Práctica B2 RSI

Parte 2.

Variaciones rápidas y lentas

Samuel John Suffern Sánchez

21 de abril de 2021

Índice

Índice de figuras

1. Inicio del entorno en Matlab

Los gráficos y resultados de esta práctica se obtienen con la función `pr10.mat`.
Lo primero que haremos será cargar en nuestro workspace el fichero: `series12new.mat`

```
load series2000.mat
```

2. Potencia recibida

2.1. Unidades Logarítmicas

La variable `series2000.mat` contiene una señal que tiene en la primera columna la distancia recorrida en metros y en la segunda la señal recibida en dBm. El espacio de muestreo es $d_s = lamba/4 = 0.0375m$. Existe un muestreo uniforme.

```
d = series2000(:,1);  % Distancia en metros
P = series2000(:,2);  % Potencia recibida en dBm
figure, plot(d,P)
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Received power, dBm');title('Variation of Received power in dBm with distance');
```

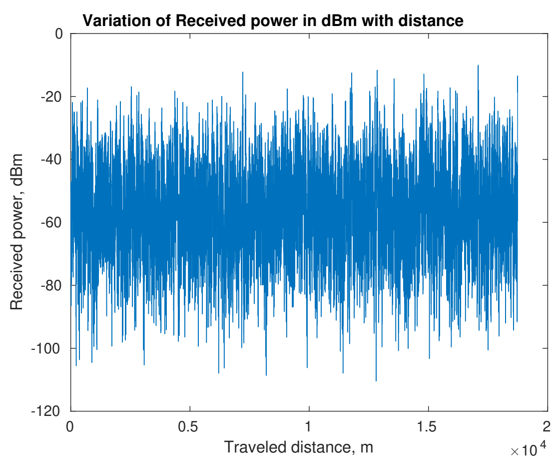

Figura 1: Variación de la potencia recibida en dBm con la distancia

2.1.1. Primeros 100 metros de la serie

Representamos los primeros 100 metros de la serie:

```
figure, plot(d,P); xlim([0 100])
xlabel('Traveled distance, m') ;ylabel('Received power, dBm')
title('First 100 m of the series')
```

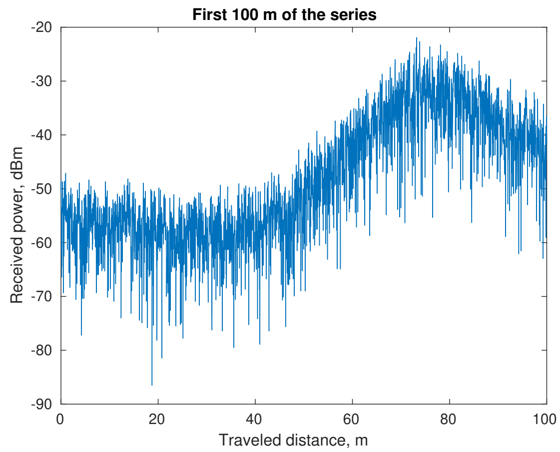

Figura 2: Primeros 100 metros de la serie en unidades logarítmicas

2.2. Unidades lineales

Si ahora hacemos la representación en unidades lineales:

```
p = 10.^(P/10)/1000;
figure, plot(d,p)
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Received power, W')
```

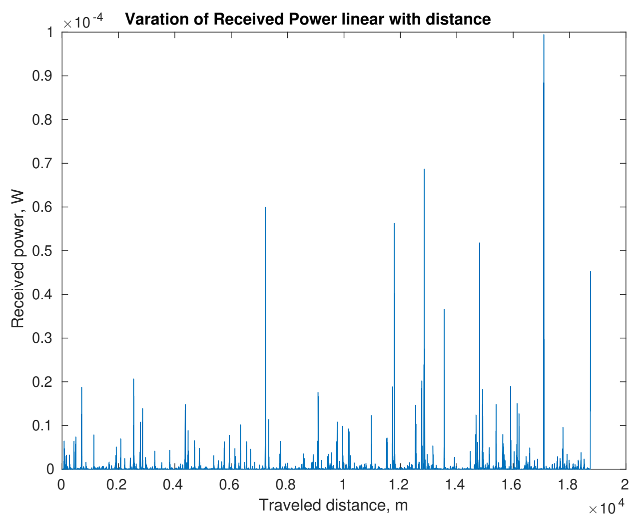

Figura 3: Variación de la potencia recibida en unidades lineales

2.2.1. Primeros 100 metros

Ahora representamos los primeros 100 metros de la serie en unidades lineales:

```
figure, plot(d,p)
xlim([0 100])
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Received power, W')
title('First 100 m of the series')
```

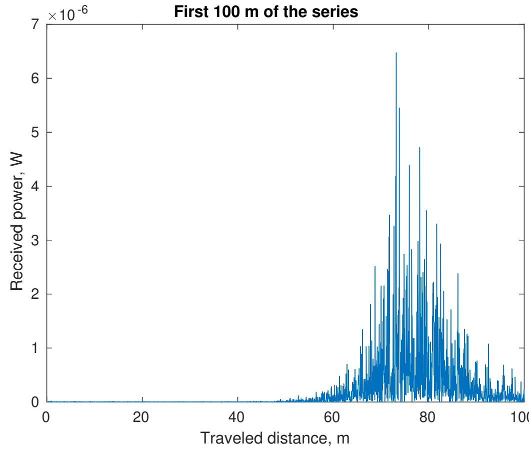

Figura 4: Primeros 100 metros de la serie en unidades lineales

3. Ventana Rectangular

Vamos a probar distintos tamaños de ventana:

```
wlFraction = 4;  % sampling fraction of wavelength
ds = d(2)-d(1);    % m, sample spacing
wl = ds*wlFraction;  % m, wavelength
windowWavelengths(1) = 5; windowWavelengths(2) = 10; windowWavelengths(3) = 20; % No. of wavelengths in running mean filte
windowLength(1) = wlFraction*windowWavelengths(1);windowLength(2) = wlFraction*windowWavelengths(2);windowLength(3) = wlFraction*windowWavelengths(3);  % samples in window
W1 = ones(windowLength(1),1);W2 = ones(windowLength(2),1); W3 = ones(windowLength(3),1);   % Create running mean window
W1 = W1/windowLength(1);W2 = W2/windowLength(2);W3 = W3/windowLength(3);        % Normalize window
figure, stem(W1); hold on; stem(W2);stem(W3)
legend('N=20','N=40','N=80');
title('Ventana de filtrado distintos tama os de ventana');
xlabel('N mero de muestras');ylabel('Amplitud'); axis([-5 length(W3)+10 0 0.05])
```

Obtendríamos la siguiente salida:

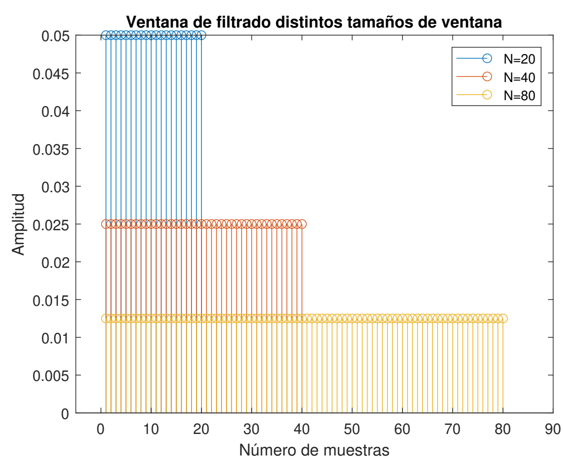

Figura 5: Distintos tamaños de ventana rectangular

Vamos a observar lo que ocurre al convolucionar la potencia recibida en unidades lineales con los diferentes tamaños de ventana.

Utilizamos el siguiente código para representar las potencias y cambiaremos la variable `WX` para utilziar el tamaño de ventana:

Tamaño de Ventana	20	40	80
Variable en Matlab	W1	W2	W3

3.1. Unidades lineales

```
pfilt = conv(p,W1,'same');
figure, plot(d, p, d, pfilt,'r')
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Average received power, W');legend('Linear Power','Power after filtering');title
    (' Serie de potencias instant neas y de medias locales')
figure, plot(d, p,d, pfilt,'r' )
xlim([0 100])
legend('Overall', 'Mean')
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Power, W');title(' Serie de potencias instant neas y de medias locales (zoom
    100m)')
```

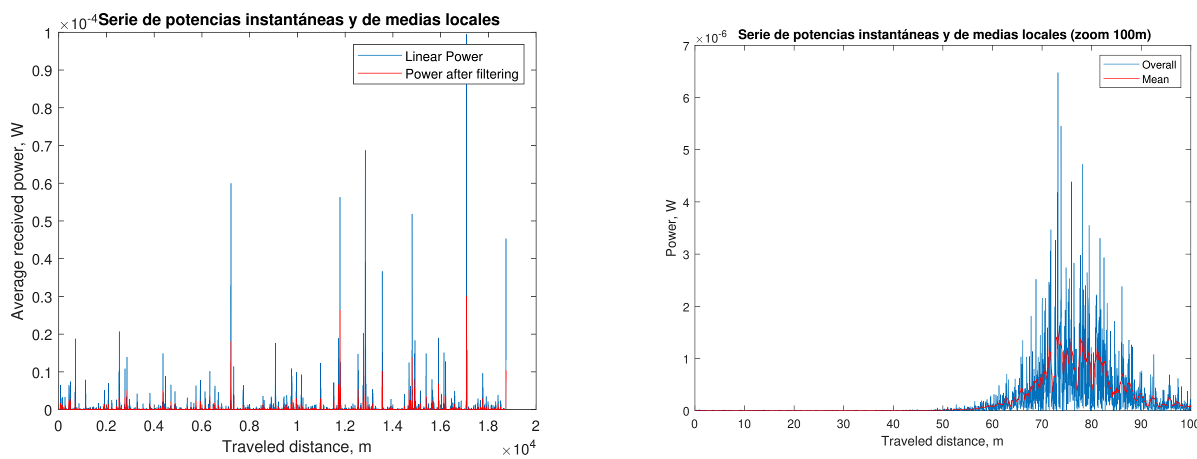

Figura 6: Series de potencias instantáneas y medias locales para N=20

Haciendo los cambios indicados arriba probaremos con tamaños de ventana 40 y 80.

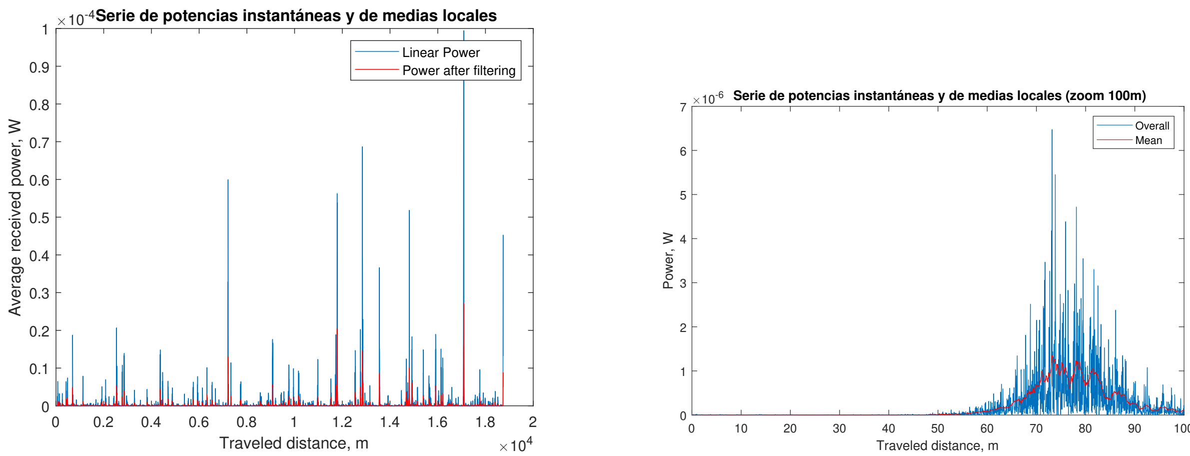

Figura 7: Series de potencias instantáneas y medias locales para N=40

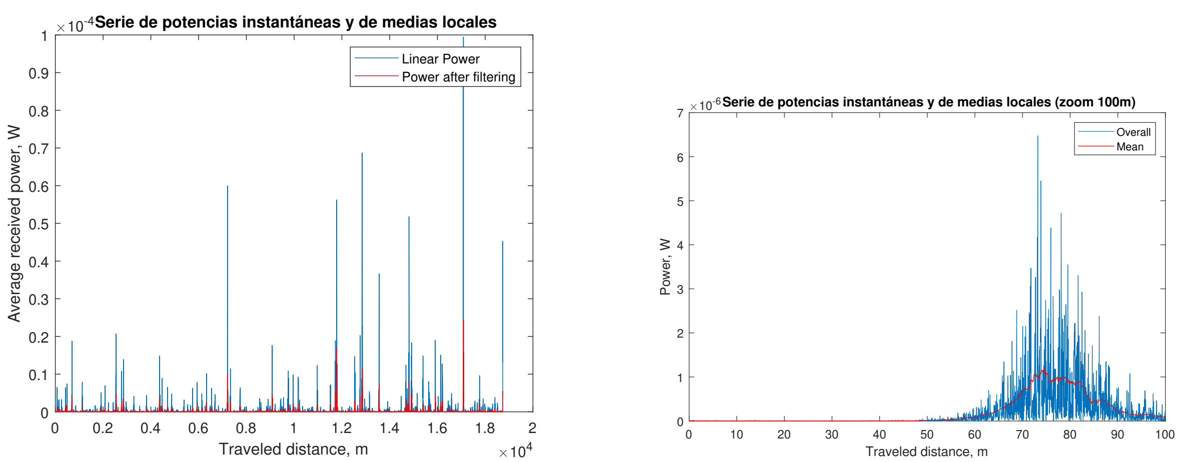

Figura 8: Series de potencias instantáneas y medias locales para N=80

3.2. Unidades logarítmicas

Si observamos lo que corre con la potencia en unidades logarítmicas:

```
Pfilt = 10*log10(pfilt) + 30; % we now go back to dBm
figure,plot(d, P, 'g') , hold on
plot(d, Pfilt, 'r', 'Linewidth',2)
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Power, dBm')
legend('Overall', 'Mean')
figure, plot(d, P,'g'), hold on
plot(d, Pfilt, 'r', 'Linewidth',2)
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Power, dBm')
legend('Overall', 'Mean')
xlim([0 50])
title('First 50 m in series')
```

Cambiamos `pfilt` en función del tamaño de ventana que estemos utilizando.

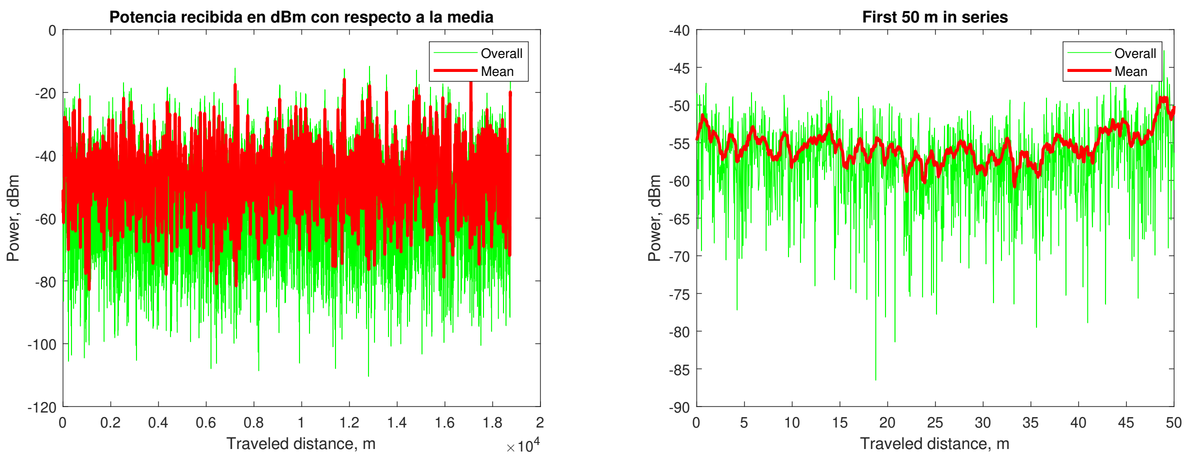

Figura 9: Series de potencias instantáneas y medias locales en dBm para N=20

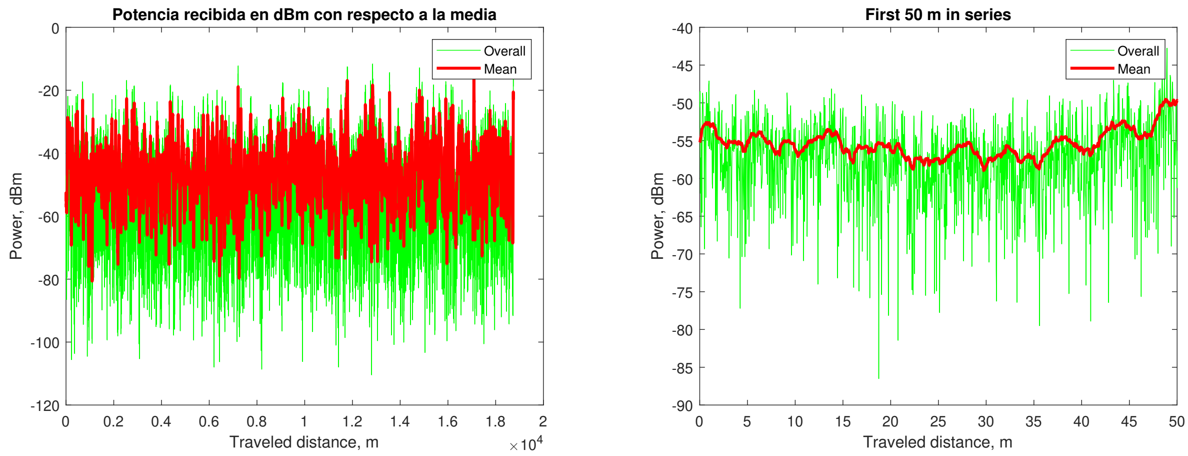

Figura 10: Series de potencias instantáneas y medias locales en dBm para N=40

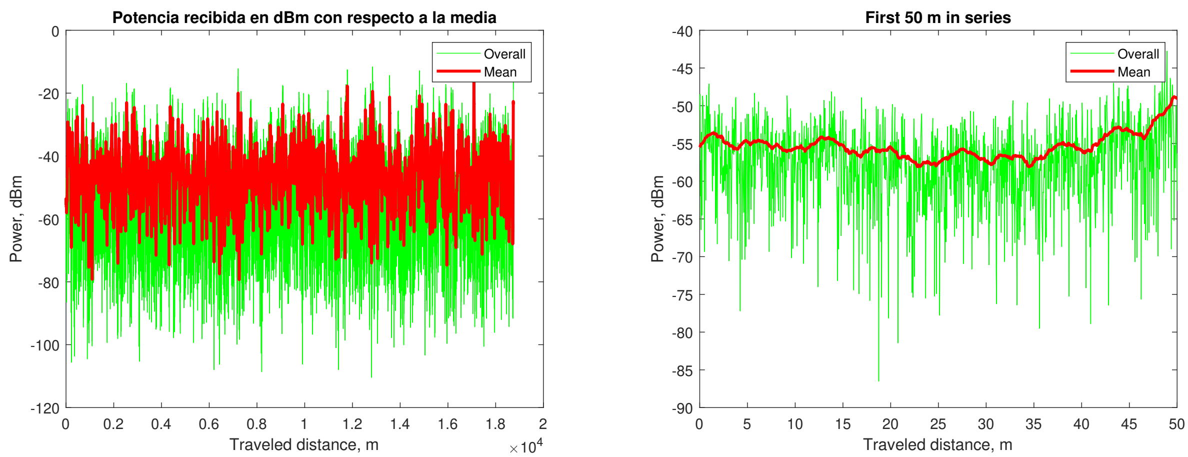

Figura 11: Series de potencias instantáneas y medias locales en dBm para N=80

3.3. Verificación del modelo Gaussiano y distribución Rayleigh

Vamos a comprobar si las variaciones rápidas siguen un modelo gaussiano:

```
MM = mean(Pfilt);
SS = std(Pfilt);
disp(['Series mean : ', num2str(MM),' dBm'])
disp(['Series std : ', num2str(SS),' dBm'])
N_bins = 20;
[a,b] = hist(Pfilt,N_bins);
histBin = b(2)-b(1);
a = a/length(Pfilt);
aa = cumsum(a);
% Theoretical distribution
Paxis = [min(Pfilt):max(Pfilt)];
pdf = 1/(sqrt(2*pi)*SS)*exp(-0.5*((Paxis-MM)/SS).^2);
fhist = pdf*histBin;
figure, bar(b,a,'y'), hold on, plot(Paxis, fhist,'r', 'LineWidth',2)
xlabel('Potecias medias, dBm')
ylabel('Probabilidades');title(pdf)
F = 1-qfunc((Paxis-MM)/SS);
figure, bar(b,aa, 'y'), hold on, plot(Paxis, F, 'r','LineWidth',2)
xlabel('Potecias medias, dBm')
ylabel('Probabilidad de no exceder la abscisa');title("CDF")
```

```
Series mean : -47.452 dBm
Series std : 9.6575 dBm
```

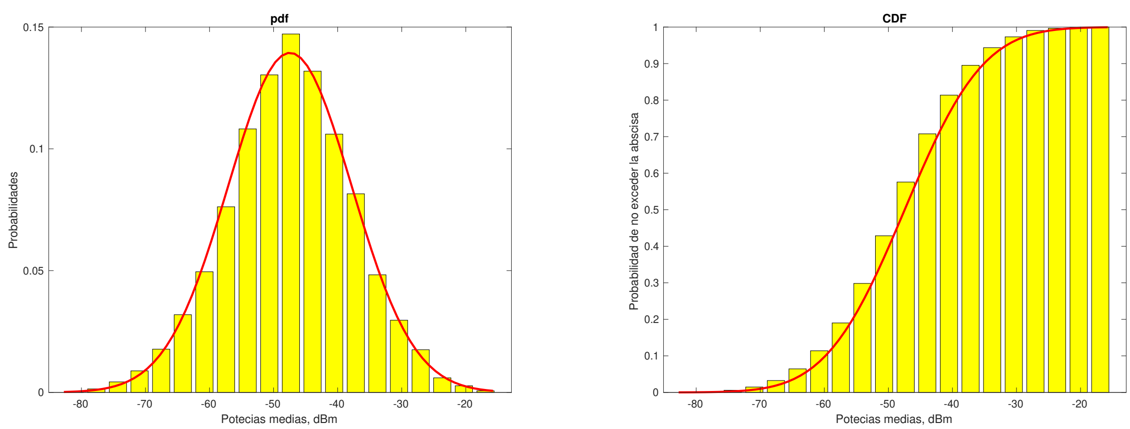

Figura 12: Histogramas de pdf y CDF para N=20

Si repetimos las cuentas para los distintos tamaños de ventana, obtenemos las siguientes dos salidas. Por cada tamaño de ventana, cambiamos el valor del número de bins que cogemos para las cuentas.

```
Series mean : -47.3304 dBm
Series std : 9.6003 dBm
```

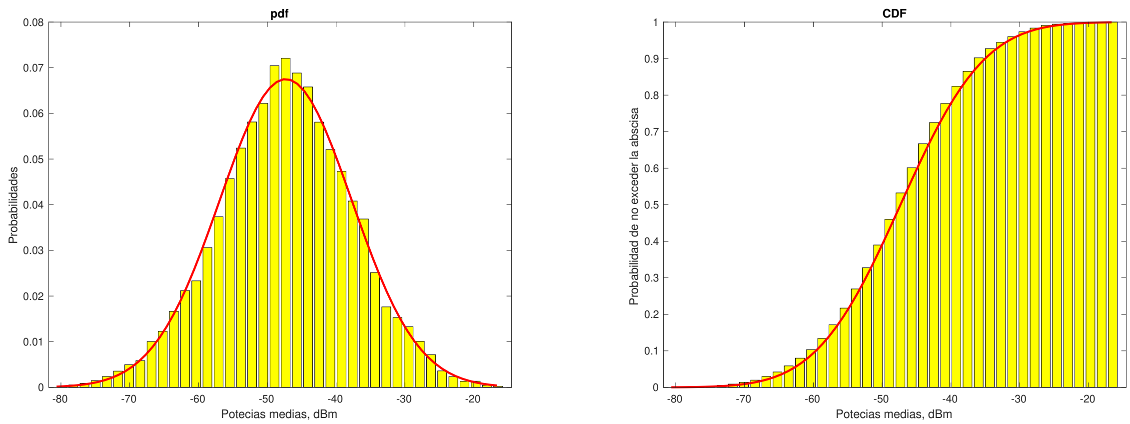

Figura 13: Histogramas de pdf y CDF para N=40

```
Series mean : -47.2369 dBm
Series std : 9.5569 dBm
```

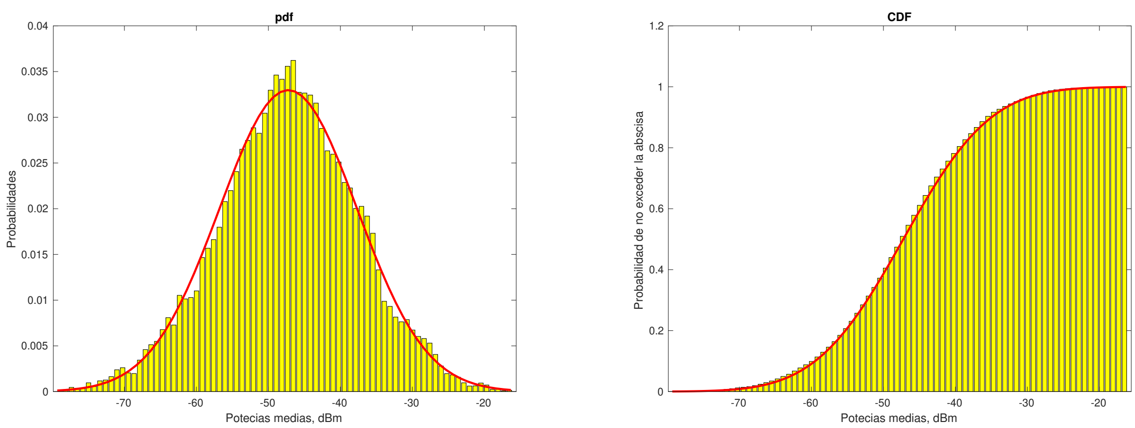

Figura 14: Histogramas de pdf y CDF para N=80

Como se puede observar:

1. La pdf sigue un modelo Gausssiano con valores positivos
2. La CDF sigue una distribución exponencial

Por lo tanto queda comprobado que las variaciones rápidas siguen una distribución Rayleigh.
Por último vamos a extraer las variaciones rápidas de la señal.

3.4. Extración de las variaciones rápidas

```
P0 = P - Pfilt;
figure, plot(d, P0)
ylabel('Normalized fast variations, dB')
xlabel('Traveled distance, m')
xlim([0 50])
title('First 50 m of series')
vnorm = 10.^(P0/20);
% mean(r0.^2)
figure, plot(d, vnorm)
ylabel('Normalized fast variations, dB')
xlabel('Traveled distance, m')
xlim([0 50])
title('First 50 m of series')
```

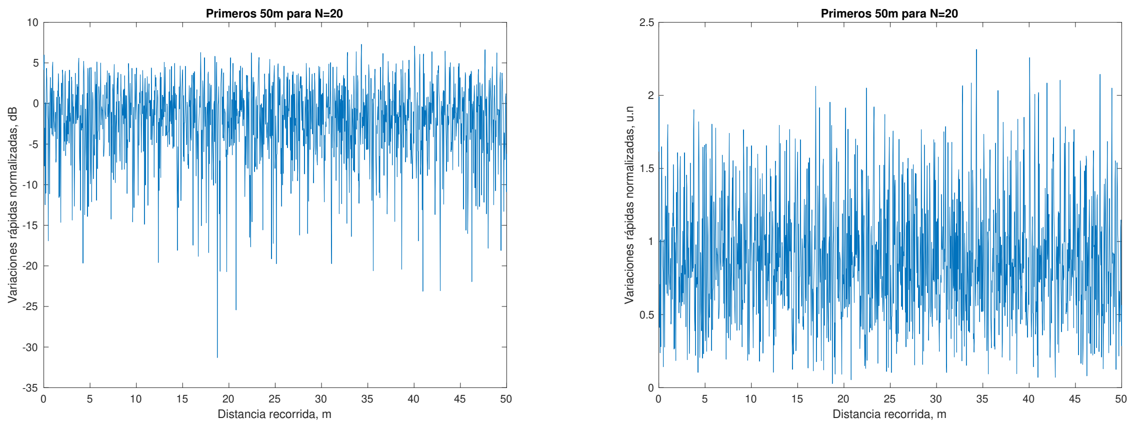

Figura 15: Extracción de las variaciones rápidas para una ventana N=20 rectangular

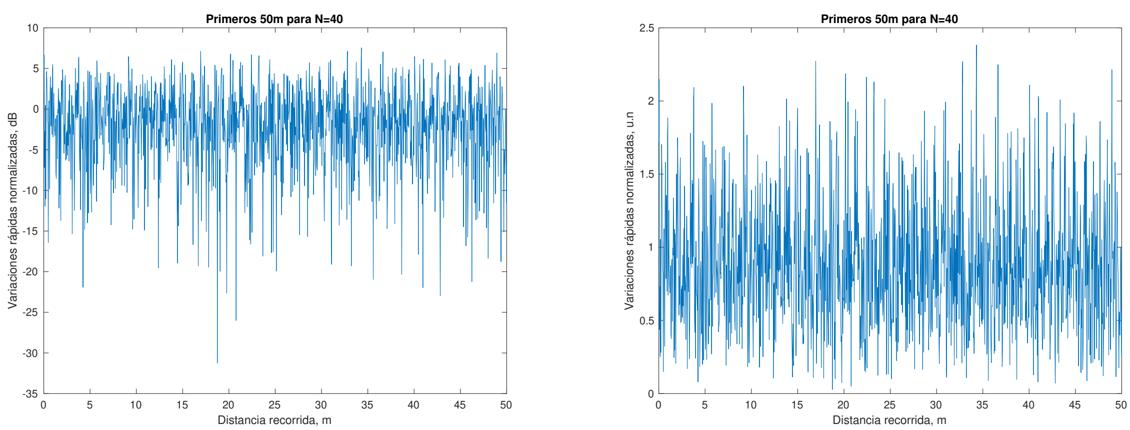

Figura 16: Extracción de las variaciones rápidas para una ventana N=40 rectangular

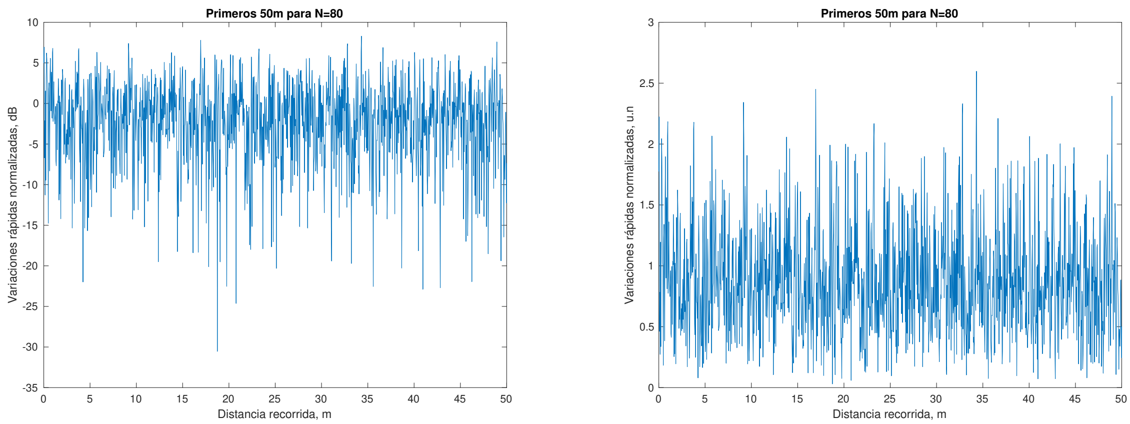

Figura 17: Extracción de las variaciones rápidas para una ventana N=80 rectangular

Como ya sabemos, hemos realizado el estudio con una ventana rectangular que tiene lóbulos laterales muy elevados, vamos a probar a hacer los cálculos rápidamente con una ventana hanning.

4. Ventana Hanning

Vamos a realizar el estudio al igual que con la rectangular, con tres ventanas Hanning de distintos tamaños.

```
WX=20;
Whanning = hann(WX)/WX;
figure, stem(Whanning);hold on;
WX=40;
Whanning=hann(WX)/WX; stem(Whanning);hold on;
WX=80;
Whanning=hann(WX)/WX;stem(Whanning);
legend('N=20','N=40','N=80');
title('Ventanas Hanning normalizadas por el n mero de puntos');
xlabel('N mero de muestras');
ylabel('Amplitud');
```

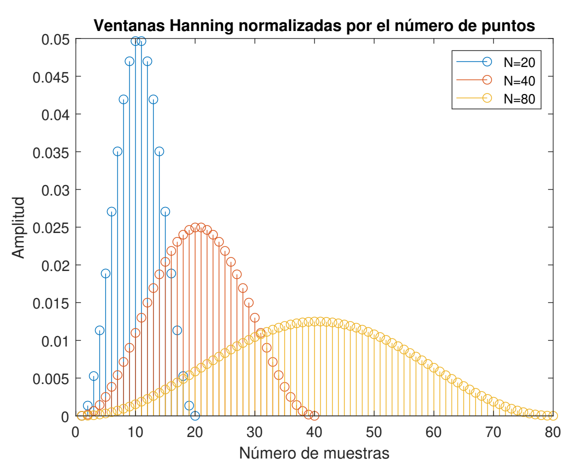

Figura 18: Distintos tamaños de ventana Hanning

4.1. Unidades lineales

Una vez tenemos los tres tipos de ventana representamos las potencias medias e instantáneas:

```
WX=20;
Whanning = hann(WX)/WX;
pfilt = conv(p,Whanning,'same');
figure, plot(d, p, d, pfilt,'r')
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Average received power, W');legend('Linear Power','Power after filtering');title('
    Serie de potencias instant neas y de medias locales')
figure, plot(d, p,d, pfilt,'r' )
xlim([0 100])
legend('Overall', 'Mean')
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Power, W');title(' Serie de potencias instant neas y de medias locales (zoom 100m)'
    )
```

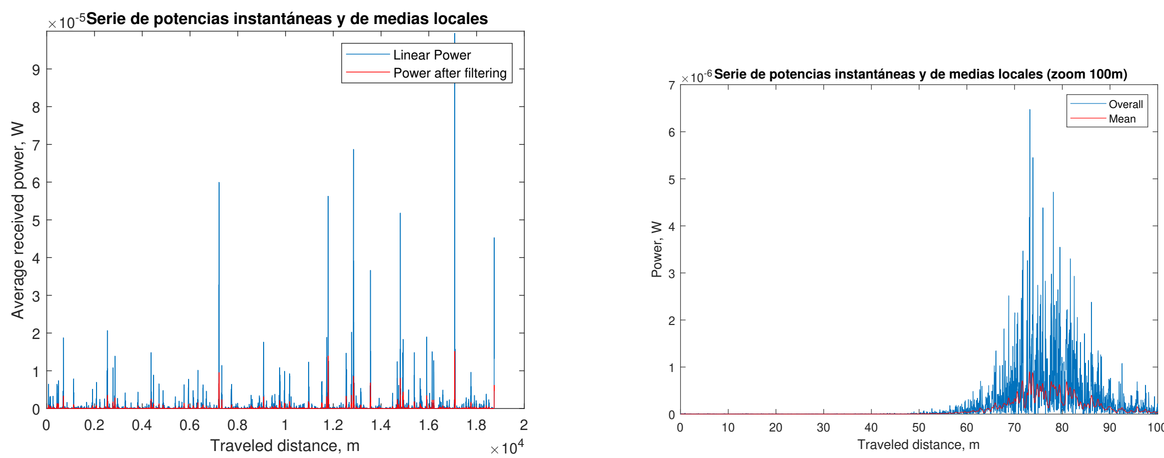

Figura 19: Series de potencias instantáneas y medias locales para N=20 con una ventana Hanning

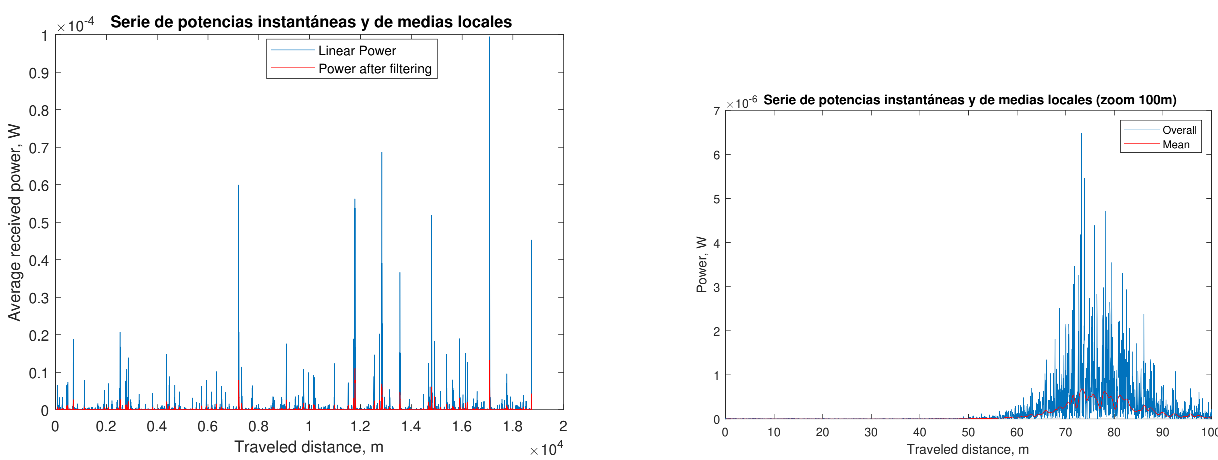

Figura 20: Series de potencias instantáneas y medias locales para N=40 con una ventana Hanning

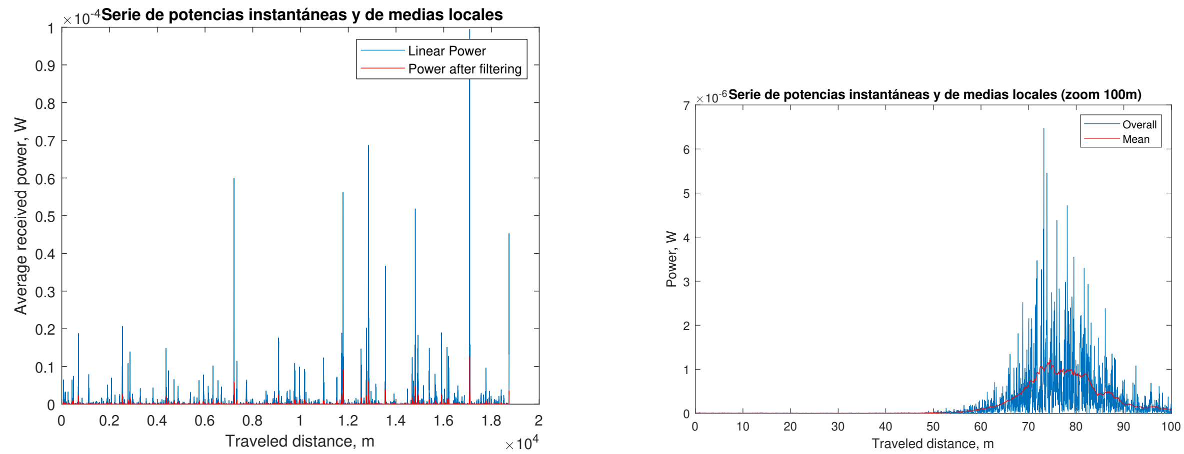

Figura 21: Series de potencias instantáneas y medias locales para N=80 con una ventana Hanning

4.2. Unidades logarítmicas

A continuación vemos el efecto del filtrado en unidades logarítmicas:

```
Pfilt = 10*log10(pfilt) + 30; % we now go back to dBm
figure,plot(d, P, 'g') , hold on
plot(d, Pfilt, 'r', 'Linewidth',2)
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Power, dBm'); title('Potencia recibida en dBm con respecto a la media');
legend('Overall', 'Mean')
figure, plot(d, P,'g'), hold on
plot(d, Pfilt, 'r', 'Linewidth',2)
xlabel('Traveled distance, m')
ylabel('Power, dBm')
legend('Overall', 'Mean')
xlim([0 50])
title('First 50 m in series')
```

Vemos que es el mismo código que hemos utilizado para la ventana rectangular, la diferencia es la variable `pfilt =conv(p,Whanning,'same')`. Al igual que la rectangular, probaremos para diferentes tamaños de ventana.

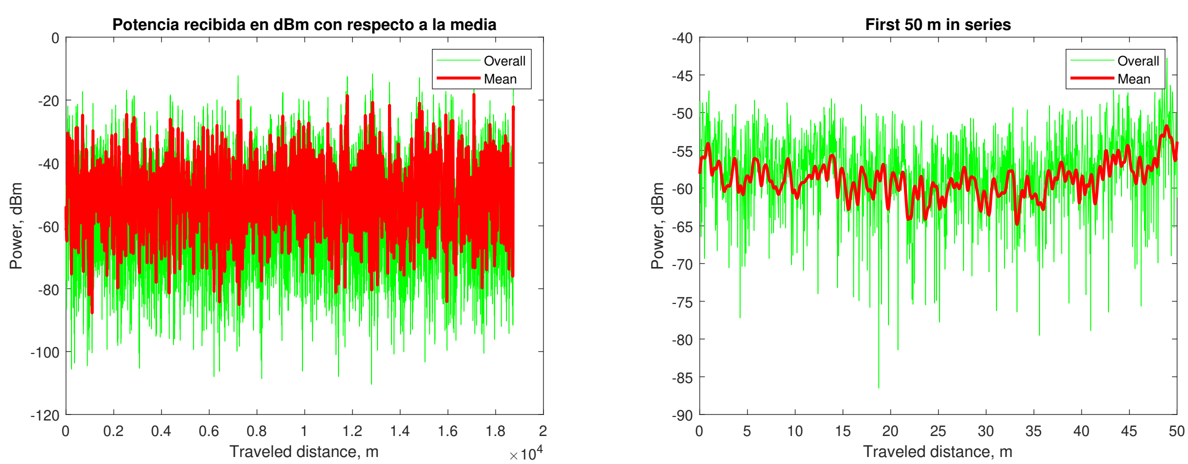

Figura 22: Series de potencias instantáneas y medias locales en dBm para N=20 con una ventana Hanning

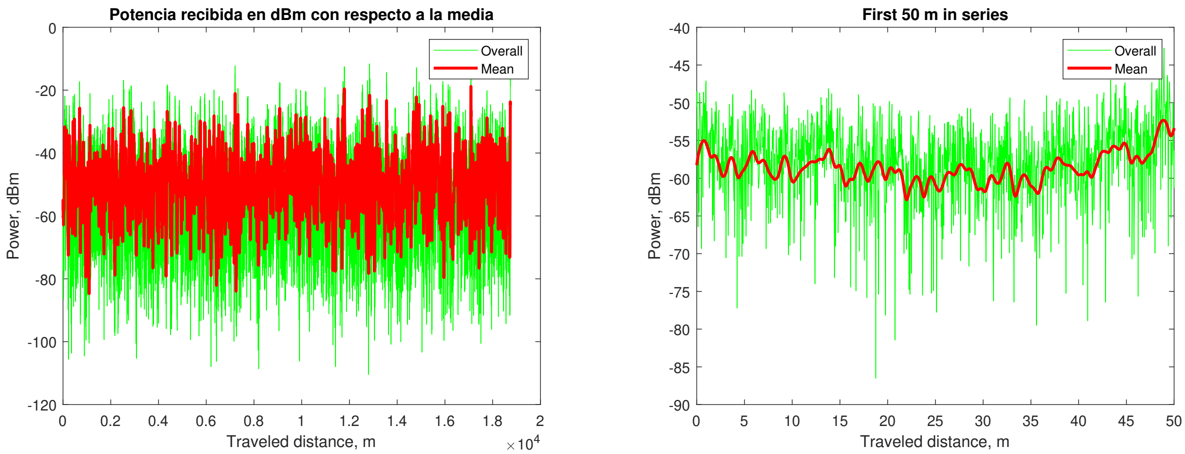

Figura 23: Series de potencias instantáneas y medias locales en dBm para N=40 con una ventana Hanning

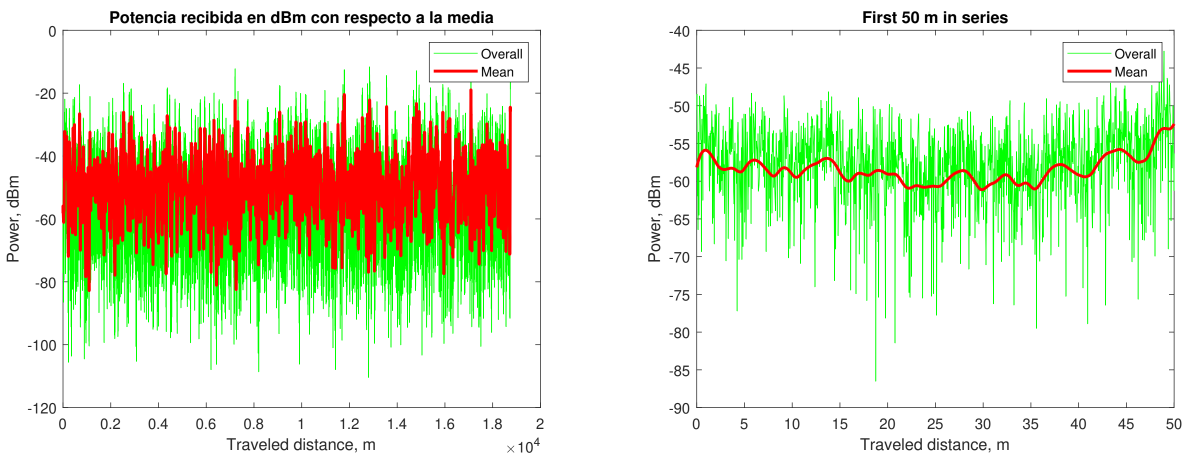

Figura 24: Series de potencias instantáneas y medias locales en dBm para N=80 con una ventana Hanning

Una vez hemos visto el efecto del filtrado con la ventana Hanning en unidades lineales y logarítmicas vamos a extraer las variaciones rápidas de la señal. Nos saltamos el paso de comprobar que sigue una variación gaussiana para no repetir calculos ya que hemos comprobado que sí que la sigue.

4.3. Extracción de las variaciones rápidas

```
 P0 = P - Pfilt;
figure, plot(d, P0)
ylabel('Normalized fast variations, dB')
xlabel('Traveled distance, m')
xlim([0 50])
title('First 50 m of series')
vnorm = 10.^(P0/20);
 % mean(r0.^2)
figure, plot(d, vnorm)
ylabel('Normalized fast variations, dB')
xlabel('Traveled distance, m')
xlim([0 50])
title('First 50 m of series')
```

Reutilizando el código anterior, probamos para distintos tamaños de ventana y extraemos las variaciones rápidas.

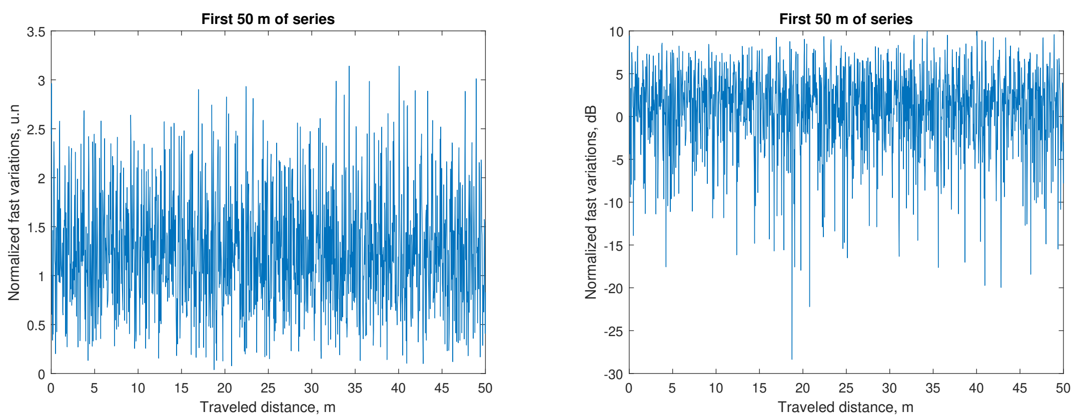

Figura 25: Extracción de las variaciones rápidas para una ventana N=20 Hanning

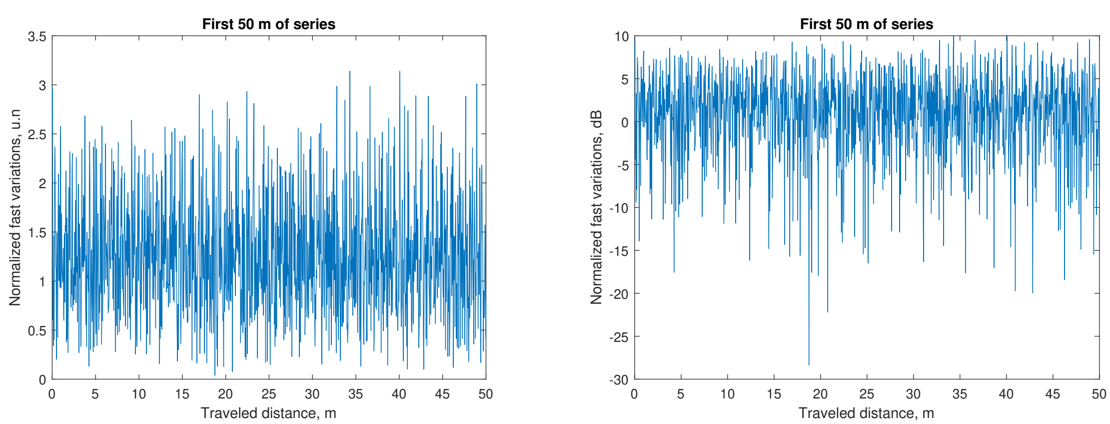

Figura 26: Extracción de las variaciones rápidas para una ventana N=40 Hanning

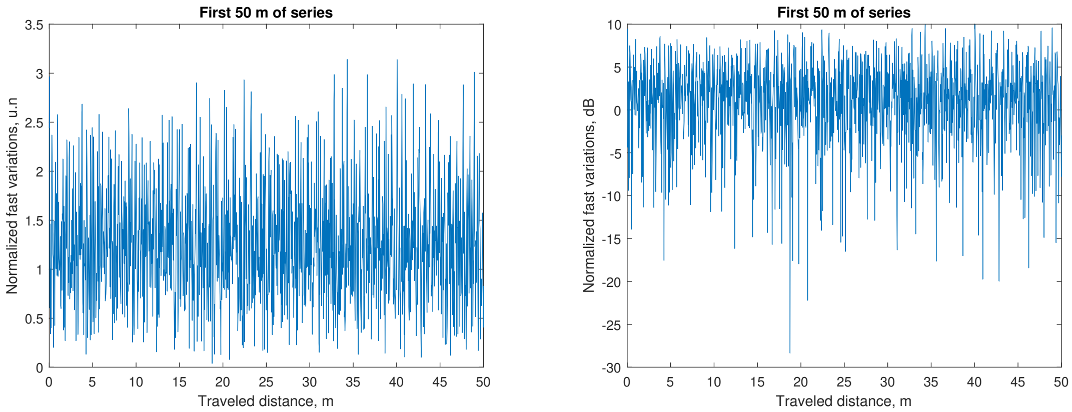

Figura 27: Extracción de las variaciones rápidas para una ventana N=80 Hanning