



Curso 2023/24

Grado de ingeniería informática 4º curso

Compresión Multimedia

Gonzalo Rodríguez Rovira

26557227R

Grupo 1.2

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	4
3. Metodología compresión	5
3.1. Conversión del espacio de color	5
3.2. DCT.....	6
3.3. Cuantización	7
3.4. Reordenación	8
3.5. Codificación.....	9
4. Metodología descompresión	10
5. Compresores	10
6. Imágenes y factor de calidad	11
7. Resultados experimentación	15
7.1 Imagen 1	16
7.2 Imagen 2.....	18
7.3 Imagen 3.....	20
7.4 Imagen 4.....	22
7.5 Imagen 5.....	24
7.6 Imagen 6.....	26
8. Conclusiones estudio	28
9. Bibliografía	29

1. Resumen

En esta estudiaremos la compresión de imágenes, aplicando los conocimientos obtenidos en teoría a unos programas en Matlab para realizar la compresiones y descompresiones de imágenes.

Concretamente trabajaremos con dos tipos, por un lado, `jcom_dflt` y `jdes_dflt` los cuales comprimen y descomprimen archivos mediante tablas Huffman por defecto y con `jcom_custom` y `jdes_custom` dflt los cuales comprimen y descomprimen archivos mediante tablas Huffman a medida.

2.Introducción

Para comenzar hay que entender las imágenes, una imagen se describe mediante una matriz en la cual cada valor representa un píxel y denota su intensidad. Un valor elevado indica un brillo más intenso en el píxel correspondiente, mientras que un valor bajo implica un menor nivel de luminosidad. En el caso de imágenes a color, se emplean distintos canales para cada componente de color presente RGB, YCbCr, CMYK entre algunos. Los canales más habituales son rojo, verde y azul, dando lugar a la representación más reconocida de las imágenes conocida como RGB.

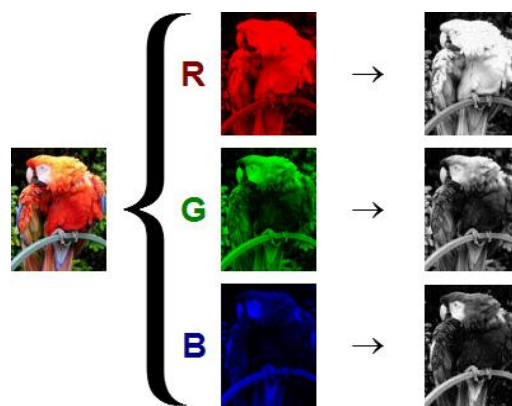


Figura 1 --- Canales RGB

No obstante, ninguna de estas representaciones corresponde a como se almacenan las imágenes, ya que de hacerse de esta manera el tamaño que ocuparían sería mucho mayor. Debemos tener en cuenta que por cada megapíxel se deben guardar un millón de valores por cada canal, es decir una imagen de 10 megapíxeles ocuparía 30 millones de valores, esto supondría ocupar una estimación de 30 MB aproximadamente, lo cual no se corresponde con la realidad ya que la imagen ocuparía bastante menos, gracias al formato JPEG el cual realiza la compresión.

De esta manera podemos observar la presencia constante de los compresores y descompresores en nuestro día a día, así como la importancia de estos a la hora de mejorar el almacenamiento de imágenes.

A continuación, gracias a este proyecto se intentará entender el siguiente proceso de compresión de imágenes.

3. Metodología compresión

Para comenzar, debemos saber que para realizar una buena compresión hay que asumir una pérdida de información, uno de los métodos más utilizados es JPEG es un método de compresión con pérdida basado en codificación por umbral con tablas, lo que implica que la imagen resultante almacenada no retiene toda la información original.

Cuanta información se elimine durante el proceso de compresión, menor será la calidad de la imagen comprimida, tendremos mayores pérdidas de información. La clave está en encontrar una solución intermedia entre la calidad de la imagen y el espacio ocupado en el disco, en este proyecto se realizará un estudio sobre esta relación en conjunto con las imágenes.

En términos generales, JPEG logra una equilibrada relación entre el tamaño del archivo y la calidad, ya que descarta datos que no son perceptibles para el ojo humano.

3.1. Conversión del espacio de color

Para poder reducir el tamaño de la imagen se cambia el espacio de color RGB a el espacio de color YCbCr, esto es debido a que este se caracteriza por tener un canal que representa la intensidad de luz, y otros dos que representan los colores, el azul y el rojo. De esta manera permite la separación entre la luminancia **Y** y la crominancia **Cb, Cr**.

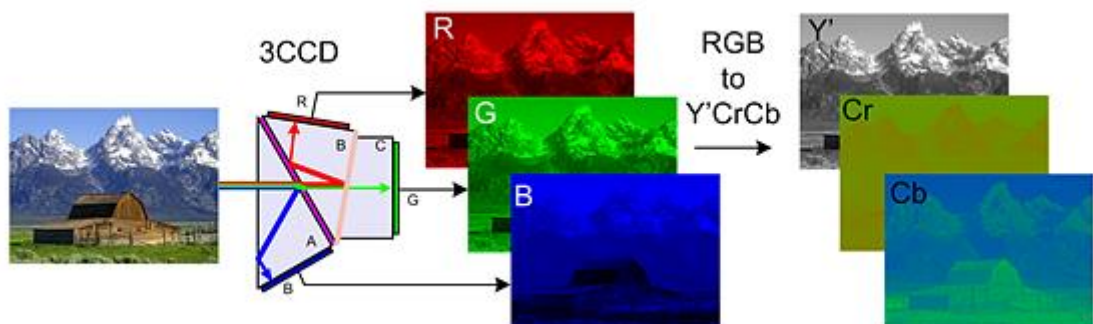


Figura 2 --- RGB to YCrCb

Se debe destacar que las imágenes actuales son mucho más sensibles a los cambios de brillo que a los de colores, por lo que el número de muestras de los dos canales de crominancia será menor o igual al de luminancia, se reducen los tamaños de los canales de color gracias al espacio YCbCr.

Este proceso lo logramos aplicar en nuestro codificador gracias a la función **imlee** que lee la imagen almacenada en el archivo, obtiene una matriz truecolor X en el espacio de color YCbCr, y amplía dimensiones a múltiplos de 8.

3.2. DCT

Un factor importante a la hora de reducir el tamaño de las imágenes es tener en cuenta las características de la vista humana. Los objetos o detalles pequeños que están en la imagen son más propensos a pasar desapercibidos por el espectador que objetos grandes, a este efecto se denomina **sensibilidad de contraste dependiente de la frecuencia**.

JPEG implementa este proceso dividiendo la imagen en bloques de 8x8, el conjunto de imágenes base en JPEG viene dada por la transformada discreta del coseno para matrices 8x8 y luego cuantizándolos de manera individual en una representación del dominio de frecuencias. Cada uno de estos bloques se compara con un conjunto de 64 patrones de frecuencias, una imagen de 8x8 se puede expresar como una combinación lineal de estas 64 imágenes. Este procedimiento descompone la imagen en componentes de frecuencia, transformando cada bloque de 8x8 que inicialmente representaba el nivel de brillo de la imagen en otro bloque de 8x8 que indica la presencia de un componente de frecuencia específico.

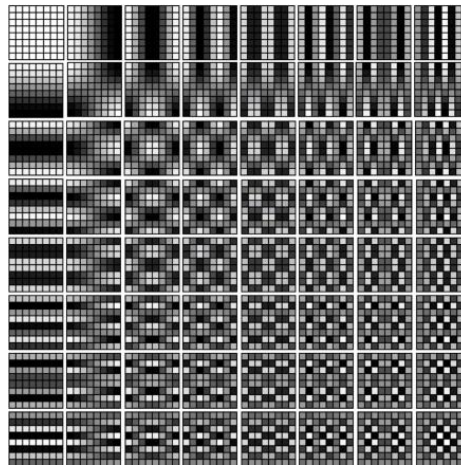


Figura 3 --- Patrones frecuencias DCT

De esta manera es posible comprimir frecuencias que son menos visibles para la visión humana. Las frecuencias menos visibles son divididas por constantes más grandes, al contrario que en las frecuencias más visibles que son divididas por constantes menores.

Este proceso lo logramos aplicar en nuestro codificador gracias a la función **imdct** que aplica DCT a la matriz ampliada devuelta por **imlee**, obteniendo la matriz transformada.

3.3. Cuantización

Este paso trata de redondear el resultado de la división de las matrices a los enteros más cercanos, se emplea el uso de números grandes para que el resultado de la división se aproxime más a cero. Esto conduce a un mayor índice de compresión, pero también conlleva una disminución en la calidad de la imagen. En este proyecto, esta variación se podrá controlar a través de una variable de entrada denominada "factor de calidad".

Este proceso lo logramos aplicar en nuestro codificador gracias a la función **quantmat** que cuantiza los valores obtenidos de **imdct**, obteniendo una matriz de etiquetas.

3.4. Reordenación

Una vez realizada la cuantificación obtenemos unas matrices donde existen una gran cantidad de ceros en las frecuencias altas. En estas matrices, los ceros están intercalados con diferentes números. Para poder almacenar estos resultados de manera más eficiente debemos de reorganizar las matrices, mediante un recorrido en zigzag desde la esquina superior izquierda a la esquina inferior derecha.

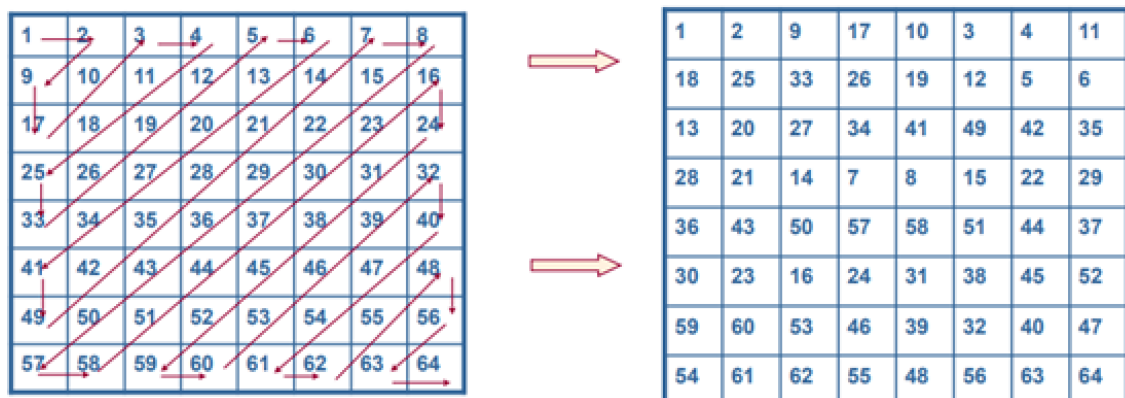


Figura 4 --- reordenación matriz zigzag

Una vez juntados los ceros, se podrá almacenar de manera más eficiente las matrices, de esta manera se pueden almacenar sus valores junto al número de veces que aparecen consecutivamente.

Este proceso lo logramos aplicar en nuestro codificador gracias a la función **scan** que reordena en zigzag cada bloque 8x8 de cada componente de color, obteniendo una matriz reordenada a partir de la matriz dada por **quantmat**.

3.5. Codificación

Una vez realizado todo lo anterior se realiza una codificación en binario sin pérdidas usando tablas Huffman, en este caso al basarnos en JPEG usaremos una codificación por umbral con tablas. Para este caso se suele usar codificación Huffman en combinación con Run -Length para la codificación.

Run -Length consiste en, si aparecen siete ceros seguidos, en vez de almacenar los siete, se almacena un 7 junto a un 0, representando que hay siete ceros consecutivos. Por otro lado, la codificación Huffman se basa la frecuencia de aparición de cada elemento en la matriz, almacenando con más bits aquellos valores con más presencia y menor cantidad al resto.

Este proceso lo logramos aplicar en nuestro codificador gracias a la función **EncodeScans_dflt/ EncodeScans_custom** que codifica en binario los tres scans, usando Huffman, y devuelve los strings binarios CodedY, CodedCb y CodedCr.



2305 KB



50 KB

Figura 5 --- Compresión de imagen

En la figura anterior podemos ver un ejemplo de este proceso, en el que no se pueden apreciar diferencias notables, excepto en el cielo, esto es debido al nivel del escalón, tiene un rate pequeño.

4. Metodología descompresión

Para la descompresión de la misma imagen comprimida sería el proceso inverso. Debido a que parte de la información original se ha perdido tras los procesos de cuantización, la imagen decodificada no va a ser igual a la original. Aun así, si la compresión de la imagen se ha realizado con un buen factor de calidad no se debería apreciar en gran medida ninguna diferencia. Cuanto más alto sea dicho factor más notorios serán los efectos de la compresión debido a que se perderá más información.

En nuestro programa se utilizarán las siguientes funciones **DecodeScans_dflt/DecodeScans_custom** para deshacer el proceso de codificación, **invscan** para deshacer el proceso de reorganización de las matrices de los componentes, **desquantmat** para deshacer la cuantificación, **imidct** para deshacer el DCT y **imlee** para volver al tipo RGB.

5. Compresores

En este proyecto se implementan dos métodos de compresión/descompresión: "default" y "custom". La diferencia entre ambos es en la aplicación del código Huffman durante el proceso de compresión.

El método "default" realiza un Huffman encoding dirigido por un valor constante, sin considerar los valores que se van a codificar. Por otro lado, el método "custom" de Huffman encoding busca mejorar este enfoque al tener en cuenta la frecuencia de los datos a codificar.

En consecuencia, teóricamente, el segundo compresor se espera que sea más eficiente. Esta hipótesis será comprobada mas adelante en el estudio experimental.

6. Imágenes y factor de calidad

En esta sección se presentarán las imágenes seleccionadas y los factores de calidad sobre los cuales se llevará a cabo el estudio experimental. Además, se abordarán los motivos perceptuales y objetivos que fundamentan la elección de estas imágenes y factores.

El factor de calidad representa el parámetro principal en ambas compresiones, ya que determina el grado de compresión de una imagen y la cantidad de información que se perderá. Por ende, nuestro objetivo es encontrar un equilibrio óptimo entre una compresión eficiente y una pérdida de calidad apenas perceptible. Los valores seleccionados para el estudio experimental son 1, 50, 100, 200, 400 y 800.

La elección de estos valores se basa en el hecho de que el valor 1 proporciona una calidad de imagen descomprimida visualmente indistinguible de la original. A partir de este punto, he incrementado progresivamente el valor hasta llegar a 800 con el fin de observar la evolución de los valores intermedios.

Para entender de mejor manera estos valores dividiremos el factor de calidad en tres secciones:

- $FC < 100$: Se caracteriza por una compresión de mayor calidad. Por consiguiente, la relación de compresión que se obtiene no es muy alta.
- $FC = 100$: Simboliza la calidad de compresión estándar, se aplican las tablas estándar.
- $FC > 100$: Se obtiene una calidad de compresión cada vez menor. Por eso, se alcanzan relaciones de compresión superiores, se aplican las tablas estándar multiplicadas por factor de calidad %.

Imagen 1: En esta primera imagen podemos ver un conjunto de baldosas colocadas de manera simétrica. El propósito de esta imagen es analizar el comportamiento del compresor en situaciones donde la simetría tiene una gran importancia.



Figura 6 --- Imagen estudio 1

Imagen 2: En esta segunda imagen, podemos ver la chimenea de un barco de color azul, un tono similar al color del cielo de fondo. El propósito de esta imagen es estudiar el comportamiento del compresor al tener tonos similares en la imagen, como es en este caso en el objeto y el fondo de la imagen.

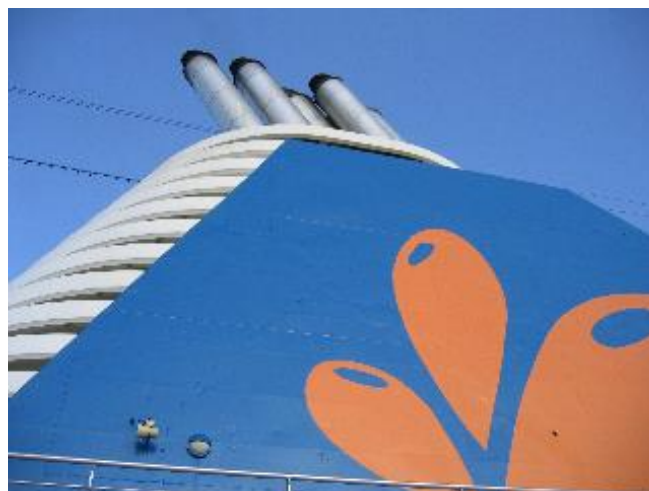


Figura 7 --- Imagen estudio 2

Imagen 3: En esta tercera imagen, se muestra un objeto de gran magnitud con una textura detallada y distinta del fondo, así como distintas manchas en forma de degradado. El propósito de esta imagen es examinar el comportamiento de nuestro compresor ante dos texturas distintas, la lisa del cielo y la granulada del objeto, así como la capacidad de mantener el degradado producido por la suciedad en la parte de arriba de la figura.



Figura 8 --- Imagen estudio 3

Imagen 4: En esta cuarta imagen, se exhibe una persona sobre una piragua en un río, a la vez que un puente y una ciudad de fondo. El propósito de esta imagen es analizar el comportamiento del compresor frente a la presencia de objetos a distintas lejanías como pueden ser las casas y el puente, además de los reflejos del cielo producidos en el agua.

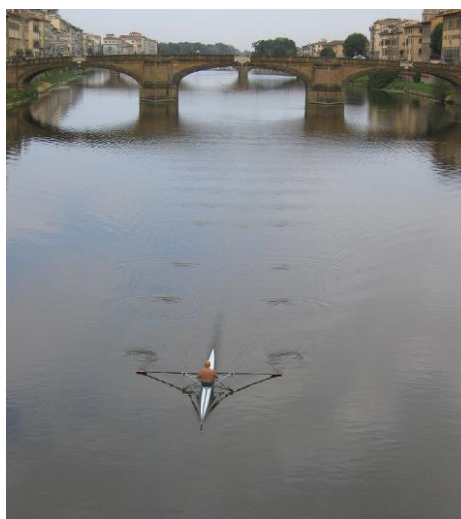


Figura 9 --- Imagen estudio 4

Imagen 5: En esta quinta imagen, es una imagen de menor tamaño, se presenta un texto con una textura de granulado. El propósito de esta imagen es evaluar el comportamiento del compresor frente a la presencia de texto, incluso cuando este se encuentra sobre una textura uniforme en toda la imagen, así como la compresión de una imagen de menores dimensiones.



Figura 10 --- Imagen estudio 5

Imagen 6: En esta sexta imagen, se puede ver un conjunto de candados con distintos tipos de textos. El propósito de esta imagen es analizar el comportamiento del compresor ante la presencia de texto a la vez de líneas rectas, gran cantidad de detalle y la profundidad de la imagen que nos proporcionan los distintos niveles de candados que hay en la imagen.



Figura 11 --- Imagen estudio 6

7. Resultados experimentación

En este apartado se van a exponer los resultados obtenidos durante el proceso de experimentación al realizar la compresión y descompresión de las imágenes ya nombradas con ambos compresores, default y custom.

Para este estudio se han tenido en cuenta dos parámetros: la relación de compresión y el error cuadrático medio.

La relación de compresión es una medida que representa cuanto es capaz de comprimir un algoritmo de compresión. La definición que se usa en este proyecto es la siguiente:

$$\frac{TO - TC}{TO}$$

Donde TO es el tamaño original de la imagen y TC es el tamaño del archivo comprimido. Esta medida se expresa en porcentaje.

Por otro lado, el error cuadrático medio, MSE, mide la cantidad de error que existe entre dos conjuntos de datos, en este caso las imágenes con las que trabajamos. Para obtener esto se realiza la diferencia entre los píxeles de la imagen originales y los de la imagen comprimida.

En cada apartado se mostrará una gráfica con la relación entre relación de compresión y MSE, además se añadirá una tabla donde se reflejen los valores de cada uno de ellos en cada factor de calidad, y finalmente se mostrará algunas imágenes para apreciar los efectos de la compresión.

7.1 Imagen 1

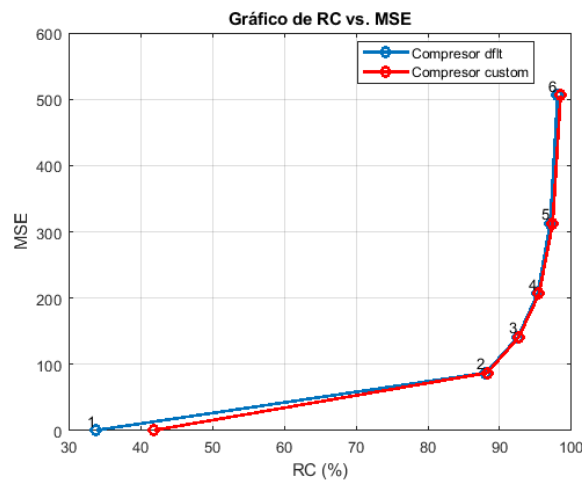


Figura 12 --- Gráfico RC vs MSE imagen 1

	1	50	100	200	400	800
RC_DFLT	33.8289	88.0575	92.5265	95.2594	97.0411	98.0564
RC_CUSTOM	41.9142	88.2810	92.6597	95.4837	97.3760	98.4765
MSE_DFLT	0.7190	87.2399	141.1567	206.5493	312.9497	505.7281
MSE_CUSTOM	0.7190	87.2399	141.1567	206.5493	312.9497	505.7281

Figura 13 --- Tabla RC, MSE imagen 1

Se puede observar que la calidad de la imagen disminuye a medida que aumenta el factor de calidad, como se detalló en la sección anterior. Lo destacado es que el error cuadrático medio en todos los resultados es idéntico. Esto se debe a que la imagen resultante de comprimir y descomprimir la imagen original es la misma tanto en la compresión por defecto como en la compresión custom. La discrepancia entre ambos compresores radica en la aplicación del Huffman encoding, una fase del proceso en la que no se pierde información.

Además, los valores obtenidos en la relación de compresión son siempre superiores para la compresión custom en comparación con el tipo de compresión default, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que el compresor custom tenía que ser teóricamente mejor.

Observamos que, en el caso de la compresión con un factor de calidad de 1, la relación de compresión (RC) alcanza un máximo del 41,91% en el mejor escenario (custom), lo cual es notablemente significativo dada la baja tasa de error cuadrático medio (MSE) de 0,719. También es evidente un aumento considerable del MSE a partir del segundo valor del factor de calidad, donde experimenta un incremento notable. Sin embargo, se nota que la RC también aumenta considerablemente, más del doble que el valor anterior.

Finalmente, a partir del tercer valor del factor de calidad, es decir, <100 , observamos que la RC no experimenta un aumento muy significativo, pero el MSE sí lo hace de manera considerable. Por lo tanto, en este caso será más interesante factores de calidad pequeños.

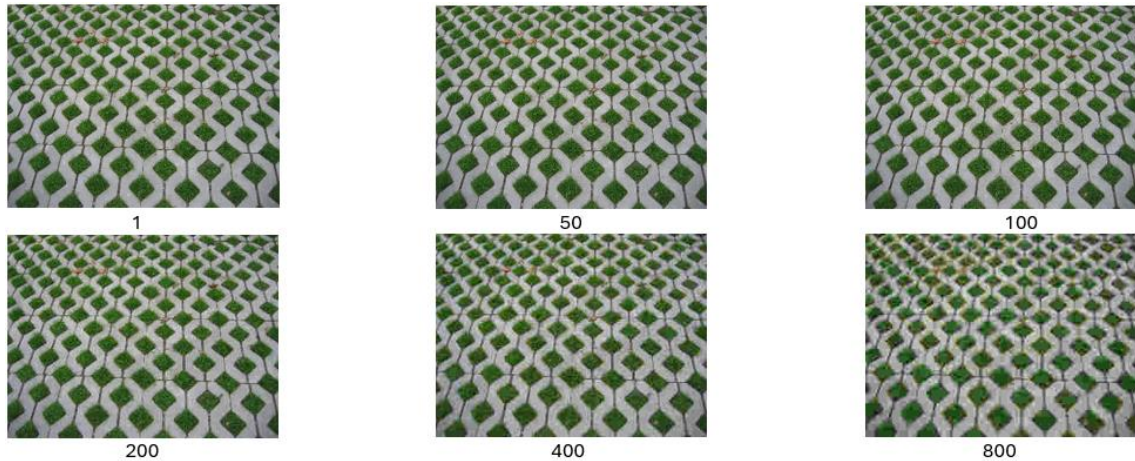


Figura 14 --- Imagen 1 con distintos factores de calidad

En la imagen anterior, podemos contrastar nuestro estudio experimental con la percepción visual de las imágenes. Estas imágenes han sido comprimidas con el compresor custom, el cual ha demostrado ofrecer los mejores resultados en todos los casos. Se observa que las tres primeras imágenes no presentan cambios perceptibles en comparación con la original. Por otro lado, las tres últimas muestran una pérdida de información claramente apreciable a simple vista, siendo especialmente evidente en los dos últimos casos.

En consecuencia, la conclusión para esta imagen sugeriría el uso del compresor con un factor de calidad entre 1 y 50, dado que la mejora en la compresión entre estos dos casos es apenas un 4% superior en el caso de 100.

7.2 Imagen 2

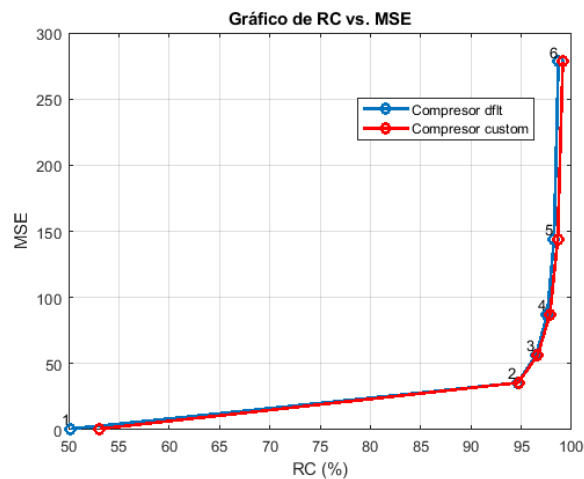


Figura 15 --- Gráfico RC vs MSE imagen 2

	1	50	100	200	400	800
RC_DFLT	50.1896	94.6297	96.4856	97.5796	98.2587	98.6865
RC_CUSTOM	53.0904	94.7052	96.6466	97.8499	98.6210	99.1300
MSE_DFLT	0.7286	35.5648	56.6544	87.1916	143.9073	278.4189
MSE_CUSTOM	0.7286	35.5648	56.6544	87.1916	143.9073	278.4189

Figura 16 --- Tabla RC, MSE imagen 2

Se puede observar que la calidad de la imagen disminuye a medida que aumenta el factor de calidad, como se detalló en la sección anterior. Lo destacado es que nuevamente el error cuadrático medio en todos los resultados es idéntico. Esto se debe a lo mismo que explique en la imagen 1.

Además, en este caso los valores obtenidos en la relación de compresión no son siempre superiores para la compresión custom en comparación con el tipo de default, se puede apreciar que generalmente exceptuando el primer caso de factor de calidad = 1, todos los demás son iguales o casi inapreciable la diferencia del RC, pero en cualquier caso por poco que sea es mejor custom, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que el compresor custom tenía que ser teóricamente mejor.

Observamos que, en el caso de la compresión con un factor de calidad de 1, la relación de compresión (RC) alcanza un máximo del 52,09% en el mejor escenario (custom), lo cual es notablemente significativo dada la baja tasa de error cuadrático medio (MSE) de 0,728. También es evidente un aumento considerable del MSE a partir del segundo valor del factor de calidad, donde experimenta un incremento notable. Sin embargo, se nota que la RC también aumenta considerablemente, más del doble que el valor anterior.

Finalmente, a partir del tercer valor del factor de calidad, es decir, <100 , observamos que la RC no experimenta un aumento muy significativo, pero el MSE sí lo hace de manera considerable.

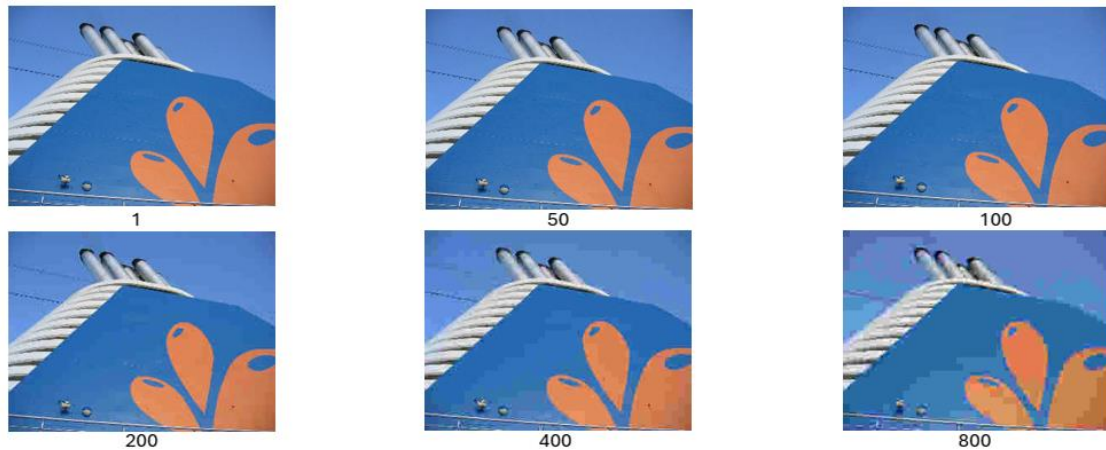


Figura 17 --- Imagen 2 con distintos factores de calidad

En la imagen anterior, podemos contrastar nuestro estudio experimental con la percepción visual de las imágenes. Estas imágenes han sido comprimidas con el compresor custom, el cual ha demostrado ofrecer los mejores resultados en todos los casos. Se observa que las tres primeras imágenes no presentan cambios perceptibles en comparación con la original. Por otro lado, las tres últimas muestran una pérdida de información claramente apreciable a simple vista, empezando en la cuarta pudiéndolo notar en el cielo donde se ven cortes de color, producidos por un rate pequeño, siendo especialmente evidente en los dos últimos casos donde se puede notar en toda la imagen.

En consecuencia, la conclusión para esta imagen sugeriría el uso del compresor con un factor de calidad de 50 o un valor cercano a este, dado que la mejora en la compresión entre estos dos casos es apenas un 2% superior en el caso de 100.

7.3 Imagen 3

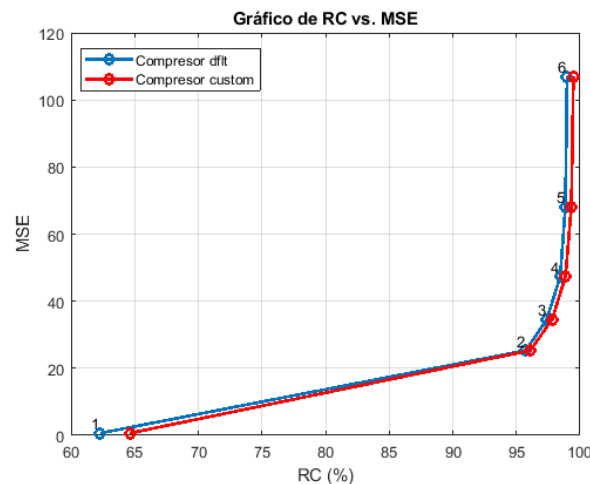


Figura 18 --- Gráfico RC vs MSE imagen 3

	1	50	100	200	400	800
RC_DFLT	62.2899	95.7295	97.3882	98.4410	98.8479	98.9832
RC_CUSTOM	64.6205	96.0924	97.8058	98.8540	99.3174	99.4796
MSE_DFLT	0.6553	25.3115	34.5452	47.3403	68.0872	107.0166
MSE_CUSTOM	0.6553	25.3115	34.5452	47.3403	68.0872	107.0166

Figura 19 --- Tabla RC, MSE imagen 2

Se puede observar que la calidad de la imagen disminuye a medida que aumenta el factor de calidad, como se detalló en la sección anterior. Lo destacado es que nuevamente el error cuadrático medio en todos los resultados es idéntico. Esto se debe a lo mismo que explique en la imagen 1.

Además, en este caso los valores obtenidos en la relación de compresión no son siempre superiores para la compresión custom en comparación con el tipo de default, se puede apreciar que generalmente exceptuando el primer caso de factor de calidad = 1, todos los demás son iguales o casi inapreciable la diferencia del RC, pero en cualquier caso por poco que sea es mejor custom, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que el compresor custom tenía que ser teóricamente mejor.

Observamos que, en el caso de la compresión con un factor de calidad de 1, la relación de compresión (RC) alcanza un máximo del 64.62% en el mejor escenario (custom), siendo un RC bastante bueno respecto a las demás imágenes con este factor de calidad, siendo bastante significativo dada la baja tasa de error cuadrático medio (MSE) de 0,655. También es evidente un aumento del MSE a partir del segundo valor del factor de calidad, donde experimenta un incremento notable. Sin embargo, para este caso concreto podemos ver que el aumento del MSE a partir del segundo valor es bastante menor

respecto a las otras imágenes. Por lo que puede ser interesante un factor de calidad mayor.

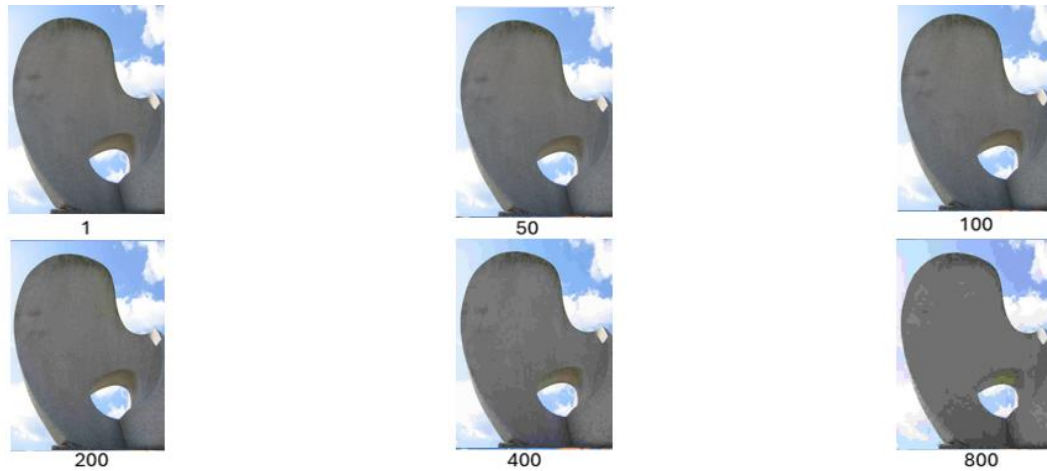


Figura 20 --- Imagen 3 con distintos factores de calidad

En la imagen anterior, podemos contrastar nuestro estudio experimental con la percepción visual de las imágenes. Estas imágenes han sido comprimidas con el compresor custom, el cual ha demostrado ofrecer los mejores resultados en todos los casos. Se observa que las cuatro primeras imágenes no presentan cambios perceptibles en comparación con la original. Por otro lado, las dos últimas muestran una pérdida de información claramente apreciable a simple vista, empezando en la quinta pudiéndolo notar en el cielo donde se ven cortes de color y en la textura del objeto, producidos por un rate pequeño.

En consecuencia, la conclusión para esta imagen sugeriría el uso del compresor con un factor de calidad de 100 o 200, dado que la mejora en la compresión entre estos dos casos es apenas un $>1\%$ superior en el caso de 400.

7.4 Imagen 4

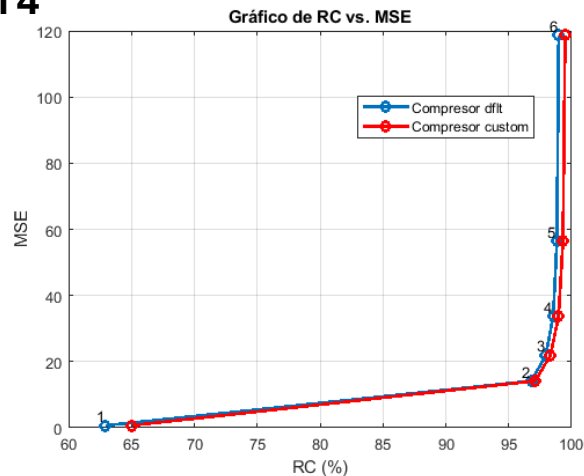


Figura 21 --- Gráfico RC vs MSE imagen 4

	1	50	100	200	400	800
RC_DFLT	62.9348	96.8086	97.9489	98.5414	98.8334	98.9779
RC_CUSTOM	65.0281	97.1145	98.3245	98.9673	99.3146	99.4856
MSE_DFLT	0.6930	14.1595	21.9706	33.7329	56.3502	118.6629
MSE_CUSTOM	0.6930	14.1595	21.9706	33.7329	56.3502	118.6629

Figura 22 --- Tabla RC, MSE imagen 4

Se puede observar que la calidad de la imagen disminuye a medida que aumenta el factor de calidad, como se detalló en la sección anterior. Lo destacado es que nuevamente el error cuadrático medio en todos los resultados es idéntico. Esto se debe a lo mismo que explique en la imagen 1.

Además, los valores obtenidos en la relación de compresión son siempre superiores para la compresión custom en comparación con el tipo de compresión default, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que el compresor custom tenía que ser teóricamente mejor.

Observamos que, en el caso de la compresión con un factor de calidad de 1, la relación de compresión (RC) alcanza un máximo del 65.02% en el mejor escenario (custom), siendo el mejor RC respecto a las demás imágenes con este factor de calidad, siendo bastante significativo dada la baja tasa de error cuadrático medio (MSE) de 0,693. También es evidente un aumento del MSE a partir del segundo valor del factor de calidad, donde experimenta un incremento notable. Sin embargo, para este caso concreto podemos ver que el aumento del MSE es el menor de todas las imágenes a partir del segundo valor. Por lo que puede ser interesante un factor de calidad mayor.

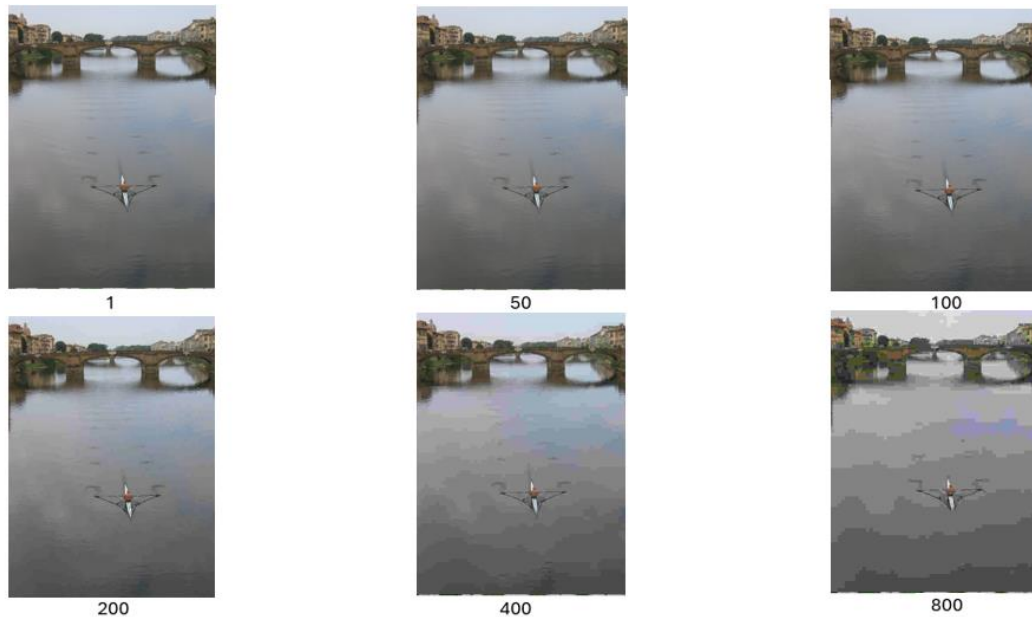


Figura 23 --- Imagen 4 con distintos factores de calidad

En la imagen anterior, podemos contrastar nuestro estudio experimental con la percepción visual de las imágenes. Estas imágenes han sido comprimidas con el compresor custom, el cual ha demostrado ofrecer los mejores resultados en todos los casos. Se observa que las tres primeras imágenes no presentan cambios perceptibles en comparación con la original. Por otro lado, las tres últimas muestran una pérdida de información claramente apreciable a simple vista, empezando en la cuarta pudiéndolo notar en el cielo donde se ven cortes de color y en los reflejos del agua perdiendo detalle, producidos por un rate pequeño.

En consecuencia, la conclusión para esta imagen sugeriría el uso del compresor con un factor de calidad de 100 o un número similar, a diferencia del anterior, ya que aunque en ambos el MSE sea similar y crezca de manera reducida en comparación a los demás a nivel perceptual si se notan cambios a partir de la tercera imagen.

7.5 Imagen 5

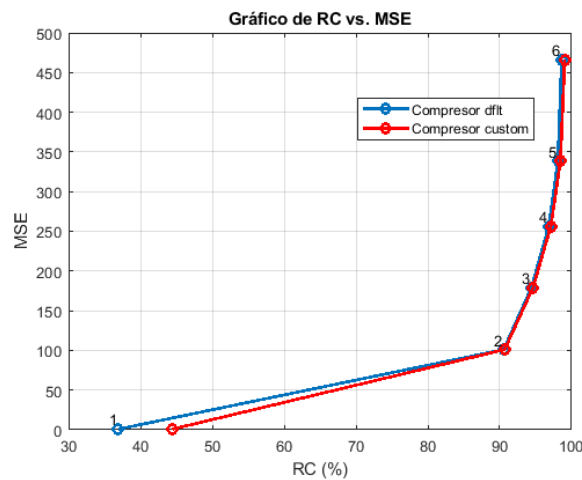


Figura 24 --- Gráfico RC vs MSE imagen 5

	1	50	100	200	400	800
RC_DFLT	36.9012	90.5401	94.4046	96.8328	98.0938	98.6176
RC_CUSTOM	44.4219	90.6910	94.6352	97.1190	98.4580	99.0408
MSE_DFLT	0.7322	100.9874	179.1627	256.2486	338.7609	466.2429
MSE_CUSTOM	0.7322	100.9874	179.1627	256.2486	338.7609	466.2429

Figura 25 --- Tabla RC, MSE imagen 5

Se puede observar que la calidad de la imagen disminuye a medida que aumenta el factor de calidad, como se detalló en la sección anterior. Lo destacado es que nuevamente el error cuadrático medio en todos los resultados es idéntico. Esto se debe a lo mismo que explique en la imagen 1.

Además, en este caso los valores obtenidos en la relación de compresión no son siempre superiores para la compresión custom en comparación con el tipo de default, se puede apreciar que generalmente exceptuando el primer caso de factor de calidad = 1, todos los demás son iguales o casi inapreciable la diferencia del RC, pero en cualquier caso por poco que sea es mejor custom, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que el compresor custom tenía que ser teóricamente mejor.

Observamos que, en el caso de la compresión con un factor de calidad de 1, la relación de compresión (RC) alcanza un máximo del 44.421% en el mejor escenario (custom), lo cual es notablemente significativo dada la baja tasa de error cuadrático medio (MSE) de 0,732. También es evidente un aumento considerable del MSE a partir del segundo valor del factor de calidad, donde experimenta el mayor incremento de todas las demás imágenes. Sin embargo, se nota que la RC también aumenta considerablemente, más del

doble que el valor anterior. Por lo tanto, en este caso será mas interesante factores de calidad pequeños.



Figura 26 --- Imagen 5 con distintos factores de calidad

En la imagen anterior, podemos contrastar nuestro estudio experimental con la percepción visual de las imágenes. Estas imágenes han sido comprimidas con el compresor custom, el cual ha demostrado ofrecer los mejores resultados en todos los casos. Se observa que la primera imagen no presenta cambios perceptibles en comparación con la original. Por otro lado, las demás muestran una pérdida de información claramente apreciable, aunque menor en la segunda, pero a simple vista puede notar en textura granulada del fondo como en los bordes del texto.

En consecuencia, la conclusión para esta imagen sugeriría el uso del compresor con un factor de calidad de 1 o un valor cercano a este, dado que la mejora en la compresión no merece la pena en comparación con el incremento del MSE, pasando a 100.98 con el factor de calidad a 50.

7.6 Imagen 6

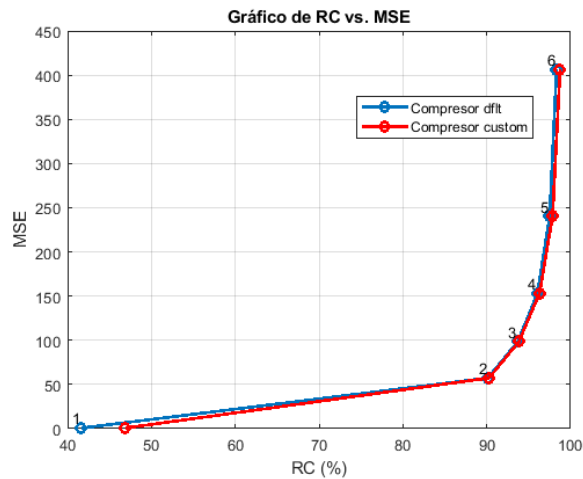


Figura 27 --- Gráfico RC vs MSE imagen 6

	1	50	100	200	400	800
RC_DFLT	41.6561	90.1253	93.6981	96.0592	97.5046	98.3278
RC_CUSTOM	46.8679	90.2716	93.8320	96.3012	97.8570	98.7482
MSE_DFLT	0.7124	57.3103	98.4058	153.4476	240.5473	406.1709
MSE_CUSTOM	0.7124	57.3103	98.4058	153.4476	240.5473	406.1709

Figura 28 --- Tabla RC, MSE imagen 6

Se puede observar que la calidad de la imagen disminuye a medida que aumenta el factor de calidad, como se detalló en la sección anterior. Lo destacado es que nuevamente el error cuadrático medio en todos los resultados es idéntico. Esto se debe a lo mismo que explique en la imagen 1.

Además, en este caso los valores obtenidos en la relación de compresión no son siempre superiores para la compresión custom en comparación con el tipo de default, se puede apreciar que generalmente exceptuando el primer caso de factor de calidad = 1, todos los demás son iguales o casi inapreciable la diferencia del RC, pero en cualquier caso por poco que sea es mejor custom, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que el compresor custom tenía que ser teóricamente mejor.

Observamos que, en el caso de la compresión con un factor de calidad de 1, la relación de compresión (RC) alcanza un máximo del 46.867% en el mejor escenario (custom), lo cual es notablemente significativo dada la baja tasa de error cuadrático medio (MSE) de 0,712. También es evidente un aumento considerable del MSE a partir del segundo valor del factor de calidad, donde experimenta el mayor incremento de todas las demás imágenes. Sin embargo, se nota que la RC también aumenta considerablemente, más del

doble que el valor anterior. Por lo tanto, en este caso será más interesante factores de calidad pequeños.

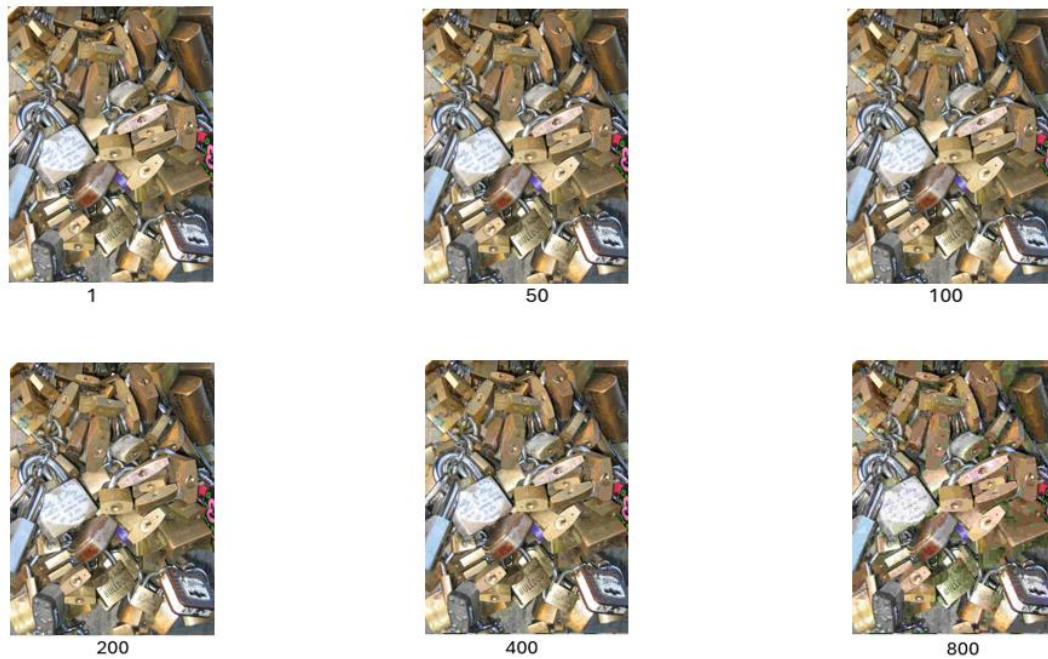


Figura 29 --- Imagen 6 con distintos factores de calidad

En la imagen anterior, podemos contrastar nuestro estudio experimental con la percepción visual de las imágenes. Estas imágenes han sido comprimidas con el compresor custom, el cual ha demostrado ofrecer los mejores resultados en todos los casos. Se observa que las cuatro primeras imágenes no presentan cambios perceptibles en comparación con la original. Por otro lado, las dos últimas muestran una pérdida de información claramente apreciable a simple vista, empezando en la quinta siendo muy ligera esa percepción, sobre todo en la zona de textos, pero siendo totalmente notorio en la sexta en toda la imagen.

En consecuencia, la conclusión para esta imagen sugeriría el uso del compresor con un factor de calidad de entre 100 y 200, dado que hay mejora de compresión entre ambos sin que se aprecien cambios perceptuales.

8. Conclusiones estudio

Después de llevar a cabo el estudio experimental y contrastarlo con otro estudio perceptual, podemos confirmar que la hipótesis de que el compresor personalizado sería superior al predeterminado es correcta. Asimismo, podemos concluir que el factor óptimo para lograr un equilibrio adecuado entre la relación de compresión (RC) y el error cuadrático medio (MSE) se sitúa en un valor entre 50 y 100. Además, observamos que los resultados menos favorables se obtienen en imágenes de menor tamaño con presencia de texturas y bordes marcados, por el contrario, podemos observar que los colores lisos o colores muy dominantes en una imagen mejoran la compresión.

9. Bibliografía

Figura [1] <https://savan77.github.io/2016-01-15-image/>

Figura [2] <https://www.dpreview.com/forums/post/58158483>

Figura [3]

[https://aulavirtual.um.es/access/content/group/1919_G_2023_N_N/Practicas/practica-3/P3.-](https://aulavirtual.um.es/access/content/group/1919_G_2023_N_N/Practicas/practica-3/P3.-%20Audio%2C%20im%C3%A1genes%20y%20mapas%20de%20colores%20en%20Matlab/Presentacion/Pract3.pdf)

[%20Audio%2C%20im%C3%A1genes%20y%20mapas%20de%20colores%20en%20Matlab/Presentacion/Pract3.pdf](https://aulavirtual.um.es/access/content/group/1919_G_2023_N_N/Practicas/practica-3/P3.-%20Audio%2C%20im%C3%A1genes%20y%20mapas%20de%20colores%20en%20Matlab/Presentacion/Pract3.pdf)

Figuras [4-11]

[https://aulavirtual.um.es/access/content/group/1919_G_2023_N_N/Practicas/practica-4/P4.-](https://aulavirtual.um.es/access/content/group/1919_G_2023_N_N/Practicas/practica-4/P4.-%20Compresi%C3%B3n%20de%20im%C3%A1genes/Presentacion/Pract4.pdf)

[%20Compresi%C3%B3n%20de%20im%C3%A1genes/Presentacion/Pract4.pdf](https://aulavirtual.um.es/access/content/group/1919_G_2023_N_N/Practicas/practica-4/P4.-%20Compresi%C3%B3n%20de%20im%C3%A1genes/Presentacion/Pract4.pdf)

Figuras [12-29] Fuente propia