

## **ANEXO VII. ANÁLISIS DEL ALTERNATIVO DE LOS CAMBIOS DE COLOR. HISTOGRAMAS RGB E INTENSIDAD DE LOS PÍXELES**

### **INTRODUCCIÓN**

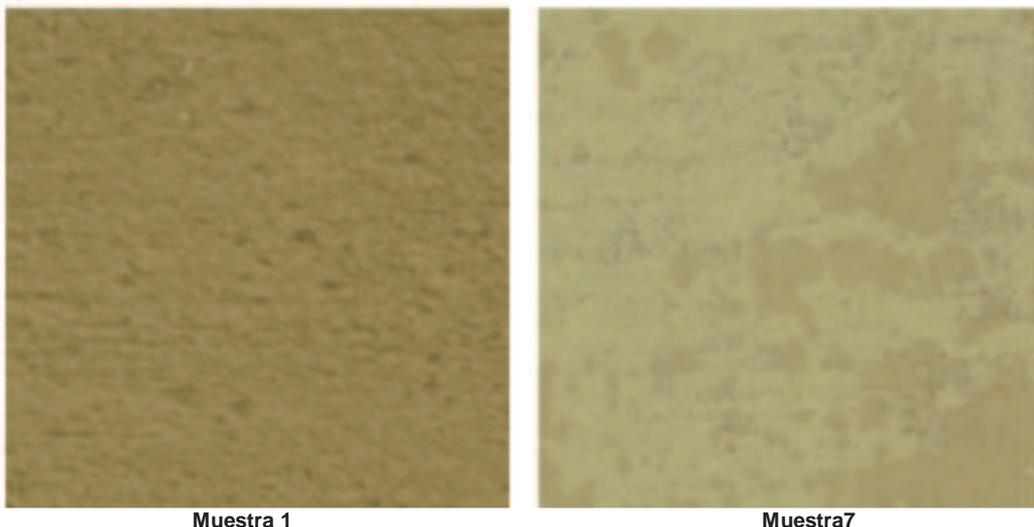
Además de las comparaciones propiamente colorimétricas, se ha intentado también evaluar la posibilidad de analizar los cambios de color disfrutando de las posibilidades ofrecidas en la actualidad por el procesamiento digital de imagen. Muy interesante se ha revelado, por ejemplo, trabajar sobre la intensidad de los píxeles para averiguar el nivel de homogeneidad de color, para hacer comparaciones entre áreas heterogéneas de color, para aislar y analizar áreas con picos de intensidad en rangos determinados. En el mismo sentido, se ha evaluado también la elaboración y el análisis de histogramas de las frecuencias R, G y B, calculados a lo largo de especificables áreas de las ROI.

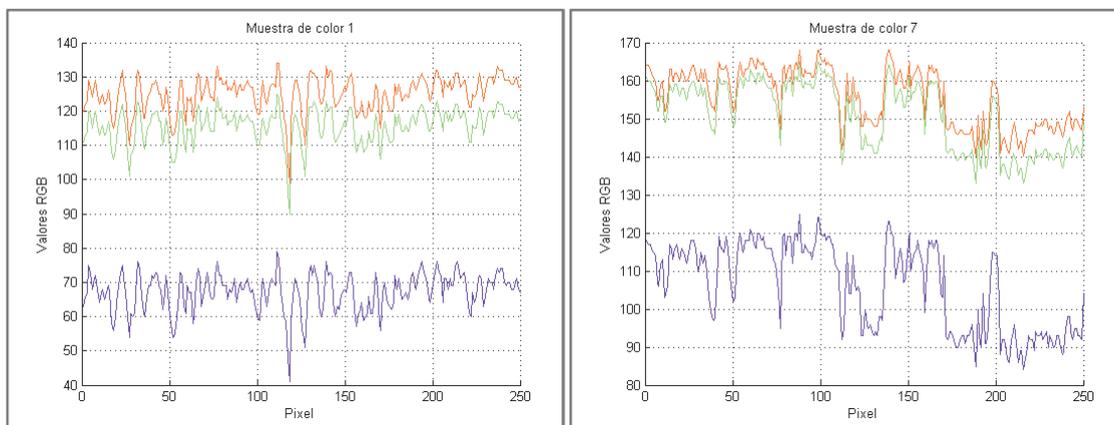
### **1. HISTOGRAMAS DE LOS CANALES RGB**

En MATLAB, utilizando la función 'improfile', es posible crear un histograma en que son representados los números RGB de los píxeles de una imagen. Los canales de los tres colores están representados en forma de líneas distintas. Además es posible especificar los píxeles de que queremos conocer los valores RGB simplemente fijando las coordenadas espaciales en que se encuentran. Se trata de una opción muy interesante cuando es necesario, como en el caso de este trabajo, evaluar cambios de color en superficies coloreadas. Se puede, por ejemplo, crear un histograma de los valores RGB con relación a la línea mediana de una imagen representante una muestra de color para poder averiguar si hay diferencias con otra imagen de la misma muestra donde pero se han producido alteraciones de color.

Además, la evaluación gráfica de los valores RGB de los píxeles de una imagen puede traducirse en números agrupados por matrices o vectores. Es decir, que a partir de un histograma, es posible efectuar operaciones matemáticas para evaluar diferencias, por ejemplo, en la homogeneidad del color de una superficie.

Para profundizar este concepto, se suponga de tener dos imágenes relativas a una misma muestra de color, como en el caso de las muestras 1 y 7 definidas en la segunda parte experimental de esta tesis, subpárrafo 3.2.3.





Confrontando entre ellos los histogramas RGB de los pixeles que se encuentran en la diagonal que parte en el ángulo de origen (arriba a la izquierda), es evidente un cambio de color en la muestra 7. Gracias a operaciones matemáticas sobre las matrices creadas por el gráfico, es posible:

- 1) localizar un rango de valores RGB más presentes en la muestra 1;
- 2) localizar el mismo rango de valores RGB en la muestra 7 y sustraerlo;
- 3) valorar en la exhibición 7 el rango de valores RGB que será lo relativo al cambio de color sufrido;
- 4) crear en la muestra 7 nuevos rangos de valor con relación a los diferentes valores de los picos de cambio encontrados.

## 1.1. SINTAXIS Y DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS

### 1.1.1. Sintaxis

La sintaxis básica de la función 'improfile' es:

`c = improfile(I,x,y)`

donde:

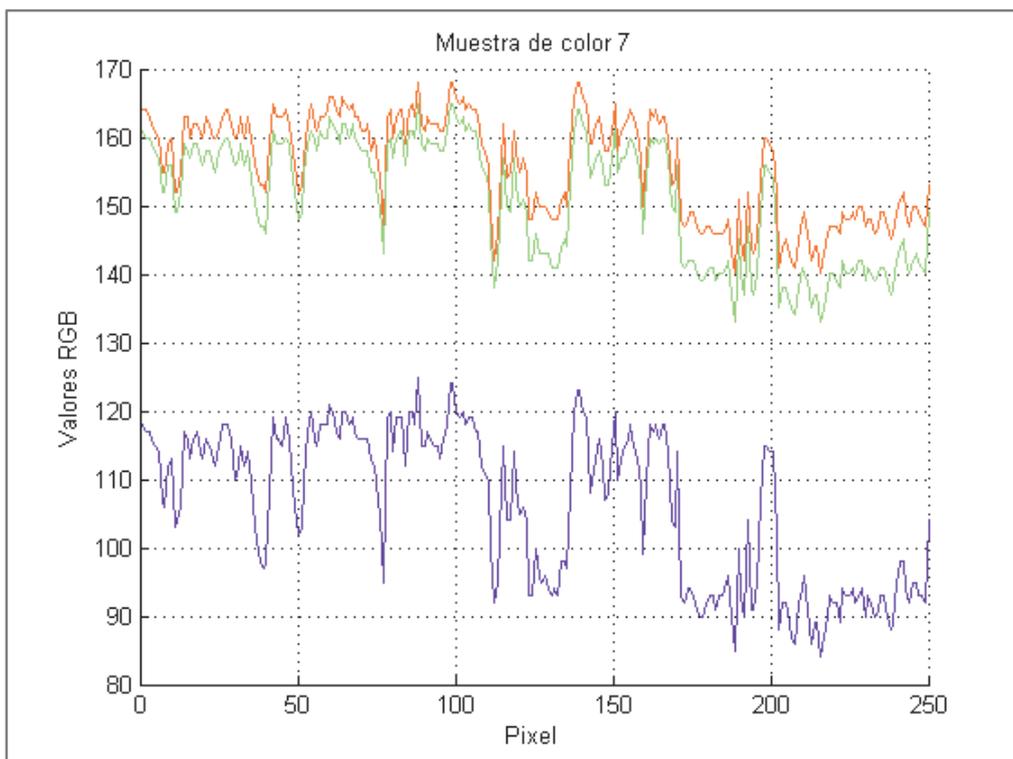
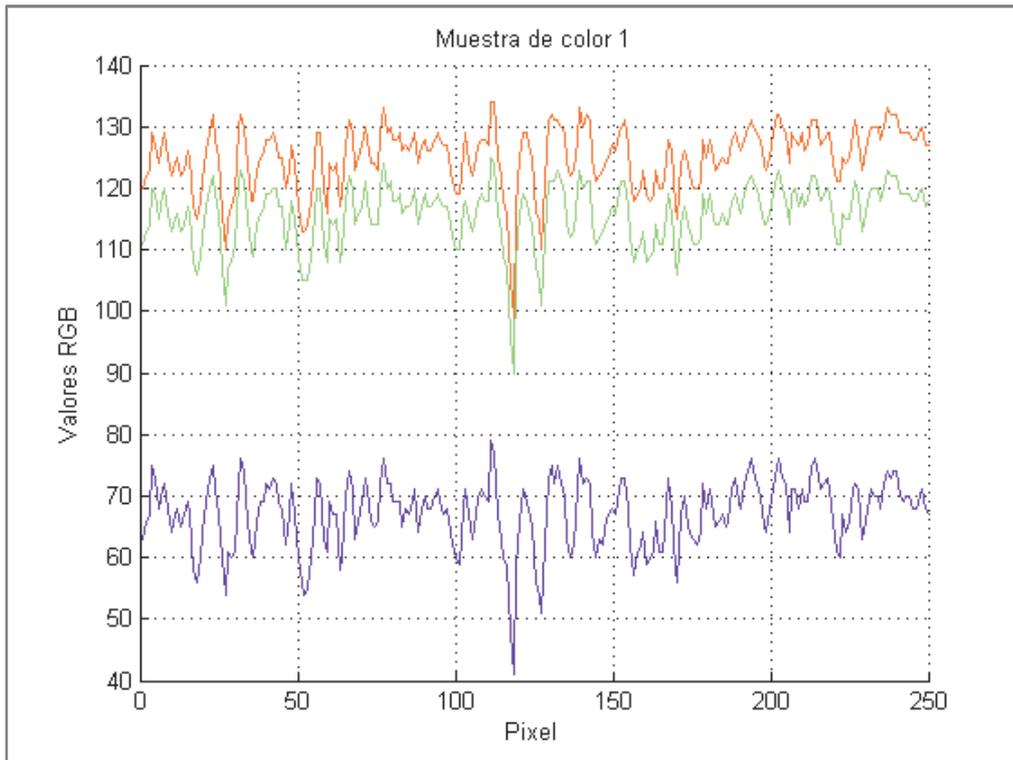
- 'c' es el resultado gráfico (y numérico) de la función
- 'improfile' es el mando de la función
- 'I' es la imagen RGB a analizar
- 'x' representa la coordenada del eje vertical donde se encuentran los pixeles a analizar
- 'y' representa la coordenada del eje horizontal donde se encuentran los pixeles a analizar

### 1.1.2. Parámetros

Se ha optado para definir el histograma de los pixeles yacentes sobre la diagonal que parte en el ángulo de origen de la imagen. Las coordenadas x e y son:

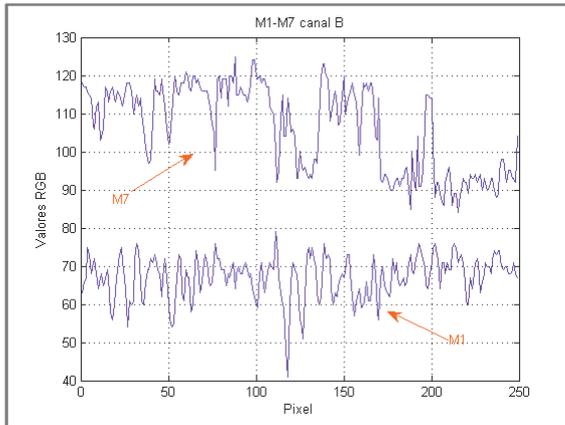
`x= [1 175 250];y=[1 175 250];`

## 1.2. HISTOGRAMAS RGB. MUESTRAS 1 Y 7



### 1.2.1 Ejemplo de comparación entre las muestras 1 y 7

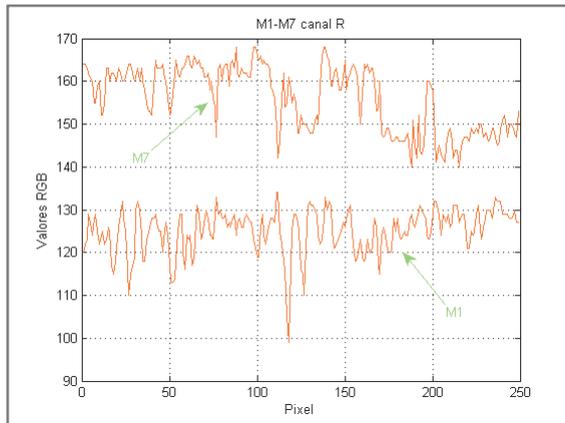
Elaborando las variables M1R-M1G-M1B y M7R-M7G-M7B tenemos los 250 valores de los pixeles yacentes sobre la diagonal definida de cada una de las muestras a analizar y se puede proceder con otras observaciones:



M1	
Promedio	125,1165
Moda	129
Mínimo	99
Máximo	134

M7	
Promedio	155,8835
Moda	163
Mínimo	140
Máximo	168

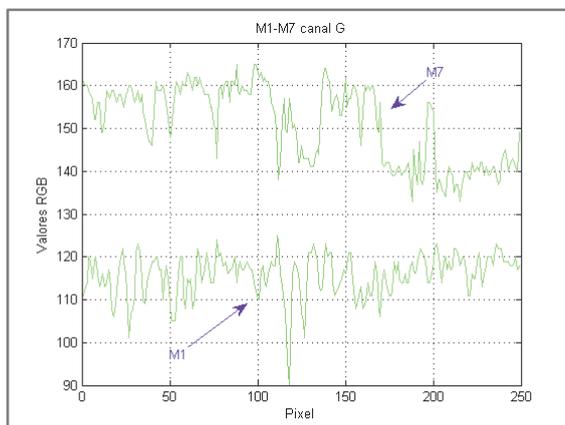
Diferencias	
Promedio	-30,767
Moda	-34
Mínimo	-41
Máximo	-34



M1	
Promedio	115,7269
Moda	119
Mínimo	90
Máximo	125

M7	
Promedio	151,008
Moda	159
Mínimo	133
Máximo	165

Diferencias	
Promedio	-35,2811
Moda	-40
Mínimo	-43
Máximo	-40



M1	
Promedio	67,1847
Moda	68
Mínimo	41
Máximo	79

M7	
Promedio	106,2088
Moda	93
Mínimo	84
Máximo	125

Diferencias	
Promedio	-39,0241
Moda	-25
Mínimo	-43
Máximo	-46

## 2. ANÁLISIS DE LA INTENSIDAD DE LOS PÍXELES

Reproducir una imagen digital 2D en un gráfico 3D puede ser de ayuda en la evaluación de la no uniformidad del color de una superficie fotografiada gracias a las diferencias numéricas de cada píxel que compone una imagen digital<sup>1</sup>.

En un gráfico 3D de intensidad como lo que se propone el desnivel entre áreas diferentes de la superficie fotografiada no es el resultado de mediciones geométricas, pero es el resultado de la diferente intensidad del nivel de gris presentada por cada píxel que forma la imagen. En el caso de las ROI de 250x250 píxeles elaboradas para cada una de las 8 muestras de revoque coloreado analizada, en cada gráfico tenemos representados 62500 píxeles con sus propias intensidades. El intervalo de intensidad va de 0 a 1.

Originariamente, cada muestra color definida en las variables M1,...,M8 está representada como una imagen de clase uint8 (8-bit en el rango [0,255], 1 byte por elemento) y de tipo RGB (truecolor).

Para conseguir las intensidades del nivel de gris es por lo tanto necesario ante todo convertir cada imagen de tipo RGB en imagen de tipo escala de gris utilizando la función *rgb2gray*. La conversión ocurre eliminando desde cada píxel las informaciones de tono y saturación y dejando aquellas relativas a la luminosidad.

Por fin, hace falta convertir la clase de pertenencia de la imagen (uint8) en clase *double* (Double-precision floating-point number array) cuyos valores regresan en un intervalo de [0,1], donde 0.0 y 1.0 representan respectivamente el valor de intensidades posibles mínimo y máximo<sup>2</sup>. La función de conversión es *im2double*.

La función *size* devuelve las dimensiones de columnas y filas de una imagen, mientras que la función *meshgrid* engendra array X e Y para un gráfico a tres dimensiones. La función *colorbar* define la paleta de colores utilizada por la visualización gráfica, mientras que las funciones *figure* e *imshow* sirven a visualizar imagen y gráfico.

### 2.1. SINTAXIS

La secuencia utilizada para conseguir un gráfico 3D de la intensidad del nivel de gris de los píxeles de una imagen es la siguiente:

```
>>image=I

>>imagegray=rgb2gray(image);

>> [x,y]=size(I);

>>X=1:x;

>>Y=1:y;

>> [xx,yy]=meshgrid(Y,X);
```

---

<sup>1</sup> MARCHAND, Patrick; HOLLAND, Thomas O. *Graphics and GUIs with Matlab®*. pp101-140.

<sup>2</sup> Por las diferencias entre tipos y clases de imágenes, las correspondientes propiedades, los posibles empleos y las conversiones consultar el manual online de MATLAB. Para profundizar sobre la elaboración de imágenes digitales: GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E.; EDDINS, Steven L. *Digital image processing using Matlab*, pp 23-30 y 194-204.

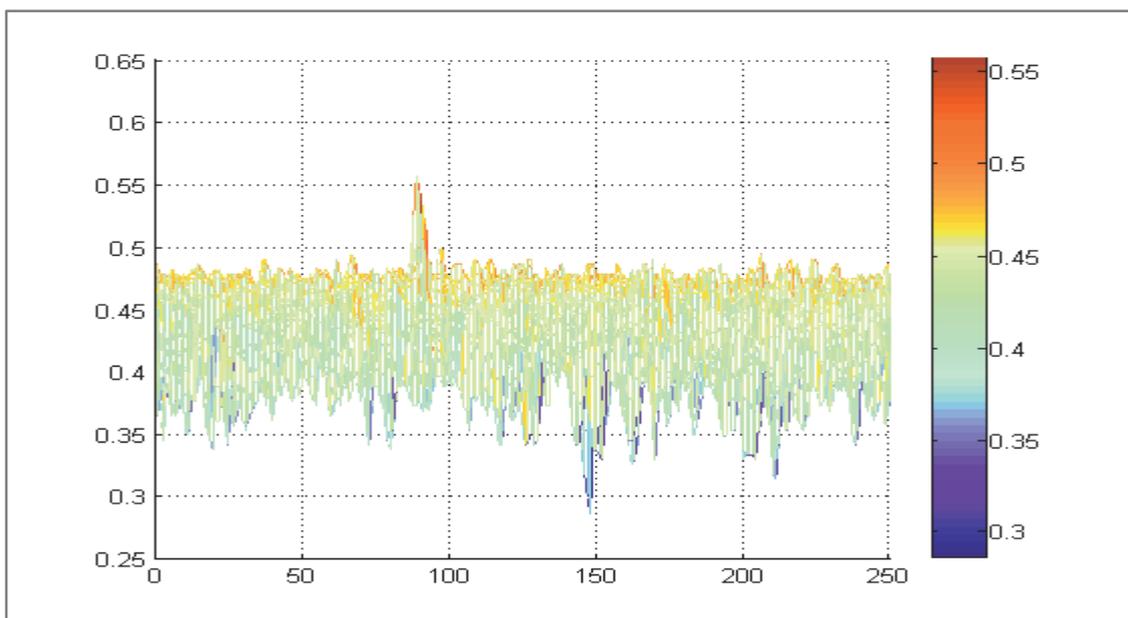
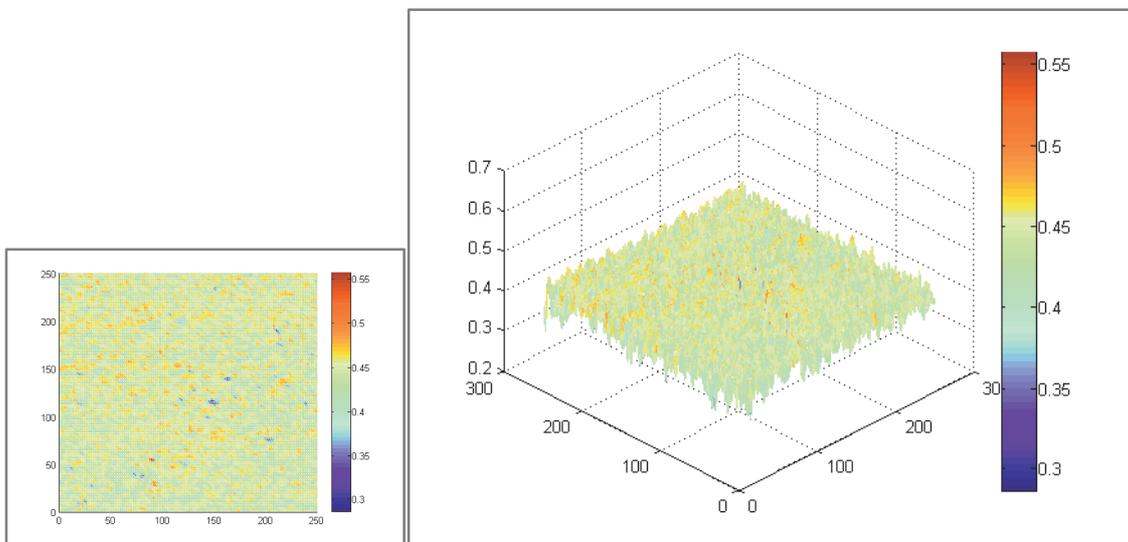
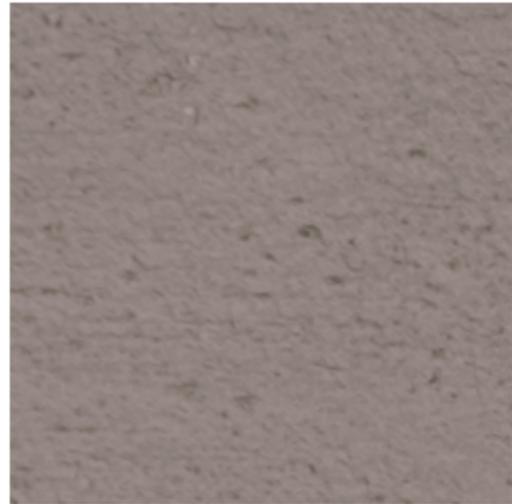
```
>>i=im2double(I);  
>>figure;mesh(xx,yy,i);  
>>colorbar  
>>figure;imshow(i)
```

## 2.2. GRÁFICOS 3D DE INTENSIDAD

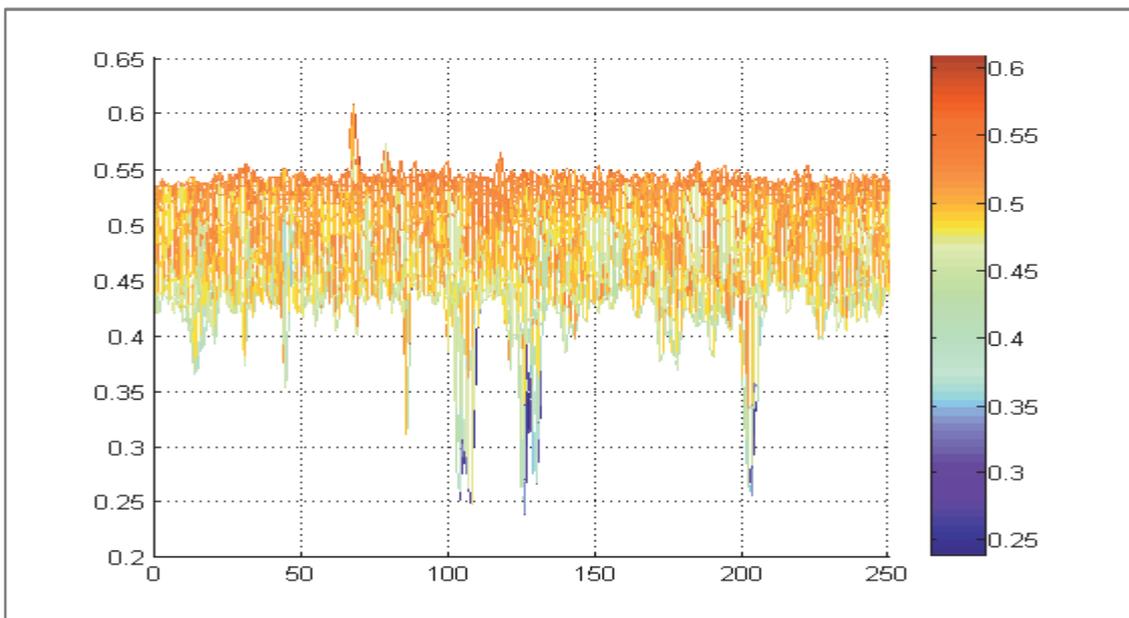
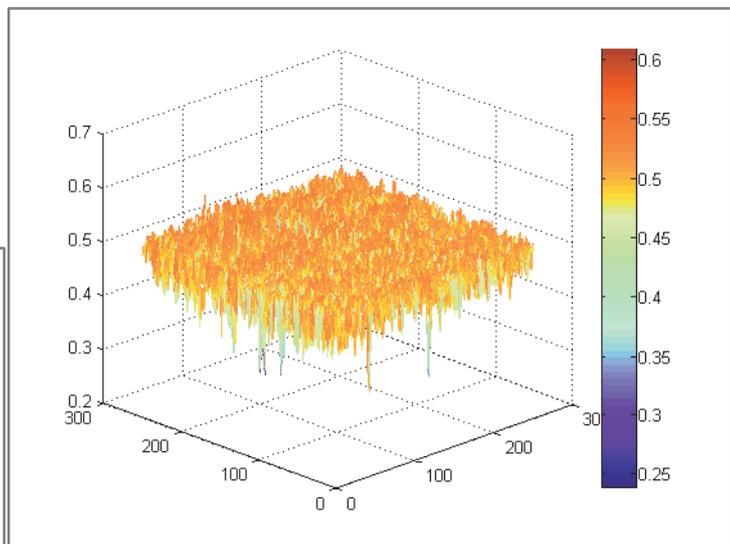
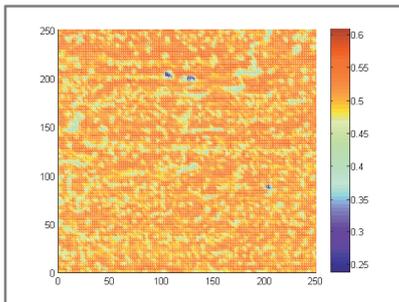
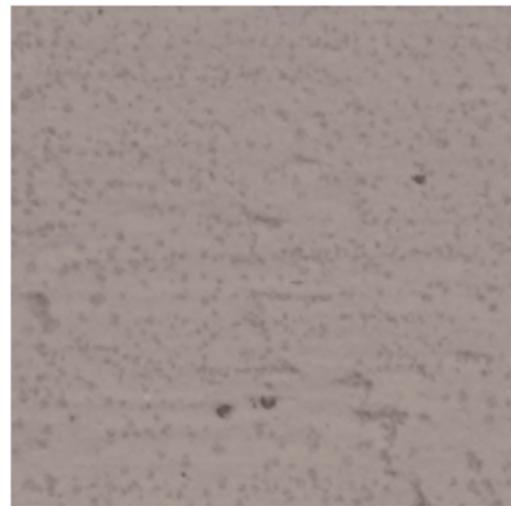
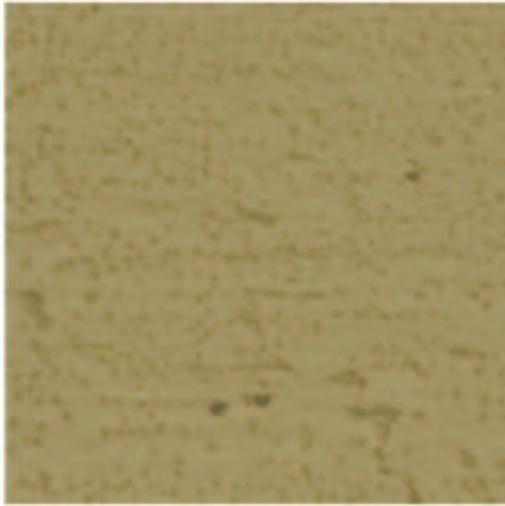
Para cada muestra de revoque coloreado se ha engendrado un gráfico tridimensional para visualizar la intensidad del nivel de gris acercado por su imagen digital RGB en 2D y por la misma imagen transformada en escalera de gris. Las imágenes se refieren a la fotografía 1.

Por futuras verificaciones de las operaciones efectuadas en Matlab y futuros análisis sobre las matrices numéricas creadas y elaboradas, por cada una de las 5 imágenes que representan las 8 muestras ha sido creado un conjunto de variables llamado IntensityPix. En el plató están presentes: las variables M1,...,M8 relativos a las 8 muestras; las variables M1gray,..., M8gray relativas a las imágenes transformadas en escalera de gris; M1double,...,M8double relativos a las imágenes transformadas en clase *double*.

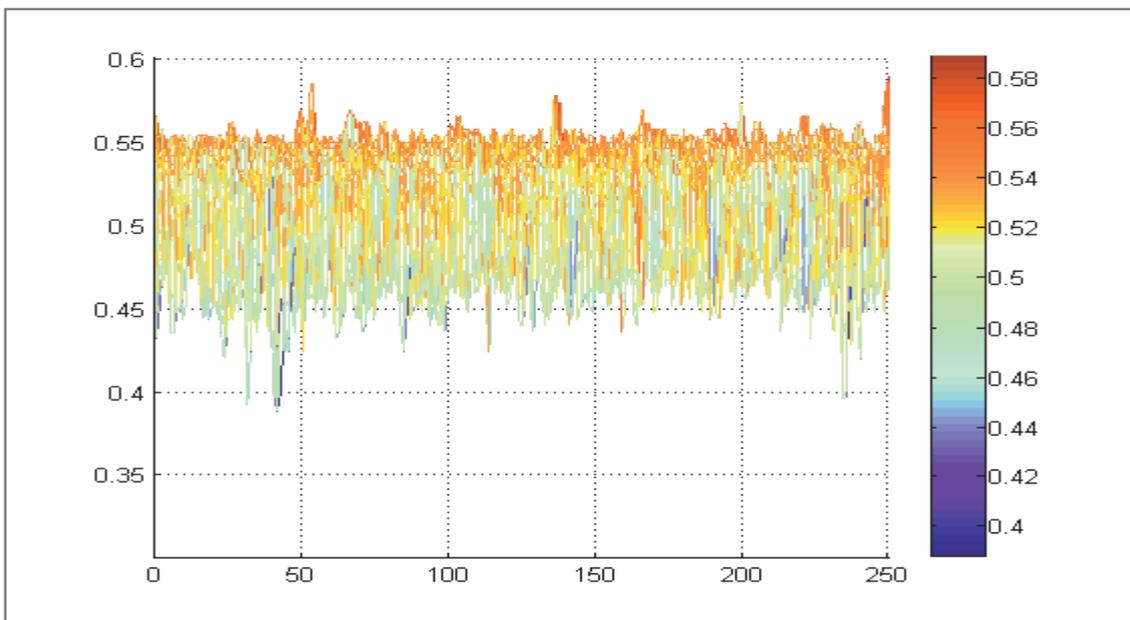
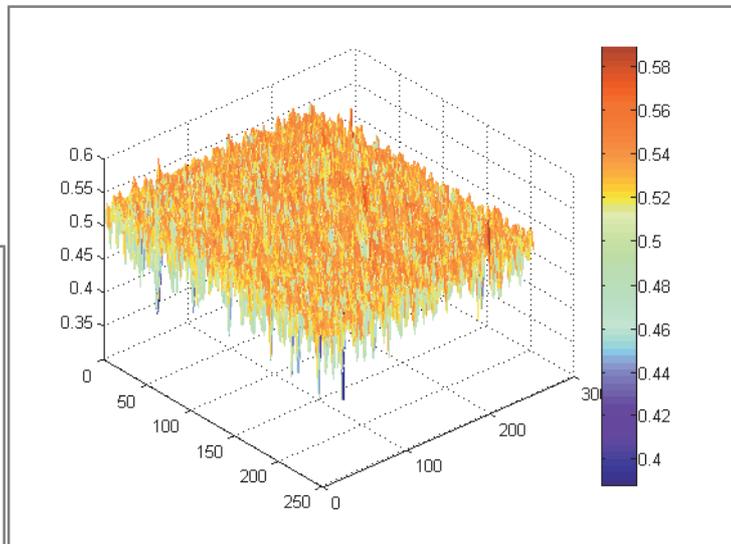
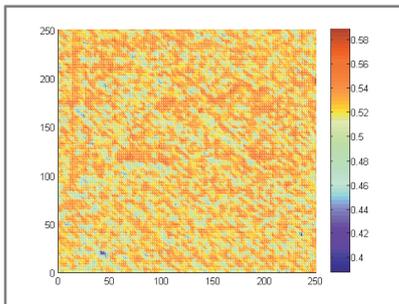
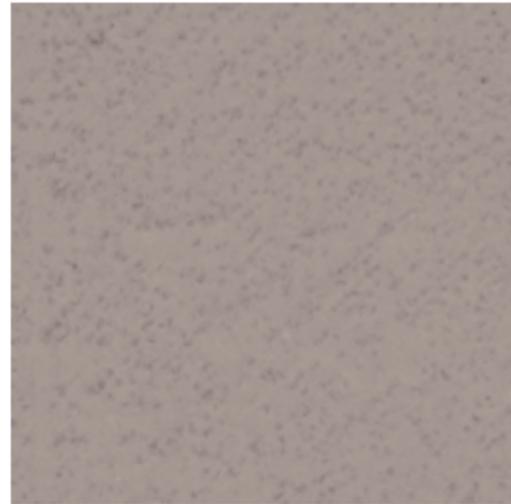
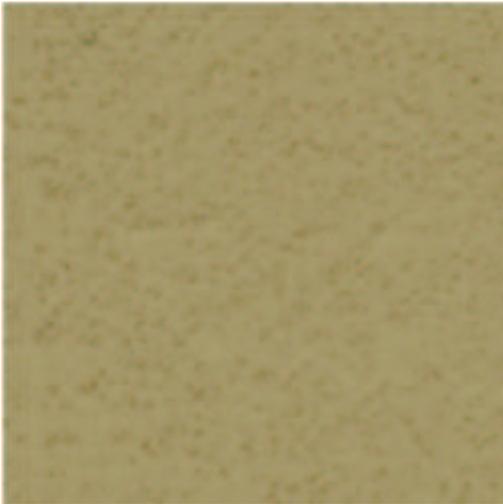
Muestra1 (M1)



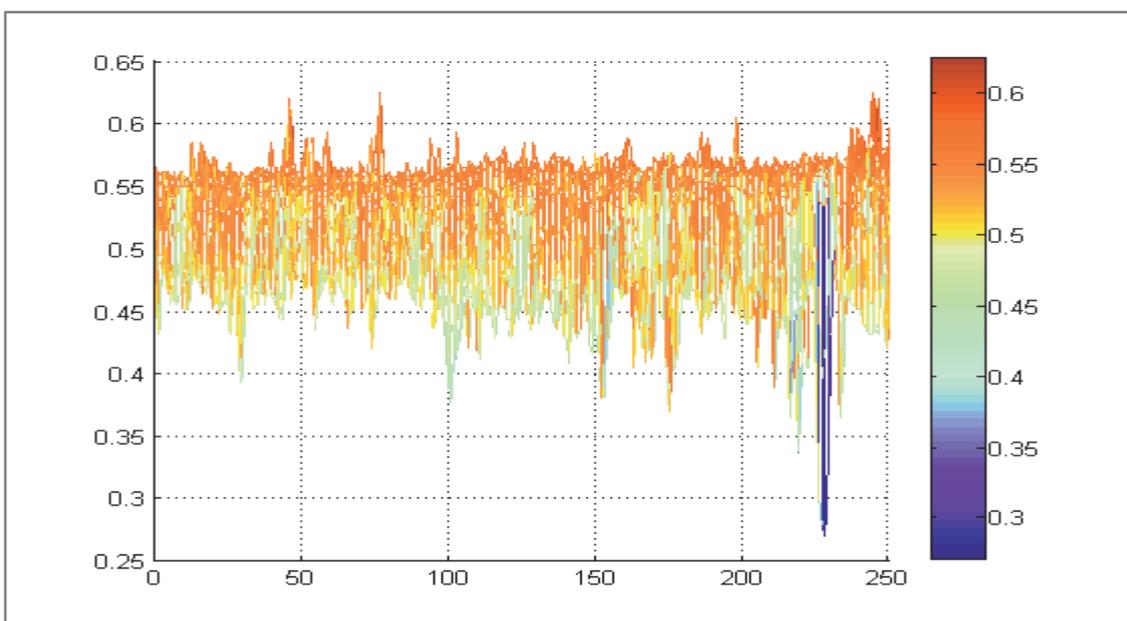
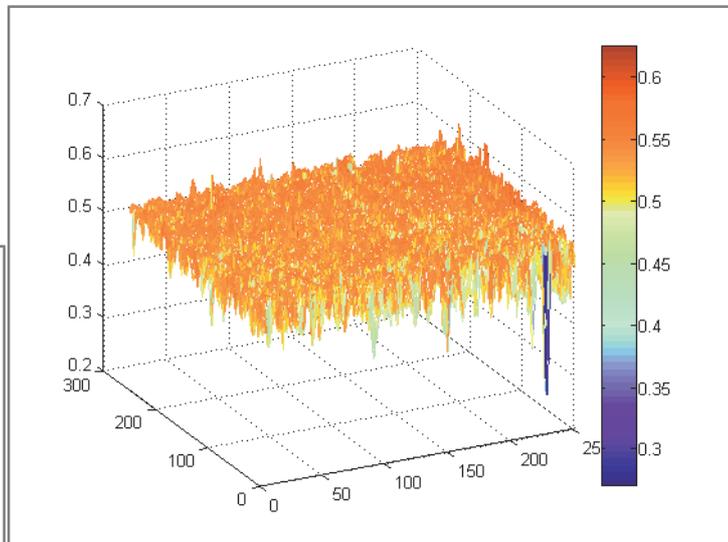
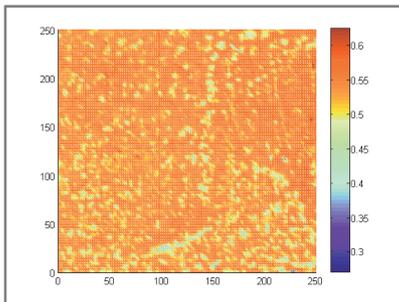
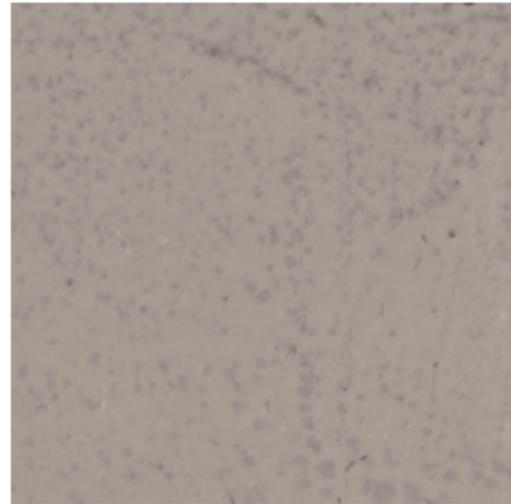
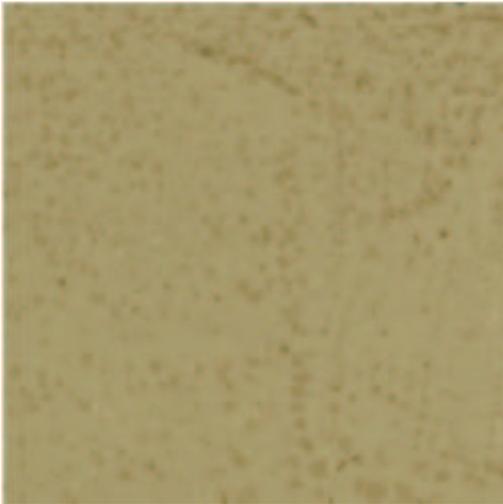
Muestra2 (M2)



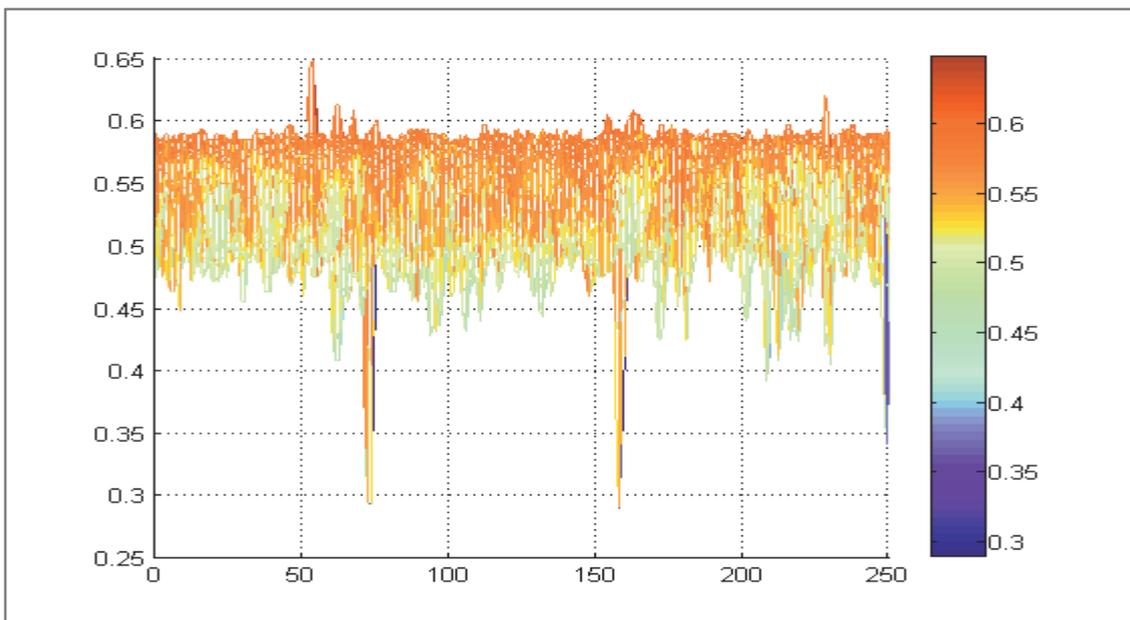
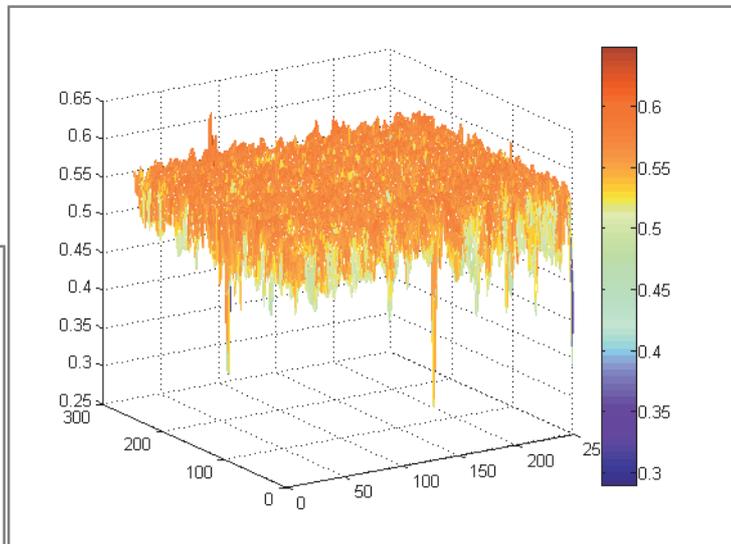
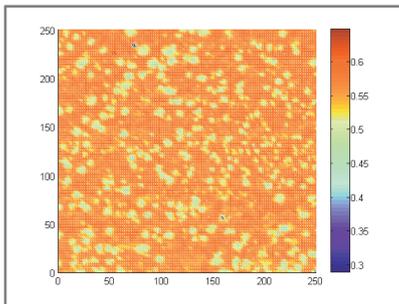
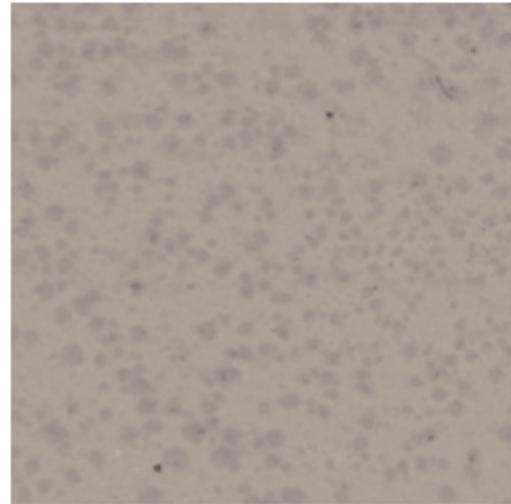
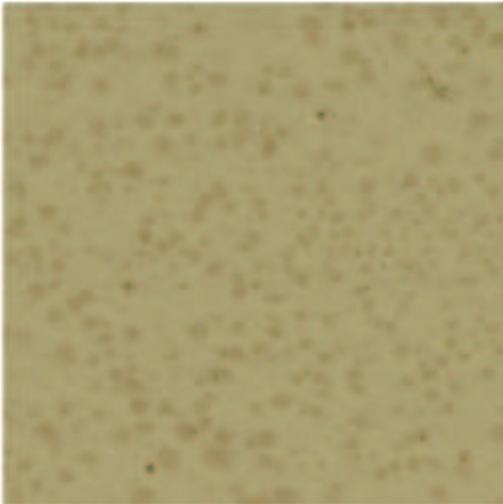
Muestra3 (M3)



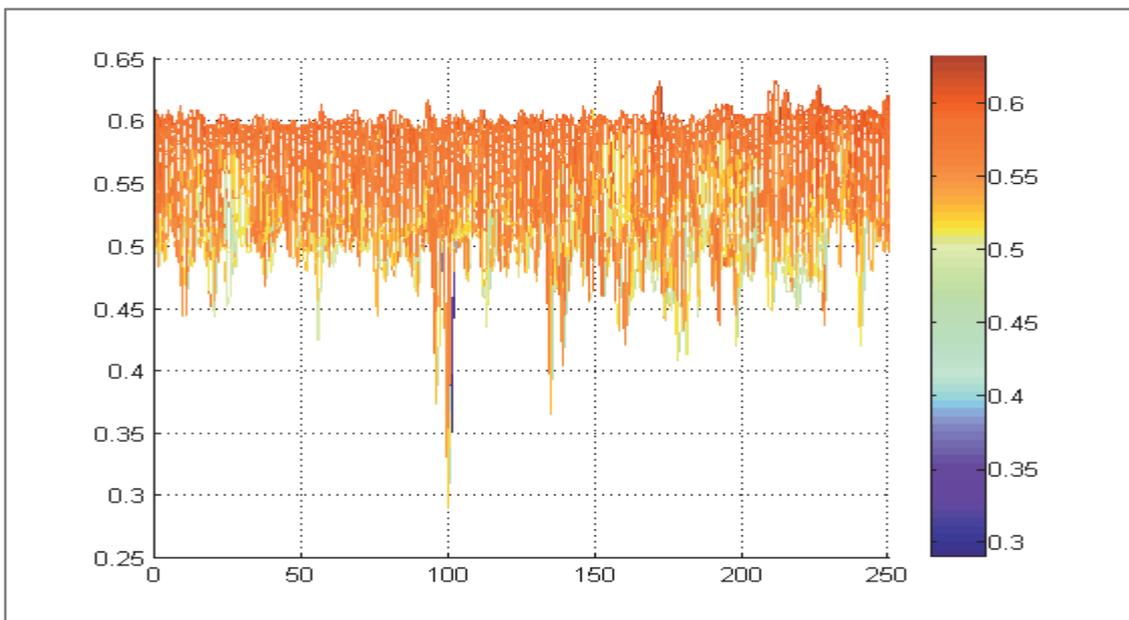
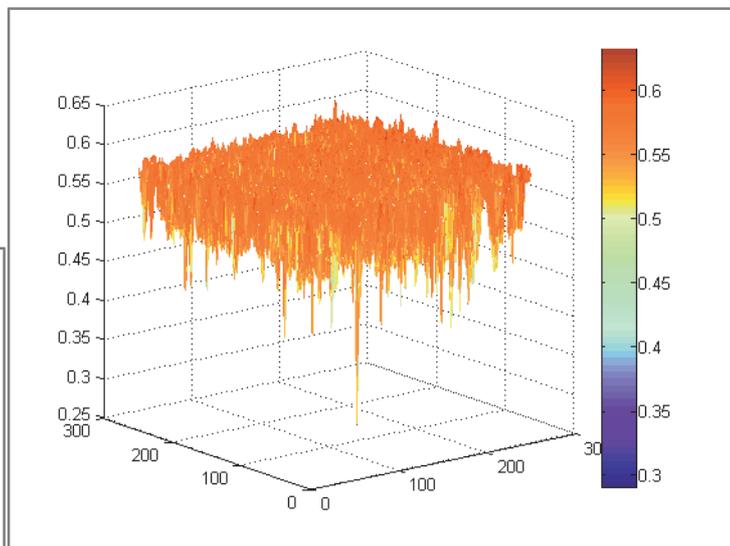
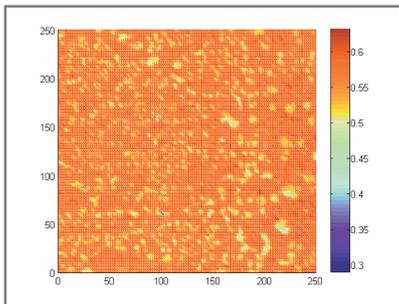
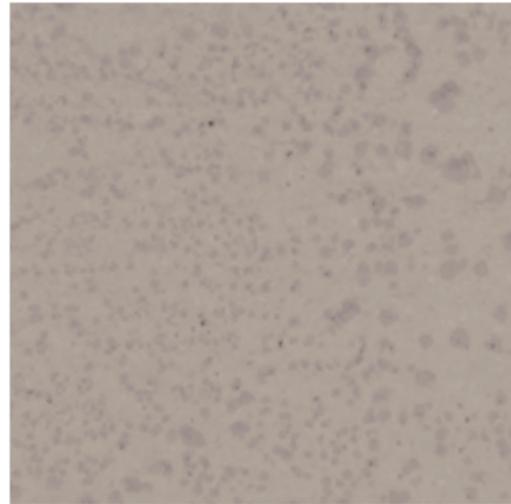
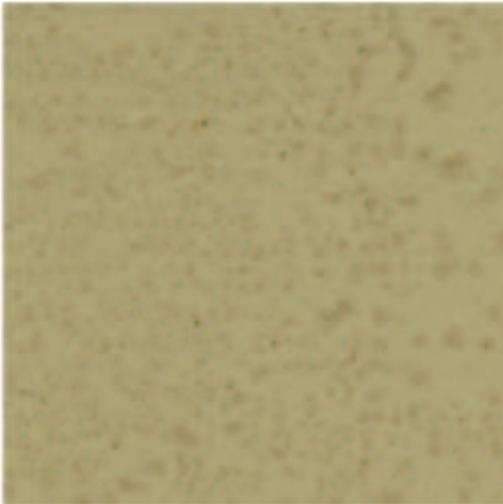
Muestra4 (M4)



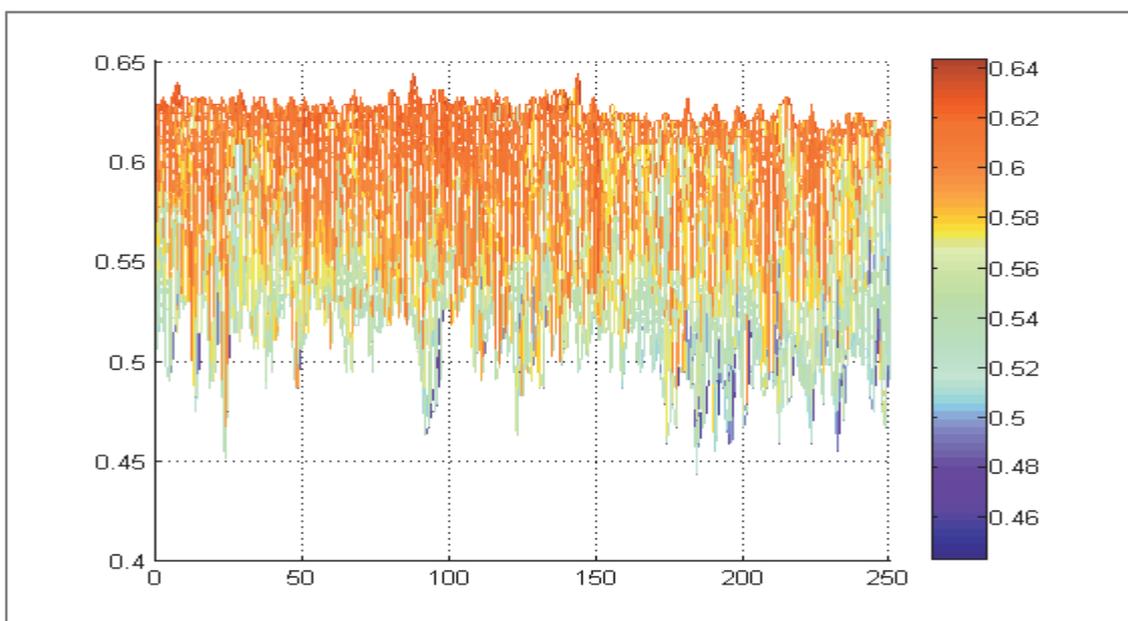
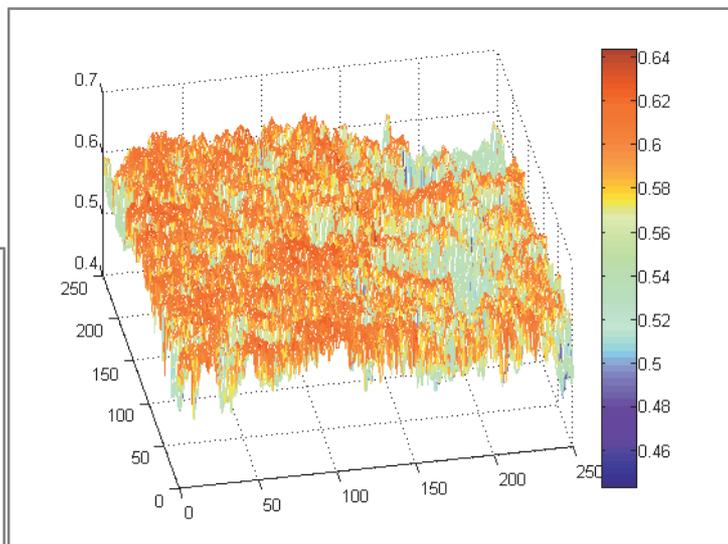
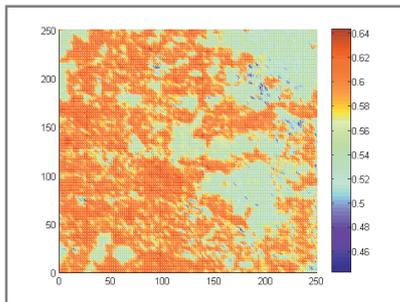
Muestra5 (M5)



Muestra6 (M6)



Muestra7 (M7)



Muestra8 (M8)

