo archivo de texto llamado “**textoagua.txt**”, con el siguiente contenido:

```
-35 -55.1 11,Helvetica-Bold,darkolivegreen3 0 BR Metop-A MSPPS AMSU-A  
Agua Precipitable Total- 04/02/2016
```

Al ejecutar el *Script 15*, generaremos la imagen de la figura 59.

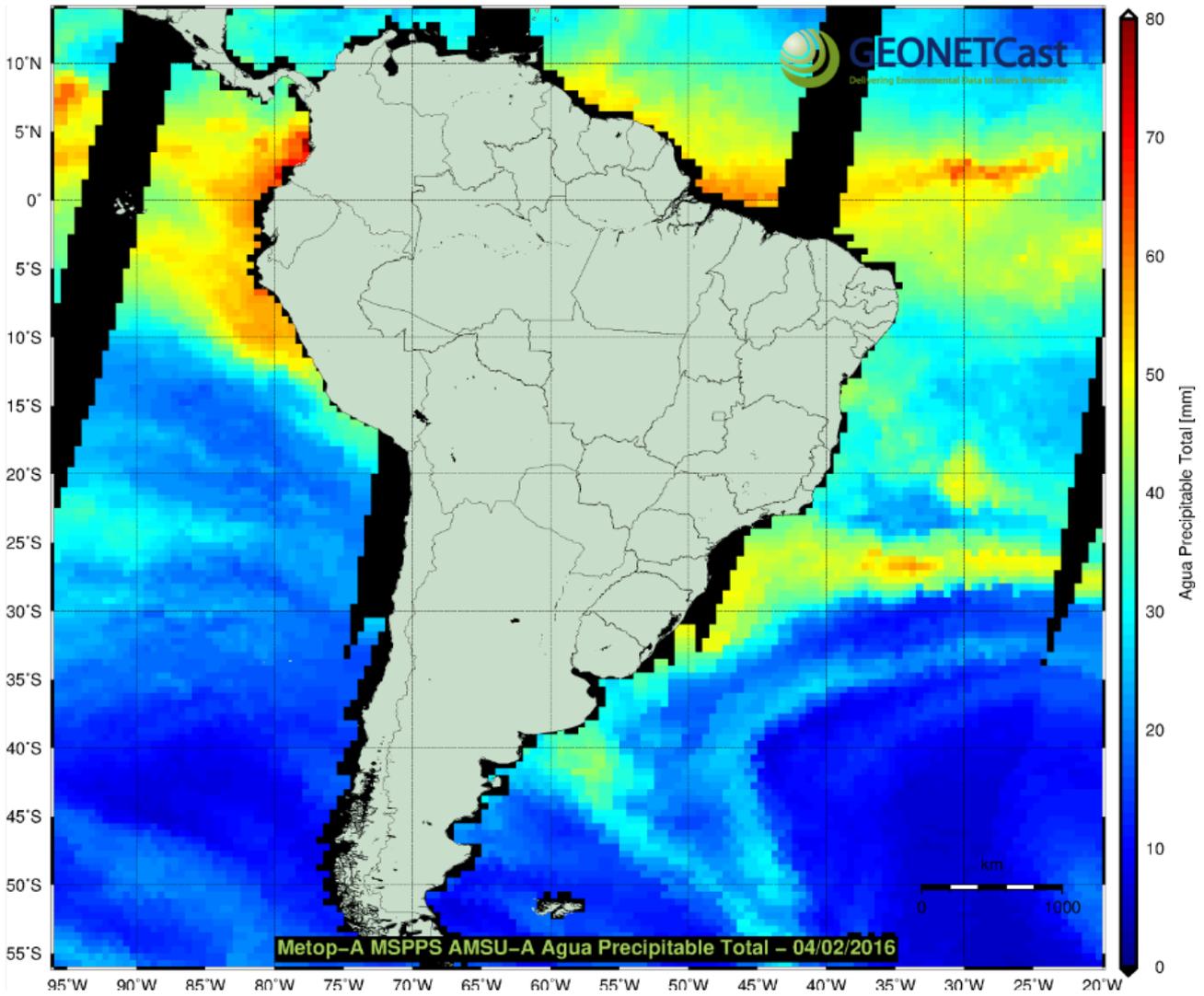


Fig. 59: Visualización de la variable Agua Precipitable Total para la órbita descendente

Con esto, hemos generado nuestra última imagen del tutorial, referente a la agua precipitable total en la zona de los océanos Atlántico y Pacífico sur (región de Sudamérica) medida por el sensor microondas AMSU-A. En esta última sesión hemos perfeccionado el concepto del posicionamiento horizontal de una leyenda y como pintar la superficie continental con un color personalizado.

## **7 CONCLUSION**

En este tutorial hemos aprendido como manipular imágenes en los formatos GeoTIFF, GRIB, HDF y SHAPEFILE transmitidas por el sistema GEONETCast-Americas utilizando las herramientas GDAL, GMT e ImageMagick. Hemos manipulado imágenes del satélite GOES-13, datos del modelo GFS (llenos, en contorno y vectoriales) y datos del sensor microondas AMSU-A.

Hemos hecho las siguientes operaciones: conversión entre formatos, mosaico, recorte, aplicación de operaciones matemáticas, creación de tablas de colores lineares y con rangos definidos por el usuario, aplicación de leyendas, escala, bordes de latitud y longitud, grilla de referencia, inserimos textos y añadimos un logo personalizado. Para eso, ejemplificamos la utilización de los comandos utilizando simples scripts en Windows (archivos "batch").

Todos los comandos estudiados funcionan en los demás sistemas operativos soportados por las herramientas utilizadas. Hemos elegido a Windows para nuestro estudio simplemente por el mayor número de personas familiarizada con este sistema operativo.

Es muy importante resaltar que los scripts usados en este tutorial son muy simples, y no utilizan instrucciones típicamente utilizadas en scripts operacionales, como la utilización de bucles y la utilización de diversos parámetros pasados por un programa principal, pues este no es el objetivo de este tutorial.

El objetivo es que el usuario GEONETCast-Americas se familiarice con los comandos básicos de estas herramientas y pueda avanzar con sus propios estudios y aplicaciones de interés de su institución.

Como hemos visto, la combinación GMT / GDAL / Imagemagick es poderosísima y presenta infinitas posibilidades. Los comandos presentados en este tutorial así como los argumentos utilizados son una pequeña muestra del poder de estas herramientas.

Sugerimos que el usuario explore todos los enlaces presentados y modifique y añada nuevos argumentos y configuraciones para explorar todo su potencial.

**8 GLOSÁRIO**

<b>AMSU-A</b>	Advanced Microwave Sounding Unit - A
<b>CPT</b>	Color Palette Tables
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
<b>DMSP</b>	Defense Meteorological Satellite Program
<b>DPI</b>	Dots Per Inch
<b>DSA</b>	Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais
<b>GDAL</b>	Geospatial Data Abstraction Library
<b>GeoTIFF</b>	Georeferenced Tagged Image File Format
<b>GFS</b>	Global Forecast System
<b>GMT</b>	Generic Mapping Tools
<b>GNC-A</b>	GEONETCast-Américas
<b>GOES</b>	Geostationary Operational Environmental Satellite
<b>GRIB</b>	GRIdded Binary
<b>HDF</b>	Hierarchical Data Format
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IR</b>	Infrarrojo
<b>MARN - El Salvador</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - El Salvador
<b>METOP</b>	Meteorological Operational Satellite Programme
<b>NESDIS</b>	National Environmental Satellite, Data, and Information Service
<b>NetCDF</b>	Network Common Data Form
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>PNG</b>	Portable Network Graphics
<b>PS</b>	PostScript
<b>R/G/B</b>	Red / Green / Blue
<b>UTC</b>	Universal Time Coordinated
<b>VLAB</b>	Virtual Laboratory

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **Página web del software GDAL.** Recuperado de: <http://www.gdal.org/>  
(consultado: 08 de marzo de 2016)

[2] **Página web del software GMT.** Recuperado de: <http://gmt.soest.hawaii.edu/>  
(consultado: 08 de marzo de 2016)

[3] Cartometric Blog. **Install GDAL on Windows.** Recuperado de:  
<http://cartometric.com/blog/2011/10/17/install-gdal-on-windows/> (consultado: 08 de marzo de 2016)

## APÉNDICE A INSTALACIÓN DEL SOFTWARE GDAL EN WINDOWS

De acuerdo con [3], para la instalar y testar el software GDAL en Windows, necesitamos seguir 4 pasos básicos:

- **Instalar el software Python;**
- **Instalar el software GDAL;**
- **Configurar las “variables de entorno” de Windows;**
- **Confirmar si la instalación fue bien sucedida.**

En este apéndice, veremos en detalle, cada paso.

### Paso 1: Instalar el software Python

Primero, accedemos a la página de Python ([www.python.org](http://www.python.org)), y luego accedemos a “Downloads” en el menú superior (<https://www.python.org/downloads/>). En esta página podemos elegir la versión deseada. Como referencia, en el ejemplo de este tutorial hemos utilizado la **versión 2.7.2 para Windows 32 bits**. Puedes bajar una versión más reciente, desde que en el próximo paso bajes una versión GDAL compatible.

Después de bajar en instalador y empezar la instalación, acepte las opciones default sugeridas. La figura 60 muestra un ejemplo de instalación bien sucedida.



Fig. 60: Finalización de la instalación del software Python en Windows

Una vez que Python esté instalado, ejecute el programa “IDLE” (entorno de desarrollo Python) para confirmar la versión instalada. En Windows, el programa “IDLE” se encuentra en “Programas” -> “Python 2.7” -> “IDLE (Python GUI)”, como muestra la figura 61.

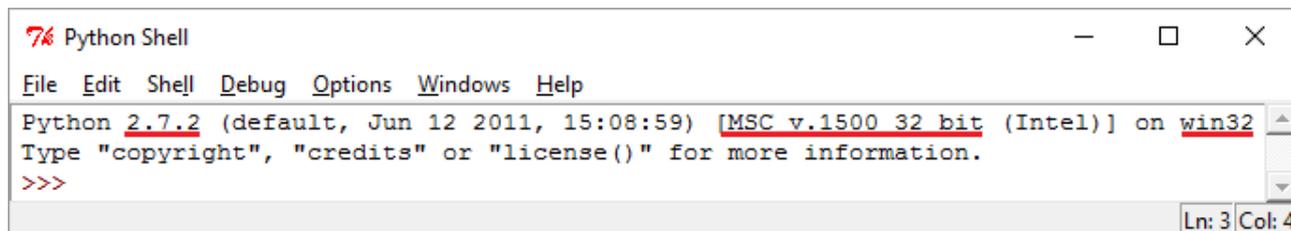


Fig. 61: Entorno de desarrollo Python para la confirmación de la versión

En nuestro caso podemos confirmar nuestra versión Python (2.7.2), la versión del compilador C++ (1500) y el sistema (32 bits). Si tienes otros valores, no hay problema, desde que los consideres en el próximo paso, la instalación del software GDAL.

## **Paso 2: Instalar el software GDAL**

Podemos bajar instaladores de GDAL para Windows en el siguiente enlace: <http://www.gisinternals.com/release.php>. Varias versiones estarán disponibles. Clique en la versión que corresponde a la **versión Windows** y a la versión del **compilador C++** indicadas por tu versión Python en el primero paso. Como referencia, en el ejemplo de este tutorial hemos elegido el primer enlace, pues nuestra versión Python es **32 bits** y la versión del compilador es **1500**, como muestra la figura 62.

**GISInternals**  
support site

Home About Documents Licensing Send email WebLog

**Stable Releases**

The following packages are compiled based on packages based on the latest official releases of MapServer and GDAL. It is recommended to use these packages testing and in production environments.

Compiler	Arch.	Downloads	Package Info	Date	Revisions
MSVC 2008	win32	<a href="#">release-1500-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-24 22:33:38	1882b7c r30443
MSVC 2008	x64	<a href="#">release-1500-x64-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-24 23:01:36	1882b7c r30443
MSVC 2010	win32	<a href="#">release-1600-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-25 22:42:11	1882b7c r30443
MSVC 2010	x64	<a href="#">release-1600-x64-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-25 21:46:10	1882b7c r30443
MSVC 2012	win32	<a href="#">release-1700-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-21 22:34:41	1882b7c r30443
MSVC 2012	x64	<a href="#">release-1700-x64-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-21 22:39:14	1882b7c r30443
MSVC 2013	win32	<a href="#">release-1800-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-21 22:39:15	1882b7c r30443
MSVC 2013	x64	<a href="#">release-1800-x64-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2</a>	<a href="#">information</a>	2015-11-21 22:39:54	1882b7c r30443

**Note:** The different compilers or architectures involve different CRT dependencies, therefore the binaries of the different packages are not interchangeable.

The contents of the packages are provided under the terms of [this license](#). It is intended to give you permission to do whatever you want with the files: download, modify, redistribute as you please, including building proprietary commercial software, no permission from [Tamas Szekeres](#) is required. Some external libraries which can be optionally used by GDAL and MapServer (provided as plugins) are under radically different licenses, you **MUST obtain valid licenses** for each of these dependent libraries.

Fig. 62: Enlaces para bajar el software GDAL para Windows

Al clicar en el enlace correspondiente a tu versión, accederás a una nueva página con diversos enlaces. Tienes que bajar dos archivos:

- **gdal-111-xxxx-core.msi**  
Instalador de los componentes esenciales de GDAL. Donde **xxxx** es la versión del compilador C++ de tu ordenador.
- **GDAL-1.11.3.vvvvv-pyX.X.msi**  
Instalador de las dependencias Python de GDAL. Donde **vvvvv** es la versión Windows y **X.X** es la versión Python de tu ordenador.

De acuerdo con la figura 23, en el ejemplo de este tutorial, tenemos la versión **1500** del compilador C++, sistema de **32 bits** y Python versión **2.7**. Por lo tanto, hemos bajado los archivos:

- **gdal-111-1500-core.msi**
- **GDAL-1.11.3.win32-py2.7.msi**

La figura 63 muestra los archivos bajados para la configuración de nuestro ordenador. Baje los archivos correspondientes para tu configuración.

Available downloads (release-1500-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2):

File name	File date	Size	Description
<a href="#">release-1500-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2.zip</a>	2015-11-24 22:33:38	24331 kB	Compiled binaries in a single .zip package
<a href="#">release-1500-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2-src.zip</a>	2015-11-24 22:39:24	15050 kB	GDAL and MapServer sources
<a href="#">release-1500-gdal-1-11-3-mapserver-6-4-2-libs.zip</a>	2015-11-24 22:37:07	14860 kB	Compiled libraries and headers
<a href="#">gdal-111-1500-ecw-33.msi</a>	2015-11-24 22:34:39	1284 kB	Installer for the GDAL ECW 3.3 plugin (must be installed to the same directory as the GDAL core, the 3.3 and 5.x versions cannot be installed side by side)
<a href="#">GDAL-1.11.3.win32-py2.7.msi</a>	2015-11-24 22:33:40	464 kB	Installer for the GDAL python bindings (requires to install the GDAL core)
<a href="#">GDAL-1.11.3.win32-py3.3.msi</a>	2015-11-24 22:33:45	464 kB	Installer for the GDAL python bindings (requires to install the GDAL core)
<a href="#">gdal-111-1500-mrsid.msi</a>	2015-11-24 22:35:00	2652 kB	Installer for the GDAL MrSID plugin (must be installed to the same directory as the GDAL core)
<a href="#">gdal-111-1500-core.msi</a>	2015-11-24 22:34:36	18408 kB	Generic installer for the GDAL core components
<a href="#">GDAL-1.11.3.win32-py3.4.msi</a>	2015-11-24 22:33:46	408 kB	Installer for the GDAL python bindings (requires to install the GDAL core)
<a href="#">GDAL-1.11.3.win32-py3.2.msi</a>	2015-11-24 22:33:43	448 kB	Installer for the GDAL python bindings (requires to install the GDAL core)
<a href="#">gdal-111-1500-oracle.msi</a>	2015-11-24 22:35:03	932 kB	Installer for the GDAL Oracle plugin (must be installed to the same directory as the GDAL core)
<a href="#">mapserver-6.4.2-1500-core.msi</a>	2015-11-24 22:35:59	20884 kB	MapServer installer with IIS registration support
<a href="#">gdal-111-1500-ecw-51.msi</a>	2015-11-24 22:34:47	2684 kB	Installer for the GDAL ECW 5.1 plugin (must be installed to the same directory as the GDAL core, the 3.3 and 5.x versions cannot be installed side by side)
<a href="#">gdal-111-1500-filegdb.msi</a>	2015-11-24 22:34:52	1892 kB	Installer for the GDAL FileGDB plugin (must be installed to the same directory as the GDAL core)
<a href="#">GDAL-1.11.3.win32-py3.1.msi</a>	2015-11-24 22:33:41	448 kB	Installer for the GDAL python bindings (requires to install the GDAL core)

Note: In order to have the bindings work the location of the core components must be included manually in the PATH environment variable.

loaded from: download.gisinternals.com

Fig. 63: Bajando los instaladores de los componentes esenciales GDAL y sus dependencias Python

Después de bajar los dos archivos, el primero que tiene que ser instalado es el archivo de los componentes esenciales GDAL (**gdal-111-xxxx-core.msi**). Sugerimos elegir las opciones estándar (como la instalación “Typical”). La figura 64 muestra un ejemplo de instalación bien sucedida.

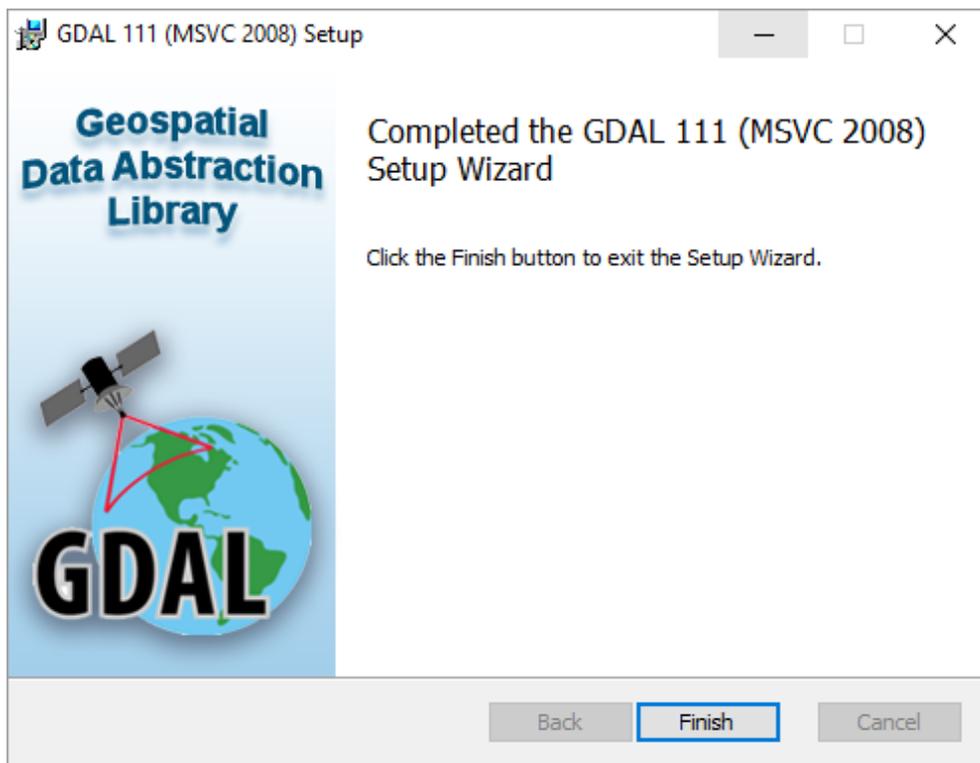


Fig. 64: Finalización de la instalación de los componentes esenciales de GDAL en Windows

Por último, tenemos que instalar las dependencias Python de GDAL (**GDAL-1.11.3.vvvvv-pyX.X.msi**). La figura 65 muestra un ejemplo de instalación bien sucedida.

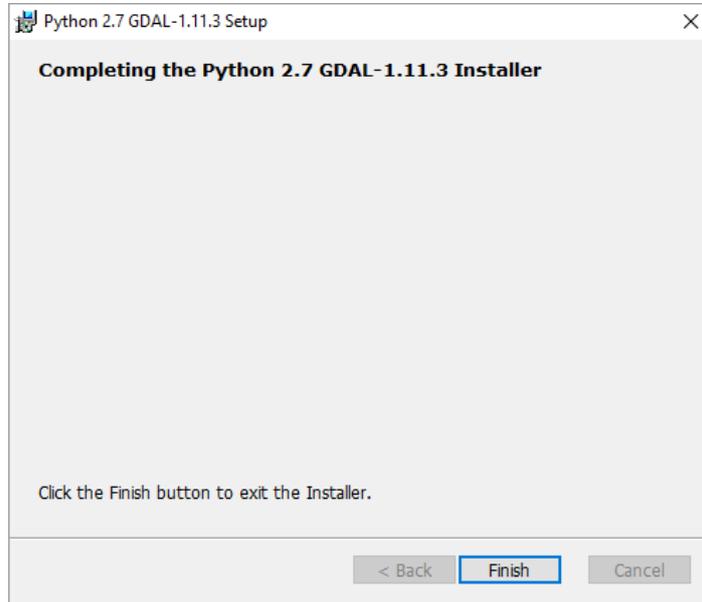


Fig. 65: Finalización de la instalación de las dependencias Python de GDAL en Windows

En este punto, puedes confirmar el directorio de instalación GDAL en tu ordenador. En el ejemplo de este tutorial, el directorio GDAL está localizado en “**C:\Archivos de Programas\GDAL**”, como muestra la figura 66.

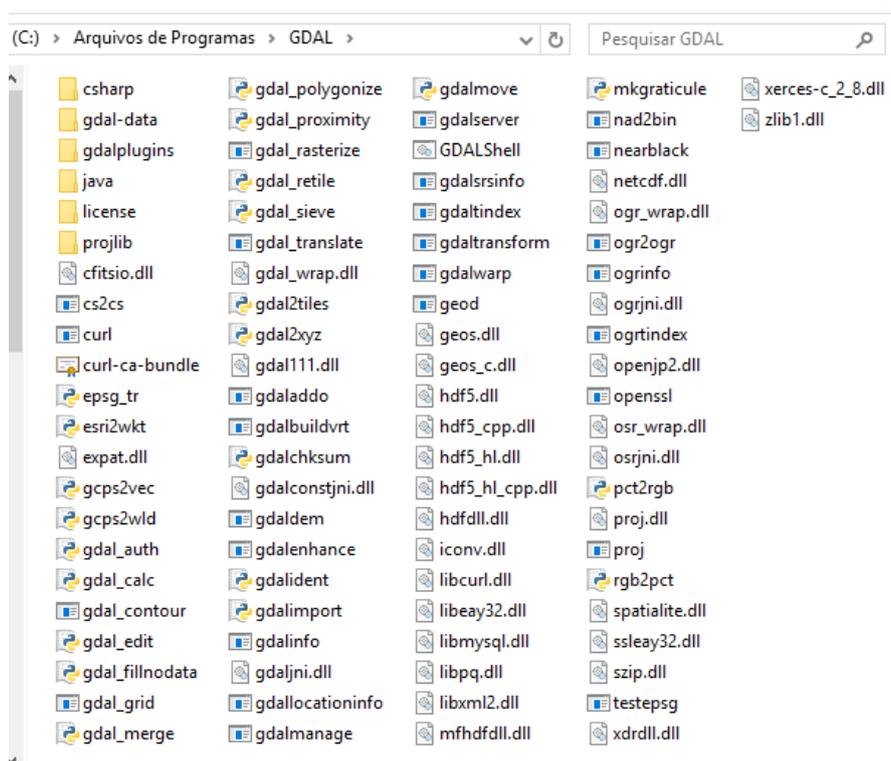


Fig. 66: Directorio de instalación GDAL en Windows

A partir de aquí estamos listos para el tercer paso, la configuración de las “variables de entorno” de Windows.

### **Paso 3: Configurar las “variables de entorno” de Windows**

Variables de entorno son valores dinámicos que posibilitarán acceder a los comandos GDAL desde un script por ejemplo.

Para acceder a la ventana de variables de entorno para añadir o crear variables, siga el procedimiento para tu sistema operativo Windows:

#### **Windows 8 o superior:**

1. Arrastre el cursor a la esquina inferior derecha de la pantalla
2. Haga clic en el icono de búsqueda y escriba: Panel de control
3. Haga clic en -> Panel de control -> Sistema -> Opciones avanzadas
4. Haga clic en Variables de entorno.

#### **Windows 7:**

1. Seleccione Equipo en el menú Inicio
2. Seleccione Propiedades del sistema en el menú contextual
3. Haga clic en Configuración avanzada del sistema > ficha Opciones avanzadas
4. Haga clic en Variables de entorno.

#### **Windows Vista:**

1. Haga clic con el botón derecho en el icono Mi PC
2. Seleccione Propiedades en el menú contextual
3. Haga clic en el separador Opciones avanzadas (enlace Configuración avanzada del sistema en Vista)

#### **Windows XP:**

1. Inicio -> Panel de control -> Sistema -> Opciones avanzadas
2. Haga clic en Variables de entorno

En resumen, en este paso haremos las siguientes operaciones:

1-) Añadiremos el directorio GDAL en la variable PATH.

En “Variables del Sistema” haga clic en la variable “Path” y añada el directorio de instalación GDAL. En el ordenador del ejemplo de la figura 67, el directorio es “C:\Archivos de Programas\GDAL”.

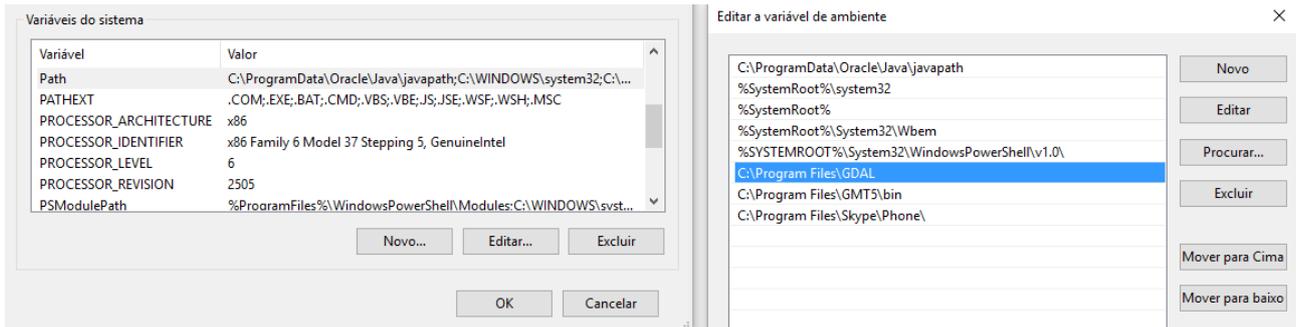


Fig. 67: Añadiendo el directorio de GDAL a la variable PATH

2-) Crearemos una nueva variable llamada **GDAL\_DATA** y referenciaremos la carpeta “gdal\_data”.

Primero, haga un clic en “Nueva...”. En la ventana siguiente en “Nombre de la variable” escribe “**GDAL\_DATA**” y en “Valor de la variable” escribe el directorio de la carpeta “gdal\_data” (en el ordenador ejemplo está en “**C:\Program Files\GDAL\gdal\_data**”). Haga clic en “Aceptar” y la variable será añadida, como muestra la figura 68.

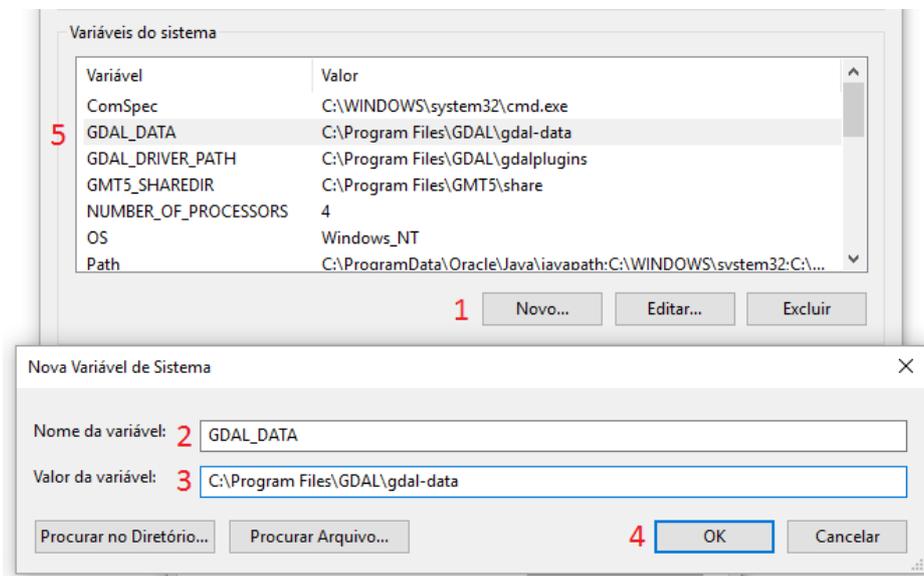


Fig. 68: Añadiendo la variable GDAL\_DATA

3-) Crearemos una nueva variable llamada **GDAL\_DRIVER\_PATH** y referenciaremos la carpeta “*gdalplugins*”.

Primero, haga un clic en “Nueva...”. En la ventana siguiente en “Nombre de la variable” escribe “**GDAL\_DRIVER\_PATH**” y en “Valor de la variable” escribe el directorio de la carpeta “*gdal\_data*” (en el ordenador ejemplo está en “**C:\Program Files\GDAL\gdalplugins**”). Haga clic en “Aceptar” y la variable será añadida, como muestra la figura 69.

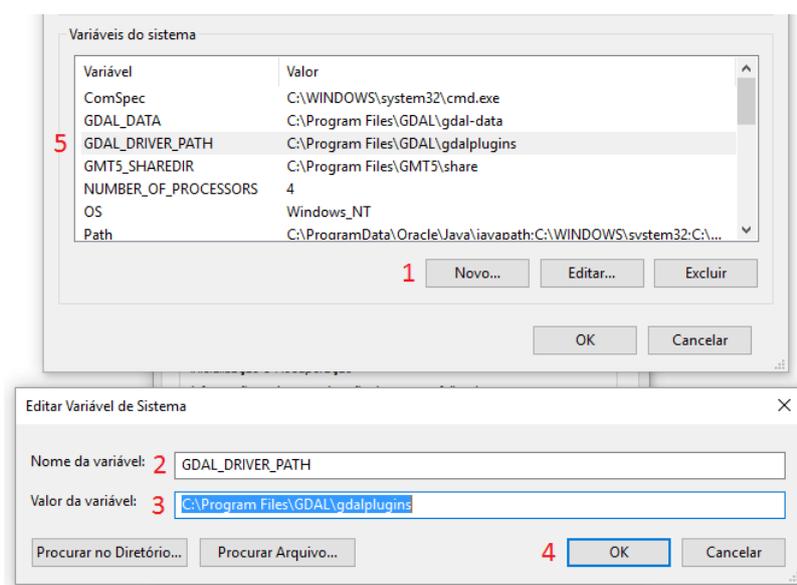


Fig. 69: Añadiendo la variable GDAL\_DRIVER\_PATH

Con eso, la herramienta GDAL y sus componentes básicos deben estar bien instalados en nuestra máquina. Vamos a confirmar si la instalación ha sido ejecutada correctamente.

#### Paso 4: Confirmar si la instalación fue bien sucedida.

Abra el terminal de Windows (teclas **Windows+R** y luego digite “**cmd**” + **Enter**). En el terminal, introduzca el comando siguiente comando:

**gdalinfo -- version**

Este comando confirmará la versión instalada en tu ordenador. Debes visualizar un mensaje semejante a “**GDAL 1.11.3, released 2015/09/16**” como muestra la figura 70.

```
C:\Users\dsouza.JACUNDA>gdalinfo --version
GDAL 1.11.3, released 2015/09/16
```

Fig. 70: Confirmación de la instalación del software GDAL

¡Enhorabuena! El software GDAL ha sido instalado correctamente en tu ordenador.

## APÉNDICE B INSTALACIÓN DEL SOFTWARE GMT EN WINDOWS

Para la instalar y testar el software GMT en Windows, necesitamos seguir 3 pasos básicos:

- **Instalar el software GMT;**
- **Instalar el software Ghostscript;**
- **Confirmar si la instalación fue bien sucedida.**

En este apéndice, veremos en detalle, cada paso.

### Paso 1: Instalar el software GMT

Para instalar el software GMT, acceda al siguiente enlace:

<http://gmt.soest.hawaii.edu/projects/gmt/wiki/Download>

Elija la versión adecuada para el sistema operativo de tu ordenador y después del download (aproximadamente 165 MB), ejecute la instalación. Sugerimos que elijas el directorio de instalación estándar, utilizado en este tutorial (“c:\programs\gmt5”). La figura 71 muestra un ejemplo de instalación bien sucedida.

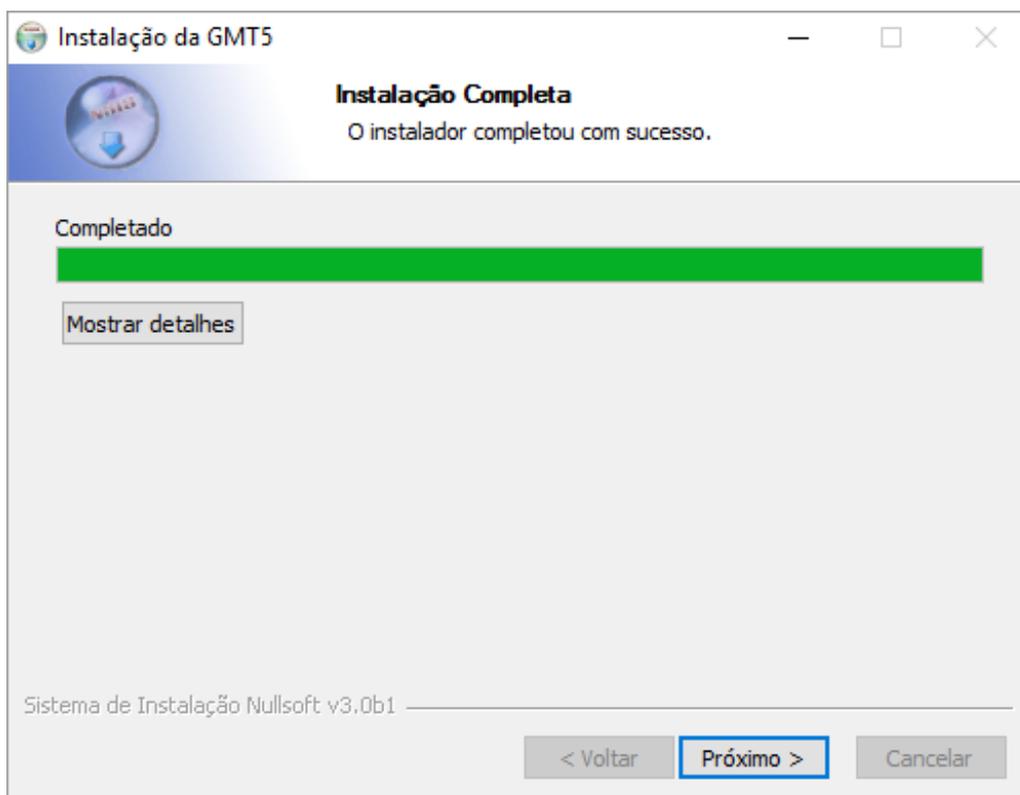


Fig. 71: Instalación del software GMT concluida con éxito



**Info.:** En este tutorial hemos utilizado y referenciado la versión **5.2.1** (la más reciente disponible durante la elaboración del tutorial). Existen variaciones considerables en la sintaxis de los comandos entre versiones. Si, durante el estudio de este tutorial, alguna versión posterior haya sido lanzada, podrás bajar versiones más antiguas en el siguiente enlace:

<ftp://ftp.soest.hawaii.edu/gmt/legacy/>

## Paso 2: Instalar el software Ghostscript

Para instalar el software Ghostscript, acceda al siguiente enlace:

<http://www.ghostscript.com/download/gsdnld.html>

Elija la versión adecuada para el sistema operativo de tu ordenador y después del download (aproximadamente 14 MB), ejecute la instalación. En este tutorial, lo hemos instalado en el mismo directorio de la instalación del software GMT (“c:\programs\gs\gs9.18”), como muestra la figura 72. Con que utilices el directorio estándar, solamente tienes que referenciarlo en el comando “*psconvert*”.

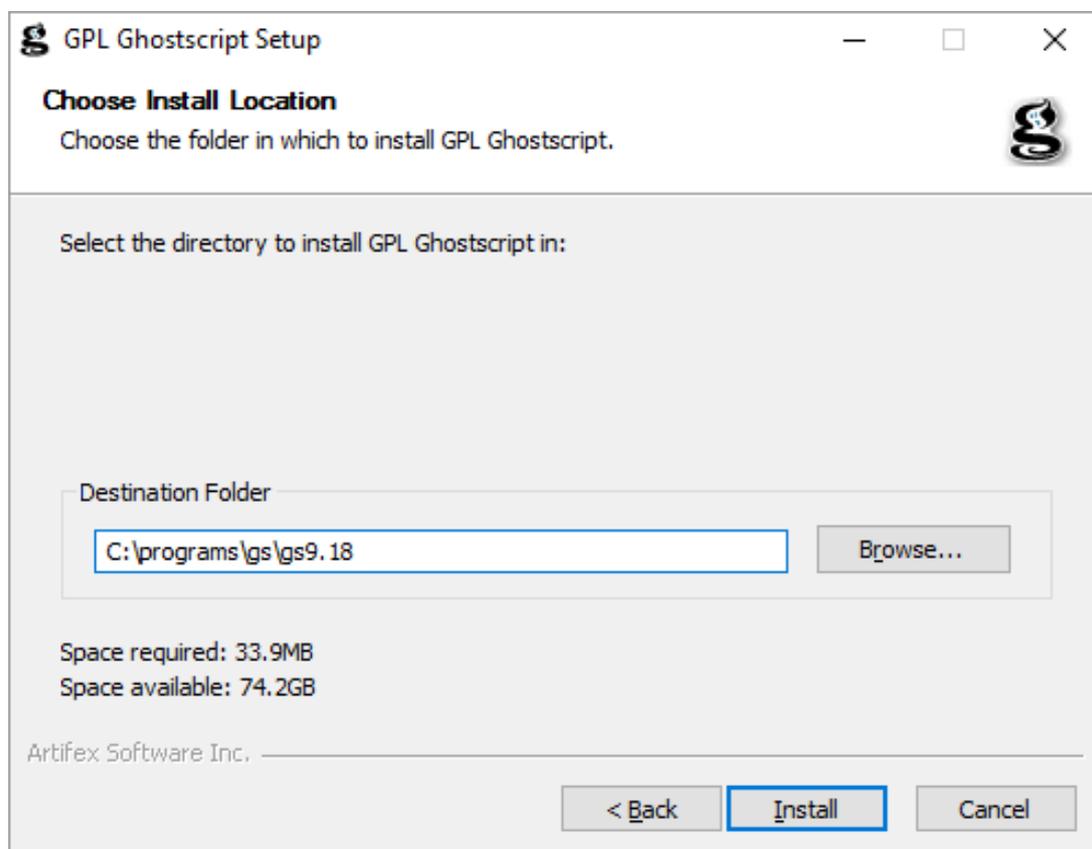


Fig. 72: Eligiendo el directorio de instalación Ghostscript

Siguiendo el mismo procedimiento de la instalación del software GDAL, añade los directorios “C:\programs\gs\gs9.18\bin\” y “C:\programs\gs\gs9.18\lib\” (confirmar los directorios en tu ordenador) a la variable PATH de Windows, como muestra la figura 73.

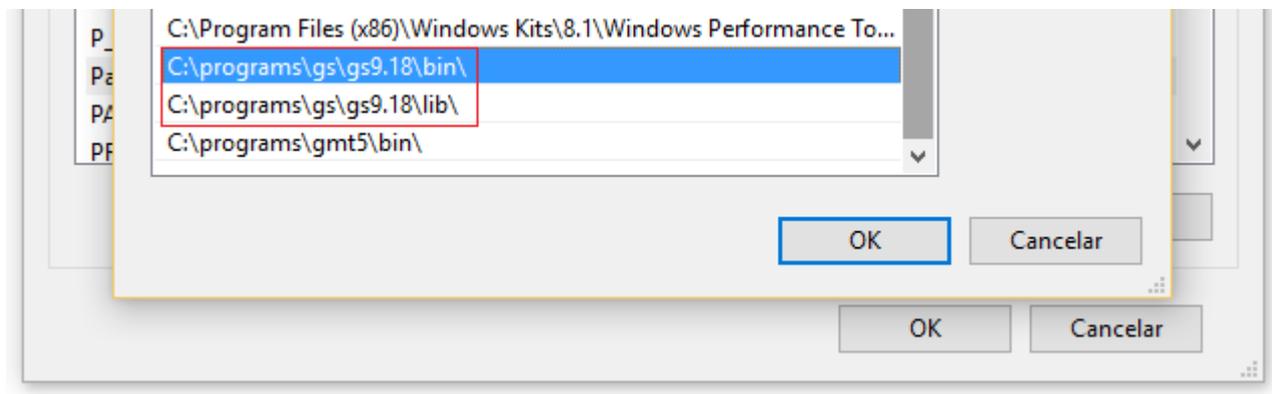


Fig. 73: Directorios “bin” y “lib” de Ghostscript añadidos a la variable PATH

Con eso, la herramienta GMT debe estar bien instalada en nuestra máquina. Vamos a confirmar si la instalación ha sido ejecutada correctamente.

### **Paso 3: Confirmar si la instalación fue bien sucedida.**

Abra el terminal de Windows (teclas **Windows+R** y luego digite “**cmd**” + **Enter**). En el terminal, introduzca el comando siguiente comando:

**gmt -- version**

Este comando confirmará la versión instalada en tu ordenador. Debes visualizar la mensaje “**5.2.1**” como muestra la figura 74.

```
C:\Users\dsouza.JUCARA>gmt --version
5.2.1
```

Fig. 74: Confirmación de la instalación del software GMT

¡Enhorabuena! El software GMT ha sido instalado correctamente en tu ordenador.

## APÉNDICE C      INSTALACIÓN DEL SOFTWARE IMAGEMAGICK EN WINDOWS

Para la instalar y testar el software ImageMagick en Windows, necesitamos seguir 2 pasos básicos:

- **Instalar el software ImageMagick;**
- **Confirmar si la instalación fue bien sucedida.**

En este apéndice, veremos en detalle, cada paso.

### Paso 1: Instalar el software Imagemagick

Para instalar el software ImageMagick, acceda al siguiente enlace:

<http://www.imagemagick.org/script/binary-releases.php>

Elija la versión adecuada para el sistema operativo de tu ordenador y después del download (aproximadamente 24 MB), ejecute la instalación. Sugerimos que elijas el directorio de instalación estándar, utilizado en este tutorial (“**c:\programs\gmt5**”). La figura 75 muestra un ejemplo de instalación bien sucedida.

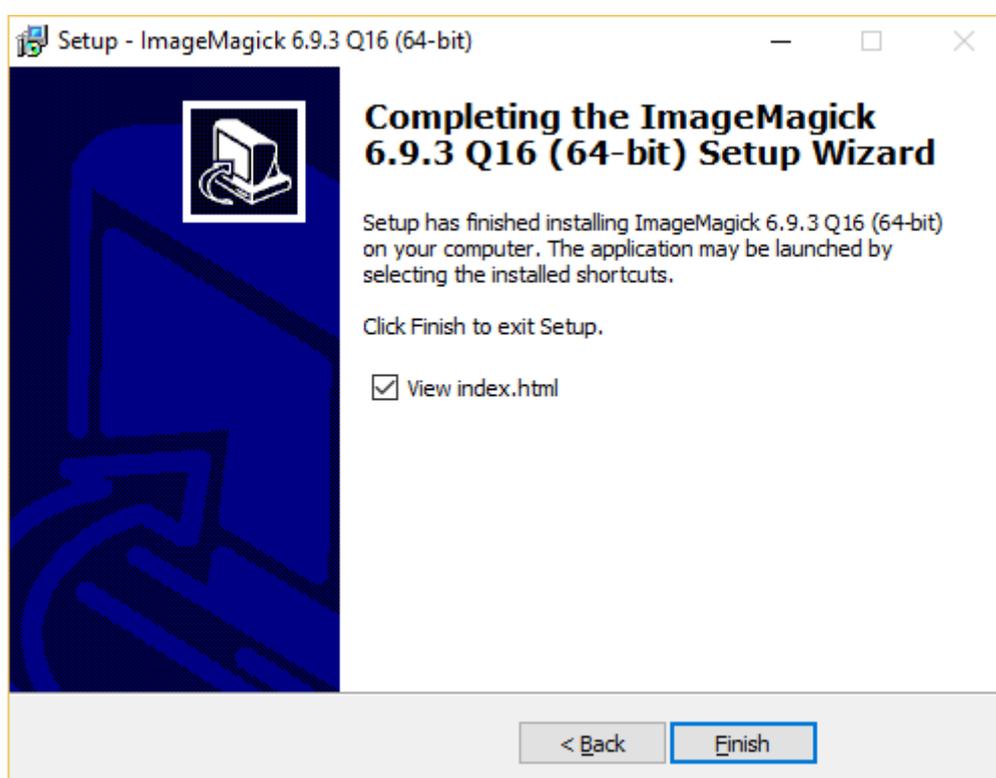


Fig. 75: Instalación del software ImageMagick concluida con éxito

**Paso 2: Confirmar si la instalación fue bien sucedida.**

Abra el terminal de Windows (teclas **Windows+R** y luego digite “**cmd**” + **Enter**). En el terminal, introduzca el comando siguiente comando:

**identify -- version**

Este comando confirmará la versión instalada en tu ordenador. Debes visualizar una mensaje semejante a “**Version: ImageMagick 6.9.3-7(...)**” como muestra la figura 76.

```
C:\Users\dsouza.JUCARA>identify -version
Version: ImageMagick 6.9.3-7 Q16 x64 2016-03-06 http://www.imagemagick.org
Copyright: Copyright (C) 1999-2015 ImageMagick Studio LLC
License: http://www.imagemagick.org/script/license.php
Visual C++: 180040629
Features: Cipher DPC Modules OpenMP
Delegates (built-in): bzlib cairo freetype jng jp2 jpeg lcms lqr openexr pangoca
iro png ps rsvg tiff webp xml zlib
```

Fig. 76: Confirmación de la instalación del software ImageMagick

¡Enhorabuena! El software ImageMagick ha sido instalado correctamente en tu ordenador.

**APÉNDICE D      TABLA DE NOMBRES DE COLORES ACEPTOS POR GMT**





APÉNDICE F TABLAS DE CARACTERES ESPECIALES ACEPTOS POR GMT

octal	0	1	2	3	4	5	6	7
\03x		¼	³	™	²	ý	ÿ	ž
\04x		!	"	#	\$	%	&	'
\05x	(	)	*	+	,	-	.	/
\06x	0	1	2	3	4	5	6	7
\07x	8	9	:	;	<	=	>	?
\10x	@	A	B	C	D	E	F	G
\11x	H	I	J	K	L	M	N	O
\12x	P	Q	R	S	T	U	V	W
\13x	X	Y	Z	[	\	]	^	-
\14x	'	a	b	c	d	e	f	g
\15x	h	i	j	k	l	m	n	o
\16x	p	q	r	s	t	u	v	w
\17x	x	y	z	{		}	~	f
\20x	Ã	Ç	Ð	È	Ñ	Ö	Š	Đ
\21x	Ý	ÿ	Ž	ā	ı	ç	©	°
\22x	÷	ð	¬	†	-	µ	×	ñ
\23x	½	¼	¹	ō	±	®	š	þ
\24x		ı	¢	£	/	¥	f	§
\25x	¤	'	“	«	<	>	fi	fl
\26x	Á	-	†	‡	.	Â	¶	•
\27x	,	”	”	»	...	%	Ä	ı
\30x	À	`	´	^	-	-	˘	˙
\31x	”	É	°	,	Ê	˘	.	˘
\32x	—	Ë	È	Í	Î	Ï	Ì	Ó
\33x	Ô	Õ	Ò	Ú	Û	Ü	Ù	á
\34x	â	Æ	ä	ª	à	é	ê	ë
\35x	è	Ø	Œ	°	í	î	ï	ì
\36x	ó	æ	ô	ö	ò	ı	ú	û
\37x	ü	ø	œ	ß	ù	À	á	ÿ

Códigos en octal y sus símbolos correspondientes para fuentes "StandardEncoding".

octal	0	1	2	3	4	5	6	7
\03x		•	...	™	—	-	fi	ž
\04x		!	"	#	\$	%	&	'
\05x	(	)	*	+	,	-	.	/
\06x	0	1	2	3	4	5	6	7
\07x	8	9	:	;	<	=	>	?
\10x	@	A	B	C	D	E	F	G
\11x	H	I	J	K	L	M	N	O
\12x	P	Q	R	S	T	U	V	W
\13x	X	Y	Z	[	\	]	^	-
\14x	'	a	b	c	d	e	f	g
\15x	h	i	j	k	l	m	n	o
\16x	p	q	r	s	t	u	v	w
\17x	x	y	z	{		}	~	š
\20x	Œ	†	‡	È	/	<	Š	>
\21x	œ	ÿ	Ž	ı	%	”	“	”
\22x	ı	`	´	^	-	-	˘	˙
\23x	”	,	°	,	,	˘	.	˘
\24x		ı	¢	£	¤	¥	ı	§
\25x	”	©	ª	«	¬	-	®	-
\26x	°	±	²	³	´	µ	¶	·
\27x	,	¹	º	»	¼	½	¾	ı
\30x	À	Á	Â	Ã	Ä	Å	Æ	Ç
\31x	È	É	Ê	Ë	Ì	Í	Î	Ï
\32x	Ð	Ñ	Ò	Ó	Ô	Õ	Ö	×
\33x	Ø	Ù	Ú	Û	Ü	Ý	Þ	ß
\34x	à	á	â	ã	ä	å	æ	ç
\35x	è	é	ê	ë	ì	í	î	ï
\36x	ð	ñ	ò	ó	ô	õ	ö	÷
\37x	ø	ù	ú	û	ü	ý	þ	ÿ

Códigos en octal y sus símbolos correspondientes para fuentes "ISOLatin1Encoding".

octal	0	1	2	3	4	5	6	7
\04x		!	∇	#	∃	%	&	∞
\05x	(	)	*	+	,	-	.	/
\06x	0	1	2	3	4	5	6	7
\07x	8	9	:	;	<	=	>	?
\10x	≡	A	B	X	Δ	E	Φ	Γ
\11x	H	I	∅	K	Λ	M	N	O
\12x	Π	Θ	P	Σ	T	Y	ς	Ω
\13x	Ξ	Ψ	Z	[	∴	]	⊥	-
\14x		α	β	χ	δ	ε	φ	γ
\15x	η	ι	φ	κ	λ	μ	ν	ο
\16x	π	θ	ρ	σ	τ	υ	ω	ω
\17x	ξ	ψ	ζ	{		}	~	

\24x	€	Υ	'	≤	/	∞	f	♣
\25x	♦	♥	♠	↔	←	↑	→	↓
\26x	°	±	"	≥	×	∞	∂	•
\27x	÷	≠	≡	≈	...		—	↙
\30x	ℵ	ℑ	℔	℘	⊗	⊕	∅	∩
\31x	∪	⊃	⊇	⊄	⊂	⊆	∈	€
\32x	∠	∇	®	©	™	∏	√	·
\33x	¬	^	∨	↔	←	↑	⇒	↓
\34x	◇	∠	®	©	™	Σ	(	
\35x	(							
\36x		)					)	
\37x	)						)	

Códigos en octal y sus símbolos correspondientes para la fuente "Symbol".

octal	0	1	2	3	4	5	6	7
\04x		✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂
\05x	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂
\06x	✂	✂	✂	✓	✓	✗	✗	✗
\07x	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂
\10x	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂
\11x	★	☆	☼	☆	★	★	★	★
\12x	☆	*	*	*	*	*	*	*
\13x	*	*	*	*	*	*	*	*
\14x	*	*	*	*	*	*	*	*
\15x	*	*	*	*	●	○	■	□
\16x	□	□	□	▲	▼	◆	◇	◐
\17x				•	•	•	•	

\24x		♣	♦	♥	♠	①	②	③
\25x	♣	♦	♥	♠	①	②	③	④
\26x	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
\27x	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
\30x	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
\31x	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯
\32x	⑰	⑱	⑲	⑳	→	→	↔	↕
\33x	↘	→	↘	→	→	→	→	⇒
\34x	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
\35x	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
\36x		⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
\37x	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒

Códigos en octal y sus símbolos correspondientes para la fuente "ZapfDingbats".

## APÉNDICE G OTROS COMANDOS ÚTILES DE GDAL

### 1-) Cambiando la proyección de una imagen con GDAL. Ejemplo: Conversión entre la proyección rectangular para la proyección satélite

Para cambiar la proyección de un formato soportado por GDAL, use la siguiente estructura de comando (en este ejemplo utilizaremos una imagen Full Disk de GOES-13:

```
gdalwarp -s_srs EPSG:4326 -t_srs "+proj=geos +h=35774290 +a= 6378137 +b= 6378137 +Lon_0=-75 +units=m +no_defs" C:\VLAB\GoesEastFDSK04I40971745.tif C:\VLAB\IR_Satelite.tif
```

Dónde:

**gdalwarp** -> Función GDAL para hacer mosaicos, cambiar la proyección y cambiar formatos

**-s\_srs EPSG:4326** -> Referencia espacial de la imagen fuente

**-t\_srs "+proj=geos +h=35774290 +a= 6378137 +b= 6378137 +Lon\_0=-75 +units=m +no\_defs"** -> Referencia espacial de la imagen resultante

**C:\VLAB\GoesEastFDSK04I40971745.tif** -> Imagen de entrada

**C:\VLAB\IR\_Satelite.tif** -> Nombre de la imagen resultante (en este ejemplo, "IR\_Satelite.tif")



**Info.:** Puedes encontrar una lista completa de sistema de coordenadas en "**C:\Program Files (x86)\GDAL\gdal-data\pcs.csv**" (para sistemas de coordenadas proyectados) y "**C:\Program Files (x86)\GDAL\gdal-data\gcs.csv**" (para sistemas de coordenadas geográficas). Puedes encontrar más informaciones sobre las proyecciones aceptas en el siguiente enlace: [spatialreference.org/ref/epsg/](http://spatialreference.org/ref/epsg/)

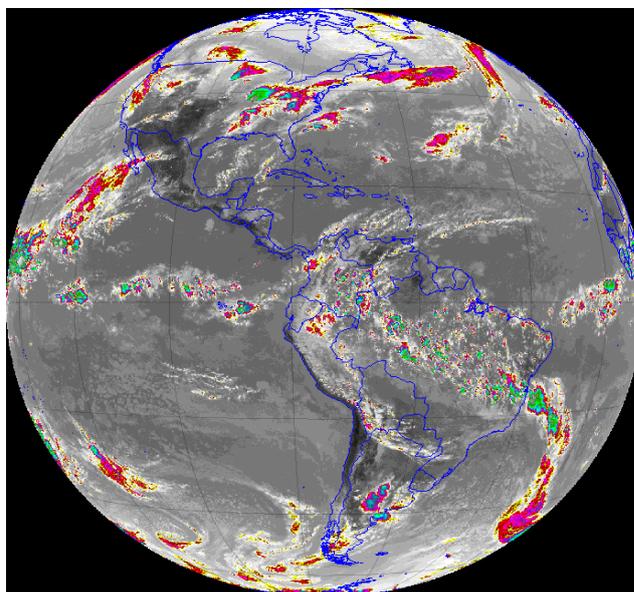
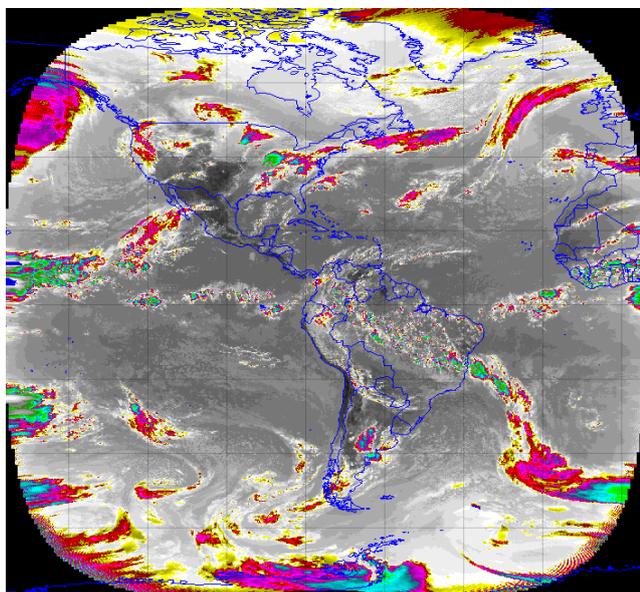


Fig. 77: Conversión entre la proyección rectangular y la proyección satélite

## 2-) Convirtiendo una imagen georreferenciada con latitudes variando entre 0° y 360° para latitudes variando entre -180° y +180°

En el Sistema GEONETCast-Américas son transmitidos por **NOAA-NESDIS** archivos en el formato GRIB llamados "**TOAST**". Son datos de ozono diarios obtenidos con los instrumentos **SBUV/2** y **TOVS**. La figura 78 muestra una descripción detallada de este producto.

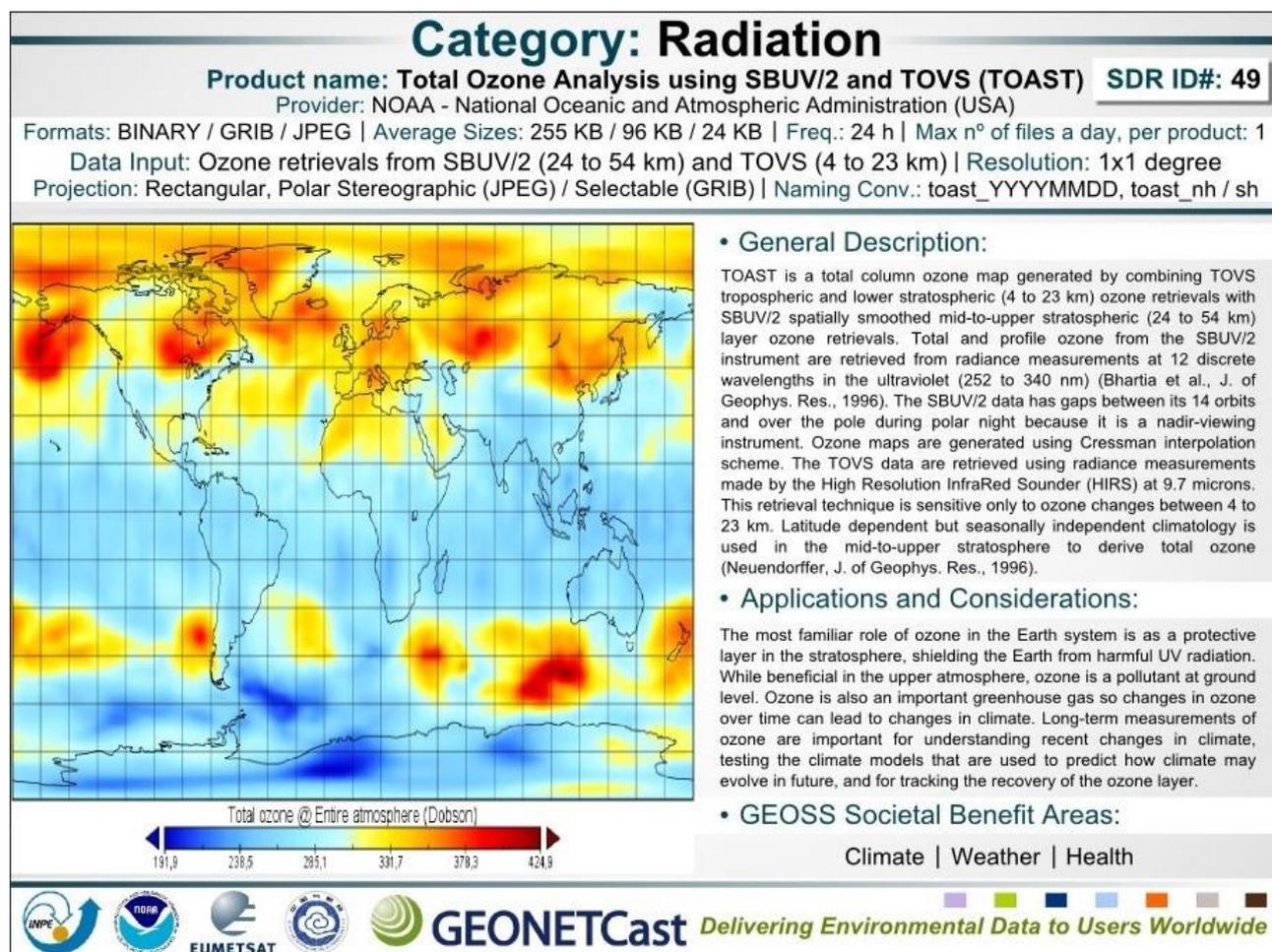


Fig. 78: Descripción de los archivos TOAST transmitidos en GEONETCast-Américas

Estos archivos (como otros archivos GRIB) tienen una particularidad. En su georreferencia, las latitudes varían entre 0 y 360 grados. Para trabajar con estos datos, puede que sea necesario cambiar las latitudes para que varíen entre -180 y 180 grados. En este apéndice ejemplificaremos el problema y luego veremos cómo se soluciona.

Para convertir el archivo GRIB para GeoTIFF, podemos utilizar la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdal_translate.exe -of Gtiff C:\VLAB\TOAST_150224.grb C:\VLAB\TOAST_150224.tif
```

Dónde:

**gdal\_translate** -> Función para convertir rasters y hacer operaciones como recortes, remuestreo, etc.

**-of Gtiff** -> Selección del formato de salida.

**C:\VLAB\TOAST\_150224.grb** -> Imagen de entrada

**C:\VLAB\TOAST\_150224.tif** -> Imagen de salida (debe tener a extensión de la salida)

Con esto, tendrás un archivo llamado **"TOAST\_150224.tif"** localizado en **"C:\VLAB"** (o en el local donde pusiste la muestra). Abre el archivo recién generado en su GIS favorito (o lo visualices utilizando los comandos GDAL / GMT aprendidos en este tutorial). La figura 79 muestra el archivo abierto en una GIS llamado ILWIS.

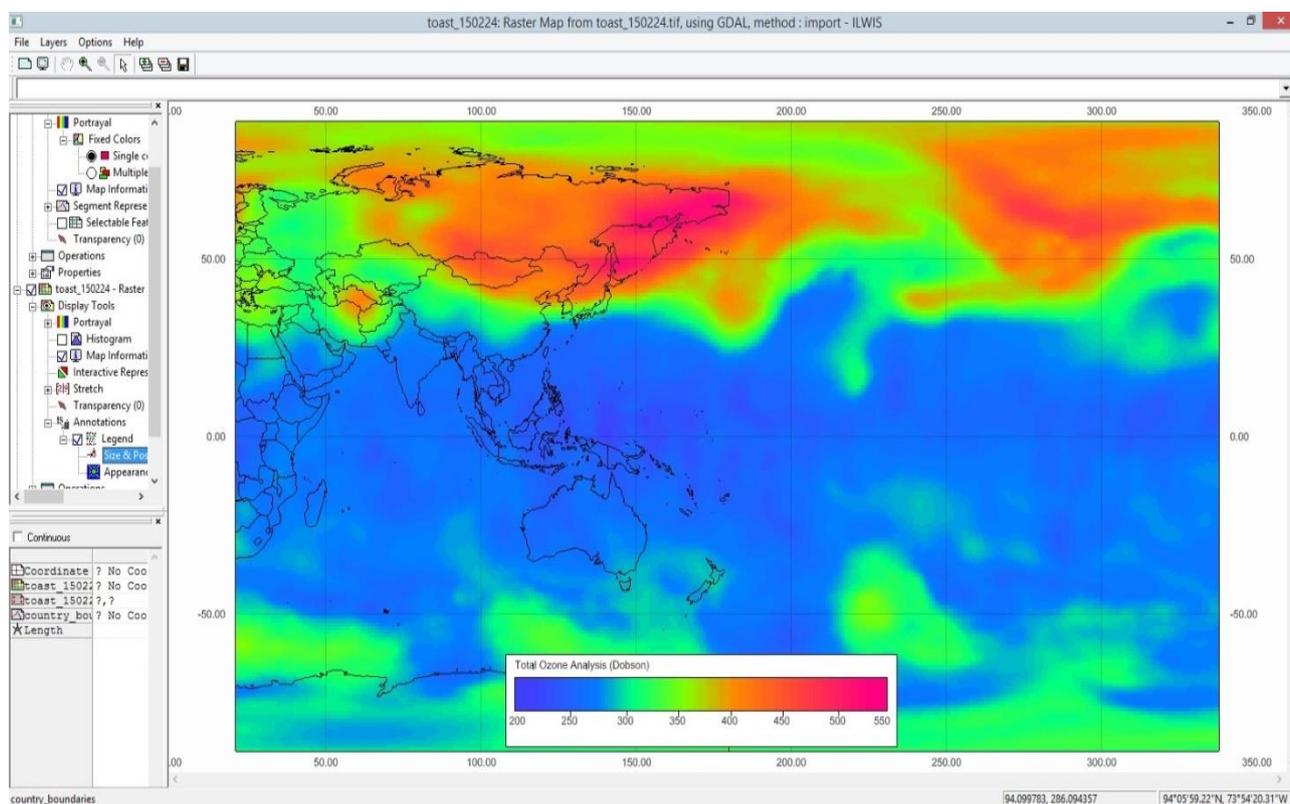


Fig. 79: Archivo abierto en el GIS ILWIS con los hemisferios al revés.

Verás que los hemisferios estarán al revés. La razón es simple. Como estos archivos GRIB son georreferenciados con longitudes de 0 a 360 grados, los hemisferios parecen estar al revés y el shapefile de los países no es mostrado en el hemisferio oeste. Veamos cómo solucionar este problema.

Para convertir las longitudes de 0 a 360 grados para -180 a 180 grados, podemos utilizar la siguiente estructura de comando GDAL:

```
gdalwarp -t_srs WGS84 C:\VLAB\TOAST_150224.tif C:\VLAB\TOAST_150224_LONGOK.tif  
-wo SOURCE_EXTRA=1000 --config CENTER_LONG 0
```

Dónde:

**gdalwarp** -> Función GDAL para la proyección de imágenes y transformaciones

**-t\_srs WGS84** -> Referencia espacial deseada

**C:\VLAB\TOAST\_150224.tif** -> Imagen de entrada

**C:\VLAB\TOAST\_150224\_LONGOK.tif** -> Imagen de salida (debe tener a extensión de la salida)

**-wo SOURCE\_EXTRA=1000** -> Numero de pixeles extra añadidos (usado para evitar áreas sin datos en la imagen final)

**--config CENTER\_LONG 0** -> Configura la longitud central como cero.

Abre el nuevo archivo en su GIS favorito. La figura 80 muestra el archivo abierto en una GIS llamado ILWIS. ¡Problema solucionado!

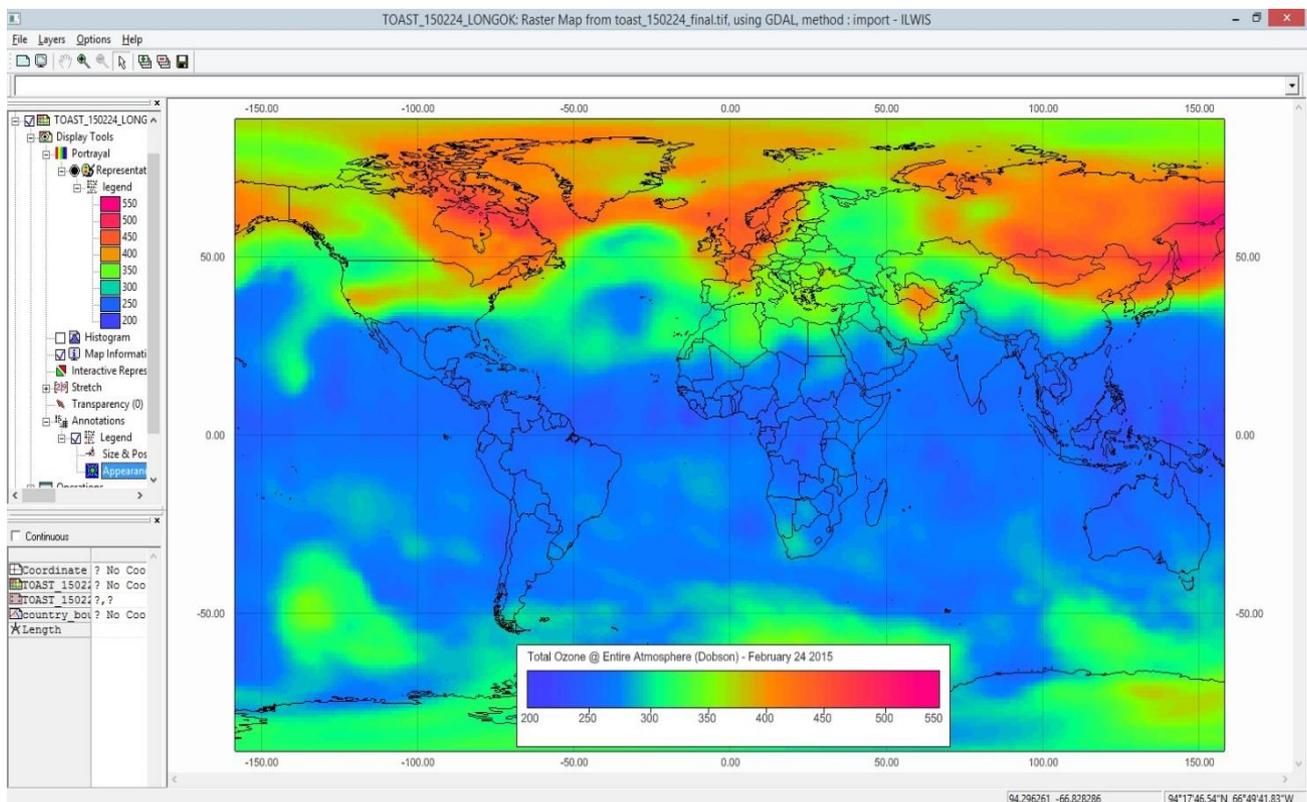


Fig. 80: Archivo abierto en el GIS ILWIS con las latitudes variando entre -180 y +180..