

# Herramientas de Teoría de la Información aplicadas a clasificación - Trabajo Final

Maximiliano Lexow<sup>1</sup>

19 de diciembre de 2025

<sup>1</sup>IFISUR, Bahía Blanca, Argentina. Email: [lexow.maximiliano@uns.edu.ar](mailto:lexow.maximiliano@uns.edu.ar)

# Capítulo 1

## Introducción

Para este trabajo decidí utilizar los datos con los cuales trabajo en mi doctorado, titulado "Procesamiento de imágenes satelitales con aprendizaje profundo para identificar áreas de interés geofísico". Con mayor precisión, se busca detectar derrames de petróleo, ya sean naturales o provocados por el hombre (descargas de barcos principalmente).

Los datos utilizados consisten en imágenes satelitales tipo SAR (Synthetic Aperture Radar). Para entrenar los modelos de aprendizaje profundo se utilizan imágenes etiquetadas, las clases son 5:

1. Océano
2. Derrames de petróleo
3. "Look-alike"
4. Barco
5. Tierra firme

Para simplificar, en este trabajo, excluí la clase "look-alike", ya que es un poco compleja de clasificar, siendo muy similar a los derrames de petróleo. En la figura se muestra un ejemplo, elegí uno con las 5 clases para poder apreciar las "texturas" de cada una.



(a) Imagen SAR



(b) Máscara

Figura 1.1: Ejemplo de imagen SAR vs máscara. Negro: océano, cian: petróleo, rojo: look-alike, marrón: barco, verde: tierra.

Entonces la idea sería lograr que mediante el gráfico del plano complejidad - entropía, poder distinguir alguna de estas clases.

# Capítulo 2

## Metodología y resultados

Para comenzar, hay que transformar las imágenes a vectores 1-D, similar a lo que sería una serie de tiempo. Para ello se utilizó el algoritmo de Hilbert, el cual recorre la imagen de la siguiente manera:

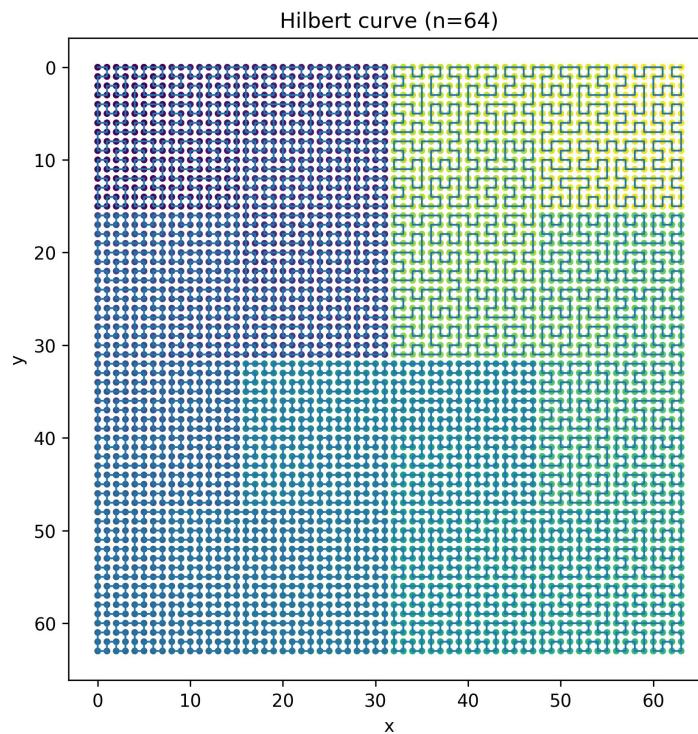


Figura 2.1: Curva de Hilbert obtenida para  $n=64$ .

Se tomaron imágenes cuadradas de  $64 \times 64$  píxeles,

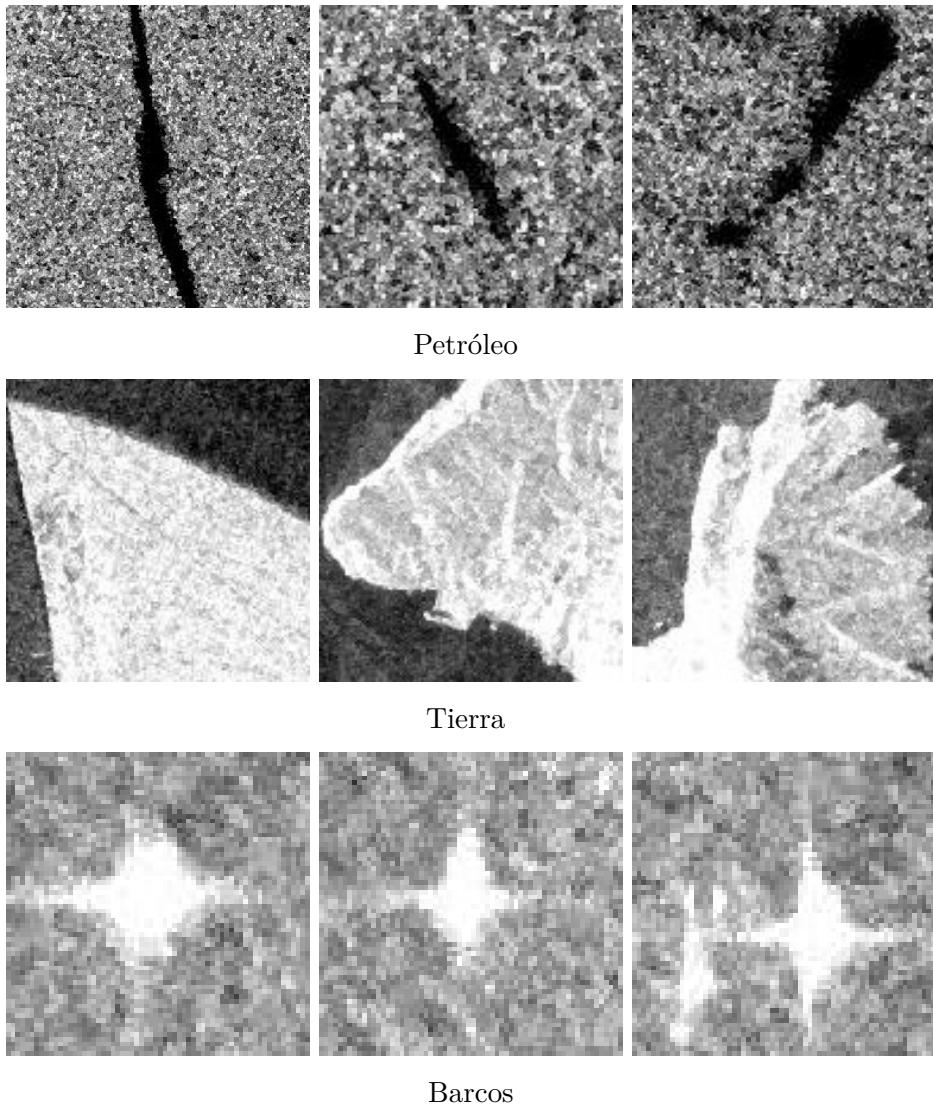


Figura 2.2: Imágenes SAR utilizadas. Son recortes 64x64 de las imágenes originales, representando 3 clases.

No se tomaron las clases look-alike ni océano, la primera por ser muy similar al petróleo, y la segunda por no tener prácticamente información, es el backgorund, y se ve como ruido.

## 2.1. Patrones ordinales

Se calcularon los patrones ordinales con  $m = 3, 4, 5$  y  $\tau = 1, 2$ , obteniendo los siguientes resultados:

$m=3, \tau=1$

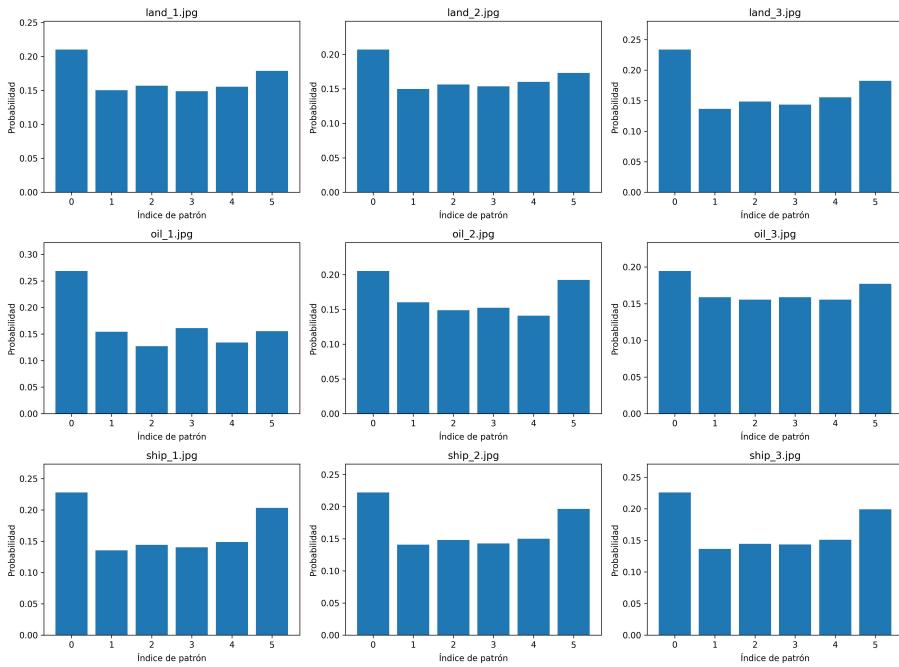


Figura 2.3: Distribución de patrones ordinales para  $m=3$ ,  $\tau=1$ .

$m=3, \tau=2$

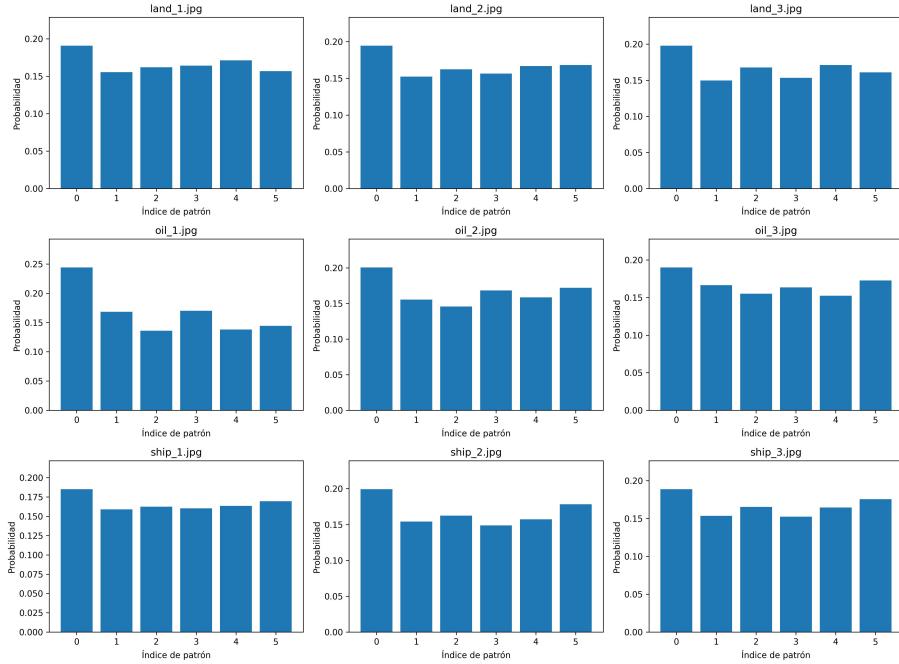


Figura 2.4: Distribución de patrones ordinales para  $m=3$ ,  $\tau=2$ .

$m=4, \tau=1$

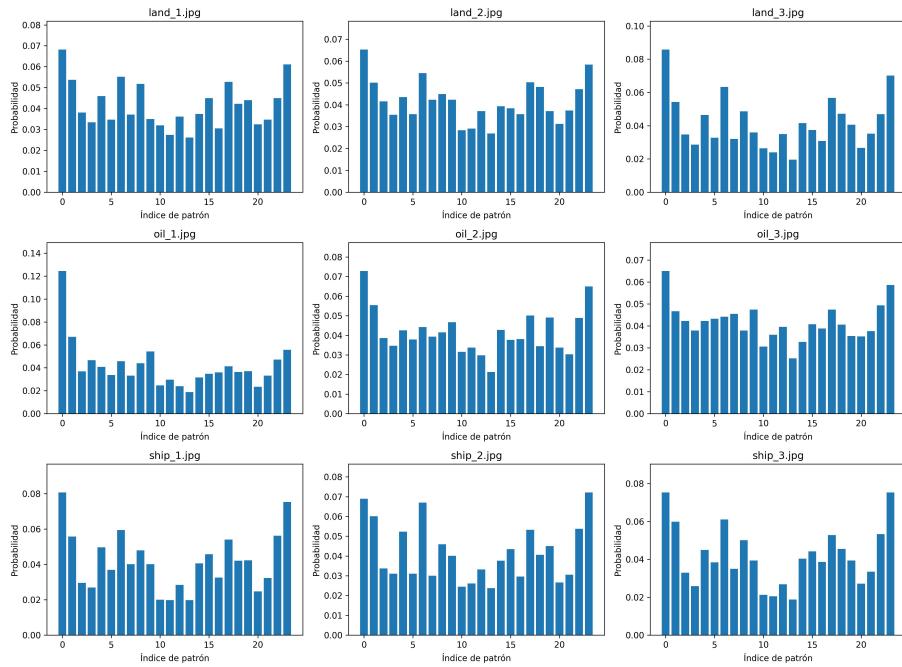


Figura 2.5: Distribución de patrones ordinales para  $m=4$ ,  $\tau=1$ .

$m=4, \tau=2$

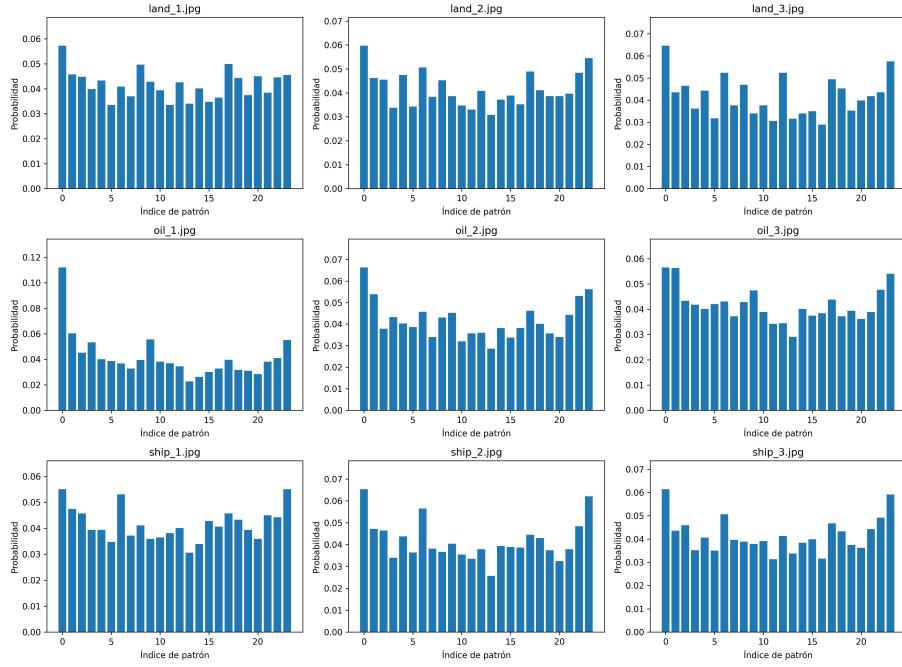


Figura 2.6: Distribución de patrones ordinales para  $m=4$ ,  $\tau=2$ .

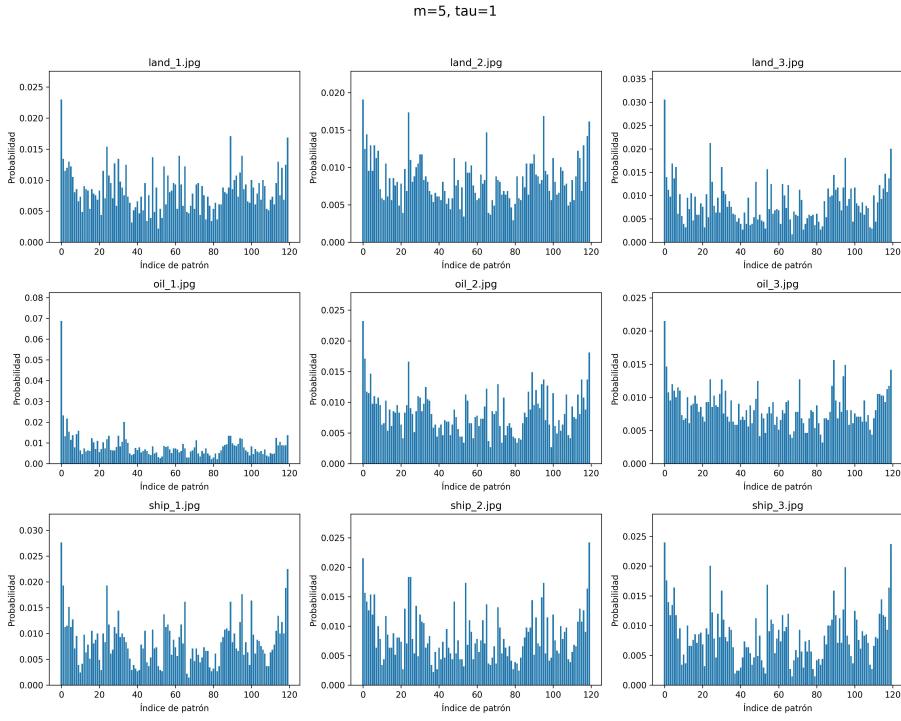


Figura 2.7: Distribución de patrones ordinales para  $m=5$ ,  $\tau=1$ .

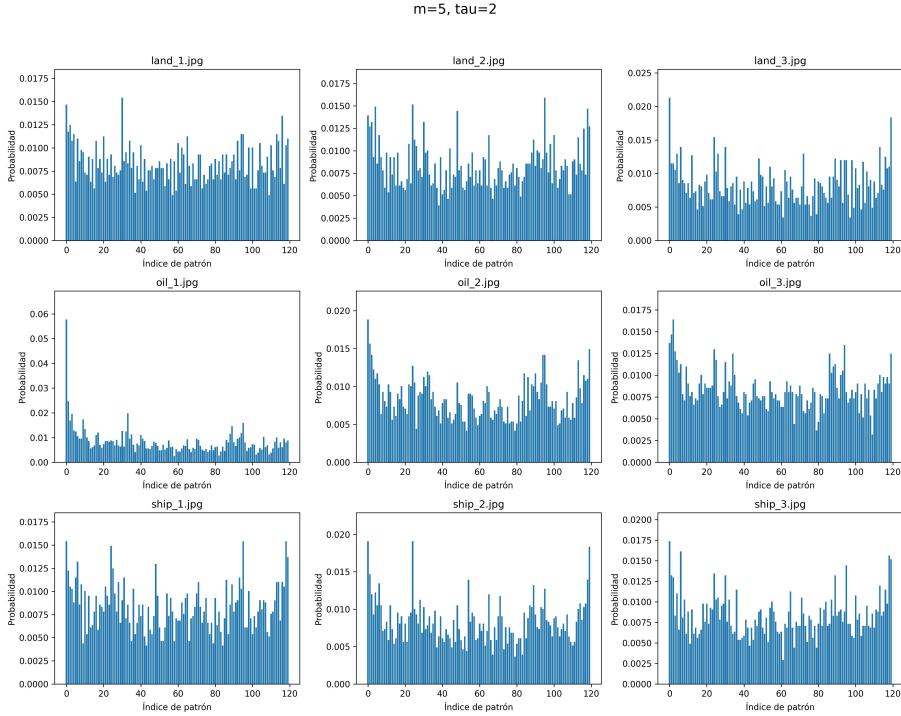


Figura 2.8: Distribución de patrones ordinales para  $m=5$ ,  $\tau=2$ .

## 2.2. Entropía y complejidad

Luego se calcularon las entropías normalizadas de Shannon, Renyi y Tsallis, a la vez que las complejidades estadísticas de Jensen-Shannon, Jensen-Renyi y Jensen-Tsallis. Con

todos estos datos se construyeron los planos complejidad-entropía y se plotearon puntos representando a cada imagen en dichos planos, junto a las curvas  $C_{\min}$  y  $C_{\max}$ .

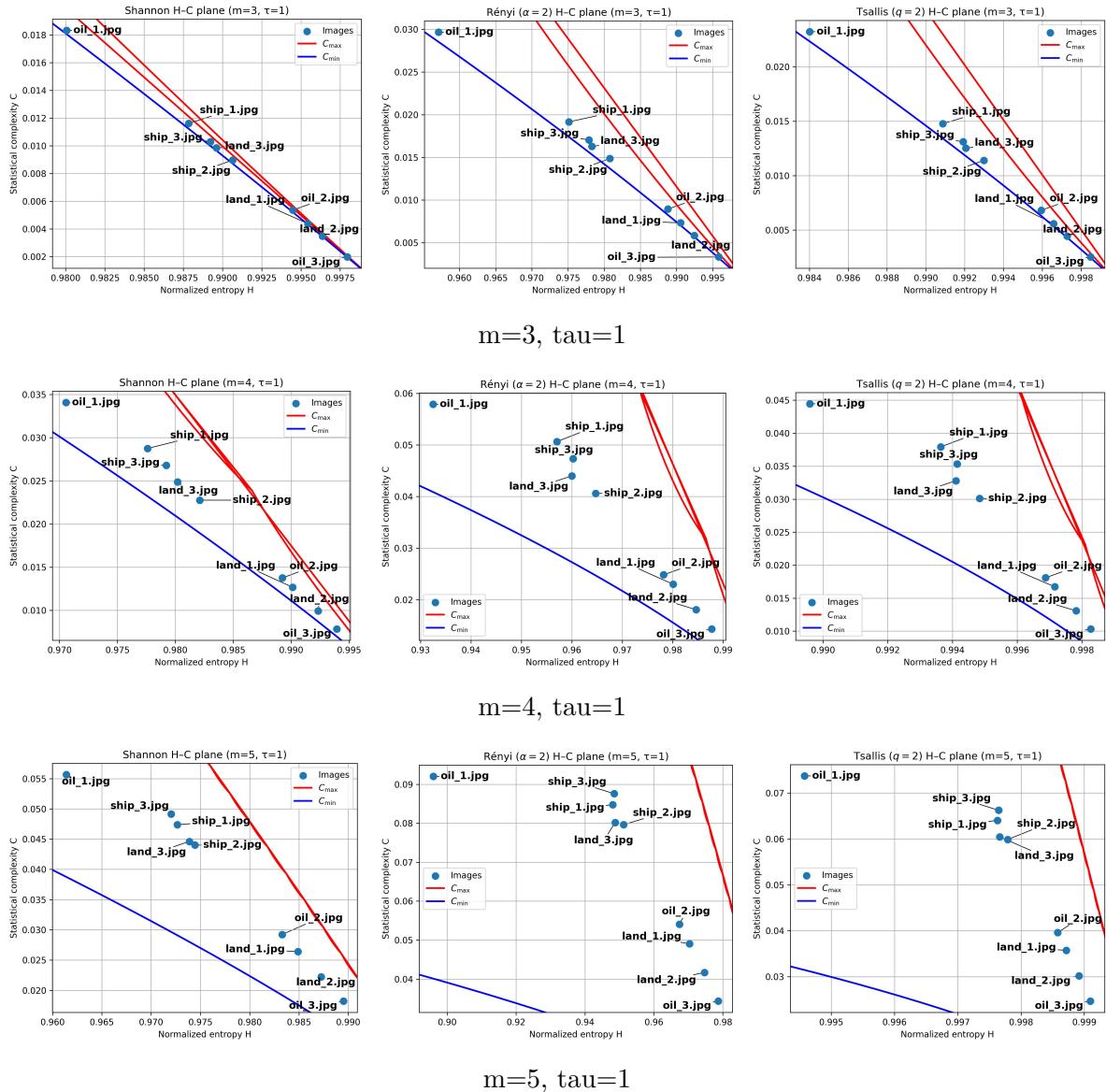


Figura 2.9: Planos complejidad entropía,  $m=1,2,3$ ,  $\tau=1$ .

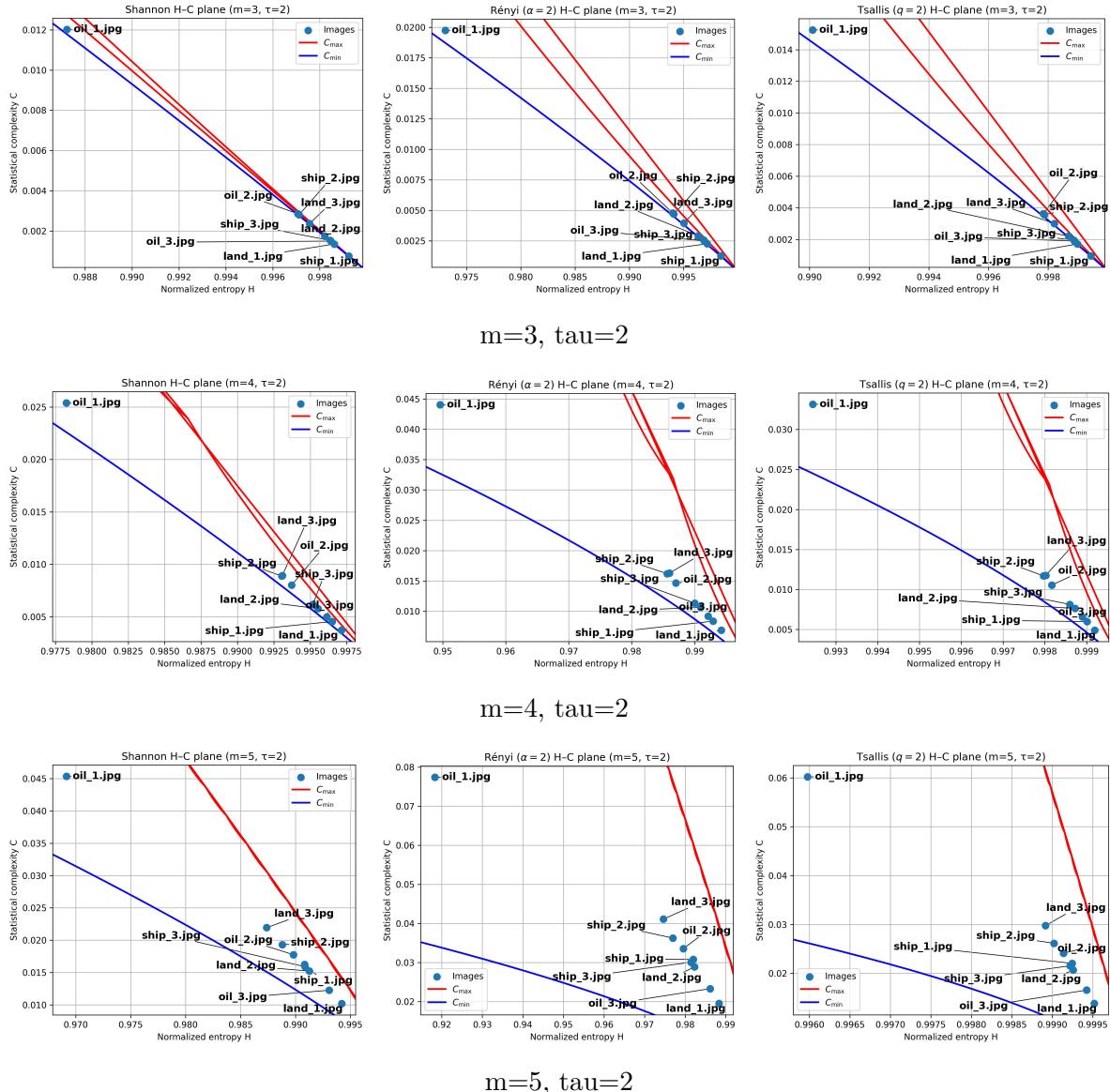


Figura 2.10: Planos complejidad entropía  $m=1,2,3$ ,  $\tau=2$ .

# Capítulo 3

## Discusión

Respecto a patrones ordinales...

Respecto a las figuras 2.9 y 2.10, me parece que lo más importante a notar, es que es interesante trabajar con  $m=4$  o  $m=5$ , y preferentemente con  $\tau=1$ , ya que esos son los resultados en los que más separadas se ven las imágenes, y por lo tanto es más útil para separarlas en clases.

Como conclusión, podemos decir que, aunque no es el mejor método para trabajar con imágenes tipo SAR, puede tener aplicaciones interesantes para separar clases. Sus principales limitaciones son el tamaño de los crops, si son muy grandes mezclan varias clases en la misma imagen. La restricción de forma cuadrada también complica las cosas, sobre todo al tratar con features elongados, como los derrames de petróleo.

Como trabajo a futuro, es interesante seguir probando con muchas más imágenes y analizar más resultados para poder llegar a conclusiones más completas acerca de si el método es útil o no para el caso de la clasificación de imágenes SAR en océanos.