

7. ANEXOS

ANEXO 1. ÓPTICA GEOMÉTRICA

La óptica geométrica es una aproximación del comportamiento de la luz, que la trata como rayos luminosos, despreciando los efectos de la difracción. Con ella se consigue describir el comportamiento de las ondas cuando los objetos involucrados son mucho mayores que la longitud de onda, despreciando efectos como el de la difracción o el de interferencia ligados al fenómeno ondulatorio de la luz.

La fenomenología que deriva de la teoría de la óptica geométrica se compone por la reflexión y la refracción.

Reflexión

La reflexión de la luz se da lugar cuando los rayos de luz incidentes en una superficie llegan a ella con un ángulo determinado, chocan y se desvían regresando al medio del que provenían formando un ángulo igual al de la luz incidente.

$$\theta_i = \theta_r$$

Ecuación 27. Ley de reflexión

Refracción

La refracción se define como el cambio de dirección de la propagación de una onda debido al cambio del medio de transmisión.

La refracción se explica mediante la ley de Snell: La relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es igual a la razón entre la velocidad de la onda en el primer medio y la velocidad de la onda en el segundo medio. Definiéndose el índice de refracción n como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío c y la velocidad de propagación de la luz en el medio v , se obtiene la ley de Snell.

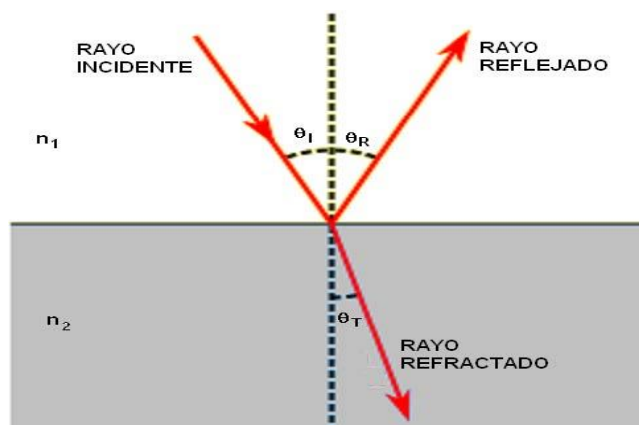


Figura 15. Óptica geométrica

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$$

Ecuación 28. Ley de refracción (Ley de Snell)

$$\text{Con } n = c/v \text{ y } c = 299792458 \text{ m/s}$$

Formación de imágenes

La formación de imágenes a partir de objetos por medio de la convergencia o divergencia de los rayos difractados se materializa gracias a las lentes convexas o cóncavas respectivamente y se rigen por la siguiente ley.

$$-\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} = \frac{1}{f}$$

Ecuación 29. Formación de imagen

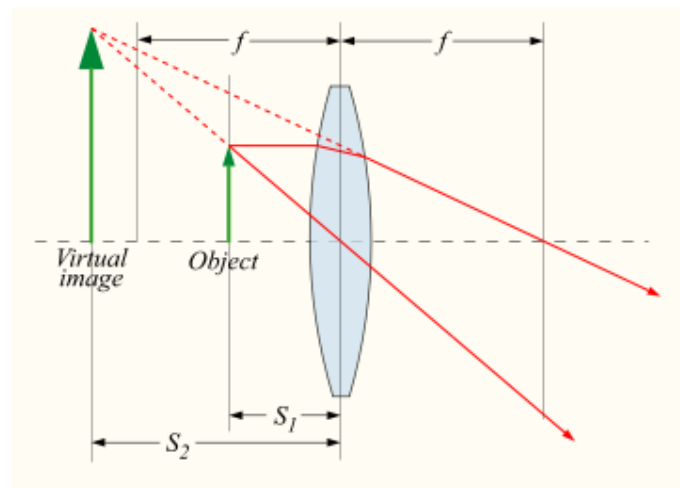


Figura 16. Ejemplo de formación de imagen con una lente convexa

ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN DE SPRAYS, AEROSOL Y SUSPENSIONES

Sprays, aerosoles y suspensiones son mezclas de dos fases inmiscibles en la que una de ellas está dispersada en pequeñas partículas (fase dispersa), mientras que la otra rodea a las partículas, formando un continuo (fase continua). Las diferentes fases pueden ser sólido/líquido, líquido/líquido, sólido/gas o líquido/sólido.

Si las partículas son lo suficientemente grandes como para separarse de la fase continua por sedimentación (o flotación si son menos densas) se habla de suspensiones, mientras que si su pequeño tamaño inhibe la separación se habla de aerosol. El término spray está reservado a suspensiones o aerosoles de gotas líquidas en un gas.

Como ya se ha comentado, el tamaño de las partículas es un parámetro clave para entender su comportamiento físico y una especificación habitual para el diseño de atomizadores de uso técnico. Habitualmente, cada una de las partículas presenta un tamaño diferente y es necesario acudir a técnicas estadísticas para describir la distribución de tamaños de la suspensión.

En lo que sigue, vamos a suponer que las partículas son esféricas, condición que se cumplen en los sprays, ya que las gotas adoptan esta forma por efecto de la tensión superficial. Si las partículas son sólidas, puede definirse diferentes diámetros equivalentes: por ejemplo, el diámetro de la esfera con el mismo volumen que la partícula considerada.

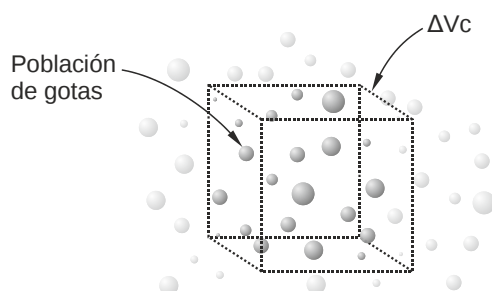


Figura 17. Distribución de partículas esquemática de un spray

Supongamos que tenemos un spray (o suspensión). Se define un volumen de control ΔV_c de pequeño tamaño (idealmente diferencial) centrado en torno al punto $\mathbf{x}$ (Figura 17). Dentro de este volumen se encuentra una población de N partículas. De estas, un número n tienen un tamaño dentro del intervalo $(D, D + \Delta D)$. Se llama *función de densidad de probabilidad de la distribución numérica de tamaño* (o en forma abreviada la *fdp numérica de tamaños*) a:

$$f_N(D) = \lim_{\Delta D \rightarrow 0} \left[\frac{n(D, D + \Delta D)}{N} \frac{1}{\Delta D} \right]$$

Ecuación 30. Función de la densidad de probabilidad de la distribución numérica de tamaños

Definiendo la *concentración numérica local* C_N como el número de partículas por unidad de volumen, la fdp numérica queda:



$$f_N(D) = \lim_{\Delta D \rightarrow 0} \left[\frac{c_N(D, D + \Delta D)}{C_N} \frac{1}{\Delta D} \right]$$

Ecuación 31. Fdp numérica de tamaños

donde $c_N(D, D + \Delta D)$ es la concentración numérica local de partículas con tamaño $(D, D + \Delta D)$. La *función de distribución acumulada numérica* $F_N(D)$ no es más que el porcentaje de partículas con tamaño inferior a D .

$$F_N(D) = \int_0^D f_N(\delta) d\delta$$

Ecuación 32. Función de distribución acumulada de la distribución numérica de tamaños

Al ser el volumen de control un volumen diferencial en torno a un punto $\mathbf{x}$ del spray, estas distribuciones de tamaño **son locales**, es decir, asociadas a dicho un punto. Para otra posición, la distribución de tamaño será diferente. Es decir $f_N(D) = f_N(D, \mathbf{x})$

En muchas aplicaciones técnicas, resulta más útil un punto de vista alternativo. Por ejemplo, en procesos de deposición (espráis de pintura, deposición pulmonar de medicamentos por inhalación, ...) resulta interesante conocer el volumen de la gota y la distribución de volúmenes de la población de partículas. Denotamos con V el volumen de líquido contenido en las gotas existentes dentro del volumen de control ΔV_c y v al volumen de líquido contenido en las gotas con tamaño dentro del intervalo $(D, D + \Delta D)$. Se define la *función de densidad de probabilidad de la distribución volumen* (o en forma abreviada la *fdp volumen*) a:

$$f_V(D) = \lim_{\Delta D \rightarrow 0} \left[\frac{v(D, D + \Delta D)}{V} \frac{1}{\Delta D} \right]$$

Ecuación 33. Función de densidad de probabilidad de la distribución volumen

De nuevo, esta distribución es local (asociada al punto de observación $\mathbf{x}$). Usando la *concentración volumen local* del spray C_V (es decir, el volumen de líquido por unidad de volumen total de fase dispersa y continua), la fdp volumen se escribe:

$$f_V(D) = \lim_{\Delta D \rightarrow 0} \left[\frac{c_V(D, D + \Delta D)}{C_V} \frac{1}{\Delta D} \right]$$

Ecuación 34. fdp volumen

Análogamente, $c_V(D, D + \Delta D)$ es la concentración en volumen local de las gotas con tamaño $(D, D + \Delta D)$.

Ambas dos descripciones son equivalentes. Supongamos conocida la fdp numérica. Usando la población de partículas dentro del volumen de control ΔV_c , el volumen de líquido contenido en gotas de tamaño $(D, D + dD)$ se calcula como $N \cdot f_N(D) dD \cdot \pi/6 D^3$, suponiendo dD muy pequeño. Por lo tanto, sustituyendo en la definición de f_V , se llega a la equivalencia:



$$f_V(D) = \frac{f_N(D)D^3}{\int_0^\infty f_N(D)D^3 dD}$$

Ecuación 35. fdp volumen en función de la fdp numérica de tamaños

De igual manera, conocida la distribución volumen, el número de gotas de diámetro $(D, D + dD)$ se calcula como $V \cdot f_V(D) \Delta D / (\pi/6 D^3)$. Usando la definición de f_N , se concluye:

$$f_N(D) = \frac{f_V(D)/D^3}{\int_0^\infty f_V(D)/D^3 dD}$$

Ecuación 36. fdp numérica de tamaños en función de la fdp volumen

A partir de las distribuciones de tamaños, pueden calcularse diferentes diámetros medios. No son más que momentos de dicha distribución. Usando la distribución numérica $f_N(D)$, puede definirse el diámetro medio (o momento de primer orden), la desviación estadística de la distribución de tamaños, etc.

$$\mu_D = \int_0^\infty f(D)D dD, \quad \sigma_D^2 = \int_0^\infty f(D)(D - \mu_D)^2 dD$$

Ecuación 37. diámetro medio y desviación estadística de la distribución de tamaños

En granulometría, es habitual usar el diámetro medio D_{ij} . Se define con la siguiente ecuación:

$$D_{jk} = \left\{ \frac{\int_0^\infty f_N(D)D^j dD}{\int_0^\infty f_N(D)D^k dD} \right\}^{\frac{1}{j-k}} \quad \text{o con la distr. vol. } D_{jk} = \left\{ \frac{\int_0^\infty f_V(D)D^{j-3} dD}{\int_0^\infty f_V(D)D^{k-3} dD} \right\}^{\frac{1}{j-k}}$$

Ecuación 38. Diámetro medio en función de la distribución numérica de tamaños y de la distribución de volumen

Puede verse que $D_{10} = \mu_D$. También se usan los *percentiles de la distribución de volumen* D_{10} , D_{50} y D_{90} . Son los tamaños de gota por debajo de los cuales está contenido el 10%, 50% y 90% del volumen de líquido del spray. Con la distribución acumulada en volumen:

$$\frac{x}{100} = F_V(D_x) \quad \text{con } x = 10, 50, 90$$

Estos diámetros caracterizan el valor central (D_{50}) y la anchura de la distribución ($D_{50} - D_{90}$) de forma robusta. A partir de estos diámetros, se define el Span o anchura adimensional:

$$\text{Span} = \frac{D_{90} - D_{10}}{D_{50}}$$

Ecuación 39. Definición de Span o anchura adimensional



Si los diámetros están discretizados en tamaños D_i (es decir, se maneja una función de densidad de probabilidad granular $f_N(D) = \sum n_i \delta(D - D_i)$), las expresiones de cálculo de diámetro medio también deben discretizarse aprovechando las propiedades de la delta de Dirac. Por ejemplo:

$$\mu_D = \sum_i n_i D_i, \quad \sigma_D^2 = \sum_i n_i (D_i - \mu_D)^2, \quad D_{jk} = \left\{ \frac{\sum_i v_i D_i^{j-3}}{\sum_i v_i D_i^{k-3}} \right\}^{\frac{1}{j-k}}$$

Como se ha explicado a lo largo de la Memoria, n_i es el tanto por uno de partículas de tamaño D_i y v_i es el tanto por uno de volumen contenido en partículas de la correspondiente clase de tamaños. Por definición de función de densidad de probabilidad, debe de cumplirse:

$$\sum_{\forall i} n_i = 1, \quad \sum_{\forall i} v_i = 1$$



ANEXO 3. FUNCIONES DE BESSEL

Definición

Se conoce como funciones de Bessel a las soluciones canónicas de la ecuación diferencial de Bessel que viene dada por la siguiente expresión:

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + x \frac{dy}{dx} + (x^2 - \alpha^2)y = 0$$

Ecuación 40. Ecuación diferencial de Bessel

Las funciones de Bessel son funciones oscilatorias que decaen proporcionalmente a $1/\sqrt{x}$

Como caso particular se muestran las dos primeras funciones de Bessel enteras (de orden 0 y de orden 1 respectivamente):

$$J_0(x) = 1 - \frac{x^2}{2^2} + \frac{x^4}{2^2 4^2} - \frac{x^6}{2^2 4^2 6^2} \cdots$$

$$J_1(x) = \frac{x}{2} - \frac{x^3}{2^2 4} + \frac{x^5}{2^2 4^2 6} - \frac{x^7}{2^2 4^2 6^2 8} \cdots$$

$$J'_0(x) = \frac{dJ_0(x)}{dx} = -J_1(x)$$

Ecuación 41. Casos particulares de funciones de Bessel de primera especie

Integral de Bessel

Para valores enteros de n , se tiene la siguiente representación integral:

$$J_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos(n\tau - x \sin \tau) d\tau.$$

Ecuación 42. Integral de Bessel

Que también se puede escribir como:

$$J_n(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^\pi e^{-i(n\tau - x \sin \tau)} d\tau.$$

Ecuación 43. Integral de Bessel de forma exponencial

Esta es la forma usada por Bessel en su estudio de estas funciones, y a partir de esta definición dedujo varias propiedades de las mismas.



Propiedades de las funciones de Bessel

Si partimos de la serie que define a la función de Bessel, se demuestra directamente que

$$\frac{d}{dx}[x^n J_n(x)] = x^n J_{n-1}(x)$$

Ecuación 44

$$\frac{d}{dx}[x^{-n} J_n(x)] = -x^{-n} J_{n+1}(x)$$

Ecuación 45

Fórmulas equivalentes a:

$$\frac{n}{x} J_n(x) + J'_n(x) = J_{n-1}(x)$$

Ecuación 46

$$\frac{-n}{x} J_n(x) + J'_n(x) = -J_{n+1}(x)$$

Ecuación 47

Sumando, se obtiene la derivada de la función de Bessel:

$$J'_0(x) = \frac{1}{2} [J_{n-1}(x) - J_{n+1}(x)]$$

Ecuación 48. Derivada de la función de Bessel

y restando, la relación de recurrencia:

$$J_{n-1}(x) + J_{n+1}(x) = \frac{2n}{x} J_n(x)$$

Ecuación 49. Relación de recurrencia

Estas fórmulas son válidas $\forall n \in \mathcal{R}$. Un caso particular es $n = 0$ donde la relación de recurrencia nos dice que $J_{-1}(x) = -J_1(x)$ y la derivada de la función de Bessel nos dice que $J'_0(x) = -J_1(x)$. Si integramos la Ecuación 41 y sabiendo que $J_n(\infty) = 0, J_n(0) = 0$ si $n > 0$ queda

$$\int_0^\infty dx J_{n-1}(x) = \int_0^\infty dx J_{n+1}(x), n > 0$$

Ecuación 50



Mientras que para $n = 0$, el resultado $J_0(0) = 1$ da $\int_0^\infty dx J_1(x) = 1$, que unido a la Ecuación 43 da $\int_0^\infty dx J_{2k+1}(x) = 1$, $k = 0, 1, 2, 3, \dots$. De hecho, un resultado más fuerte dice que:

$$\int_0^\infty dx J_n(x) = 1, \quad n > -1$$

Ecuación 51



ANEXO 4. DATOS MALVERN

El difractómetro Malvern HS-2600 dispone de un conjunto de 31 fotodiodos en forma de semianillos concéntricos con los siguientes radios.

Semianillo	$r_{int}[mm]$	$r_{ext}[mm]$
1	0,149	0,218
2	0,254	0,318
3	0,353	0,417
4	0,452	0,518
5	0,554	0,625
6	0,66	0,737
7	0,772	0,856
8	0,892	0,986
9	1,021	1,128
10	1,163	1,285
11	1,321	1,461
12	1,496	1,656
13	1,692	1,88
14	1,915	2,131
15	2,167	2,416
16	2,451	2,738
17	2,774	3,101
18	3,137	3,513
19	3,549	3,978
20	4,013	4,501
21	4,536	5,085
22	5,121	5,738
23	5,773	6,469
24	6,505	7,282
25	7,318	8,184
26	8,219	9,185
27	9,22	10,287
28	10,323	11,501
29	11,537	12,837
30	12,873	14,3
31	14,336	15,9

Tabla 4. Medidas de los semianillos fotodetectores

Además, dispone de un juego de lentes que permiten que la distancia focal pueda tomar seis valores distintos: 63mm, 100mm, 300mm, 600mm, 800mm y 1000mm.



ANEXO 5. CLASES DE DIÁMETROS DE PARTÍCULAS

Las clases de diámetros de partículas discretizados según los diferentes criterios expuestos anteriormente y para las distintas distancias focales se muestran en Tabla 5 a Tabla 8. En el criterio de condicionamiento óptimo de la matriz de transferencia sólo se representan los datos para una distancia focal dado el coste computacional que supone la ejecución de dicho criterio.

	f=63mm	f=100mm	f=300mm	f=600mm	f=800mm	f=1000mm
D1	1,16E+02	1,83E+02	5,50E+02	1,10E+03	1,47E+03	1,83E+03
D2	6,78E+01	1,08E+02	3,23E+02	6,45E+02	8,61E+02	1,08E+03
D3	4,88E+01	7,74E+01	2,32E+02	4,64E+02	6,19E+02	7,74E+02
D4	3,81E+01	6,05E+01	1,81E+02	3,63E+02	4,84E+02	6,05E+02
D5	3,11E+01	4,93E+01	1,48E+02	2,96E+02	3,95E+02	4,93E+02
D6	2,61E+01	4,14E+01	1,24E+02	2,48E+02	3,31E+02	4,14E+02
D7	2,23E+01	3,54E+01	1,06E+02	2,12E+02	2,83E+02	3,54E+02
D8	1,93E+01	3,06E+01	9,19E+01	1,84E+02	2,45E+02	3,06E+02
D9	1,69E+01	2,68E+01	8,03E+01	1,61E+02	2,14E+02	2,68E+02
D10	1,48E+01	2,35E+01	7,05E+01	1,41E+02	1,88E+02	2,35E+02
D11	1,30E+01	2,07E+01	6,21E+01	1,24E+02	1,65E+02	2,07E+02
D12	1,15E+01	1,83E+01	5,48E+01	1,10E+02	1,46E+02	1,83E+02
D13	1,02E+01	1,62E+01	4,85E+01	9,69E+01	1,29E+02	1,61E+02
D14	8,99E+00	1,43E+01	4,28E+01	8,56E+01	1,14E+02	1,43E+02
D15	7,95E+00	1,26E+01	3,78E+01	7,57E+01	1,01E+02	1,26E+02
D16	7,03E+00	1,12E+01	3,34E+01	6,69E+01	8,92E+01	1,11E+02
D17	6,21E+00	9,85E+00	2,96E+01	5,91E+01	7,88E+01	9,85E+01
D18	5,49E+00	8,72E+00	2,61E+01	5,23E+01	6,97E+01	8,71E+01
D19	4,86E+00	7,70E+00	2,31E+01	4,62E+01	6,16E+01	7,70E+01
D20	4,30E+00	6,81E+00	2,04E+01	4,09E+01	5,45E+01	6,81E+01
D21	3,81E+00	6,03E+00	1,81E+01	3,61E+01	4,82E+01	6,02E+01
D22	3,37E+00	5,34E+00	1,60E+01	3,20E+01	4,27E+01	5,34E+01
D23	2,99E+00	4,74E+00	1,42E+01	2,84E+01	3,79E+01	4,73E+01
D24	2,66E+00	4,21E+00	1,26E+01	2,52E+01	3,36E+01	4,20E+01
D25	2,37E+00	3,74E+00	1,12E+01	2,24E+01	2,99E+01	3,73E+01
D26	2,11E+00	3,34E+00	9,98E+00	1,99E+01	2,66E+01	3,32E+01
D27	1,89E+00	2,98E+00	8,90E+00	1,78E+01	2,37E+01	2,96E+01
D28	1,69E+00	2,66E+00	7,95E+00	1,59E+01	2,12E+01	2,65E+01
D29	1,52E+00	2,38E+00	7,11E+00	1,42E+01	1,90E+01	2,37E+01
D30	1,36E+00	2,14E+00	6,37E+00	1,27E+01	1,70E+01	2,12E+01
D31	1,23E+00	1,93E+00	5,72E+00	1,14E+01	1,53E+01	1,91E+01

Tabla 5. Clases de diámetros en mm según el criterio de discretización clásico



	f=63mm	f=100mm	f=300mm	f=600mm	f=800mm	f=1000mm
D1	1,27E+02	2,02E+02	6,07E+02	1,21E+03	1,62E+03	2,02E+03
D2	8,17E+01	1,30E+02	3,89E+02	7,78E+02	1,04E+03	1,30E+03
D3	6,07E+01	9,63E+01	2,89E+02	5,78E+02	7,71E+02	9,63E+02
D4	4,82E+01	7,65E+01	2,29E+02	4,59E+02	6,12E+02	7,65E+02
D5	3,96E+01	6,29E+01	1,89E+02	3,78E+02	5,03E+02	6,29E+02
D6	3,35E+01	5,31E+01	1,59E+02	3,19E+02	4,25E+02	5,31E+02
D7	2,87E+01	4,56E+01	1,37E+02	2,73E+02	3,65E+02	4,56E+02
D8	2,49E+01	3,95E+01	1,18E+02	2,37E+02	3,16E+02	3,95E+02
D9	2,17E+01	3,45E+01	1,04E+02	2,07E+02	2,76E+02	3,45E+02
D10	1,91E+01	3,03E+01	9,09E+01	1,82E+02	2,42E+02	3,03E+02
D11	1,68E+01	2,67E+01	8,00E+01	1,60E+02	2,13E+02	2,67E+02
D12	1,48E+01	2,35E+01	7,06E+01	1,41E+02	1,88E+02	2,35E+02
D13	1,31E+01	2,08E+01	6,23E+01	1,25E+02	1,66E+02	2,08E+02
D14	1,16E+01	1,83E+01	5,50E+01	1,10E+02	1,47E+02	1,83E+02
D15	1,02E+01	1,62E+01	4,86E+01	9,71E+01	1,29E+02	1,62E+02
D16	9,01E+00	1,43E+01	4,29E+01	8,58E+01	1,14E+02	1,43E+02
D17	7,96E+00	1,26E+01	3,79E+01	7,58E+01	1,01E+02	1,26E+02
D18	7,04E+00	1,12E+01	3,35E+01	6,69E+01	8,92E+01	1,12E+02
D19	6,22E+00	9,86E+00	2,96E+01	5,91E+01	7,88E+01	9,86E+01
D20	5,50E+00	8,72E+00	2,61E+01	5,23E+01	6,97E+01	8,71E+01
D21	4,87E+00	7,72E+00	2,31E+01	4,63E+01	6,17E+01	7,71E+01
D22	4,32E+00	6,84E+00	2,05E+01	4,10E+01	5,47E+01	6,83E+01
D23	3,84E+00	6,07E+00	1,82E+01	3,64E+01	4,85E+01	6,06E+01
D24	3,41E+00	5,39E+00	1,61E+01	3,23E+01	4,30E+01	5,38E+01
D25	3,04E+00	4,80E+00	1,44E+01	2,87E+01	3,83E+01	4,79E+01
D26	2,71E+00	4,28E+00	1,28E+01	2,56E+01	3,41E+01	4,26E+01
D27	2,42E+00	3,82E+00	1,14E+01	2,28E+01	3,04E+01	3,80E+01
D28	2,17E+00	3,42E+00	1,02E+01	2,04E+01	2,72E+01	3,40E+01
D29	1,95E+00	3,07E+00	9,14E+00	1,83E+01	2,43E+01	3,04E+01
D30	1,76E+00	2,76E+00	8,20E+00	1,64E+01	2,18E+01	2,73E+01
D31	1,59E+00	2,48E+00	7,37E+00	1,47E+01	1,96E+01	2,45E+01

Tabla 6. Clases de diámetros en mm según el criterio de discretización de máximo porcentaje de energía en el semianillo detector



f=63mm	
D1	1,27E+02
D2	8,17E+01
D3	6,07E+01
D4	4,82E+01
D5	3,96E+01
D6	3,35E+01
D7	2,87E+01
D8	2,49E+01
D9	2,17E+01
D10	1,91E+01
D11	1,68E+01
D12	1,48E+01
D13	1,31E+01
D14	1,16E+01
D15	1,02E+01
D16	9,01E+00
D17	7,96E+00
D18	7,04E+00
D19	6,22E+00
D20	5,50E+00
D21	4,87E+00
D22	4,32E+00
D23	3,84E+00
D24	3,41E+00
D25	3,04E+00
D26	2,71E+00
D27	2,42E+00
D28	2,17E+00
D29	1,95E+00
D30	1,76E+00
D31	1,59E+00

Tabla 7. Clases de diámetros en mm según el criterio de discretización de condicionamiento óptimo de la matriz de transferencia



	f=63mm	f=100mm	f=300mm	f=600mm	f=800mm	f=1000mm
D0	1,57E+02	2,50E+02	7,49E+02	1,50E+03	2,00E+03	2,50E+03
D1	1,11E+02	1,77E+02	5,30E+02	1,06E+03	1,41E+03	1,77E+03
D2	8,86E+01	1,41E+02	4,22E+02	8,44E+02	1,13E+03	1,41E+03
D3	5,74E+01	9,11E+01	2,73E+02	5,47E+02	7,29E+02	9,11E+02
D4	4,67E+01	7,41E+01	2,22E+02	4,44E+02	5,92E+02	7,41E+02
D5	3,97E+01	6,30E+01	1,89E+02	3,78E+02	5,04E+02	6,30E+02
D6	3,31E+01	5,26E+01	1,58E+02	3,16E+02	4,21E+02	5,26E+02
D7	2,84E+01	4,51E+01	1,35E+02	2,71E+02	3,61E+02	4,51E+02
D8	2,47E+01	3,93E+01	1,18E+02	2,36E+02	3,14E+02	3,93E+02
D9	2,16E+01	3,43E+01	1,03E+02	2,06E+02	2,74E+02	3,43E+02
D10	1,90E+01	3,01E+01	9,03E+01	1,81E+02	2,41E+02	3,01E+02
D11	1,67E+01	2,65E+01	7,96E+01	1,59E+02	2,12E+02	2,65E+02
D12	1,47E+01	2,34E+01	7,02E+01	1,40E+02	1,87E+02	2,34E+02
D13	1,30E+01	2,07E+01	6,20E+01	1,24E+02	1,65E+02	2,07E+02
D14	1,15E+01	1,82E+01	5,47E+01	1,09E+02	1,46E+02	1,82E+02
D15	1,01E+01	1,61E+01	4,83E+01	9,66E+01	1,29E+02	1,61E+02
D16	8,96E+00	1,42E+01	4,27E+01	8,53E+01	1,14E+02	1,42E+02
D17	7,92E+00	1,26E+01	3,77E+01	7,54E+01	1,01E+02	1,26E+02
D18	6,99E+00	1,11E+01	3,33E+01	6,66E+01	8,88E+01	1,11E+02
D19	6,18E+00	9,81E+00	2,94E+01	5,88E+01	7,84E+01	9,81E+01
D20	5,46E+00	8,67E+00	2,60E+01	5,20E+01	6,94E+01	8,67E+01
D21	4,83E+00	7,67E+00	2,30E+01	4,60E+01	6,14E+01	7,67E+01
D22	4,28E+00	6,80E+00	2,04E+01	4,08E+01	5,44E+01	6,80E+01
D23	3,80E+00	6,03E+00	1,81E+01	3,62E+01	4,82E+01	6,03E+01
D24	3,37E+00	5,36E+00	1,61E+01	3,21E+01	4,29E+01	5,36E+01
D25	3,00E+00	4,76E+00	1,43E+01	2,86E+01	3,81E+01	4,76E+01
D26	2,67E+00	4,24E+00	1,27E+01	2,55E+01	3,39E+01	4,24E+01
D27	2,38E+00	3,78E+00	1,13E+01	2,27E+01	3,03E+01	3,78E+01
D28	2,14E+00	3,40E+00	1,02E+01	2,04E+01	2,72E+01	3,40E+01
D29	1,91E+00	3,04E+00	9,11E+00	1,82E+01	2,43E+01	3,04E+01
D30	1,68E+00	2,67E+00	8,01E+00	1,60E+01	2,14E+01	2,67E+01
D31	1,58E+00	2,50E+00	7,51E+00	1,50E+01	2,00E+01	2,50E+01
D32	1,46E+00	2,32E+00	6,96E+00	1,39E+01	1,86E+01	2,32E+01

Tabla 8. Clases de diámetros en mm según el criterio de discretización con base de funciones triangular



ANEXO 6. MATRICES DE TRANSFERENCIA

La matriz de transferencia relaciona el vector de energías percibidas por los fotodiodos (W) con el vector de distribución de tamaños (V) según la ecuación :

$$W = MV$$

Ecuación 52. Sistema de ecuaciones que relaciona energía recibida con tamaño de partículas

Como se ha visto anteriormente (ecuaciones 17 y 21), la matriz de transferencia puede ser definida según diferentes criterios de discretización. En este apartado se muestran las matrices de transferencia siguiendo los diferentes criterios de discretización expuestos en el presente proyecto, evaluando en la distancia focal de 300mm (distancia focal intermedia dentro del rango en el que permite ensayar el difractómetro Malvern HS-2600).

La matriz de transferencia calculada según el criterio de condicionamiento óptimo de la matriz sólo ha sido calculada para la primera focal ($f=63\text{mm}$), posteriormente se desestimó dicho criterio por el alto coste computacional que supone.



6,69E -04	6,52E -04	5,30E -04	4,36E -04	3,65E -04	3,11E -04	2,69E -04	2,34E -04	2,06E -04	1,81E -04	1,60E -04	1,41E -04	1,25E -04	1,11E -04	9,80E -05	8,68E -05	7,67E -05	6,79E -05	6,00E -05	5,31E -05	4,70E -05	4,16E -05	3,69E -05	3,28E -05	2,91E -05	2,59E -05	2,31E -05	2,07E -05	1,85E -05	1,66E -05	1,49E -05
2,72E -04	6,53E -04	6,38E -04	5,64E -04	4,91E -04	4,28E -04	3,74E -04	3,29E -04	2,91E -04	2,58E -04	2,28E -04	2,03E -04	1,80E -04	1,59E -04	1,41E -04	1,25E -04	1,11E -04	9,79E -05	8,66E -05	7,66E -05	6,78E -05	6,01E -05	5,33E -05	4,73E -05	4,21E -05	3,75E -05	3,34E -05	2,99E -05	2,67E -05	2,40E -05	2,15E -05
2,19E -05	5,05E -04	6,60E -04	6,50E -04	5,96E -04	5,36E -04	4,78E -04	4,26E -04	3,80E -04	3,39E -04	3,02E -04	2,69E -04	2,39E -04	2,13E -04	1,89E -04	1,67E -04	1,48E -04	1,31E -04	1,16E -04	1,03E -04	9,12E -05	8,08E -05	7,17E -05	6,37E -05	5,66E -05	5,04E -05	4,50E -05	4,02E -05	3,60E -05	3,22E -05	2,90E -05
3,21E -05	2,84E -04	5,94E -04	6,83E -04	6,75E -04	6,33E -04	5,80E -04	5,26E -04	4,75E -04	4,27E -04	3,83E -04	3,43E -04	3,07E -04	2,73E -04	2,43E -04	2,16E -04	1,92E -04	1,70E -04	1,51E -04	1,33E -04	1,18E -04	1,05E -04	9,31E -05	8,27E -05	7,35E -05	6,55E -05	5,84E -05	5,22E -05	4,67E -05	4,19E -05	3,76E -05
7,61E -05	9,16E -05	4,63E -04	6,71E -04	7,36E -04	7,30E -04	6,93E -04	6,44E -04	5,91E -04	5,38E -04	4,86E -04	4,38E -04	3,94E -04	3,52E -04	3,14E -04	2,80E -04	2,49E -04	2,21E -04	1,96E -04	1,74E -04	1,54E -04	1,37E -04	1,22E -04	1,08E -04	9,60E -05	8,56E -05	7,63E -05	6,82E -05	6,11E -05	5,47E -05	4,92E -05
2,37E -05	4,35E -06	2,85E -04	5,89E -04	7,47E -04	7,99E -04	7,94E -04	7,60E -04	7,12E -04	6,58E -04	6,02E -04	5,47E -04	4,94E -04	4,45E -04	3,98E -04	3,56E -04	3,17E -04	2,82E -04	2,51E -04	2,23E -04	1,97E -04	1,75E -04	1,56E -04	1,39E -04	1,23E -04	1,10E -04	9,80E -05	8,76E -05	7,84E -05	7,03E -05	6,32E -05
8,34E -06	3,39E -05	1,14E -04	4,45E -04	6,96E -04	8,26E -04	8,72E -04	8,68E -04	8,35E -04	7,86E -04	7,30E -04	6,70E -04	6,11E -04	5,53E -04	4,98E -04	4,46E -04	3,99E -04	3,56E -04	3,17E -04	2,82E -04	2,50E -04	2,22E -04	1,98E -04	1,76E -04	1,56E -04	1,39E -04	1,24E -04	1,11E -04	9,96E -05	8,94E -05	8,03E -05
3,84E -05	9,88E -05	1,37E -05	2,71E -04	5,92E -04	8,13E -04	9,32E -04	9,76E -04	9,72E -04	9,39E -04	8,87E -04	8,26E -04	7,61E -04	6,94E -04	6,29E -04	5,66E -04	5,08E -04	4,55E -04	4,05E -04	3,61E -04	3,21E -04	2,86E -04	2,54E -04	2,26E -04	2,02E -04	1,80E -04	1,60E -04	1,44E -04	1,29E -04	1,15E -04	1,04E -04
7,38E -06	9,30E -05	1,83E -05	1,07E -04	4,32E -04	7,40E -04	9,50E -04	1,07E -03	1,11E -03	1,11E -03	1,07E -03	1,02E -03	9,47E -04	8,73E -04	7,97E -04	7,22E -04	6,51E -04	5,84E -04	5,23E -04	4,67E -04	4,16E -04	3,70E -04	3,30E -04	2,94E -04	2,62E -04	2,34E -04	2,09E -04	1,87E -04	1,67E -04	1,50E -04	1,35E -04
1,96E -05	2,16E -05	9,94E -05	1,04E -05	2,36E -04	5,86E -04	8,90E -04	1,10E -03	1,22E -03	1,27E -03	1,26E -03	1,22E -03	1,16E -03	1,08E -03	1,00E -03	9,13E -04	8,28E -04	7,47E -04	6,71E -04	6,00E -04	5,36E -04	4,78E -04	4,27E -04	3,80E -04	3,39E -04	3,03E -04	2,71E -04	2,42E -04	2,17E -04	1,95E -04	1,75E -04
1,17E -05	1,47E -05	1,52E -04	2,99E -05	6,79E -05	3,72E -04	7,41E -04	1,05E -03	1,27E -03	1,40E -03	1,45E -03	1,45E -03	1,41E -03	1,34E -03	1,25E -03	1,15E -03	1,05E -03	9,54E -04	8,60E -04	7,73E -04	6,92E -04	6,19E -04	5,53E -04	4,94E -04	4,41E -04	3,94E -04	3,52E -04	3,15E -04	2,83E -04	2,54E -04	2,28E -04
1,58E -05	6,54E -05	9,24E -05	1,34E -04	4,36E -06	1,52E -04	5,08E -04	8,99E -04	1,23E -03	1,46E -03	1,60E -03	1,66E -03	1,66E -03	1,61E -03	1,53E -03	1,43E -03	1,32E -03	1,20E -03	1,09E -03	9,85E -04	8,85E -04	7,94E -04	7,11E -04	6,35E -04	5,68E -04	5,08E -04	4,55E -04	4,07E -04	3,65E -04	3,28E -04	2,95E -04
5,52E -06	2,55E -05	8,42E -06	2,03E -04	8,17E -05	1,71E -05	2,48E -04	6,57E -04	1,09E -03	1,45E -03	1,72E -03	1,88E -03	1,95E -03	1,95E -03	1,89E -03	1,80E -03	1,68E -03	1,55E -03	1,42E -03	1,28E -03	1,16E -03	1,04E -03	9,37E -04	8,39E -04	7,52E -04	6,73E -04	6,03E -04	5,40E -04	4,85E -04	4,36E -04	3,92E -04
1,39E -05	2,12E -05	5,22E -05	1,22E -04	2,19E -05	4,31E -05	4,68E -05	3,41E -04	7,94E -04	1,27E -03	1,68E -03	1,98E -03	2,16E -03	2,24E -03	2,24E -03	2,17E -03	2,06E -03	1,93E -03	1,78E -03	1,63E -03	1,48E -03	1,34E -03	1,20E -03	1,08E -03	9,71E -04	8,71E -04	7,81E -04	7,01E -04	6,29E -04	5,66E -04	5,09E -04
1,13E -05	3,81E -05	9,17E -05	1,10E -05	2,39E -04	2,04E -04	2,34E -05	8,21E -05	4,28E -04	9,39E -04	1,47E -03	1,93E -03	2,27E -03	2,49E -03	2,58E -03	2,58E -03	2,51E -03	2,38E -03	2,23E -03	2,06E -03	1,88E -03	1,71E -03	1,55E -03	1,39E -03	1,25E -03	1,13E -03	1,01E -03	9,10E -04	8,18E -04	7,36E -04	6,63E -04
8,03E -06	1,53E -05	1,24E -05	7,07E -05	8,98E -05	3,12E -04	1,88E -04	1,52E -05	1,16E -04	5,18E -04	1,10E -03	1,70E -03	2,22E -03	2,62E -03	2,87E -03	2,98E -03	2,89E -03	2,75E -03	2,57E -03	2,37E -03	2,17E -03	1,98E -03	1,79E -03	1,62E -03	1,46E -03	1,31E -03	1,18E -03	1,06E -03	9,57E -04	8,62E -04	7,82E -04
7,01E -06	2,20E -05	5,83E -05	1,19E -04	1,49E -05	1,95E -04	3,56E -04	1,79E -04	1,29E -05	1,46E -04	6,05E -04	1,25E -03	1,93E -03	2,53E -03	2,98E -03	3,27E -03	3,39E -03	3,39E -03	3,29E -03	3,13E -03	2,93E -03	2,71E -03	2,48E -03	2,26E -03	2,05E -03	1,86E -03	1,67E -03	1,51E -03	1,36E -03	1,23E -03	1,11E -03
5,97E -06	2,56E -05	2,64E -05	1,63E -05	1,37E -04	2,10E -05	2,92E -04	3,99E -04	1,83E -04	1,34E -05	1,78E -04	6,99E -04	1,43E -03	2,22E -03	2,91E -03	3,43E -03	3,76E -03	3,90E -03	3,90E -03	3,79E -03	3,60E -03	3,37E -03	3,12E -03	2,87E -03	2,61E -03	2,37E -03	2,15E -03	1,94E -03	1,76E -03	1,59E -03	1,43E -03
5,32E -06	1,30E -05	4,42E -05	7,64E -05	1,05E -04	9,68E -05	6,03E -05	3,76E -04	4,45E -04	1,95E -04	1,48E -05	2,05E -04	7,93E -04	1,64E -03	2,53E -03	3,32E -03	3,91E -03	4,28E -03	4,45E -03	4,45E -03	4,32E -03	4,12E -03	3,86E -03	3,57E -03	3,28E -03	3,00E -03	2,73E -03	2,48E -03	2,24E -03	2,03E -03	1,84E -03
6,10E -06	1,21E -05	1,49E -05	3,45E -05	2,12E -05	1,84E -04	6,17E -05	1,10E -04	4,53E -04	4,97E -04	2,11E -04	1,68E -05	2,33E -04	9,06E -04	1,86E -03	2,88E -03	3,78E -03	4,45E -03	4,87E -03	5,06E -03	5,06E -03	4,92E -03	4,69E -03	4,40E -03	4,08E -03	3,76E -03	3,44E -03	3,13E -03	2,85E -03	2,59E -03	2,34E -03
4,19E -06	1,26E -05	3,30E -05	5,57E -05	1,09E -04	3,08E -05	2,22E -04	4,06E -05	1,56E -04	5,27E -04	5,51E -04	2,32E -05	1,86E -04	2,69E -04	1,03E -03	2,11E -03	3,25E -03	4,25E -03	5,01E -03	5,48E -03	5,69E -03	5,70E -03	5,54E -03	5,28E -03	4,96E -03	4,61E -03	4,25E -03	3,90E -03	3,56E -03	3,24E -03	2,95E -03
3,57E -06	1,22E -05	2,71E -05	1,95E -05	1,90E -05	9,87E -05	8,47E -05	2,38E -04	3,11E -05	2,04E -04	6,06E -04	6,13E -04	2,54E -04	2,04E -05	3,14E -03	1,18E -03	2,40E -03	3,68E -03	4,80E -03	5,64E -03	6,17E -03	6,40E -03	6,40E -03	6,23E -03	5,95E -03	5,59E -03	5,20E -03	4,80E -03	4,41E -03	4,04E -03	3,68E -03
3,59E -06	1,10E -05	1,89E -05	4,45E -05	7,78E -05	6,86E -05	6,29E -05	1,48E -04	2,51E -04	2,73E -05	2,57E -04	6,94E -04	6,85E -04	2,73E -04	2,31E -05	3,73E -04	1,37E -03	2,74E -03	4,19E -03	5,44E -03	6,38E -03	6,96E -03	7,22E -03	7,22E -03	7,03E -03	6,72E -03	6,33E -03	5,90E -03	5,46E -03	5,02E -03	4,60E -03
3,14E -06	7,24E -06	1,66E -05	3,25E -05	2,70E -05	6,32E -05	1,32E -04	3,82E -05	2,05E -04	2,61E -04	2,61E -05	3,10E -04	7,85E -04	7,51E -04	2,86E -04	2,61E -05	4,47E -04	1,57E -03	3,12E -03	4,72E -03	6,11E -03	7,14E -03	7,77E -03	8,06E -03	8,06E -03	7,86E -03	7,52E -03	7,09E -03	6,62E -03	6,13E -03	5,65E -03
2,67E -06	9,57E -06	1,51E -05	2,17E -05	3,54E -05	4,23E -05	3,19E -05	1,72E -04	2,87E -05	2,63E -04	2,69E -04	2,75E -05	3,74E -04	8,92E -04	8,18E -04	2,93E -05	3,19E -04	5,40E -04	1,83E -03	3,56E -03	5,34E -03	6,86E -03	7,98E -03	8,67E -03	8,98E -03	8,99E -03	8,77E -03	8,39E -03	7,93E -03	7,41E -03	6,88E -03
2,28E -06	5,87E -06	1,19E -05	2,04E -05	4,38E -05	6,82E -05	9,48E -05	2,99E -05	1,93E -04	2,99E -05	3,23E -04	2,77E -04	3,19E -05	4,60E -04	1,01E -03	8,85E -04	4,23E -05	6,69E -04	2,14E -03	4,08E -03	6,04E -03	7,70E -03	8,93E -03	9,68E -03	1,00E -02	1,00E -02	9,79E -03	9,38E -03	8,88E -03	8,31E -03	
2,21E -06	6,																													

6,19E -04	6,99E -04	6,14E -04	5,26E -04	4,51E -04	3,90E -04	3,40E -04	2,98E -04	2,62E -04	2,32E -04	2,05E -04	1,81E -04	1,61E -04	1,42E -04	1,26E -04	1,11E -04	9,82E -05	8,68E -05	7,67E -05	6,79E -05	6,01E -05	5,32E -05	4,72E -05	4,20E -05	3,73E -05	3,33E -05	2,97E -05	2,65E -05	2,38E -05	2,13E -05	1,92E -05
1,70E -04	5,81E -04	6,64E -04	6,35E -04	5,78E -04	5,18E -04	4,62E -04	4,11E -04	3,66E -04	3,26E -04	2,90E -04	2,58E -04	2,29E -04	2,03E -04	1,80E -04	1,60E -04	1,41E -04	1,25E -04	1,11E -04	9,79E -05	8,67E -05	7,69E -05	6,82E -05	6,06E -05	5,39E -05	4,80E -05	4,29E -05	3,83E -05	3,43E -05	3,08E -05	2,77E -05
4,51E -06	3,24E -04	5,82E -04	6,61E -04	6,56E -04	6,19E -04	5,70E -04	5,19E -04	4,69E -04	4,23E -04	3,79E -04	3,39E -04	3,03E -04	2,70E -04	2,40E -04	2,13E -04	1,89E -04	1,67E -04	1,48E -04	1,31E -04	1,16E -04	1,03E -04	9,17E -05	8,15E -05	7,25E -05	6,46E -05	5,77E -05	5,16E -05	4,62E -05	4,15E -05	3,73E -05
6,25E -05	9,24E -05	4,06E -04	6,01E -04	6,77E -04	6,85E -04	6,59E -04	6,18E -04	5,71E -04	5,22E -04	4,74E -04	4,28E -04	3,85E -04	3,44E -04	3,07E -04	2,74E -04	2,43E -04	2,16E -04	1,92E -04	1,70E -04	1,51E -04	1,34E -04	1,19E -04	1,06E -04	9,41E -05	8,39E -05	7,49E -05	6,70E -05	6,00E -05	5,38E -05	4,84E -05
5,00E -05	2,92E -06	2,05E -04	4,76E -04	6,47E -04	7,23E -04	7,39E -04	7,21E -04	6,85E -04	6,39E -04	5,89E -04	5,38E -04	4,88E -04	4,40E -04	3,94E -04	3,53E -04	3,15E -04	2,80E -04	2,49E -04	2,21E -04	1,96E -04	1,74E -04	1,55E -04	1,38E -04	1,23E -04	1,10E -04	9,78E -05	8,75E -05	7,84E -05	7,04E -05	6,33E -05
2,39E -06	4,49E -05	5,02E -05	3,01E -04	5,46E -04	7,02E -04	7,79E -04	8,02E -04	7,90E -04	7,56E -04	7,10E -04	6,58E -04	6,03E -04	5,49E -04	4,95E -04	4,45E -04	3,99E -04	3,56E -04	3,17E -04	2,82E -04	2,51E -04	2,23E -04	1,99E -04	1,77E -04	1,58E -04	1,41E -04	1,26E -04	1,12E -04	1,01E -04	9,04E -05	8,13E -05
3,15E -05	9,24E -05	2,79E -06	1,27E -04	3,88E -04	6,16E -04	7,66E -04	8,46E -04	8,74E -04	8,66E -04	8,34E -04	7,87E -04	7,31E -04	6,72E -04	6,12E -04	5,54E -04	4,98E -04	4,47E -04	3,99E -04	3,56E -04	3,17E -04	2,82E -04	2,52E -04	2,24E -04	2,00E -04	1,78E -04	1,59E -04	1,43E -04	1,28E -04	1,15E -04	1,03E -04
1,60E -05	5,51E -05	5,41E -05	1,87E -05	2,12E -04	4,77E -04	7,02E -04	8,57E -04	9,44E -04	9,77E -04	9,72E -04	9,39E -04	8,89E -04	8,28E -04	7,62E -04	6,95E -04	6,29E -04	5,67E -04	5,08E -04	4,55E -04	4,06E -04	3,62E -04	3,23E -04	2,88E -04	2,57E -04	2,30E -04	2,05E -04	1,84E -04	1,65E -04	1,48E -04	1,33E -04
1,02E -05	3,46E -06	1,17E -04	1,38E -05	6,48E -05	3,00E -04	5,76E -04	8,11E -04	9,76E -04	1,07E -03	1,11E -03	1,11E -03	1,07E -03	1,02E -03	9,48E -04	8,74E -04	7,98E -04	7,23E -04	6,51E -04	5,85E -04	5,24E -04	4,68E -04	4,18E -04	3,73E -04	3,34E -04	2,98E -04	2,67E -04	2,39E -04	2,14E -04	1,93E -04	1,73E -04
1,78E -05	3,48E -05	9,37E -05	9,21E -05	3,15E -06	1,21E -04	3,87E -04	6,83E -04	9,33E -04	1,11E -03	1,22E -03	1,27E -03	1,26E -03	1,23E -03	1,16E -03	1,09E -03	1,00E -03	9,14E -04	8,28E -04	7,47E -04	6,71E -04	6,02E -04	5,39E -04	4,82E -04	4,31E -04	3,86E -04	3,45E -04	3,10E -04	2,78E -04	2,50E -04	2,25E -04
8,76E -06	4,65E -05	1,59E -05	1,54E -04	5,61E -05	1,28E -04	1,80E -04	4,80E -04	8,00E -04	1,07E -03	1,28E -03	1,40E -03	1,45E -03	1,45E -03	1,41E -03	1,34E -03	1,25E -03	1,15E -03	1,05E -03	9,54E -04	8,61E -04	7,75E -04	6,96E -04	6,24E -04	5,59E -04	5,01E -04	4,49E -04	4,03E -04	3,61E -04	3,25E -04	2,93E -04
8,74E -06	4,19E -06	2,33E -05	1,04E -04	1,60E -04	3,11E -05	3,20E -05	2,43E -04	5,75E -04	9,28E -04	1,23E -03	1,46E -03	1,60E -03	1,66E -03	1,66E -03	1,61E -03	1,53E -03	1,43E -03	1,32E -03	1,20E -03	1,09E -03	9,88E -04	8,90E -04	8,00E -04	7,18E -04	6,44E -04	5,78E -04	5,19E -04	4,67E -04	4,20E -04	3,78E -04
1,37E -05	3,76E -05	7,65E -05	1,24E -04	1,85E -04	1,54E -04	1,91E -05	5,59E -05	3,10E -04	6,92E -04	1,10E -03	1,45E -03	1,71E -03	1,88E -03	1,95E -03	1,95E -03	1,89E -03	1,80E -03	1,68E -03	1,55E -03	1,42E -03	1,29E -03	1,17E -03	1,05E -03	9,46E -04	8,51E -04	7,65E -04	6,88E -04	6,19E -04	5,57E -04	5,02E -04
7,39E -06	8,78E -06	2,10E -05	4,40E -05	7,34E -05	2,35E -04	1,46E -04	1,30E -05	7,83E -05	3,73E -04	8,07E -04	1,26E -03	1,67E -03	1,97E -03	2,16E -03	2,24E -03	2,24E -03	2,17E -03	2,07E -03	1,93E -03	1,78E -03	1,63E -03	1,49E -03	1,35E -03	1,22E -03	1,10E -03	9,87E -04	8,89E -04	8,01E -04	7,22E -04	6,51E -04
5,74E -06	2,88E -05	3,17E -05	9,68E -05	9,70E -06	1,48E -04	2,72E -04	1,44E -04	1,12E -05	1,00E -04	4,41E -04	9,32E -04	1,46E -03	1,92E -03	2,27E -03	2,49E -03	2,58E -03	2,51E -03	2,38E -03	2,23E -03	2,06E -03	1,89E -03	1,72E -03	1,56E -03	1,41E -03	1,28E -03	1,15E -03	1,04E -03	9,38E -04	8,47E -04	
6,06E -06	8,41E -06	3,61E -05	1,74E -05	1,02E -04	1,52E -05	2,16E -04	3,08E -04	1,50E -04	1,12E -05	1,23E -04	5,11E -04	1,08E -03	1,68E -03	2,22E -03	2,62E -03	2,87E -03	2,98E -03	2,98E -03	2,89E -03	2,75E -03	2,57E -03	2,38E -03	2,19E -03	2,00E -03	1,81E -03	1,64E -03	1,49E -03	1,34E -03	1,22E -03	1,10E -03
5,97E -06	1,42E -05	2,31E -05	5,22E -05	8,47E -05	7,49E -05	4,04E -05	2,77E -04	3,45E -04	1,60E -04	1,19E -05	1,42E -04	5,87E -04	1,23E -03	1,92E -03	2,53E -03	2,98E -03	3,27E -03	3,39E -03	3,39E -03	3,30E -03	3,14E -03	2,94E -03	2,72E -03	2,50E -03	2,29E -03	2,08E -03	1,89E -03	1,72E -03	1,55E -03	1,41E -03
4,65E -06	1,65E -05	1,92E -05	3,46E -05	1,48E -04	1,41E -05	5,31E -05	7,29E -05	3,37E -04	3,90E -04	1,76E -04	1,38E -05	1,67E -04	6,79E -04	1,42E -03	2,21E -03	2,90E -03	3,43E -03	3,75E -03	3,90E -03	3,90E -03	3,79E -03	3,61E -03	3,39E -03	3,15E -03	2,90E -03	2,65E -03	2,42E -03	2,20E -03	2,00E -03	1,82E -03
5,01E -06	1,30E -05	3,00E -05	3,90E -05	8,53E -05	2,19E -05	1,73E -04	3,96E -05	1,04E -04	3,96E -04	4,41E -04	1,99E -04	1,56E -05	1,93E -04	7,79E -04	1,62E -03	2,52E -03	3,31E -03	3,91E -03	4,28E -03	4,45E -03	4,45E -03	4,33E -03	4,13E -03	3,88E -03	3,61E -03	3,33E -03	3,06E -03	2,79E -03	2,55E -03	2,32E -03
3,71E -06	1,02E -05	1,73E -05	1,79E -05	1,52E -05	8,22E -05	5,48E -05	1,94E -04	3,35E -04	1,34E -04	4,60E -04	4,99E -04	2,21E -04	1,75E -05	2,25E -04	8,93E -04	1,85E -03	2,87E -03	3,77E -03	4,45E -03	4,87E -03	5,06E -03	5,07E -03	4,94E -03	4,71E -03	4,44E -03	4,13E -03	3,82E -03	3,51E -03	3,22E -03	2,94E -03
4,10E -06	8,48E -06	1,34E -05	3,65E -05	6,06E -05	4,60E -05	6,19E -05	9,41E -05	2,11E -04	3,03E -04	1,66E -04	5,23E -04	5,57E -04	2,42E -04	1,90E -05	2,61E -04	1,02E -03	2,10E -03	3,25E -03	4,25E -03	5,00E -03	5,47E -03	5,69E -03	5,70E -03	5,56E -03	5,32E -03	5,02E -03	4,68E -03	4,33E -03	3,99E -03	3,66E -03
3,36E -06	9,19E -06	1,35E -05	2,49E -05	2,34E -05	5,73E -05	8,98E -05	4,45E -05	1,32E -04	2,28E -04	2,82E -04	1,98E -04	5,97E -04	6,20E -04	2,61E -04	2,06E -05	3,08E -04	1,17E -03	2,39E -03	3,67E -03	4,79E -03	5,62E -03	6,15E -03	6,39E -03	6,41E -03	6,26E -03	6,00E -03	5,67E -03	5,30E -03	4,92E -03	4,54E -03
3,07E -06	6,62E -06	1,34E -05	1,76E -05	2,52E -05	2,62E -05	3,69E -05	1,27E -04	3,49E -04	1,72E -04	2,46E -04	2,83E -05	2,43E -04	6,85E -04	6,90E -04	2,79E -04	2,30E -05	3,70E -04	1,36E -03	2,74E -03	4,17E -03	5,41E -03	6,34E -03	6,93E -03	7,21E -03	7,23E -03	7,07E -03	6,79E -03	6,42E -03	6,02E -03	5,60E -03
2,49E -06	7,10E -06	1,11E -05	1,66E -05	3,29E -05	5,35E -05	5,82E -05	2,54E -05	1,53E -04	2,95E -04	2,14E -04	2,64E -04	2,75E -05	2,94E -04	7,80E -04	7,56E -04	2,91E -05	2,60E -04	4,44E -04	1,57E -03	3,10E -03	4,68E -03	6,05E -03	7,08E -03	7,73E -03	8,04E -03	8,08E -03	7,91E -03	7,61E -03	7,21E -03	6,77E -03
2,44E -06	5,03E -06	8,09E -06	1,60E -05	2,67E -05	3,20E -05	5,39E -05	8,98E -05	2,61E -05	1,74E -04	2,74E -04	2,59E -04	2,78E -04	2,77E -05	3,63E -04	8,88E -04	8,22E -04	2,96E -04	3,16E -05	5,38E -04	1,81E -03	3,51E -03	5,25E -03	6,76E -03	7,89E -03	8,61E -03	8,96E -03	9,01E -03	8,84E -03	8,51E -03	8,09E -03
1,96E -06	4,79E -06	1,08E -05	1,35E -05	2,10E -05	2,27E -05	2,47E -05	4,04E -05	1,11E -04	3,65E -04	1,91E -04	2,96E -04	3,14E -05	2,87E -04	3,11E -05	4,50E -04	1,01E -03	8,87E -04	2,92E -04	4,20E -05	6,56E -04	2,09E -03	3,98E -03	5,91E -03	7,56E -03	8,80E -03	9,59E -03	9,99E -03	1,01E -02	9,87E -03	9,53E -03
1,91E -06	4,25E -06	6,59E -0																												



2,95E -03	3,33E -03	2,92E -03	2,50E -03	2,15E -03	1,86E -03	1,62E -03	1,42E -03	1,25E -03	1,10E -03	9,76E -04	8,64E -04	7,65E -04	6,77E -04	5,98E -04	5,29E -04	4,68E -04	4,14E -04	3,66E -04	3,24E -04	2,87E -04	2,54E -04	2,26E -04	2,01E -04	1,79E -04	1,60E -04	1,43E -04	1,28E -04	1,15E -04	1,04E -04	9,37E -05
8,08E -04	2,77E -03	3,16E -03	3,03E -03	2,75E -03	2,47E -03	2,20E -03	1,96E -03	1,74E -03	1,55E -03	1,38E -03	1,23E -03	1,09E -03	9,68E -04	8,58E -04	7,60E -04	6,73E -04	5,96E -04	5,28E -04	4,67E -04	4,14E -04	3,67E -04	3,26E -04	2,90E -04	2,59E -04	2,31E -04	2,07E -04	1,85E -04	1,66E -04	1,50E -04	1,35E -04
2,15E -05	1,54E -03	2,77E -03	3,15E -03	3,13E -03	2,95E -03	2,71E -03	2,47E -03	2,23E -03	2,01E -03	1,81E -03	1,62E -03	1,44E -03	1,29E -03	1,14E -03	1,02E -03	9,01E -04	7,98E -04	7,07E -04	6,27E -04	5,56E -04	4,94E -04	4,39E -04	3,90E -04	3,48E -04	3,11E -04	2,78E -04	2,49E -04	2,24E -04	2,02E -04	1,82E -04
2,98E -04	4,40E -04	1,93E -03	2,86E -03	3,22E -03	3,26E -03	3,14E -03	2,94E -03	2,72E -03	2,49E -03	2,26E -03	2,04E -03	1,83E -03	1,64E -03	1,46E -03	1,30E -03	1,16E -03	1,03E -03	9,14E -04	8,11E -04	7,20E -04	6,40E -04	5,69E -04	5,06E -04	4,51E -04	4,03E -04	3,61E -04	3,23E -04	2,91E -04	2,62E -04	2,37E -04
2,38E -04	1,39E -05	9,75E -04	2,27E -03	3,08E -03	3,44E -03	3,52E -03	3,44E -03	3,26E -03	3,05E -03	2,81E -03	2,56E -03	2,32E -03	2,09E -03	1,88E -03	1,68E -03	1,50E -03	1,34E -03	1,19E -03	1,05E -03	9,38E -04	8,34E -04	7,42E -04	6,61E -04	5,89E -04	5,26E -04	4,71E -04	4,23E -04	3,80E -04	3,42E -04	3,09E -04
1,14E -05	2,14E -04	2,39E -04	1,43E -03	2,60E -03	3,34E -03	3,71E -03	3,82E -03	3,76E -03	3,60E -03	3,38E -03	3,14E -03	2,87E -03	2,61E -03	2,36E -03	2,12E -03	1,90E -03	1,70E -03	1,51E -03	1,35E -03	1,20E -03	1,07E -03	9,50E -04	8,47E -04	7,56E -04	6,75E -04	6,05E -04	5,43E -04	4,88E -04	4,40E -04	3,97E -04
1,50E -04	4,40E -04	1,33E -05	6,06E -04	1,85E -03	2,93E -03	3,65E -03	4,03E -03	4,16E -03	4,12E -03	3,97E -03	3,75E -03	3,48E -03	3,20E -03	2,92E -03	2,64E -03	2,37E -03	2,13E -03	1,90E -03	1,70E -03	1,51E -03	1,35E -03	1,20E -03	1,07E -03	9,58E -04	8,57E -04	7,67E -04	6,89E -04	6,20E -04	5,59E -04	5,05E -04
7,62E -05	2,63E -04	2,58E -04	8,89E -05	1,01E -03	2,27E -03	3,34E -03	4,08E -03	4,49E -03	4,65E -03	4,63E -03	4,47E -03	4,23E -03	3,94E -03	3,63E -03	3,31E -03	3,00E -03	2,70E -03	2,42E -03	2,17E -03	1,94E -03	1,73E -03	1,55E -03	1,38E -03	1,23E -03	1,10E -03	9,89E -04	8,88E -04	7,99E -04	7,20E -04	6,51E -04
4,85E -05	1,65E -05	5,56E -04	6,56E -05	3,08E -04	1,43E -03	2,74E -03	3,86E -03	4,65E -03	5,10E -03	5,29E -03	5,28E -03	5,11E -03	4,84E -03	4,52E -03	4,16E -03	3,80E -03	3,45E -03	3,11E -03	2,79E -03	2,50E -03	2,24E -03	2,00E -03	1,79E -03	1,60E -03	1,43E -03	1,28E -03	1,15E -03	1,04E -03	9,37E -04	8,47E -04
8,49E -05	1,66E -04	4,46E -04	4,39E -04	1,50E -05	5,77E -04	1,84E -03	3,25E -03	4,44E -03	5,30E -03	5,81E -03	6,03E -03	6,02E -03	5,84E -03	5,54E -03	5,17E -03	4,77E -03	4,36E -03	3,95E -03	3,56E -03	3,20E -03	2,88E -03	2,58E -03	2,31E -03	2,07E -03	1,85E -03	1,66E -03	1,50E -03	1,35E -03	1,22E -03	1,10E -03
4,16E -05	2,21E -04	7,59E -05	7,32E -04	2,67E -04	6,06E -05	8,57E -04	2,28E -03	3,81E -03	5,12E -03	6,08E -03	6,66E -03	6,92E -03	6,91E -03	6,71E -03	6,37E -03	5,95E -03	5,49E -03	5,02E -03	4,55E -03	4,11E -03	3,70E -03	3,33E -03	2,99E -03	2,68E -03	2,40E -03	2,16E -03	1,94E -03	1,75E -03	1,58E -03	1,43E -03
4,17E -05	1,99E -05	1,11E -04	4,93E -04	7,61E -04	1,48E -04	1,52E -04	1,15E -03	2,74E -03	4,42E -03	5,88E -03	6,94E -03	7,61E -03	7,91E -03	7,90E -03	7,67E -03	7,28E -03	6,80E -03	6,28E -03	5,74E -03	5,22E -03	4,72E -03	4,25E -03	3,83E -03	3,44E -03	3,09E -03	2,78E -03	2,51E -03	2,26E -03	2,04E -03	1,85E -03
6,54E -05	1,79E -04	3,64E -04	5,91E -05	8,80E -04	7,32E -04	9,12E -05	2,66E -04	1,47E -03	3,29E -03	5,23E -03	6,90E -03	8,16E -03	8,94E -03	9,29E -03	9,28E -03	9,01E -03	8,56E -03	8,00E -03	7,39E -03	6,76E -03	6,15E -03	5,57E -03	5,03E -03	4,54E -03	4,09E -03	3,68E -03	3,32E -03	3,00E -03	2,71E -03	2,46E -03
3,52E -05	4,19E -05	9,98E -05	2,10E -04	3,49E -04	1,12E -03	6,94E -04	6,20E -05	3,72E -04	1,77E -03	3,84E -03	6,01E -03	7,93E -03	9,37E -03	1,03E -02	1,07E -02	1,07E -02	1,04E -02	9,84E -03	9,20E -03	8,51E -03	7,80E -03	7,10E -03	6,44E -03	5,83E -03	5,26E -03	4,75E -03	4,29E -03	3,88E -03	3,51E -03	3,18E -03
2,73E -05	1,37E -04	1,51E -04	4,61E -04	4,64E -05	7,02E -04	1,30E -03	6,86E -04	5,35E -05	4,75E -04	2,10E -03	4,43E -03	6,94E -03	9,14E -03	1,08E -02	1,18E -02	1,23E -02	1,23E -02	1,19E -02	1,14E -02	1,06E -02	9,84E -03	9,03E -03	8,23E -03	7,48E -03	6,78E -03	6,14E -03	5,56E -03	5,03E -03	4,56E -03	4,14E -03
2,89E -05	4,00E -05	1,72E -04	8,28E -05	4,85E -04	7,23E -05	1,03E -03	1,47E -03	7,13E -04	5,37E -05	5,85E -04	2,43E -03	5,13E -03	8,00E -03	1,05E -02	1,24E -02	1,36E -02	1,42E -02	1,42E -02	1,38E -02	1,31E -02	1,23E -02	1,14E -02	1,05E -02	9,56E -03	8,70E -03	7,90E -03	7,17E -03	6,51E -03	5,91E -03	5,37E -03
2,84E -05	6,75E -05	1,10E -04	2,48E -04	4,03E -04	3,57E -04	1,92E -04	1,32E -03	1,64E -04	7,63E -04	5,69E -05	6,74E -04	2,79E -03	5,85E -03	9,13E -03	1,20E -02	1,42E -02	1,55E -02	1,62E -02	1,62E -02	1,57E -02	1,50E -02	1,40E -02	1,30E -02	1,20E -02	1,10E -02	1,00E -02	9,12E -03	8,30E -03	7,55E -03	6,87E -03
2,21E -05	7,84E -05	9,13E -05	1,65E -04	7,08E -05	6,71E -04	2,53E -04	3,46E -04	1,61E -03	1,86E -03	8,40E -04	6,59E -05	7,91E -04	3,22E -03	6,74E -03	1,05E -02	1,38E -02	1,63E -02	1,79E -02	1,86E -02	1,86E -02	1,81E -02	1,72E -02	1,62E -02	1,51E -02	1,39E -02	1,27E -02	1,17E -02	1,06E -02	9,71E -03	8,86E -03
2,38E -05	6,19E -05	1,43E -04	1,86E -04	4,06E -04	1,04E -04	8,24E -04	1,89E -04	4,92E -04	1,89E -03	2,10E -03	9,49E -04	7,47E -05	9,13E -04	3,69E -03	7,70E -03	1,20E -02	1,57E -02	1,86E -02	2,04E -02	2,12E -02	2,12E -02	2,07E -02	1,97E -02	1,86E -02	1,73E -02	1,60E -02	1,47E -02	1,35E -02	1,24E -02	1,13E -02
1,77E -05	4,87E -05	8,24E -05	8,54E -05	7,25E -05	3,92E -04	2,60E -04	9,24E -04	1,60E -04	6,37E -04	2,19E -03	2,38E -03	1,06E -03	8,41E -05	1,06E -03	4,23E -03	8,79E -03	1,36E -02	1,79E -02	2,11E -02	2,31E -02	2,41E -02	2,41E -02	2,35E -02	2,25E -02	2,12E -02	1,98E -02	1,84E -02	1,70E -02	1,56E -02	1,43E -02
1,95E -05	4,04E -05	6,38E -05	1,74E -04	2,89E -04	2,18E -04	2,95E -04	4,47E -04	1,00E -03	1,45E -04	7,88E -04	2,49E -03	2,66E -03	1,16E -03	9,09E -05	1,23E -03	4,82E -03	9,94E -03	1,54E -02	2,02E -02	2,38E -02	2,60E -02	2,71E -02	2,72E -02	2,65E -02	2,54E -02	2,40E -02	2,25E -02	2,09E -02	1,93E -02	1,78E -02
1,60E -05	4,38E -05	6,44E -05	1,19E -04	1,12E -04	2,73E -04	4,27E -04	2,12E -04	6,29E -04	1,09E -03	1,35E -04	9,41E -04	2,84E -03	2,96E -03	1,25E -03	9,85E -05	1,44E -03	5,52E -03	1,13E -02	1,74E -02	2,27E -02	2,67E -02	2,92E -02	3,04E -02	3,05E -02	2,99E -02	2,87E -02	2,72E -02	2,55E -02	2,38E -02	2,21E -02
1,46E -05	3,15E -05	6,36E -05	8,37E -05	1,20E -04	1,25E -04	1,76E -04	6,02E -04	1,67E -04	8,19E -04	1,17E -03	1,36E -04	1,15E -03	3,26E -03	3,29E -03	1,34E -03	1,09E -04	1,72E -03	6,40E -03	1,29E -02	1,97E -02	2,56E -02	3,01E -02	3,29E -02	3,43E -02	3,45E -02	3,38E -02	3,25E -02	3,09E -02	2,91E -02	2,72E -02
1,19E -05	3,38E -05	5,29E -05	7,93E -05	1,57E -04	2,54E -04	2,77E -04	1,21E -04	7,29E -04	1,41E -04	1,02E -03	1,26E -03	1,32E -04	1,39E -03	3,71E -03	3,61E -03	1,40E -03	1,22E -03	2,06E -03	7,34E -03	1,46E -02	2,21E -02	2,86E -02	3,35E -02	3,67E -02	3,82E -02	3,85E -02	3,78E -02	3,65E -02	3,48E -02	3,28E -02
1,16E -05	2,39E -05	3,85E -05	7,63E -05	1,27E -04	1,53E -04	2,57E -04	4,27E -04	1,24E -04	8,30E -04	1,31E -03	1,23E -03	1,33E -03	1,32E -04	1,71E -03	4,22E -03	3,93E -03	1,44E -03	1,46E -04	2,49E -03	8,45E -03	1,65E -02	2,47E -02	3,19E -02	3,73E -02	4,08E -02	4,26E -02	4,29E -02	4,23E -02	4,09E -02	3,90E -02
9,34E -06	2,28E -05	5,12E -05	6,42E -05	9,99E -05	1,08E -04	1,17E -04	1,93E -04	5,26E -04	1,73E -04	9,12E -04	1,41E -03	1,49E -03	1,37E -03	1,47E -04	2,12E -03	4,80E -03	4,25E -03	1,43E -03	1,88E -03	3,01E -03	9,72E -03	1,86E -02	2,77E -02	3,56E -02	4,15E -02	4,54E -02	4,74E -02	4,79E -02		



2,73E -03	2,79E -03	3,43E -03	2,23E -03	1,81E -03	1,64E -03	1,40E -03	1,21E -03	1,07E -03	9,39E -04	8,27E -04	7,33E -04	6,48E -04	5,73E -04	5,07E -04	4,48E -04	3,96E -04	3,50E -04	3,10E -04	2,74E -04	2,43E -04	2,15E -04	1,91E -04	1,69E -04	1,51E -04	1,34E -04	1,20E -04	1,07E -04	9,46E -05	1,02E -04	7,80E -05
9,05E -04	2,24E -03	3,24E -03	2,66E -03	2,31E -03	2,16E -03	1,89E -03	1,67E -03	1,49E -03	1,32E -03	1,17E -03	1,04E -03	9,24E -04	8,20E -04	7,27E -04	6,44E -04	5,70E -04	5,05E -04	4,47E -04	3,95E -04	3,50E -04	3,11E -04	2,76E -04	2,45E -04	2,18E -04	1,94E -04	1,74E -04	1,54E -04	1,37E -04	1,47E -04	1,13E -04
2,15E -04	1,31E -03	2,36E -03	2,73E -03	2,61E -03	2,56E -03	2,33E -03	2,10E -03	1,90E -03	1,71E -03	1,53E -03	1,37E -03	1,22E -03	1,09E -03	9,68E -04	8,59E -04	7,62E -04	6,76E -04	5,99E -04	5,31E -04	4,70E -04	4,17E -04	3,70E -04	3,29E -04	2,93E -04	2,61E -04	2,34E -04	2,07E -04	1,84E -04	1,97E -04	1,52E -04
2,04E -04	5,89E -04	1,32E -03	2,43E -03	2,67E -03	2,80E -03	2,68E -03	2,49E -03	2,31E -03	2,11E -03	1,91E -03	1,73E -03	1,55E -03	1,39E -03	1,24E -03	1,10E -03	9,81E -04	8,72E -04	7,74E -04	6,87E -04	6,09E -04	5,41E -04	4,80E -04	4,27E -04	3,80E -04	3,38E -04	3,04E -04	2,69E -04	2,39E -04	2,56E -04	1,97E -04
1,65E -04	2,73E -04	5,90E -04	1,89E -03	2,54E -03	2,91E -03	2,98E -03	2,90E -03	2,76E -03	2,58E -03	2,37E -03	2,17E -03	1,96E -03	1,77E -03	1,59E -03	1,42E -03	1,27E -03	1,13E -03	1,00E -03	8,93E -04	7,93E -04	7,05E -04	6,26E -04	5,57E -04	4,96E -04	4,42E -04	3,97E -04	3,52E -04	3,12E -04	3,35E -04	2,57E -04
1,42E -04	1,96E -04	3,22E -04	1,19E -03	2,13E -03	2,77E -03	3,12E -03	3,21E -03	3,17E -03	3,04E -03	2,85E -03	2,65E -03	2,43E -03	2,21E -03	2,00E -03	1,79E -03	1,61E -03	1,44E -03	1,28E -03	1,14E -03	1,01E -03	9,02E -04	8,02E -04	7,14E -04	6,36E -04	5,67E -04	5,09E -04	4,52E -04	4,01E -04	4,30E -04	3,31E -04
9,54E -05	1,82E -04	3,18E -04	5,51E -04	1,53E -03	2,38E -03	3,04E -03	3,37E -03	3,50E -03	3,47E -03	3,34E -03	3,16E -03	2,94E -03	2,70E -03	2,47E -03	2,23E -03	2,01E -03	1,80E -03	1,61E -03	1,44E -03	1,28E -03	1,14E -03	1,02E -03	9,05E -04	8,06E -04	7,19E -04	6,46E -04	5,73E -04	5,09E -04	5,47E -04	4,20E -04
7,34E -05	2,00E -04	3,08E -04	1,87E -04	8,89E -04	1,80E -03	2,76E -03	3,39E -03	3,76E -03	3,91E -03	3,89E -03	3,77E -03	3,57E -03	3,33E -03	3,07E -03	2,80E -03	2,53E -03	2,28E -03	2,05E -03	1,83E -03	1,64E -03	1,46E -03	1,30E -03	1,16E -03	1,04E -03	9,26E -04	8,33E -04	7,39E -04	6,56E -04	7,05E -04	5,42E -04
7,80E -05	2,00E -04	2,57E -04	1,74E -04	3,70E -04	1,13E -03	2,25E -03	3,19E -03	3,86E -03	4,27E -03	4,43E -03	4,43E -03	4,30E -03	4,08E -03	3,81E -03	3,51E -03	3,21E -03	2,91E -03	2,63E -03	2,36E -03	2,11E -03	1,89E -03	1,69E -03	1,51E -03	1,35E -03	1,20E -03	1,08E -03	9,61E -04	8,54E -04	9,17E -04	7,05E -04
6,53E -05	1,36E -04	2,66E -04	3,72E -04	1,47E -04	5,08E -04	1,52E -03	2,68E -03	3,68E -03	4,41E -03	4,86E -03	5,06E -03	5,05E -03	4,91E -03	4,67E -03	4,36E -03	4,02E -03	3,68E -03	3,34E -03	3,01E -03	2,71E -03	2,43E -03	2,18E -03	1,95E -03	1,74E -03	1,56E -03	1,40E -03	1,24E -03	1,11E -03	1,19E -03	9,15E -04
5,11E -05	1,05E -04	2,41E -04	4,83E -04	2,73E -04	1,84E -04	7,58E -04	1,90E -03	3,14E -03	4,25E -03	5,06E -03	5,57E -03	5,80E -03	5,64E -03	5,36E -03	5,01E -03	4,63E -03	4,23E -03	3,85E -03	3,47E -03	3,13E -03	2,81E -03	2,52E -03	2,25E -03	2,02E -03	1,82E -03	1,62E -03	1,44E -03	1,55E -03	1,19E -03	1,09E -03
5,33E -05	1,09E -04	1,63E -04	3,58E -04	5,27E -04	2,74E -04	2,45E -04	1,02E -03	2,27E -03	3,66E -03	4,88E -03	5,79E -03	6,36E -03	6,62E -03	6,63E -03	6,45E -03	6,13E -03	5,74E -03	5,30E -03	4,85E -03	4,40E -03	3,98E -03	3,59E -03	3,23E -03	2,90E -03	2,60E -03	2,34E -03	2,09E -03	1,86E -03	2,00E -03	1,54E -03
4,42E -05	1,14E -04	1,69E -04	2,21E -04	5,86E -04	6,08E -04	2,14E -04	3,49E -04	1,28E -03	2,75E -03	4,34E -03	5,74E -03	6,80E -03	7,47E -03	7,78E -03	7,79E -03	7,58E -03	7,21E -03	6,75E -03	6,24E -03	5,71E -03	5,19E -03	4,70E -03	4,24E -03	3,82E -03	3,43E -03	3,10E -03	2,76E -03	2,46E -03	2,65E -03	2,04E -03
4,27E -05	8,13E -05	1,55E -04	2,23E -04	3,68E -04	7,40E -04	6,01E -04	1,95E -04	4,44E -04	1,54E -03	3,22E -03	5,00E -03	6,60E -03	7,81E -03	8,59E -03	8,94E -03	8,95E -03	8,71E -03	8,29E -03	7,76E -03	7,17E -03	6,58E -03	5,99E -03	5,43E -03	4,90E -03	4,42E -03	4,00E -03	3,57E -03	3,19E -03	3,43E -03	2,65E -03
3,59E -05	8,17E -05	1,45E -04	2,19E -04	2,31E -04	5,01E -04	9,29E -04	6,03E -04	2,05E -04	5,43E -04	1,83E -03	3,72E -03	5,78E -03	7,61E -03	9,00E -03	9,89E -03	1,03E -02	1,03E -02	1,00E -02	9,56E -03	8,96E -03	8,29E -03	7,61E -03	6,93E -03	6,29E -03	5,69E -03	5,17E -03	4,63E -03	4,14E -03	4,46E -03	3,44E -03
3,31E -05	7,36E -05	1,18E -04	2,17E -04	2,74E -04	2,82E -04	7,44E -04	1,08E -03	6,48E -04	2,20E -04	6,59E -04	2,13E -03	4,31E -03	6,66E -03	8,77E -03	1,04E -02	1,14E -02	1,19E -02	1,19E -02	1,16E -02	1,10E -02	1,03E -02	9,59E -03	8,80E -03	8,04E -03	7,30E -03	6,66E -03	5,97E -03	5,35E -03	5,78E -03	4,47E -03
2,99E -05	6,36E -05	1,13E -04	1,58E -04	2,75E -04	3,29E -04	3,33E -04	9,63E -04	1,22E -03	6,98E -04	2,42E -03	7,57E -03	2,45E -03	4,92E -03	7,60E -03	1,00E -02	1,18E -02	1,30E -02	1,35E -02	1,36E -02	1,32E -02	1,26E -02	1,18E -02	1,10E -02	1,01E -02	9,22E -03	8,44E -03	7,60E -03	6,83E -03	7,38E -03	5,72E -03
2,64E -05	5,76E -05	9,58E -05	1,63E -04	2,36E -04	3,38E -04	3,33E -04	4,41E -04	1,17E -03	1,40E -03	7,67E -04	2,76E -04	8,87E -04	2,83E -03	5,66E -03	8,75E -03	1,15E -02	1,36E -02	1,49E -02	1,56E -02	1,56E -02	1,52E -02	1,45E -02	1,36E -02	1,27E -02	1,17E -02	1,07E -02	9,71E -03	8,77E -03	9,50E -03	7,38E -03
2,34E -05	5,29E -05	9,01E -05	1,35E -04	1,71E -04	2,94E -04	4,58E -04	3,30E -04	5,47E -04	1,39E -03	1,58E -03	8,67E -04	3,11E -04	1,02E -03	3,23E -03	6,48E -03	9,98E -03	1,31E -02	1,55E -02	1,70E -02	1,78E -02	1,78E -02	1,74E -02	1,66E -02	1,56E -02	1,45E -02	1,35E -02	1,23E -02	1,11E -02	1,21E -02	9,41E -03
2,08E -05	4,48E -05	7,69E -05	1,25E -04	2,05E -04	2,18E -04	3,40E -04	5,48E -04	3,51E -04	6,63E -04	1,62E -03	1,80E -03	9,65E -04	3,55E -04	1,18E -03	3,71E -03	7,40E -03	1,14E -02	1,49E -02	1,76E -02	1,94E -02	2,02E -02	2,03E -02	1,98E -02	1,89E -02	1,78E -02	1,67E -02	1,53E -02	1,40E -02	1,52E -02	1,19E -02
1,84E -05	4,00E -05	6,98E -05	1,09E -04	1,38E -04	2,39E -04	2,80E -04	4,19E -04	6,25E -04	3,70E -04	7,93E -04	1,85E -03	2,01E -03	1,06E -03	3,97E -04	1,35E -03	4,23E -03	8,38E -03	1,29E -02	1,68E -02	1,98E -02	2,18E -02	2,27E -02	2,28E -02	2,23E -02	2,13E -02	2,02E -02	1,88E -02	1,73E -02	1,89E -02	1,49E -02
1,63E -05	3,55E -05	6,08E -05	9,85E -05	1,47E -04	1,75E -04	2,64E -04	3,16E -04	5,05E -04	7,04E -04	3,99E -04	9,25E -04	2,11E -03	2,24E -03	1,17E -03	4,44E -03	1,58E -03	4,85E -03	9,53E -03	1,45E -02	1,89E -02	2,23E -02	2,45E -02	2,55E -02	2,56E -02	2,51E -02	2,42E -02	2,27E -02	2,11E -02	2,32E -02	1,84E -02
1,44E -05	3,16E -05	5,39E -05	8,28E -05	1,17E -04	1,81E -04	2,39E -04	3,11E -04	3,56E -04	6,09E -04	7,81E -04	4,43E -04	1,10E -03	2,42E -03	2,51E -03	1,26E -03	5,05E -04	1,86E -03	5,61E -03	1,09E -02	1,65E -02	2,14E -02	2,52E -02	2,76E -02	2,88E -02	2,89E -02	2,85E -02	2,72E -02	2,56E -02	2,84E -02	2,27E -02
1,27E -05	2,79E -05	4,74E -05	7,38E -05	1,10E -04	1,44E -04	2,04E -04	2,91E -04	3,61E -04	3,91E -04	7,22E -04	8,61E -04	4,86E -04	1,30E -03	2,74E -03	2,76E -03	1,35E -03	5,69E -04	2,19E -03	6,43E -03	1,23E -02	1,85E -02	2,40E -02	2,81E -02	3,08E -02	3,21E -02	3,24E -02	3,16E -02	3,03E -02	3,39E -02	2,74E -02
1,12E -05	2,45E -05	4,19E -05	6,61E -05	9,74E -05	1,36E -04	1,73E -04	2,19E -04	3,38E -04	4,19E -04	4,35E -04	8,41E -04	9,33E -04	5,45E -04	1,54E -03	3,12E -03	3,01E -03	1,42E -03	6,45E -03	2,59E -03	7,40E -03	1,39E -03	2,08E -03	2,68E -03	3,13E -03	3,43E -03	3,59E -03	3,59E -03	3,52E -03	3,98E -03	3,26E -03
9,90E -06	2,15E -05	3,70E -05	5,90E -05	8,35E -05	1,15E -04	1,67E -04	2,21E -04	2,47E -04	3,84E -04	4,77E -04	4,93E -04	9,87E -04	1,00E -03	6,19E -04	1,85E -03	3,55E -03	3,28E -03	1,46E -03	7,43E -03	3,09E -03	8,54E -03	1,58E -02	2,34E -02	3,00E -02	3,50E -02	3,83E -02	3,98E -02	4,00E -02		



ANEXO 7. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS EN BASE AL NÚMERO DE CONDICIÓN DE LA MATRIZ DE TRANSFERENCIA

Los criterios de discretización de tamaños de partículas utilizados en este proyecto han sido:

- Criterio convencional: hacer que el máximo de la energía por unidad de radio coincida dentro del semianillo detector, concretamente con el radio inferior de éste.
- Criterio de máximo porcentaje de energía detectada por el semianillo.
- Criterio de condicionamiento óptimo de la matriz de transferencia.
- Criterio de base de funciones triangulares.

Una manera de comparar rápidamente la eficiencia de cada criterio es mediante el número de condición de su matriz de transferencia.

El número de condición se calcula mediante la norma de orden 2 de la matriz en cuestión. Una matriz estará mejor condicionada cuanto más cercano sea el número de condición a la unidad.

El número de condición de una matriz cuantifica la sensibilidad de la solución de un sistema lineal de ecuaciones a los errores derivados de la inversión de la matriz de coeficientes para la resolución de éste.

Se muestran los números de condición para las matrices de transferencia calculadas según los criterios a-d y evaluadas en la focal de 63mm. La focal sobre la que se han mostrado todos los resultados anteriores ha sido la de 300mm por tratarse de la distancia intermedia dentro del rango permitido por el difractómetro Malvern HS-2600 pero hay que recordar que el criterio c solamente se ha calculado para la primera distancia focal y posteriormente se desestimó por su alto coste computacional.

- Cuadrado del número de condición de la matriz de transferencia de la Tabla 13: 2.6423e+16
- Cuadrado del número de condición de la matriz de transferencia de la Tabla 14: 1.7024e+16
- Cuadrado del número de condición de la matriz de transferencia de la Tabla 11: 8.1305e+15
- Cuadrado del número de condición de la matriz de transferencia de la Tabla 15: 1.0403e+17



3,19E-03	3,10E-03	2,53E-03	2,08E-03	1,74E-03	1,48E-03	1,28E-03	1,12E-03	9,79E-04	8,63E-04	7,62E-04	6,74E-04	5,97E-04	5,28E-04	4,67E-04	4,13E-04	3,66E-04	3,23E-04	2,86E-04	2,53E-04	2,24E-04	1,99E-04	1,76E-04	1,57E-04	1,40E-04	1,25E-04	1,11E-04	9,96E-05	8,94E-05	8,05E-05	7,26E-05
1,29E-03	3,11E-03	3,04E-03	2,69E-03	2,34E-03	2,04E-03	1,78E-03	1,57E-03	1,39E-03	1,23E-03	1,09E-03	9,65E-04	8,56E-04	7,59E-04	6,72E-04	5,95E-04	5,27E-04	4,67E-04	4,13E-04	3,66E-04	3,24E-04	2,87E-04	2,55E-04	2,27E-04	2,02E-04	1,80E-04	1,61E-04	1,44E-04	1,29E-04	1,16E-04	1,05E-04
1,04E-04	2,40E-03	3,14E-03	3,09E-03	2,84E-03	2,55E-03	2,28E-03	2,03E-03	1,81E-03	1,61E-03	1,44E-03	1,28E-03	1,14E-03	1,01E-03	8,99E-04	7,97E-04	7,07E-04	6,26E-04	5,55E-04	4,91E-04	4,35E-04	3,86E-04	3,43E-04	3,05E-04	2,71E-04	2,42E-04	2,16E-04	1,94E-04	1,74E-04	1,57E-04	1,41E-04
1,53E-04	1,35E-03	2,83E-03	3,25E-03	3,22E-03	3,01E-03	2,76E-03	2,51E-03	2,26E-03	2,04E-03	1,83E-03	1,63E-03	1,46E-03	1,30E-03	1,16E-03	1,03E-03	9,13E-04	8,10E-04	7,18E-04	6,37E-04	5,64E-04	5,01E-04	4,45E-04	3,96E-04	3,52E-04	3,14E-04	2,81E-04	2,52E-04	2,26E-04	2,03E-04	1,83E-04
3,63E-04	4,36E-04	2,21E-03	3,19E-03	3,50E-03	3,48E-03	3,30E-03	3,06E-03	2,81E-03	2,56E-03	2,32E-03	2,09E-03	1,88E-03	1,68E-03	1,50E-03	1,33E-03	1,19E-03	1,05E-03	9,35E-04	8,30E-04	7,36E-04	6,53E-04	5,81E-04	5,17E-04	4,60E-04	4,11E-04	3,67E-04	3,29E-04	2,95E-04	2,66E-04	2,40E-04
1,13E-04	2,07E-05	1,36E-03	2,80E-03	3,55E-03	3,80E-03	3,78E-03	3,62E-03	3,39E-03	3,13E-03	2,87E-03	2,61E-03	2,36E-03	2,12E-03	1,90E-03	1,70E-03	1,51E-03	1,35E-03	1,20E-03	1,06E-03	9,43E-04	8,38E-04	7,45E-04	6,63E-04	5,91E-04	5,27E-04	4,71E-04	4,22E-04	3,79E-04	3,41E-04	3,08E-04
3,97E-05	1,61E-04	5,44E-04	2,12E-03	3,31E-03	3,93E-03	4,15E-03	4,13E-03	3,98E-03	3,74E-03	3,47E-03	3,19E-03	2,91E-03	2,63E-03	2,37E-03	2,13E-03	1,90E-03	1,70E-03	1,51E-03	1,34E-03	1,19E-03	1,06E-03	9,45E-04	8,41E-04	7,50E-04	6,70E-04	5,99E-04	5,37E-04	4,82E-04	4,34E-04	3,92E-04
1,83E-04	4,70E-04	6,53E-05	1,29E-03	2,82E-03	3,87E-03	4,44E-03	4,65E-03	4,63E-03	4,47E-03	4,22E-03	3,93E-03	3,62E-03	3,31E-03	2,99E-03	2,70E-03	2,42E-03	2,17E-03	1,93E-03	1,72E-03	1,53E-03	1,37E-03	1,22E-03	1,08E-03	9,66E-04	8,63E-04	7,72E-04	6,92E-04	6,22E-04	5,60E-04	5,05E-04
3,51E-05	4,43E-04	8,70E-05	5,09E-04	2,06E-03	3,52E-03	4,52E-03	5,08E-03	5,29E-03	5,27E-03	5,10E-03	4,83E-03	4,51E-03	4,16E-03	3,80E-03	3,44E-03	3,10E-03	2,79E-03	2,49E-03	2,23E-03	1,99E-03	1,77E-03	1,58E-03	1,41E-03	1,26E-03	1,12E-03	1,00E-03	9,00E-04	8,09E-04	7,28E-04	6,58E-04
9,35E-05	1,03E-04	4,73E-04	4,96E-05	1,13E-03	2,79E-03	4,24E-03	5,24E-03	5,80E-03	6,03E-03	6,02E-03	5,83E-03	5,53E-03	5,16E-03	4,76E-03	4,35E-03	3,95E-03	3,56E-03	3,20E-03	2,86E-03	2,56E-03	2,28E-03	2,04E-03	1,82E-03	1,63E-03	1,45E-03	1,30E-03	1,17E-03	1,05E-03	9,45E-04	8,53E-04
5,58E-05	6,99E-05	7,25E-04	1,43E-04	3,23E-03	1,77E-03	3,53E-03	5,02E-03	6,05E-03	6,67E-03	6,92E-03	6,91E-03	6,70E-03	6,36E-03	5,94E-03	5,48E-03	5,01E-03	4,55E-03	4,10E-03	3,69E-03	3,30E-03	2,96E-03	2,64E-03	2,36E-03	2,11E-03	1,89E-03	1,69E-03	1,52E-03	1,37E-03	1,23E-03	1,11E-03
7,50E-05	3,12E-04	4,40E-04	6,40E-05	2,07E-03	7,25E-04	2,42E-03	4,28E-03	5,84E-03	6,96E-03	7,63E-03	7,91E-03	7,90E-03	7,66E-03	7,27E-03	6,80E-03	6,27E-03	5,74E-03	5,20E-03	4,70E-03	4,22E-03	3,79E-03	3,40E-03	3,04E-03	2,72E-03	2,44E-03	2,19E-03	1,96E-03	1,77E-03	1,59E-03	1,44E-03
2,63E-05	1,22E-04	4,01E-05	9,69E-04	3,89E-04	8,11E-05	1,18E-03	3,13E-03	5,18E-03	6,92E-03	8,19E-03	8,96E-03	9,29E-03	9,28E-03	9,01E-03	8,56E-03	8,00E-03	7,38E-03	6,75E-03	6,13E-03	5,54E-03	4,98E-03	4,48E-03	4,02E-03	3,60E-03	3,23E-03	2,90E-03	2,61E-03	2,35E-03	2,11E-03	1,91E-03
6,61E-05	1,01E-04	2,49E-04	5,79E-04	1,04E-03	2,05E-04	2,23E-03	1,62E-03	3,78E-03	6,04E-03	7,99E-03	9,41E-03	1,03E-02	1,07E-02	1,07E-02	1,04E-02	9,84E-03	9,20E-03	8,49E-03	7,77E-03	7,06E-03	6,38E-03	5,75E-03	5,17E-03	4,65E-03	4,18E-03	3,75E-03	3,38E-03	3,04E-03	2,75E-03	2,48E-03
5,36E-05	1,81E-04	4,37E-04	5,21E-05	1,14E-03	9,71E-04	1,12E-03	3,90E-03	2,04E-03	4,47E-03	7,02E-03	9,20E-03	1,08E-02	1,19E-02	1,23E-02	1,19E-02	1,13E-02	1,06E-02	9,80E-03	8,97E-03	8,16E-03	7,39E-03	6,67E-03	6,01E-03	5,41E-03	4,87E-03	4,39E-03	3,96E-03	3,57E-03	3,23E-03	
3,83E-05	7,29E-05	5,88E-05	3,37E-04	4,27E-04	1,48E-03	8,95E-04	7,24E-04	5,50E-04	2,46E-03	5,22E-03	8,09E-03	1,06E-02	1,25E-02	1,37E-02	1,42E-02	1,42E-02	1,38E-02	1,31E-02	1,22E-02	1,13E-02	1,04E-02	9,45E-03	8,56E-03	7,74E-03	6,99E-03	6,30E-03	5,69E-03	5,14E-03	4,64E-03	4,20E-03
3,34E-05	1,05E-04	2,78E-04	5,68E-05	7,12E-04	9,27E-04	1,70E-03	8,52E-04	6,17E-04	6,94E-04	2,88E-03	5,95E-03	9,19E-03	1,21E-02	1,42E-02	1,55E-02	1,62E-02	1,61E-02	1,57E-02	1,49E-02	1,40E-02	1,29E-02	1,19E-02	1,08E-02	9,82E-03	8,90E-03	8,05E-03	7,27E-03	6,58E-03	5,96E-03	5,40E-03
2,84E-05	1,22E-04	1,25E-04	7,76E-05	6,51E-04	9,96E-05	1,39E-03	1,90E-03	8,74E-04	6,39E-04	8,46E-04	3,32E-03	6,82E-03	1,06E-02	1,39E-02	1,63E-02	1,79E-02	1,86E-02	1,86E-02	1,81E-02	1,72E-02	1,61E-02	1,49E-02	1,37E-02	1,25E-02	1,14E-02	1,03E-02	9,37E-03	8,49E-03	7,70E-03	6,99E-03
2,53E-05	6,21E-04	2,10E-04	3,64E-04	5,00E-04	4,62E-04	2,87E-03	1,79E-03	2,12E-03	9,31E-04	7,04E-04	9,74E-04	3,77E-03	7,78E-03	1,20E-02	1,58E-02	1,86E-02	2,04E-02	2,12E-02	2,12E-02	2,06E-02	1,96E-02	1,84E-02	1,71E-02	1,57E-02	1,44E-02	1,31E-02	1,19E-02	1,08E-02	9,85E-03	8,96E-03
2,90E-05	5,76E-05	7,09E-05	1,64E-04	1,01E-04	8,76E-04	2,94E-04	5,21E-04	2,15E-03	2,37E-03	1,01E-03	8,00E-03	1,11E-03	4,30E-03	8,86E-03	1,37E-02	1,80E-02	2,12E-02	2,32E-02	2,41E-02	2,41E-02	2,35E-02	2,24E-02	2,10E-02	1,95E-02	1,80E-02	1,65E-02	1,51E-02	1,37E-02	1,25E-02	1,14E-02
2,00E-05	5,99E-05	1,57E-04	2,65E-04	5,17E-04	1,47E-04	1,06E-03	1,94E-04	7,41E-04	2,51E-03	2,63E-03	1,11E-03	8,86E-03	1,27E-03	4,88E-03	1,00E-02	1,55E-02	2,02E-02	2,38E-02	2,61E-02	2,71E-02	2,71E-02	2,64E-02	2,52E-02	2,37E-02	2,21E-02	2,04E-02	1,87E-02	1,72E-02	1,57E-02	1,43E-02
1,70E-05	5,82E-05	1,29E-04	9,29E-05	9,04E-04	4,70E-04	4,03E-04	1,14E-03	1,49E-04	9,67E-04	2,88E-03	2,92E-03	1,21E-03	9,72E-03	1,48E-03	5,57E-03	1,14E-02	1,74E-02	2,28E-02	2,68E-02	2,93E-02	3,05E-02	3,05E-02	2,97E-02	2,84E-02	2,68E-02	2,49E-02	2,31E-02	2,13E-02	1,95E-02	1,79E-02
1,71E-05	5,22E-05	9,00E-05	2,12E-04	3,70E-04	3,26E-04	3,00E-04	7,05E-04	1,20E-03	1,30E-03	1,22E-03	3,30E-03	3,26E-03	1,31E-03	1,10E-03	1,76E-03	6,46E-03	1,30E-02	1,98E-02	2,58E-02	3,03E-02	3,31E-02	3,44E-02	3,44E-02	3,36E-02	3,21E-02	3,03E-02	2,83E-02	2,63E-02	2,43E-02	2,24E-02
1,49E-05	3,45E-05	7,90E-05	1,55E-04	1,29E-04	3,01E-04	6,26E-04	1,82E-04	9,77E-04	1,25E-04	1,24E-04	1,47E-04	3,74E-04	3,58E-04	1,37E-04	1,24E-04	2,10E-04	7,41E-04	1,48E-04	2,24E-04	2,90E-04	3,39E-04	3,69E-04	3,84E-04	3,84E-04	3,75E-04	3,60E-04	3,40E-04	3,18E-04	2,96E-04	2,74E-04
1,27E-05	4,56E-05	7,18E-05	1,03E-04	1,68E-04	2,01E-04	1,52E-04	8,19E-04	1,37E-04	1,25E-04	1,28E-04	1,31E-04	1,77E-04	4,24E-04	3,90E-04	1,41E-04	1,49E-04	2,53E-04	8,61E-04	1,68E-04	2,52E-04	3,25E-04	3,78E-04	4,12E-04	4,27E-04	4,28E-04	4,19E-04	4,02E-04	3,81E-04	3,58E-04	3,34E-04
1,09E-05	2,80E-05	5,67E-05	9,72E-05	2,09E-04	3,25E-04	4,51E-04	1,42E-04	9,20E-04	1,42E-04	1,54E-04	1,32E-04	1,51E-04	2,18E-04	4,82E-04	4,23E-04	1,40E-04	1,95E-04	3,12E-04	1,01E-04	1,92E-04	2,85E-04	3,64E-04	4,23E-04	4,60E-04	4,77E-04	4,78E-04	4,68E-04	4,50E-04	4,27E-04	4,02E-04
1,05E-05	2,87E-05	5,33E-05	9,44E-05	1,53E-04	1,45E-04	2,30E-04	5,88E-04	2,43E-04	9,59E-04	1,91E-04	1,82E-04	1,32E-04	1,96E-04	2,68E-04	5,42E-04	4,47E-04	1,35E-04	2,76E-04	3,84E-04	1,17E-04	2,18E-04	3,19E-04	4,05E-04	4,68E-04	5,08E-04	5,26E-04	5,28E-04	5,18E-04	4,99E-04	4,75E-04
8,42E-06	2,66E-05	5,95E-05	8,50E-05	1,20E-04	1,44E-04	1,85E-04	1,49E-04	6,01E-04	4,22E-04	9,46E-04	2,89E-04	2,13E-04	1,26E-04	2,95E-04	3,31E-04	6,09E-04	4,67E-04	1,23E-04	4,18E-04	4,77E-04	1,36E-04	2,47E-04	3,57E-04	4,50E-04	5,18E-04	5,61E-04	5,81E-04	5,83E-04	5,73E-04	5,53E-04
8,40E-06	2,52E-05	3,98E-05	6,23E-05	1,07E-04	1,66E-04	2,82E-04	3,70E-04	2,01E-04	5,34E-04	6,69E-04	8,93E-04	4,56E-04	2,46E-04	1,14E-04	4,76E-04	4,11E-04	6,78E-04	4,79E-04	1,06E-04	6,52E-04	5,92E-04	1,59E-04	2,81E-04	4,00E-04	5,00E-04	5,73E-04	6,19E-04	6,41E-04	6,44E-04	6,33E-04
6,91E-06	1,89E-05	3,63E-05	6,36E-05	8,98E-05	1,48E-04	2,10E-04	2,91E-04	4,96E-04	6,36E-04	4,18E-04	9,53E-04	7,85E-04	7,42E-04	2,77E-04	9,60E-04	7,97E-04	5,04E-04	7,46E-04	4,79E-04	8,57E-04	9,93E-04	7,26E-04	1,85E-04	3,17E-04	4,45E-04	5,52E-04	6,30E-04			



2,95E-03	3,33E-03	2,92E-03	2,50E-03	2,15E-03	1,86E-03	1,62E-03	1,42E-03	1,25E-03	1,10E-03	9,76E-04	8,64E-04	7,65E-04	6,77E-04	5,98E-04	5,29E-04	4,68E-04	4,14E-04	3,66E-04	3,24E-04	2,87E-04	2,54E-04	2,26E-04	2,01E-04	1,79E-04	1,60E-04	1,43E-04	1,28E-04	1,15E-04	1,04E-04	9,37E-05
8,08E-04	2,77E-03	3,16E-03	3,03E-03	2,75E-03	2,47E-03	2,20E-03	1,96E-03	1,74E-03	1,55E-03	1,38E-03	1,23E-03	1,09E-03	9,68E-04	8,58E-04	7,60E-04	6,73E-04	5,96E-04	5,28E-04	4,67E-04	4,14E-04	3,67E-04	3,26E-04	2,90E-04	2,59E-04	2,31E-04	2,07E-04	1,85E-04	1,66E-04	1,50E-04	1,35E-04
2,15E-05	1,54E-03	2,77E-03	3,15E-03	3,13E-03	2,95E-03	2,71E-03	2,47E-03	2,23E-03	2,01E-03	1,81E-03	1,62E-03	1,44E-03	1,29E-03	1,14E-03	1,02E-03	9,01E-04	7,98E-04	7,07E-04	6,27E-04	5,56E-04	4,94E-04	4,39E-04	3,90E-04	3,48E-04	3,11E-04	2,78E-04	2,49E-04	2,24E-04	2,02E-04	1,82E-04
2,98E-04	4,40E-04	1,93E-03	2,86E-03	3,22E-03	3,26E-03	3,14E-03	2,94E-03	2,72E-03	2,49E-03	2,26E-03	2,04E-03	1,83E-03	1,64E-03	1,46E-03	1,30E-03	1,16E-03	1,03E-03	9,14E-04	8,11E-04	7,20E-04	6,40E-04	5,69E-04	5,06E-04	4,51E-04	4,03E-04	3,61E-04	3,23E-04	2,91E-04	2,62E-04	2,37E-04
2,38E-04	1,39E-05	9,75E-04	2,27E-03	3,08E-03	3,44E-03	3,52E-03	3,44E-03	3,26E-03	3,05E-03	2,81E-03	2,56E-03	2,32E-03	2,09E-03	1,88E-03	1,68E-03	1,50E-03	1,34E-03	1,19E-03	1,05E-03	9,38E-04	8,34E-04	7,42E-04	6,61E-04	5,89E-04	5,26E-04	4,71E-04	4,23E-04	3,80E-04	3,42E-04	3,09E-04
1,14E-05	2,14E-04	2,39E-04	1,43E-03	2,60E-03	3,34E-03	3,71E-03	3,82E-03	3,76E-03	3,60E-03	3,38E-03	3,14E-03	2,87E-03	2,61E-03	2,36E-03	2,12E-03	1,90E-03	1,70E-03	1,51E-03	1,35E-03	1,20E-03	1,07E-03	9,50E-04	8,47E-04	7,56E-04	6,75E-04	6,05E-04	5,42E-04	4,88E-04	4,40E-04	3,97E-04
1,50E-04	4,40E-04	1,33E-05	6,06E-04	1,85E-03	2,93E-03	3,65E-03	4,03E-03	4,16E-03	4,12E-03	3,97E-03	3,75E-03	3,48E-03	3,20E-03	2,92E-03	2,64E-03	2,37E-03	2,13E-03	1,90E-03	1,70E-03	1,51E-03	1,35E-03	1,20E-03	1,07E-03	9,58E-04	8,57E-04	7,67E-04	6,89E-04	6,20E-04	5,59E-04	5,05E-04
7,61E-05	2,63E-04	2,58E-04	8,89E-05	1,01E-03	2,27E-03	3,34E-03	4,08E-03	4,49E-03	4,65E-03	4,63E-03	4,47E-03	4,23E-03	3,94E-03	3,63E-03	3,31E-03	3,00E-03	2,70E-03	2,42E-03	2,17E-03	1,94E-03	1,73E-03	1,55E-03	1,38E-03	1,23E-03	1,10E-03	9,89E-04	8,88E-04	7,99E-04	7,20E-04	6,51E-04
4,85E-05	1,65E-05	5,56E-04	6,56E-04	3,08E-04	1,43E-03	2,74E-03	3,86E-03	4,65E-03	5,10E-03	5,29E-03	5,28E-03	5,11E-03	4,84E-03	4,52E-03	4,16E-03	3,80E-03	3,45E-03	3,11E-03	2,79E-03	2,50E-03	2,24E-03	2,00E-03	1,79E-03	1,60E-03	1,43E-03	1,28E-03	1,15E-03	1,04E-03	9,37E-04	8,47E-04
8,48E-05	1,66E-04	4,46E-04	4,39E-04	1,50E-05	5,77E-04	1,84E-03	3,25E-03	4,44E-03	5,30E-03	5,81E-03	6,03E-03	6,02E-03	5,84E-03	5,54E-03	5,17E-03	4,77E-03	4,36E-03	3,95E-03	3,56E-03	3,20E-03	2,88E-03	2,58E-03	2,31E-03	2,07E-03	1,85E-03	1,66E-03	1,50E-03	1,35E-03	1,22E-03	1,10E-03
4,17E-05	2,21E-04	7,59E-04	7,32E-04	2,67E-04	6,07E-04	8,57E-05	2,28E-03	3,81E-03	5,12E-03	6,08E-03	6,66E-03	6,92E-03	6,91E-03	6,71E-03	6,37E-03	5,95E-03	5,49E-03	5,02E-03	4,55E-03	4,11E-03	3,70E-03	3,33E-03	2,99E-03	2,68E-03	2,40E-03	2,16E-03	1,94E-03	1,75E-03	1,58E-03	1,43E-03
4,16E-05	1,99E-05	1,11E-04	4,93E-04	7,61E-04	1,48E-04	1,52E-04	1,15E-03	2,74E-03	4,42E-03	5,88E-03	6,94E-03	7,61E-03	7,91E-03	7,90E-03	7,67E-03	7,28E-03	6,80E-03	6,28E-03	5,74E-03	5,22E-03	4,72E-03	4,25E-03	3,83E-03	3,44E-03	3,09E-03	2,78E-03	2,51E-03	2,26E-03	2,04E-03	1,85E-03
6,54E-05	1,79E-04	3,64E-04	5,91E-04	8,81E-04	7,32E-04	9,12E-05	2,66E-03	1,47E-03	3,29E-03	5,23E-03	6,90E-03	8,16E-03	8,94E-03	9,29E-03	9,28E-03	9,01E-03	8,56E-03	8,00E-03	7,39E-03	6,76E-03	6,15E-03	5,57E-03	5,03E-03	4,54E-03	4,09E-03	3,68E-03	3,32E-03	3,00E-03	2,71E-03	2,46E-03
3,52E-05	4,18E-05	9,98E-05	2,10E-04	3,49E-04	1,12E-03	6,94E-04	6,20E-04	3,72E-04	1,77E-03	3,84E-03	6,01E-03	7,93E-03	9,37E-03	1,03E-02	1,07E-02	1,07E-02	1,04E-02	9,84E-03	9,20E-03	8,51E-03	7,80E-03	7,10E-03	6,44E-03	5,83E-03	5,26E-03	4,75E-03	4,29E-03	3,88E-03	3,51E-03	3,18E-03
2,73E-05	1,37E-04	1,51E-04	4,61E-04	4,63E-05	7,02E-04	1,30E-03	6,86E-04	5,35E-04	4,75E-04	2,10E-03	4,43E-03	6,94E-03	9,14E-03	1,08E-02	1,18E-02	1,23E-02	1,19E-02	1,14E-02	1,06E-02	9,84E-03	9,03E-03	8,23E-03	7,48E-03	6,78E-03	6,14E-03	5,56E-03	5,03E-03	4,56E-03	4,14E-03	
2,89E-05	4,01E-05	1,72E-04	8,28E-05	4,85E-04	7,24E-05	1,03E-03	1,47E-03	7,13E-04	5,37E-04	5,85E-04	2,43E-03	5,13E-03	8,00E-03	1,05E-02	1,24E-02	1,36E-02	1,42E-02	1,42E-02	1,38E-02	1,31E-02	1,23E-02	1,14E-02	1,05E-02	9,56E-03	8,70E-03	7,90E-03	7,17E-03	6,51E-03	5,91E-03	5,37E-03
2,84E-05	6,74E-04	1,10E-04	2,48E-04	4,03E-04	3,57E-04	1,92E-03	1,32E-03	1,64E-04	7,63E-04	5,68E-04	6,74E-04	2,79E-03	5,85E-03	9,13E-03	1,20E-02	1,42E-02	1,55E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,57E-02	1,50E-02	1,40E-02	1,30E-02	1,20E-02	1,10E-02	1,00E-02	9,12E-03	8,30E-03	7,55E-03	6,87E-03
2,21E-05	7,84E-05	9,14E-05	1,65E-04	7,07E-05	6,71E-04	2,53E-04	3,46E-04	1,61E-03	1,86E-03	8,40E-04	6,59E-04	7,91E-04	3,22E-03	6,74E-04	1,05E-02	1,38E-02	1,63E-02	1,79E-02	1,86E-02	1,86E-02	1,81E-02	1,72E-02	1,62E-02	1,51E-02	1,39E-02	1,27E-02	1,17E-02	1,06E-02	9,71E-03	8,86E-03
2,38E-05	6,19E-04	1,43E-04	1,86E-04	4,06E-04	1,04E-04	8,24E-04	1,89E-04	4,92E-04	1,89E-03	2,10E-03	9,49E-04	7,47E-04	9,13E-04	3,69E-03	7,70E-04	1,20E-02	1,57E-02	1,86E-02	2,04E-02	2,12E-02	2,12E-02	2,07E-02	1,97E-02	1,86E-02	1,73E-02	1,60E-02	1,47E-02	1,35E-02	1,24E-02	1,13E-02
1,77E-05	4,87E-05	8,24E-05	8,54E-05	7,26E-05	3,92E-04	2,60E-04	9,24E-04	1,60E-04	6,37E-04	2,19E-03	2,38E-03	1,06E-03	8,41E-05	1,06E-03	4,23E-03	8,79E-03	1,36E-02	1,79E-02	2,11E-02	2,31E-02	2,41E-02	2,41E-02	2,35E-02	2,25E-02	2,12E-02	1,98E-02	1,84E-02	1,70E-02	1,56E-02	1,43E-02
1,95E-05	4,04E-05	6,38E-05	1,74E-04	2,89E-04	2,19E-04	2,95E-04	4,47E-04	1,00E-03	1,45E-03	7,88E-04	2,49E-03	2,66E-03	1,16E-03	9,09E-05	1,23E-03	4,82E-03	9,95E-03	1,54E-02	2,02E-02	2,38E-02	2,60E-02	2,71E-02	2,72E-02	2,65E-02	2,54E-02	2,40E-02	2,25E-02	2,09E-02	1,93E-02	1,78E-02
1,60E-05	4,38E-05	6,44E-05	1,19E-04	1,11E-04	2,73E-04	4,27E-04	2,12E-04	6,29E-04	1,09E-03	1,35E-04	9,41E-04	2,84E-03	2,96E-03	1,25E-03	9,84E-05	1,44E-03	5,52E-03	1,13E-02	1,74E-02	2,27E-02	2,67E-02	2,92E-02	3,04E-02	3,05E-02	2,99E-02	2,87E-02	2,72E-02	2,55E-02	2,38E-02	2,21E-02
1,46E-05	3,15E-05	6,36E-05	8,37E-05	1,20E-04	1,25E-04	1,76E-04	6,02E-04	1,67E-04	8,19E-04	1,17E-03	1,36E-03	1,15E-03	3,26E-03	3,29E-03	1,34E-03	1,09E-03	1,73E-03	6,40E-03	1,29E-02	1,97E-02	2,56E-02	3,01E-02	3,29E-02	3,43E-02	3,45E-02	3,38E-02	3,25E-02	3,09E-02	2,91E-02	2,72E-02
1,19E-05	3,38E-05	5,29E-05	7,93E-05	1,57E-04	2,55E-04	2,77E-04	1,21E-04	7,29E-04	1,41E-04	1,02E-03	1,26E-03	1,32E-03	1,39E-03	3,71E-03	3,61E-03	1,40E-03	1,22E-03	2,06E-03	7,34E-03	1,46E-02	2,21E-02	2,86E-02	3,35E-02	3,67E-02	3,82E-02	3,85E-02	3,78E-02	3,65E-02	3,48E-02	3,28E-02
1,16E-05	2,39E-05	3,85E-05	7,63E-05	1,27E-04	1,52E-04	2,57E-04	4,27E-04	1,24E-04	8,30E-04	1,31E-03	1,23E-03	1,33E-03	1,32E-03	1,71E-03	4,22E-03	3,93E-03	1,43E-03	1,46E-03	2,49E-03	8,45E-03	1,65E-02	2,47E-02	3,19E-02	3,73E-02	4,08E-02	4,26E-02	4,29E-02	4,23E-02	4,09E-02	3,90E-02
9,35E-06	2,28E-05	5,12E-05	6,42E-05	9,99E-05	1,08E-04	1,17E-04	1,93E-04	5,26E-04	1,73E-04	9,12E-04	1,41E-04	1,49E-04	1,37E-04	1,47E-04	2,12E-04	4,80E-04	4,25E-04	1,43E-03	1,88E-03	3,01E-03	9,72E-03	1,86E-02	2,77E-02	3,56E-02	4,15E-02	4,54E-02	4,74E-02	4,79E-02	4,73E-02	4,58E-02
9,09E-06	2,02E-05	3,14E-05	4,78E-05	8,12E-05	1,11E-04	1,65E-04	1,78E-04	1,48E-04	5,78E-04	2,67E-04	9,68E-04	1,74E-04	1,78E-04	1,36E-03	1,86E-04	2,63E-04	5,41E-04	4,50E-04	1,38E-03	2,53E-03	3,60E-03	1,11E-02	2,09E-02	3,07E-02	3,93E-02	4,58E-02	5,00E-02	5,23E-02	5,29E-02	5,23E-02
7,08E-06	1,64E-05	3,07E-05	6,24E-05	6,89E-05	1,09E-04	1,69E-04	2,55E-04	2,95E-04	1,50E-04	5,83E-04	4,05E-04	9,82E-04	2,57E-04	2,11E-04	1,30E-04	2,79E-04	3,27E-04	6,08E-04	4,71E-04	1,29E-03	3,56E-03	4,33E-03	1,27E-02	2,34E-02	3,41E-02	4,33E-02	5,04E-02	5,50E-02	5,76E-02	5,84E-02
6,56E-06	1,62E-05	2,92E-05	3,68E-05	7,74E-05	1,03E-04	1,39E-04	1,91E-04	2,85E-04	4,15E-04	2,18E-04	5,48E-04	6,17E-04	9,39E-04	4,24E-04	2,45E-04	1,18E-03	4,59E-04	4,07E-04	6,78E-04	4,87E-04	1,18E-03	5,09E-03	5,21E-03	1,45E-02	2,61E-02	3,77E-02	4,77E-02	5,54E-02	6,05E-02	6,34E-02
5,62E-06	1,44E-05	2,74E-05	4,37E-05	5,88E-05	9,01E-05	1,12E-04	1,44E-04	1,65E-04	2,54E-04	4,98E-04	3,48E-04	4,55E-04	8,99E-04	8,21E-04	7,02E-04	2,77E-04	9,83E-04	7,70E-04	4,99E-04	7,46E-04	4,96E-04	1,04E-03	7,28E-04	6,20E-04	1,64E-03	2,90E-03	4,15E-03			



1,30E	1,33E	1,63E	1,06E	8,63E	7,80E	6,66E	5,76E	5,07E	4,47E	3,94E	3,49E	3,08E	2,73E	2,41E	2,13E	1,89E	1,67E	1,48E	1,31E	1,16E	1,02E	9,09E	8,07E	7,18E	6,39E	5,73E	5,08E	4,51E	4,83E	3,71E	
-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04
4,31E	1,07E	1,54E	1,27E	1,10E	1,03E	9,01E	7,93E	7,07E	6,29E	5,57E	4,96E	4,40E	3,90E	3,46E	3,07E	2,71E	2,40E	2,13E	1,88E	1,67E	1,48E	1,31E	1,17E	1,04E	9,23E	8,28E	7,34E	6,51E	6,99E	5,37E	
-03	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-04
1,02E	6,25E	1,12E	1,30E	1,24E	1,22E	1,11E	9,98E	9,05E	8,14E	7,28E	6,53E	5,82E	5,18E	4,61E	4,09E	3,63E	3,22E	2,85E	2,53E	2,24E	1,99E	1,76E	1,57E	1,39E	1,24E	1,11E	9,87E	8,76E	9,40E	7,22E	
-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-04	-04	-04	-04
9,69E	2,80E	6,27E	1,16E	1,27E	1,33E	1,27E	1,19E	1,10E	1,00E	9,09E	8,22E	7,38E	6,61E	5,90E	5,26E	4,67E	4,15E	3,68E	3,27E	2,90E	2,57E	2,29E	2,03E	1,81E	1,61E	1,45E	1,28E	1,14E	1,22E	9,38E	
-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-04
7,88E	1,30E	2,81E	9,01E	1,21E	1,38E	1,42E	1,38E	1,31E	1,23E	1,13E	1,03E	9,35E	8,43E	7,58E	6,77E	6,04E	5,38E	4,78E	4,25E	3,77E	3,35E	2,98E	2,65E	2,36E	2,10E	1,89E	1,67E	1,49E	1,60E	1,23E	
-04	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
6,77E	9,34E	1,53E	5,67E	1,02E	1,32E	1,48E	1,53E	1,51E	1,45E	1,36E	1,26E	1,16E	1,05E	9,51E	8,55E	7,65E	6,84E	6,09E	5,43E	4,83E	4,29E	3,82E	3,40E	3,03E	2,70E	2,43E	2,15E	1,91E	2,05E	1,57E	
-04	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
4,54E	8,65E	1,52E	2,63E	7,30E	1,13E	1,45E	1,60E	1,67E	1,65E	1,59E	1,51E	1,40E	1,29E	1,17E	1,06E	9,56E	8,57E	7,66E	6,84E	6,09E	5,43E	4,84E	4,31E	3,84E	3,43E	3,08E	2,73E	2,42E	2,60E	2,00E	
-04	-04	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
3,49E	9,54E	1,47E	8,90E	4,23E	8,59E	1,31E	1,61E	1,79E	1,86E	1,85E	1,79E	1,70E	1,58E	1,46E	1,33E	1,21E	1,09E	9,76E	8,74E	7,80E	6,96E	6,21E	5,54E	4,94E	4,41E	3,97E	3,52E	3,13E	3,36E	2,58E	
-04	-04	-03	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
3,71E	9,51E	1,22E	8,27E	1,76E	5,37E	1,07E	1,52E	1,84E	2,03E	2,11E	2,11E	2,05E	1,94E	1,82E	1,67E	1,53E	1,39E	1,25E	1,12E	1,01E	9,00E	8,04E	7,18E	6,41E	5,73E	5,15E	4,57E	4,07E	4,37E	3,36E	
-04	-04	-03	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
3,11E	6,47E	1,27E	1,77E	7,02E	2,42E	7,24E	1,28E	1,75E	2,10E	2,31E	2,41E	2,41E	2,34E	2,22E	2,08E	1,92E	1,75E	1,59E	1,43E	1,29E	1,16E	1,04E	9,26E	8,29E	7,41E	6,67E	5,93E	5,27E	5,66E	4,35E	
-04	-04	-03	-03	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
2,43E	4,99E	1,15E	2,30E	1,30E	8,77E	3,61E	9,05E	1,50E	2,02E	2,41E	2,65E	2,76E	2,76E	2,69E	2,55E	2,39E	2,21E	2,02E	1,83E	1,65E	1,49E	1,34E	1,20E	1,07E	9,61E	8,67E	7,70E	6,85E	7,37E	5,67E	
-04	-04	-03	-03	-03	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03
2,54E	5,17E	7,78E	1,71E	2,51E	1,30E	1,17E	4,85E	1,08E	1,74E	2,32E	2,76E	3,03E	3,15E	3,16E	3,07E	2,92E	2,73E	2,52E	2,31E	2,10E	1,90E	1,71E	1,54E	1,38E	1,24E	1,12E	9,93E	8,85E	9,51E	7,33E	
-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03	-03	-03	-03
2,10E	5,42E	8,05E	1,05E	2,79E	2,90E	1,02E	1,66E	6,11E	1,31E	2,07E	2,73E	3,24E	3,56E	3,71E	3,71E	3,61E	3,43E	3,21E	2,97E	2,72E	2,47E	2,24E	2,02E	1,82E	1,63E	1,48E	1,32E	1,17E	1,26E	9,73E	
-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-03
2,03E	3,87E	7,40E	1,06E	1,75E	3,53E	2,86E	9,26E	2,11E	7,35E	1,53E	2,38E	3,14E	3,72E	4,09E	4,26E	4,26E	4,15E	3,95E	3,70E	3,42E	3,13E	2,85E	2,58E	2,33E	2,10E	1,91E	1,70E	1,52E	1,64E	1,26E	
-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
1,71E	3,89E	6,92E	1,04E	1,10E	2,39E	4,43E	2,87E	9,79E	2,59E	8,73E	1,77E	2,75E	3,62E	4,29E	4,71E	4,91E	4,92E	4,78E	4,55E	4,27E	3,95E	3,62E	3,30E	3,00E	2,71E	2,46E	2,20E	1,97E	2,12E	1,64E	
-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-04	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
1,58E	3,51E	5,60E	1,03E	1,31E	1,34E	3,54E	5,12E	3,09E	1,05E	3,14E	1,01E	2,05E	3,17E	4,18E	4,94E	5,43E	5,66E	5,67E	5,52E	5,25E	4,93E	4,56E	4,19E	3,83E	3,48E	3,17E	2,84E	2,55E	2,75E	2,13E	
-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
1,42E	3,03E	5,38E	7,52E	1,31E	1,57E	1,59E	4,59E	5,82E	3,33E	1,15E	3,61E	1,17E	2,34E	3,62E	4,76E	5,63E	6,19E	6,45E	6,46E	6,29E	6,00E	5,63E	5,22E	4,80E	4,39E	4,02E	3,62E	3,25E	3,52E	2,72E	
-04	-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
1,26E	2,74E	4,56E	7,74E	1,13E	1,61E	1,59E	2,10E	5,58E	6,67E	3,65E	1,31E	4,22E	1,35E	2,70E	4,16E	5,47E	6,47E	7,11E	7,41E	7,43E	7,24E	6,91E	6,49E	6,03E	5,55E	5,11E	4,63E	4,17E	4,52E	3,51E	
-04	-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
1,12E	2,52E	4,29E	6,43E	8,13E	1,40E	2,18E	1,57E	2,61E	6,61E	7,54E	4,13E	1,48E	4,87E	1,54E	3,09E	4,75E	6,25E	7,39E	8,11E	8,45E	8,48E	8,27E	7,90E	7,43E	6,91E	6,41E	5,84E	5,29E	5,75E	4,48E	
-04	-04	-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
9,92E	2,13E	3,66E	5,95E	9,79E	1,04E	1,62E	2,61E	1,67E	3,16E	7,71E	8,57E	4,59E	1,69E	5,60E	1,77E	3,52E	5,42E	7,11E	8,40E	9,22E	9,61E	9,65E	9,42E	9,01E	8,49E	7,95E	7,29E	6,66E	7,26E	5,68E	
-05	-04	-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-02
8,76E	1,90E	3,33E	5,19E	6,58E	1,14E	1,33E	1,99E	2,98E	1,76E	3,78E	8,79E	9,58E	5,07E	1,89E	6,45E	2,02E	3,99E	6,12E	8,01E	9,45E	1,04E	1,08E	1,09E	1,06E	1,02E	9,64E	8,93E	8,21E	9,00E	7,08E	
-05	-04	-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-02	-02	-02	-01	-01	-01	-01	-01	-02	-02	-02	-02	-02
7,75E	1,69E	2,90E	4,69E	7,00E	8,31E	1,26E	1,50E	2,40E	3,35E	1,90E	4,40E	1,01E	1,07E	5,56E	2,11E	7,52E	2,31E	4,54E	6,91E	9,02E	1,06E	1,17E	1,21E	1,22E	1,19E	1,15E	1,08E	1,00E	1,11E	8,76E	
-05	-04	-04	-04	-04	-04	-04	-03	-03	-03	-03	-03	-03	-02	-02	-03	-03	-03	-02	-02	-02	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-02
6,84E	1,50E	2,57E	3,94E	5,59E	8,64E	1,14E	1,48E	1,69E	2,90E	3,72E	2,11E	5,24E	1,15E	1,19E	6,02E	2,40E	8,86E	2,67E	5,18E	7,85E	1,										



ANEXO 8. CÓDIGO MATLAB

```

%-----
%Criterio 1: Diámetros de partículas que hacen que el máximo del patrón de
energía coincida con el semianillo
%-----

%-----
%CLASES DE DIÁMETROS
%-----

clear all
close all
clc

u = (0:0.0001:10);
m=length(u);
BJ0=besselj(0,u);
BJ1=besselj(1,u);
BJ2=besselj(2,u);
TRESBJ2=BJ2*3;

alpha=1.3566; %igualando BJ0 y 3BJ2
y=besselj(0,alpha);

%Representación gráfica
figure(2);
plot(u,BJ0,u,BJ2,u,TRESBJ2);
legend('BJ0','BJ2','3*BJ2');
hold on;
scatter(alpha,y,'filled');
hold off;
saveas(gcf,'alpha','eps2');

load('RadiosAnillos.txt'); %archivo con radio_int/radio_ext/redio_medio de
cada semianillo en mm
r_i=RadiosAnillos(:,1).*1000;
r_e=RadiosAnillos(:,2).*1000;
N=length(r_i);
lambda=0.6328; %longitud onda laser He-Ne (um)

%-----
%1.-Focal 63mm
%-----
f_1=63*1000; %focal (um)
for k=1:N;
    D_1(k)=alpha*lambda/pi*((f_1/r_i(k))^2+1)^(1/2); %clases de diametros
    en um
    k=k+1;
end
save('D_clasico1.txt','D_1','-ascii','-double');

%-----
%2.-Focal 100mm
%-----
f_2=100*1000;
for k=1:N;
    D_2(k)=alpha*lambda/pi*((f_2/r_i(k))^2+1)^(1/2);
    k=k+1;

```



```

end
save('D_clasico2.txt','D_2','-ascii','-double');

%-----
%3.-Focal 300mm
%-----
f_3=300*1000;
for k=1:N;
    D_3(k)=alpha*lambda/pi*((f_3/r_i(k))^2+1)^(1/2);
    k=k+1;
end
save('D_clasico3.txt','D_3','-ascii','-double');

%-----
%4.-Focal 600mm
%-----
f_4=600*1000;
for k=1:N;
    D_4(k)=alpha*lambda/pi*((f_4/r_i(k))^2+1)^(1/2);
    k=k+1;
end
save('D_clasico4.txt','D_4','-ascii','-double');

%-----
%5.-Focal 800mm
%-----
f_5=800*1000;
for k=1:N;
    D_5(k)=alpha*lambda/pi*((f_5/r_i(k))^2+1)^(1/2);
    k=k+1;
end
save('D_clasico5.txt','D_5','-ascii','-double');

%-----
%6.-Focal 1000mm
%-----
f_6=1000*1000;
for k=1:N;
    D_6(k)=alpha*lambda/pi*((f_6/r_i(k))^2+1)^(1/2);
    k=k+1;
end
save('D_clasico6.txt','D_6','-ascii','-double');

%-----
%MATRIZ DE COEFICIENTES
%-----

[M_1,C_1]=matriz(lambda,f_1,D_1,r_i,r_e);
save('M_max_semianillo_1.txt','M_1','-ascii','-double');
[M_2,C_2]=matriz(lambda,f_2,D_2,r_i,r_e);
save('M_max_semianillo_2.txt','M_2','-ascii','-double');
[M_3,C_3]=matriz(lambda,f_3,D_3,r_i,r_e);
save('M_max_semianillo_3.txt','M_3','-ascii','-double');
[M_4,C_4]=matriz(lambda,f_4,D_4,r_i,r_e);
save('M_max_semianillo_4.txt','M_4','-ascii','-double');
[M_5,C_5]=matriz(lambda,f_5,D_5,r_i,r_e);
save('M_max_semianillo_5.txt','M_5','-ascii','-double');
[M_6,C_6]=matriz(lambda,f_6,D_6,r_i,r_e);
save('M_max_semianillo_6.txt','M_6','-ascii','-double');

```



```

figure(2);
surf(M_1);
title('M f=63 C1');
saveas(gcf, 'MC1_1_1', 'epsc2');
figure(3);
contour(M_1,15);
title('M f=63 C1');
saveas(gcf, 'MC1_1_2', 'epsc2');

figure(4);
surf(M_2);
title('M f=100 C1');
saveas(gcf, 'MC1_2_1', 'epsc2');
figure(5);
contour(M_2,15);
title('M f=100 C1');
saveas(gcf, 'MC1_2_2', 'epsc2');

figure(6);
surf(M_3);
title('M f=300 C1');
saveas(gcf, 'MC1_3_1', 'epsc2');
figure(7);
contour(M_3,15);
title('M f=300 C1');
saveas(gcf, 'MC1_3_2', 'epsc2');

figure(8);
surf(M_4);
title('M f=600 C1');
saveas(gcf, 'MC1_4_1', 'epsc2');
figure(9);
contour(M_4,15);
title('M f=600 C1');
saveas(gcf, 'MC1_4_2', 'epsc2');

figure(10);
surf(M_5);
title('M f=800 C1');
saveas(gcf, 'MC1_5_1', 'epsc2');
figure(11);
contour(M_5,15);
title('M f=800 C1');
saveas(gcf, 'MC1_5_2', 'epsc2');

figure(12);
surf(M_6);
title('M f=1000 C1');
saveas(gcf, 'MC1_6_1', 'epsc2');
figure(13);
contour(M_6,15);
title('M f=1000 C1');
saveas(gcf, 'MC1_6_2', 'epsc2');

```

```

%Dí-metros de partículas que hacen máxima la energía recibida por el
semianillo
%-----

%-----
%CLASES DE DI;METROS
%-----

clear all
close all
clc

lambda=0.6328; %longitud onda laser Ne-He (nm)
load('RadiosAnillos.txt'); %archivo con radio_int/radio_ext/redio_medio de
cada semianillo en mm
r_i=RadiosAnillos(:,1).*1000; %columna1: radios internos semianillos (um)
r_e=RadiosAnillos(:,2).*1000; %columna2: radios externos semianillos (um)
N=length(r_i);

%-----
%1.-Focal 63mm
%-----
f_1=63*1000; %focal (um)
for i=1:N
cte_i(i)=pi/lambda/((f_1/r_i(i))^2+1)^(1/2); %cte que relaciona D con
alpha_i
cte_e(i)=pi/lambda/((f_1/r_e(i))^2+1)^(1/2); %cte que relaciona D con
alpha_e
e_1=@(D) ((besselj(0,D*cte_e(i)))^2+(besselj(1,D*cte_e(i)))^2-
(besselj(0,D*cte_i(i)))^2-(besselj(1,D*cte_i(i)))^2);
%Con estimador de D que hace máxima la energía.
D_1(i)=fminsearch(e_1,1.3566*lambda/pi*((f_1/r_e(i))^2+1)^(1/2)); %obtengo
el máximo porque estoy minimizando la función negada. Clases de diámetros
en um
end
save('D_max_porcent_e_1.txt','D_1','-ascii','-double');

%-----
%2.-Focal 100mm
%-----
f_2=100*1000;
for i=1:N
cte_i(i)=pi/lambda/((f_2/r_i(i))^2+1)^(1/2);
cte_e(i)=pi/lambda/((f_2/r_e(i))^2+1)^(1/2);
e_2=@(D) ((besselj(0,D*cte_e(i)))^2+(besselj(1,D*cte_e(i)))^2-
(besselj(0,D*cte_i(i)))^2-(besselj(1,D*cte_i(i)))^2);
D_2(i)=fminsearch(e_2,1.3566*lambda/pi*((f_2/r_e(i))^2+1)^(1/2));
end
save('D_max_porcent_e_2.txt','D_2','-ascii','-double');

%-----
%3.-Focal 300mm
%-----
f_3=300*1000;
for i=1:N
cte_i(i)=pi/lambda/((f_3/r_i(i))^2+1)^(1/2);
cte_e(i)=pi/lambda/((f_3/r_e(i))^2+1)^(1/2);
e_3=@(D) ((besselj(0,D*cte_e(i)))^2+(besselj(1,D*cte_e(i)))^2-
(besselj(0,D*cte_i(i)))^2-(besselj(1,D*cte_i(i)))^2);
D_3(i)=fminsearch(e_3,1.3566*lambda/pi*((f_3/r_e(i))^2+1)^(1/2));

```



```

end
save('D_max_porcent_e_3.txt','D_3','-ascii','-double');

%-----
%4.-Focal 600mm
%-----
f_4=600*1000;
for i=1:N
cte_i(i)=pi/lambda/((f_4/r_i(i))^2+1)^(1/2);
cte_e(i)=pi/lambda/((f_4/r_e(i))^2+1)^(1/2);
e_4=@(D) (besselj(0,D*cte_e(i))^2+(besselj(1,D*cte_e(i))^2-
(besselj(0,D*cte_i(i))^2-(besselj(1,D*cte_i(i))^2;
D_4(i)=fminsearch(e_4,1.3566*lambda/pi*((f_4/r_e(i))^2+1)^(1/2));
end
save('D_max_porcent_e_4.txt','D_4','-ascii','-double');

%-----
%5.-Focal 800mm
%-----
f_5=800*1000;
for i=1:N
cte_i(i)=pi/lambda/((f_5/r_i(i))^2+1)^(1/2);
cte_e(i)=pi/lambda/((f_5/r_e(i))^2+1)^(1/2);
e_5=@(D) (besselj(0,D*cte_e(i))^2+(besselj(1,D*cte_e(i))^2-
(besselj(0,D*cte_i(i))^2-(besselj(1,D*cte_i(i))^2;
D_5(i)=fminsearch(e_5,1.3566*lambda/pi*((f_5/r_e(i))^2+1)^(1/2));
end
save('D_max_porcent_e_5.txt','D_5','-ascii','-double');

%-----
%6.-Focal 1000mm
%-----
f_6=1000*1000;
for i=1:N
cte_i(i)=pi/lambda/((f_6/r_i(i))^2+1)^(1/2);
cte_e(i)=pi/lambda/((f_6/r_e(i))^2+1)^(1/2);
e_6=@(D) (besselj(0,D*cte_e(i))^2+(besselj(1,D*cte_e(i))^2-
(besselj(0,D*cte_i(i))^2-(besselj(1,D*cte_i(i))^2;
D_6(i)=fminsearch(e_6,1.3566*lambda/pi*((f_6/r_e(i))^2+1)^(1/2));
end
save('D_max_porcent_e_6.txt','D_6','-ascii','-double');

%-----
%MATRIZ DE COEFICIENTES
%-----

[M_1,C_1]=matriz(lambda,f_1,D_1,r_i,r_e);
save('M_max_porcent_e_1.txt','M_1','-ascii','-double');
[M_2,C_2]=matriz(lambda,f_2,D_2,r_i,r_e);
save('M_max_porcent_e_2.txt','M_2','-ascii','-double');
[M_3,C_3]=matriz(lambda,f_3,D_3,r_i,r_e);
save('M_max_porcent_e_3.txt','M_3','-ascii','-double');
[M_4,C_4]=matriz(lambda,f_4,D_4,r_i,r_e);
save('M_max_porcent_e_4.txt','M_4','-ascii','-double');
[M_5,C_5]=matriz(lambda,f_5,D_5,r_i,r_e);
save('M_max_porcent_e_5.txt','M_5','-ascii','-double');
[M_6,C_6]=matriz(lambda,f_6,D_6,r_i,r_e);
save('M_max_porcent_e_6.txt','M_6','-ascii','-double');

```



```
figure(1);
surf(M_1);
title('M f=63 C2');
saveas(gcf, 'MC2_1_1', 'epsc2');
figure(2);
contour(M_1,15);
title('M f=63 C2');
saveas(gcf, 'MC2_1_2', 'epsc2');

figure(3);
surf(M_2);
title('M f=100 C2');
saveas(gcf, 'MC2_2_1', 'epsc2');
figure(4);
contour(M_2,15);
title('M f=100 C2');
saveas(gcf, 'MC2_2_2', 'epsc2');

figure(5);
surf(M_3);
title('M f=300 C2');
saveas(gcf, 'MC2_3_1', 'epsc2');
figure(6);
contour(M_3,15);
title('M f=300 C2');
saveas(gcf, 'MC2_3_2', 'epsc2');

figure(7);
surf(M_4);
title('M f=600 C2');
saveas(gcf, 'MC2_4_1', 'epsc2');
figure(8);
contour(M_4,15);
title('M f=600 C2');
saveas(gcf, 'MC2_4_2', 'epsc2');

figure(9);
surf(M_5);
title('M f=800 C2');
saveas(gcf, 'MC2_5_1', 'epsc2');
figure(10);
contour(M_5,15);
title('M f=800 C2');
saveas(gcf, 'MC2_5_2', 'epsc2');

figure(11);
surf(M_6);
title('M f=1000 C2');
saveas(gcf, 'MC2_6_1', 'epsc2');
figure(12);
contour(M_6,15);
title('M f=1000 C2');
saveas(gcf, 'MC2_6_2', 'epsc2');
```



```
%Criterio 3: Diámetros de partículas que hagan que el número de condición
de la matriz de coeficientes sea mínimo
```

```
%-----

clear all
close all
clc

lambda=0.6328;
load('RadiosAnillos.txt');
r_i=RadiosAnillos(:,1).*1000;
r_e=RadiosAnillos(:,2).*1000;
N=length(r_i);

%-----
%1.-Focal 63mm      (un script, es muy lento)
%-----
f_1=63*1000; %Utilizo como punto inicial de la optimización las clases de
diámetros obtenidas con el criterio 2
for i=1:N
    cte_i(i)=pi/lambda/((f_1/r_i(i))^2+1)^(1/2);
    cte_e(i)=pi/lambda/((f_1/r_e(i))^2+1)^(1/2);
    e_1=@(D) (besselj(0,D*cte_e(i))^2+(besselj(1,D*cte_e(i)))^2-
    (besselj(0,D*cte_i(i)))^2-(besselj(1,D*cte_i(i)))^2);
    D_1(i)=fminunc(e_1,1.3566*lambda/pi*((f_1/r_e(i))^2+1)^(1/2));
end
save('D_ncond_min_1.txt','D_1','-ascii','-double');

fm_1=@(D) ncond (lambda,f_1,D,r_i,r_e);
[D_1min]=fminunc(fm_1,D_1);
[M_1,C_1]=matriz(lambda,f_1,D_1min,r_i,r_e);
save('M_ncond_min_1.txt','M_1','-ascii','-double');

figure(1);
surf(M_1);
title('M f=63 C3');
saveas(gcf,'MC3_1_1','eps');
figure(2);
contour(M_1,15);
title('M f=63 C3');
saveas(gcf,'MC3_1_2','eps');
```

```
%-----
%Criterio 4: Base de funciones triangulares
%-----

clear all
close all
clc

lambda=0.6328; %longitud onda laser Ne-He (mm)
load('RadiosAnillos.txt'); %archivo con radio_int/radio_ext/radio_medio de
cada semianillo en mm
r_i=RadiosAnillos(:,1).*1000; %columna1: radios internos semianillos (um)
r_e=RadiosAnillos(:,2).*1000; %columna2: radios externos semianillos (um)
```



```

load('focales.txt');
f=focales;
f=f*1000;

load('Doptim_f1.txt');
D_1=Doptim_f1;
load('Doptim_f2.txt');
D_2=Doptim_f2;
load('Doptim_f3.txt');
D_3=Doptim_f3;
load('Doptim_f4.txt');
D_4=Doptim_f4;
load('Doptim_f5.txt');
D_5=Doptim_f5;
load('Doptim_f6.txt');
D_6=Doptim_f6;

[M_1,C_1]=matriz_triang(lambda,f(1),D_1,r_i,r_e);
save('M_trian_1.txt','M_1','-ascii','-double');
[M_2,C_2]=matriz_triang(lambda,f(2),D_2,r_i,r_e);
save('M_trian_2.txt','M_2','-ascii','-double');
[M_3,C_3]=matriz_triang(lambda,f(3),D_3,r_i,r_e);
save('M_trian_3.txt','M_3','-ascii','-double');
[M_4,C_4]=matriz_triang(lambda,f(4),D_4,r_i,r_e);
save('M_trian_4.txt','M_4','-ascii','-double');
[M_5,C_5]=matriz_triang(lambda,f(5),D_5,r_i,r_e);
save('M_trian_5.txt','M_5','-ascii','-double');
[M_6,C_6]=matriz_triang(lambda,f(6),D_6,r_i,r_e);
save('M_trian_6.txt','M_6','-ascii','-double');

figure(1);
surf(M_1);
title('M f=63 base triangular');
saveas(gcf,'Mtrian_1_1','eps2');
figure(2);
contour(M_1,15);
title('M f=63 base triangular');
saveas(gcf,'Mtrian_1_2','eps2');

figure(3);
surf(M_2);
title('M f=100 base triangular');
saveas(gcf,'Mtrian_2_1','eps2');
figure(4);
contour(M_2,15);
title('M f=100 base triangular');
saveas(gcf,'Mtrian_2_2','eps2');

figure(5);
surf(M_3);
title('M f=300 base triangular');
saveas(gcf,'Mtrian_3_1','eps2');
figure(6);
contour(M_3,15);
title('M f=300 base triangular');
saveas(gcf,'Mtrian_3_2','eps2');

```



```
figure(7);
surf(M_4);
title('M f=600 base triangular');
saveas(gcf, 'Mtrian_4_1', 'eps2');
figure(8);
contour(M_4,15);
title('M f=600 base triangular');
saveas(gcf, 'Mtrian_4_2', 'eps2');

figure(9);
surf(M_5);
title('M f=800 base triangular');
saveas(gcf, 'Mtrian_5-1', 'eps2');
figure(10);
contour(M_5,15);
title('M f=800 base triangular');
saveas(gcf, 'Mtrian_5_2', 'eps2');

figure(11);
surf(M_6);
title('M f=1000 base triangular');
saveas(gcf, 'Mtrian_6_1', 'eps2');
figure(12);
contour(M_6,15);
title('M f=1000 base triangular');
saveas(gcf, 'Mtrian_6_2', 'eps2');
```

```
function [M,C] = matriz (long_onda,f,D,ri,re)
%Crea la matriz de coeficientes para el cálculo de la energía difractada
%(técnicamente es la energía que difracta un volumen V de partículas de
%tamaño D y que incide sobre un anillo (ri,re))
%Adicionalmente, esta función calcula el número de condición de dicha
matriz
% long_onda: longitud de onda del láser
% f: distancia focal de la lente al receptor
% D: vector de clases de diámetros
% ri,re: vectores con radios internos y externos de los receptores
l1=length(ri);
l2=length(D);
mm=zeros(l1,l2);
for i=1:l1
    for j=1:l2
        mm(i,j)=-
3/2/D(j)*((besselj(0,pi*D(j)*re(i)/f/long_onda).^2)+(besselj(1,pi*D(j)*re(i)
)/f/long_onda).^2)-(besselj(0,pi*D(j)*ri(i)/f/long_onda).^2)-
(besselj(1,pi*D(j)*ri(i)/f/long_onda).^2));
        %mm(i,j)=m(r(i),D(j))
    end
end
M=mm;
C=cond(mm);
end
```



```
function [M,C] = matriz_triang (long_onda,f,D,ri,re)
%Energía que difracta un volumen V de partículas de tamaño D y que incide
sobre un anillo (ri,re))
% long_onda: longitud de onda del láser
% f: distancia focal de la lente al receptor
% D: vector de clases de diámetros
% ri,re: vectores con radios internos y externos de los receptores
l1=length(ri);
l2=length(D);
mm=zeros(l1,l2-2);
for i=1:l1
    for j=1:l2-2

        dinf=D(j+2); %diámetro de gota d_j-1 de base j-ésima
        dmed=D(j+1); %diámetro de gota d_j de base j-ésima
        dsup=D(j); %diámetro de gota de base j-ésima

        fdisp=@(d) (besselj(0,pi*d/long_onda*re(i)/f)).^2+(besselj(1,pi*d/long_onda*
re(i)/f)).^2-(besselj(0,pi*d/long_onda*ri(i)/f)).^2-
(besselj(1,pi*d/long_onda*ri(i)/f)).^2;

        f1 = @(d) 2/(dsup-dinf)*(d-dinf)/(dmed-dinf);
        %dividiendo por el coeficiente de normalización (dsup-dinf)/2
        ff1 = @(d) -3/2*fdisp(d).*f1(d)./d;
        A = quadgk(ff1,dinf,dsup);

        f2 = @(d) 2/(dsup-dinf)*(dsup-d)/(dsup-dmed);
        ff2 = @(d) -3/2*fdisp(d).*f2(d)./d;
        B = quadgk(ff2,dinf,dsup);

        mm(i,j)=A+B;

        %mm(i,j)=m(r(i),D(j))
    end
end
M=mm;
C=cond(mm); %cond cercano a 1 indica que la matriz está bien condicionada
end
```

```
%Simulación de medidas creando una PDF de tamaños de partículas que siga
una distribución log-normal e integrando numéricamente para obtener la
energía recibida en cada semianillo

clear all
close all
clc

lambda=0.6328; %longitud onda láser Ne-He (nm)
load('RadiosAnillos.txt'); %archivo con radio_int/radio_ext/radio_medio de
cada semianillo en nm
r_i=RadiosAnillos(:,1).*1000; %columna1: radios internos semianillos (um)
r_e=RadiosAnillos(:,2).*1000; %columna2: radios externos semianillos (um)
load('focales.txt');
f=focales*1000;
n=length(f);
```



```

%parámetros de la función log-normal para que tenga media m y varianza v:
m=70; %tamaño de partículas medio en micras para una focal f_i
v=200;

mu = log((m^2)/sqrt(v+m^2));
sigma = sqrt(log(v/(m^2)+1));

l_i=0; %limite inferior de integración en micras para la focal f_i  0
l_s=inf; %limite inferior de integración en micras para la focal f_i  inf

c_v=1;
ilas=1e6;

ET=zeros(31,6);

for j=1:n
for i=1:31
    zext=@(D)pi*D/lambda*r_e(i)/f(j);
    zint=@(D)pi*D/lambda*r_i(i)/f(j);
    ener_i=@(D)-
ilas*3/2*c_v*lognpdf(D,mu,sigma)./D.*((besselj(0,zext(D))).^2+(besselj(1,zext(D))).^2-
(besselj(0,zint(D))).^2-(besselj(1,zint(D))).^2);
    e_i=quadgk(ener_i,l_i,l_s);
    ET(i,j)=e_i;
end
end

save('E_simuladas.txt','ET','-ascii','-double');

e1=ET(:,1);
figure(1);
plot(e1,'DisplayName','e1','YDataSource','e1');figure(gcf);

e2=ET(:,2);
figure(2);
plot(e2,'DisplayName','e1','YDataSource','e1');figure(gcf);

e3=ET(:,3);
figure(3);
plot(e3,'DisplayName','e1','YDataSource','e1');figure(gcf);

e4=ET(:,4);
figure(4);
plot(e4,'DisplayName','e1','YDataSource','e1');figure(gcf);

e5=ET(:,5);
figure(5);
plot(e5,'DisplayName','e1','YDataSource','e1');figure(gcf);

e6=ET(:,6);
figure(6);
plot(e6,'DisplayName','e1','YDataSource','e1');figure(gcf);

```



```
%Resolución del sistema de ecuaciones W=MD

clear all
close all
clc

%carga de datos

load('focales.txt');
f=focales*1000;

%load('D_old_f1.txt');
%load('D_old_f2.txt');
load('D_old_f3.txt');
%load('D_old_f4.txt');
%load('D_old_f5.txt');
%load('D_old_f6.txt');

load('DS.txt');

load('E_simuladas.txt');
%E1=E_simuladas(:,1);
%E1=E1.*1023./max(E1); %normalización (10Bits)
%E2=E_simuladas(:,2);
%E2=E2.*1023./max(E2);
E3=E_simuladas(:,3);
E3=E3.*1023./max(E3);
%E4=E_simuladas(:,4);
%E4=E4.*1023./max(E4);
%E5=E_simuladas(:,5);
%E5=E5.*1023./max(E5);
%E6=E_simuladas(:,6);
%E6=E6.*1023./max(E6);

load('Doptim_f3.txt');
D_f3=Doptim_f3(2:length(Doptim_f3)-1);%quito los soportes "inventados"
save('D_f3.txt','D_f3','-ascii','-double');

%FOCAL 3
%-----

%0. ARRANQUE
%calculo los coeficientes CO
n=length(DS);
CO3=zeros(16,1);
for i=1:n
    CO3(i)=(E3(2*i)+E3(2*i-1))/DS(i);
    if CO3(i)<0;
        CO3(i)=0;
    end
end
CO3(n+1)=3*CO3(n)-1.5*CO3(n-1);%extrapolación extra0a
if CO3(n+1)<0; %negativos los hago cero
    CO3(n+1)=0;
end
suma=sum(CO3);
CO3=CO3./suma; %normalizar coef para que la suma de 1(normalizar al nuevo
solamente).
```



```

%CDF old
CDF_old3=zeros(17,1);
m=length(CDF_old3);
CDF_old3(m,1)=0;
for i=2:m-1;
    CDF_old3(m-i,1)=CDF_old3(m-i+1,1)+CO3(m-i,1);
end

save('CDF_old3.txt','CDF_old3','-ascii','-double');
figure(1);
plot(CDF_old3,'DisplayName','CDF_old3','YDataSource','CDF_old3');figure(gcf)
title('CDF old f=300');
saveas(gcf,'CDF_old_f3','eps2');

%CDF triangular (interpolando CDF_old en excel)

load('CDF_T3.txt');

figure(2);
plot(CDF_T3,'DisplayName','CDF_T3','YDataSource','CDF_T3');figure(gcf)
title('CDF Triangular f=300');

CDF_T3=[CDF_T3;0]; %CDF long 32 saldrá CO de long 31
CDF_T3=CDF_T3./max(CDF_T3);

CO3_T=zeros(31,1);
for i=1:length(CO3_T)
    CO3_T(i)=CDF_T3(i)-CDF_T3(i+1);
end

suma1_T=sum(CO3_T);

load('M_trian_3.txt');

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);
EC3_inicial=EC3; %esta no la toco

figure(3);
plot(E3,'DisplayName','E3','YDataSource','E3');
hold all;plot(EC3,'DisplayName','EC3','YDataSource','EC3');
hold off;figure(gcf);
legend('E medida','E matriz');
saveas(gcf,'Emedida-Ematriz','eps2');

error=zeros(length(E3),1);
for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %1.78e+06

%ETAPA1:Afinamiento distribución

%Iteración 1
ERRprev=ERR;
CO3_Tprev=CO3_T;
CO3_T=CO3_T.*CO3_T;

```



```

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %5.28e+05
%ERRprev>ERR ==> Hago otra iteraci n

%Iteraci n 2
ERRprev=ERR;
CO3_Tprev=CO3_T;
CO3_T=CO3_T.*CO3_T;

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %2.80e+05
%ERRprev>ERR ==> Hago otra iteraci n

%Iteraci n 3
ERRprev=ERR;
CO3_Tprev=CO3_T;
CO3_T=CO3_T.*CO3_T;

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %2.28e+05
%ERRprev>ERR ==> Hago otra iteraci n

%Iteraci n 4
ERRprev=ERR;
CO3_Tprev=CO3_T;
CO3_T=CO3_T.*CO3_T;

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %2.41e+05
%ERRprev<ERR ==> Recupero vector de tama os previo, energ a y ERR y paso a
etapa 2

ERR=ERRprev;%2.28e+05

CO3_T=CO3_Tprev;

EC3=M_trian_3*CO3_T;

```



```

EC3=EC3.*1023./max(EC3);

%ETAPA2:Ensanchamiento distribución

%a.repetir 8 veces (1a vez)

CDif3=zeros(32,1);
CO3_Tprev=CO3_T; %lo guardo por si vuelvo aqui

%1
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%2
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%3
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%4
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%5
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

```



```

%6
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%7
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%8
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%b.

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3./max(EC3);

ERRprev=ERR;

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %3.98e+04
%ERRprev>ERR ==> guardo error y vuelvo a punto a

ERRprev=ERR;

%a.repetir 8 veces (2a vez)

CDif3=zeros(32,1);
CO3_Tprev=CO3_T; %lo guardo por si vuelvo aqui

%1
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

```



```

%2
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%3
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%4
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%5
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%6
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%7
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

```



```

%8
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=(2*E3(30)-E3(29))^2/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%b.

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %1.01e+04
%ERRprev>ERR ==> guardo error y vuelvo a punto a

ERRprev=ERR;

%a.repetir 8 veces (3a vez)

CDif3=zeros(32,1);
CO3_Tprev=CO3_T; %lo guardo por si vuelvo aqui

%1
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=(2*E3(30)-E3(29))^2/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%2
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=(2*E3(30)-E3(29))^2/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%3
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=(2*E3(30)-E3(29))^2/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

```



```

%4
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%5
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%6
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%7
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%8
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=((2*E3(30)-E3(29))^2)/((2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%b.

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %1.50e+03

```



```

%ERRprev>ERR ==> guardo error y vuelvo a punto a

ERRprev=ERR;

%a.repetir 8 veces (4a vez)

CDif3=zeros(32,1);
CO3_Tprev=CO3_T; %lo guardo por si vuelvo aqui

%1
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%2
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%3
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%4
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%5
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

```

```

%6
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%7
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%8
for i=1:30
    CDif3(i)=E3(i)/EC3(i);
end
CDif3(31)=( (2*E3(30)-E3(29))^2)/( (2*EC3(30)-EC3(29))^2);
CDif3(32)=CDif3(31);
for i=1:31
    CO3_T(i)=CO3_T(i)*(CDif3(i)+CDif3(i+1));
end

%b.

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

for i=1:length(E3)
    error(i)=(E3(i)-EC3(i))^2;
end
ERR=sum(error); %1.80e+03
%c. ERRprev<ERR ==> Paro y recupero CO anterior
CO3_T=CO3_Tprev;

%ETAPA3: retoque

suma=sum(CO3_T);
CO3_T=CO3_T./suma;
save('CO3_T.txt','CO3_T','-ascii','-double');

EC3=M_trian_3*CO3_T;
EC3=EC3.*1023./max(EC3);

figure(4);
plot(E3,'DisplayName','E3','YDataSource','E3');
hold all;
plot(EC3_inicial,'DisplayName','EC3_inicial','YDataSource','EC3_inicial');
plot(EC3,'DisplayName','EC3','YDataSource','EC3');
hold off;figure(gcf);
legend('E medida','E matriz inicial','E matriz afinada');

```



```
saveas(gcf, 'Emedida-Ematriz-Eafinada', 'epsc2');
```

```
%se ve que la energía calculada con la matriz triangular, después de  
%procesarla es muy parecida a la energía medida con malvern (calculada  
%con la lognormal)
```