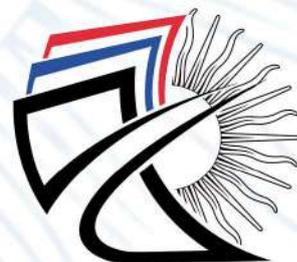


Control Estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Juan Pablo Cedillo Espinoza
Víctor Miguel Toalombo Vargas
Eder Lenin Cruz Sigüenza
Carlos Alexis Tiuma Chafla



PUERTO MADERO
EDITORIAL

**1era Edición
2023**



puertomaderoeditorial.com.ar



La Plata - Argentina

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

AUTORES: JUAN PABLO CEDILLO ESPINOZA, VÍCTOR MIGUEL TOALOMBO VARGAS
EDER LENIN CRUZ SIGUENZA, CARLOS ALEXIS TIUMA CHAFLA

ISBN: 978-987-82912-3-9



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Autores:

Juan Pablo Cedillo Espinoza
Víctor Miguel Toalombo Vargas
Eder Lenin Cruz Sigüenza
Carlos Alexis Tiuma Chafla



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera / Juan Pablo Cedillo Espinoza ... [et al.]; editado por Juan Carlos Santillán Lima; Guido Patricio Santillán Lima.

-

1a ed revisada. - La Plata : Puerto Madero Editorial Académica, 2023.
Libro digital, PDF/A

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-82912-3-9

1. Estadísticas. 2. Zonas Industriales. I. Cedillo Espinoza, Juan Pablo. II. Santillán Lima, Juan Carlos, ed. III. Santillán Lima, Guido Patricio, ed.
CDD 332.6442



Licencia Creative Commons:

Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Primera Edición, Abril 2023

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera
ISBN: 978-987-82912-3-9

Editado por:

Sello editorial: ©Puerto Madero Editorial Académica
N° de Alta: 933832

Editorial: © Puerto Madero Editorial Académica

CUIL: 20630333971

Calle 45 N491 entre 4 y 5

Dirección de Publicaciones Científicas Puerto Madero Editorial
Académica

La Plata, Buenos Aires, Argentina

Teléfono: +54 9 221 314 5902

+54 9 221 531 5142

Código Postal: AR1900

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review)

Corrección y diseño:

Puerto Madero Editorial Académica

Diseñador Gráfico: José Luis Santillán Lima

Diseño, Montaje y Producción Editorial:

Puerto Madero Editorial Académica

Diseñador Gráfico: Santillán Lima, José Luis

Director del equipo editorial: Santillán Lima, Juan Carlos

Editor: Santillán Lima, Juan Carlos
Santillán Lima, Guido Patricio

Hecho en Argentina
Made in Argentina

AUTORES:

Autores

Víctor Miguel Toalombo Vargas

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Panamericana Sur Km 1 ½,
Riobamba Ecuador.

victor.toalombo@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-9479-6307>

Juan Pablo Cedillo Espinoza

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Panamericana Sur Km 1 ½,
Riobamba Ecuador.

juan.cedillo@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-4489-2560>

Eder Lenin Cruz Siguenza

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Panamericana Sur Km 1 ½,
Riobamba Ecuador.

eder.cruz@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-4982-9947>

Carlos Alexis Tiuna Chafra

Ejército Ecuatoriano, La Exposición 208, 170403, Quito, Ecuador.

catiumac@ejercito.mil.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-2015-2656>

INDICE

CAPITULO 1

1.	Introducción a los hidrociclones	1
2.	Hidrociclones.....	2
2.13.	Clasificación en hidrociclones	5
3.	Separación en Hidrociclones	7
3.1.	Caracterización Mineralógica.....	8
3.2.	Caracterización de la suspensión	9
3.3.	Análisis Granulométrico	9
3.4.	Caracterización de la suspensión.....	10
3.5.	Análisis de Caudales	10
3.6.	Distribuciones granulométricas	11
2.	Estadística descriptiva	33
2.1.	Rstudio 10 Over 1-4-curva	33
2.2.	Rstudio-10 Over 0.8-4-curva.....	35
2.3.	R Studio 10 over 0.8	37
2.4.	R Studio 10 over 0.8- curva	39
2.5.	R Studio 10 over 0.8-5	41
2.6.	R Studio 10 over 0.8-5- curva	43
2.7.	R Studio 10 over 0.8-6.....	45
2.8.	Rstudio 10 over 1- curva	47
2.9.	R Studio 10 under 2-6.....	49
2.10.	Datos N#40.....	51
2.11.	Datos N#41.....	53
2.12.	Datos N#42.....	55
2.13.	Datos N#43.....	57
2.14.	Datos N#44.....	59
2.14.	Datos N#45.....	61
2.15.	Datos N#46.....	63
2.16.	Datos N#47.....	65
2.17.	Datos N#48.....	67
2.18.	Datos 49	69
2.19.	Datos X10 over 1	71
2.20.	Datos X10 over 1-4	73
2.21.	Datos X10 over 1-5- curva.xlsx	75
2.22.	Datos 10 over 1-6	77
2.23.	Datos X10 over 2 curva.....	79
2.24.	Datos X10 over 2-5-curva. xlsx	81
2.25.	Datos X10 over 2- 4	83
2.26.	Datos X10 over 2- 4 curva	85
2.27.	Datos X10 over 2-5	87
2.28.	Datos X10 over0.8-4.....	89
2.29.	Datos X10 OVER 2-6	91
2.30.	Datos X10_over1_6_curva_Primer a	93
2.31.	Datos X10 over 2	95
2.32.	Datos X10 OVER 2-6	97

2.33.	Datos X10_over1_6_curva_Primer	99
2.34.	Datos 10_under_0_8_5_curva_segundo	101
2.35.	Datos X10_under_0_8_tercera	103
2.36.	Datos X10_under_0_8_4_quinta	105
2.37.	Datos X10 under 2	107
2.38.	Datos 10 under 0.8- 5 curva	109
2.39.	Datos 10 under 0.8-6-curva CUARTA	111
2.40.	Datos under 0.8-6 TERCERA	113
2.41.	Datos 10 under 0.8 SEGUNDA	115
2.42.	Datos 10 under 1-4 QUINTA	117
2.43.	Datos 10 under 1-4-curvaSEXTA	119
2.44.	Datos 10 under 1-5 SEPTIMO	121
2.45.	Datos 10 under 1-5-curvaOCTAVO	123
2.46.	Datos 10 under 1-6-curva NOVENA	125
2.47.	Datos 12 over 0.8 curva DECIMO	127
	BIBLIOGRAFIA	130
	DE LOS AUTORES	131
	JUAN PABLO CEDILLO ESPINOZA	131
	VICTOR MIGUEL TOALOMBO VARGAS	131
	EDER LENIN CRUZ SIGUENZA	132
	CARLOS ALEXIS TIUMA CHAFLA	132

CAPITULO 1

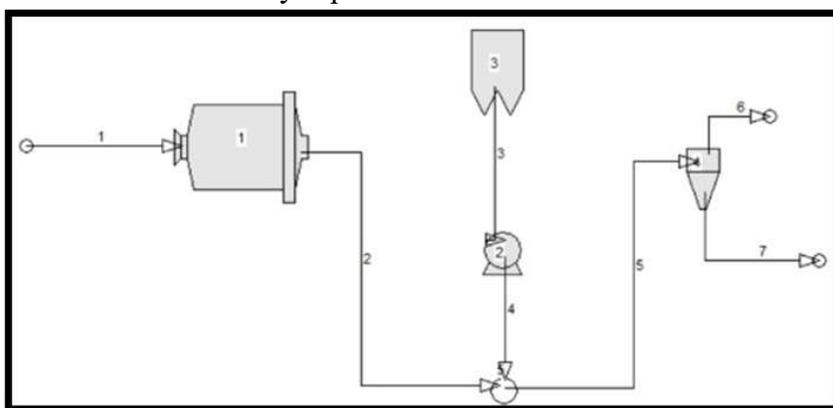
1. Introducción a los hidrociclones

El hidrociclón es un separador sólido-liquido, usando un tamaño de corte como propiedad de separación (denominada d_{50}) de dos corrientes; una corriente enriquecida en la fracción de sólidos con tamaño menor al d_{50} y otra enriquecida en la fracción de tamaños mayores a este parámetro y su desempeño es superior a cualquier otro respecto a su capacidad y forma de operación, además, tiene un papel importante en la industria minera que conforme pasa el tiempo busca reducir tanto el uso de agua como el uso de energía. (Ching, 2015)

La industria minero-metalúrgica a gran escala produce millones de toneladas de material que necesitan ser tratadas para la extracción del mineral, por lo que se necesita pasar por varias etapas, dentro de estas etapas la que más gastos en energía y agua requiere es la etapa de conminución, y en este sentido; la separación granulométrica vía hidrociclonado es la unidad de apoyo más importante en el control y optimización de las operaciones de molienda por lo que en gran parte la mayoría de investigaciones van direccionadas a como optimizar este proceso (Ching, 2015)

En su mayoría los circuitos de molienda y separación que cuentan con hidrociclones son de carácter cerrado normal, es decir el hidrociclón se encuentra posterior al proceso de molienda, generalmente los molinos de bolas tradicionales alimentan baterías de hidrociclones que tienen como fin realizar la separación de tamaños finos, llámese tamaños finos a los tamaños inferiores a los 500 micrones. Como se puede ver en la figura 1.

Figura 1.
Circuito de molienda y separación con hidrociclón



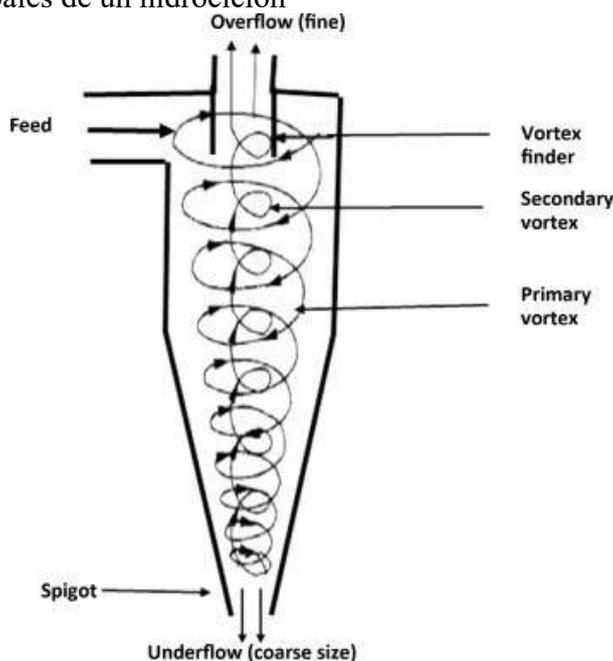
Fuente: Autores

2. Hidrociclones

Los componentes claves de un hidrociclón son el área de la boquilla de entrada, el diámetro y altura del buscador de vórtices (“vortex finder”), la sección cilíndrica, la sección cónica y el orificio del ápice figura 2.

Figura 2.

Operaciones principales de un hidrociclón



Fuente: (Schlesinger et al., 2011)

El hidrociclón es un dispositivo de clasificación que utiliza el balance de la fuerza centrífuga versus la fuerza de arrastre (Schlesinger et al., 2011) para generar una separación de tamaños de partículas (ver figura 3). A pesar de las muchas ventajas de los hidrociclones, hay una mala colocación de finos en el producto más grueso. El método más común para representar la eficiencia del ciclón es mediante una curva de clasificación $C(x)$ (ver ec. 1). El punto de corte (d_{50}) del ciclón se define como el tamaño en la curva de partición para el cual el 50% de las partículas en la alimentación tienen la misma probabilidad de salir por la corriente de rebalse o la corriente de descarga. La curva de partición no corregida puede corregirse utilizando la ec.:

$$C(x) = \frac{(S_i - CC)}{(1 - CC)} \quad (1)$$

donde $C(x)$ es la fracción de masa corregida de un tamaño particular que informa al flujo inferior, S_i es la fracción de masa real de un tamaño particular que se reporta en la

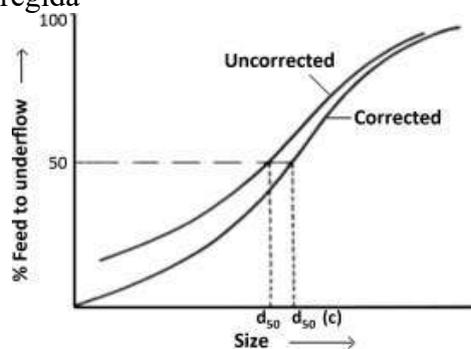
descarga y CC es la fracción del líquido de alimentación que se recupera en el flujo de producto grueso. La curva corregida describe los artículos recuperados en el flujo inferior por clasificación verdadera. La figura 3 muestra las curvas de separación S_i y la de clasificación $C(x)$.

Figura 3.
Orbitas de equilibrio para la separación en HC.



Fuente:(Schlesinger et al., 2011)

Figura 4.
Curva corregida y no corregida



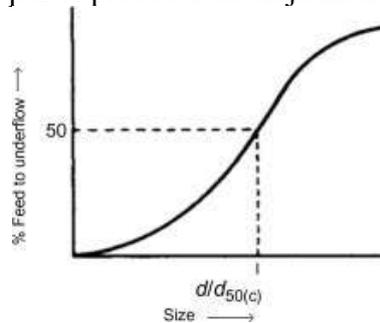
Fuente: (Schlesinger et al., 2011)

La curva de Clasificación $C(x)$ normalizada, se obtiene trazando el porcentaje de peso corregido de partículas que salen por la descarga contra el tamaño real dividido por el d_{50} (figura 5), y se puede usar para derivar la curva de rendimiento real después de cualquier cambio en las condiciones de operación. La curva es independiente del diámetro del hidrociclón, de las dimensiones de salida y/o de las condiciones de operación. Se han sugerido varias funciones matemáticas para describir la curva de eficiencia reducida (Schlesinger et al., 2011). La eficiencia de la separación, o la llamada imperfección I , viene dada por:

$$I = \frac{(d_{75} - d_{25})}{2d_{50}} \quad (2)$$

Figura 5.

Curva de eficiencia reducida por el producto de flujo interior de hidrociclón.

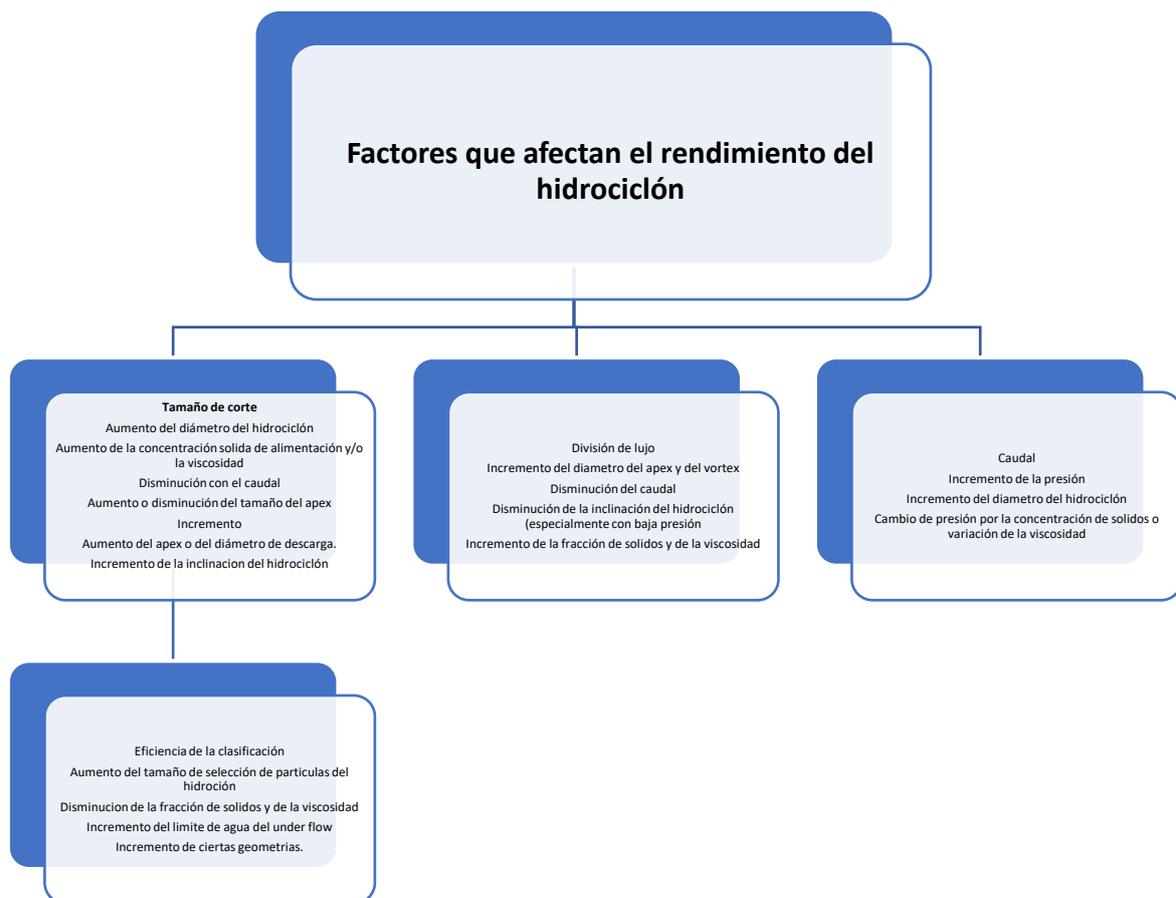


Fuente:(Schlesinger et al., 2011)

La figura 6 ilustra los factores que afectan el rendimiento del hidrociclón.

Figura 6.

Factores que afectan el rendimiento del hidrociclón



Fuente: (Schlesinger et al., 2011)

2.13. Clasificación en hidrociclones

En fase experimental la mayoría de los investigadores usan lodos de trituradoras de cuarzo o piedra caliza como medio en escala laboratorio.

En 1975 Lynch y Rao lograron obtener como producto de relaciones individuales cuantitativas de cada variable en función del d_{50} . Se utilizó un hidrociclón de Krebs de 508 mm de diámetro, se encontró que fue una función del tamaño de partícula y geometría del ciclón. Determinaron tres ecuaciones diferentes correspondientes a tamaños diferentes correspondientes a tamaños de partículas gruesas, medias y finas definidas arbitrariamente. Sin embargo, su modelo final abarcaba esta variación y se escribió como:

$$\log d_{50C} = 4.18 D_o - 5.43 D_u + 3.04 D_i + 0.0319 C M S_{(F)} - 3.6 Q v_{(F)} - 0.0042(\% + 420) + 0.0004(\% - 53) \quad (3)$$

dónde

C M S (F) = % en peso de sólidos en la alimentación

Q V (F) = Flujo volumétrico de suspensión en la alimentación (m^3/s)

C +420 = % + 420 μm en la alimentación

C -53 = % - 53 μm en la alimentación

D O, D I, D U = diámetros de rebalse, entrada y descarga respectivamente (m)

d_{50C} = tamaño de corte en micrómetros

Las constantes se deben aplicar estrictamente a una suspensión formada de piedra caliza y en un ciclón de Krebs, pero se puede utilizar para la mayoría de las suspensiones con bastante precisión. Para minerales de diferentes densidades a la piedra caliza, se puede aplicar una corrección, como la que se da en ec 4:

$$\frac{(d_{50C})_1}{(d_{50C})_2} = \sqrt{\frac{(\rho_{s2} - \rho_L)}{(\rho_{s1} - \rho_{s2})}} \quad (4)$$

El modelo de Lynch y Rao se modificó posteriormente por Nageswararao, que incluyó el ángulo del cono del ciclón y bloqueó las condiciones de asentamiento. El factor de sedimentación obstaculizado se tomó como la relación entre la sedimentación libre y la sedimentación obstaculizada, H S, y se escribió como:

$$Hs = \frac{10^{1.82V_S(F)}}{9.05[1 - V_S(F)]^2} \quad (5)$$

dónde

V S (F) = fracción en volumen de sólidos en la suspensión de alimentación.

El modelo final se traduce, con una ligera modificación por JKTech.

$$\frac{d_{50C}}{DC} = K_{D0} \left(\frac{D_0}{DC}\right)^{0.52} \left(\frac{Du}{DC}\right)^{-0.47} \left(\frac{P}{\rho_{SL}gDC}\right)^{-0.22} \left(\frac{DI}{DC}\right)^{-0.5} \left(\frac{LCYL}{DC}\right)^{-0.65} \theta^{0.15} DC^{-0.65} H_S^{0.93} \quad (6)$$

dónde

P = presión de alimentación (kPa)

g = aceleración debido a la gravedad

θ = ángulo del cono, grados

H S= factor de sedimentación obstaculizado

K D0= material constante dependiendo de la SG y el tamaño de las partículas en la alimentación

L CYL= longitud de la sección cilíndrica (m)

D C= diámetro de la sección cilíndrica (m)

ρ SL= densidad de la lechada de alimentación (t / m³)

d50C= tamaño de corte en micrómetros

Para evaluar la ec (6), se debe determinar KD0 para cada caso. Como esto no es posible, se estima en un laboratorio utilizando un hidrociclón de tamaño de laboratorio y se ajusta a una condición particular. Este modelo se ha aplicado con considerable éxito. Utilizando suspensiones de cuarzo puras, Plitt, y más tarde Arterburn (1976) desarrollaron modelos matemáticos que relacionan las variables operativas y el punto de corte. Ambos modelos se derivaron empíricamente de datos experimentales obtenidos en hidrociclones de tamaño de laboratorio. De acuerdo con Plitt

$$d_{50C} = \frac{k1\ 2689.2\ DC^{0.46}\ DI^{0.6}\ D_0^{1.21}\ \mu^{0.5}\ \exp^{(0.063\ CVS(F))}}{DU^{0.71}\ LVF^{0.38}\ QV(F)^{0.45}\ (\rho_S - \rho_L)^{0.5}} \quad (7)$$

dónde

L VF = altura del vórtice libre (distancia desde el extremo del buscador de vórtices hasta el vértice) (m)

D C = diámetro cilíndrico (m)

D U, D I, D O= diámetros de flujo inferior, entrada y desbordamiento (m)

Q V (F)= caudal volumétrico de la alimentación (m³/ s)

C VS (F)=% de sólidos por volumen en la alimentación

d 50C = tamaño de corte corregido (micrómetros)

μ = viscosidad líquida (mPa · s)

ρ_S, ρ_L = densidad de sólidos y líquidos respectivamente (kg / m^3) y k_1 = un factor de calibración (tomado como 1.0 cuando no hay datos disponibles) (A. J. Lynch, 1977) y (A. Lynch & RAO, 1975) y d_{50} son valores que dependen de las condiciones de determinación y fueron más adecuados para suspensiones con fracciones de sólidos inferiores a las estudiadas con anterioridad. A pesar de esto, las expresiones se usan ampliamente para diseñar y operar ciclones de tamaño industrial

Arterburn obtuvo una relación más simple, que también se usa ampliamente pero principalmente para el diseño de hidrociclones. Según (Arterburn, 1976), para un típico hidrociclón de Krebs.

$$d_{50C} = \frac{8253.5 D_C^{0.67}}{\Delta P^{0.28} (\rho_S - \rho_L)^{0.5} [1 - (1.9 V_{S(F)})]^{1.43}} \quad (8)$$

donde D_C está en metros, ΔP en kPa, ρ_S y ρ_L en kg/m^3 y d_{50C} en micrómetros.

Han y Chen han intentado recientemente un enfoque empírico alternativo para los modelos de hidrociclones utilizando el principio de similitud. De acuerdo con (Y & B, 1993)

$$\frac{d_{50C}}{D_C} \times 10^4 = 9.03 \left(\frac{10 D u}{D_o} \right)^{-1.26} (C_{MS(F)})^{0.54} \quad (9)$$

Han y Chen (1993) utilizaron un hidrociclón de 50 mm de diámetro con un ángulo de cono de 12° y una suspensión de cuarzo con distribuciones de tamaño de partícula en rangos grueso, medio y fino entre 250 y 10 μm . Se reivindica un coeficiente de correlación superior a 0,95.

Bradley ya en 1965 y posteriormente (Austin & KLIMPEL, 1981) han indicado que la viscosidad de la suspensión también afecta la curva de eficiencia y, por lo tanto, el valor d_{50C} . Como la viscosidad generalmente disminuye con un aumento de la temperatura, es probable que el punto de corte también dependa de la temperatura. El trabajo en esta área ha sido reportado por Gupta y Eren. (Gupta & Yan, 2016)

3. Separación en Hidrociclones

Para el caso de estudio se ha empleado un hidrociclón transparente de 100 mm de diámetro (figura 7). La construcción del hidrociclón es de forma modular lo que permite intercambiar las piezas del diámetro de descarga lo que permite generar mayor cantidad

de distribuciones granulométricas para obtener una base de datos amplia que permita realizar un análisis estadístico mayor.

Figura 7

Hidrociclón transparente de 100 mm



Fuente: (Cedillo, 2021)

3.1. Caracterización Mineralógica

El mineral utilizado durante la fase experimental tiene una composición en óxidos que se puede observar en la tabla 1

Tabla 1.

Concentración de óxidos

Componentes	Concentración (%)
MgO	4.35
Al ₂ O ₃	2.11
SiO ₂	90.89
P ₂ O ₅	0.51
Cl	0.21
Fe ₂ O ₃	0.30

Fuente: (Cedillo, 2021)

En la tabla 1 el porcentaje de sílice corresponde al 90.89 % lo que asegura que el mineral utilizado no tendrá una solubilidad que se deba analizar al momento de analizar las separaciones de los flujos del hidrociclón.

3.2. Caracterización de la suspensión

Para determinar el porcentaje de sólidos que se debe tener en la pulpa de alimento se utilizan las siguientes formulas

$$msp = mf + mp \quad (10)$$

Donde:

msp = masa de la suspensión

mf = masa del fluido

ms = masa de partículas

$$\phi_p = \frac{\text{masa de partículas en suspensión}}{\text{masa de la suspensión}} = \frac{mp}{msp} \quad (11)$$

$$Vsp = Vf + Vp \quad (12)$$

Donde:

Vsp = Volumen de suspensión

Vf =Volumen de fluido

Vp = Volumen de partículas

$$\phi V = \frac{\text{volumen de sólidos en la suspensión}}{\text{volumen de la mezcla o suspensión}} = \frac{Vp}{Vsp} \quad (13)$$

Con estas fórmulas podemos determinar la cantidad de agua y mineral que ingresara al sistema tanto en volumen como masa dándonos así los valores de la tabla 2.

Tabla 2.

Valores de diseño de suspensión.

Caracterización de suspensión	
Volumen de agua (Litros)	200
Volumen de agua (m3)	0.2
Masa de agua (kg)	200
Fracción de sólidos	0.15
Masa de la suspensión(kg)	235.29
Masa de solido (kg)	35.29

Fuente: (Cedillo, 2021)

3.3. Análisis Granulométrico

Para el análisis de granulométrico que se ha procedido a ejemplificar se tiene resultados de probetas que se han analizado en la descarga y en el rebalse del hidrociclón con condiciones constantes de suspensión con el fin de determinar la separación de finos y gruesos que realiza el hidrociclón, el análisis se lo realizo en un equipo MASTER SIZE

2000 que usa la técnica de difracción laser que se basa en el principio que las partículas que atraviesan un rayo láser dispersaran la luz en un ángulo directamente relacionado con el tamaño de las partículas así: partículas grandes se dispersaran en ángulos bajos, mientras que partículas pequeñas se dispersan en ángulos altos.(EPFL, 2007).

3.4. Caracterización de la suspensión.

La suspensión fue generada según las condiciones del tanque de alimentación es así como se formuló según la tabla 3.

Tabla 3.

Diseño de suspensión

Caracterización de pulpa	
Volumen de agua (Litros)	100
Volumen de agua (m ³)	0.2
Masa de agua (kg)	200
Fracción de sólidos	0.15
Masa de la suspensión(kg)	235.29
Masa de sólido (kg)	35.29

3.5. Análisis de Caudales

Mediante la captación de volúmenes del rebalse y de la descarga se procedió a realizar un cálculo del caudal de alimento, así como un cálculo de los caudales del flujo en la descarga y en el rebalse .

De igual forma se realizó mediciones de caudal con el cambio de boquillas en la descarga para analizar un escenario diferente de flujo y de separación para analizar la distribución granulométrica en cada escenario según el tipo de flujo que se de en la descarga.

Tabla 4.

Análisis de caudal en flujos con boquilla de 2 cm

Boquilla 2cm						
Presión	V over (lt)	V under (lt)	Tiempo (s)	Q over (lt/s)	Q under (lt/s)	Q total (lt/s)
6	3.5	1	2	1.75	0.5	2.25
7	3.5	1	1.8	1.94444444	0.55555556	2.5
8	1.5	0.5	0.65	2.30769231	0.76923077	3.07692308
9	3.2	0.85	1.41	2.26950355	0.60283688	2.87234043
10	3	0.95	1.29	2.3255814	0.73643411	3.0620155
11	3.5	1	1.57	2.22929936	0.63694268	2.86624204
12	3.5	1	1.41	2.4822695	0.70921986	3.19148936

Fuente: (Cedillo, 2021)

Tabla 5.

Análisis de caudal en flujos con boquilla de 1 cm

Boquilla 1 cm						
Presión (psi)	V overflow (lt)	V underflow (lt)	Tiempo (s)	Q overflow (lt/s)	Q underflow (lt/s)	Q total (lt/s)
6	4	0.65	2	2	0.325	2.325
7	4	0.65	1.8	2.22222222	0.36111111	2.58333333
8	3	0.8	1	3	0.8	3.8
9	4.5	0.9	1.41	3.19148936	0.63829787	3.82978723
10	4	1	1.2	3.33333333	0.83333333	4.16666667
11	4	1	1.25	3.2	0.8	4
12	4	0.8	1.1	3.63636364	0.72727273	4.36363636

Fuente: (Cedillo, 2021)

Tabla 6. Análisis de caudal en flujos con boquilla de 0.8 cm

Boquilla 0.8 cm						
Presión (psi)	V overflow (lt)	V underflow (lt)	Tiempo (s)	Q overflow (lt/s)	Q underflow (lt/s)	Q total (lt/s)
6	6	0.66	4	1.5	0.165	1.665
7	8.5	0.81	5.25	1.61904762	0.15428571	1.77333333
8	7.5	0.98	4.91	1.52749491	0.19959267	1.72708758
9	7	0.9	4.53	1.54525386	0.1986755	1.74392936
10	7.5	0.84	4.9	1.53061224	0.17142857	1.70204082
11	6	0.74	3.46	1.73410405	0.21387283	1.94797688
12	7.8	0.85	4.19	1.86157518	0.20286396	2.06443914

Fuente: (Cedillo, 2021)

3.6. Distribuciones granulométricas

Con los resultados obtenidos durante la preparación y análisis de flujos se pueden observar las siguientes curvas granulométricas.

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuma Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 8.

Presión de 6 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 0.8 cm con 3 adiciones

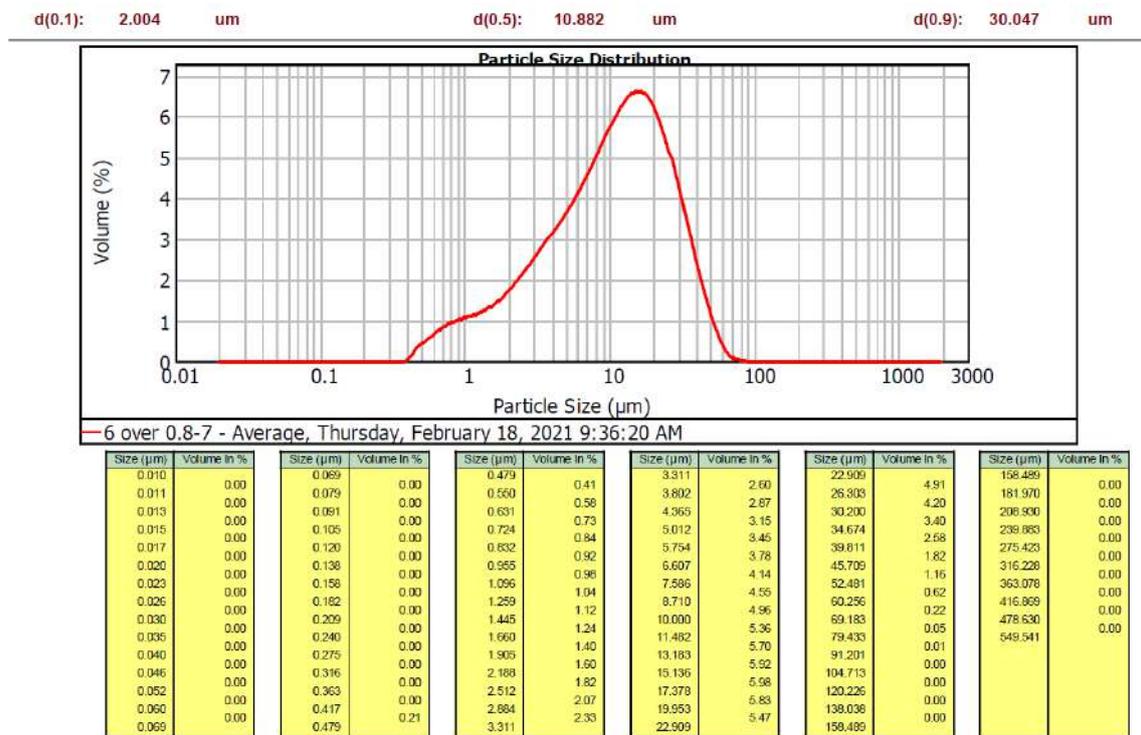
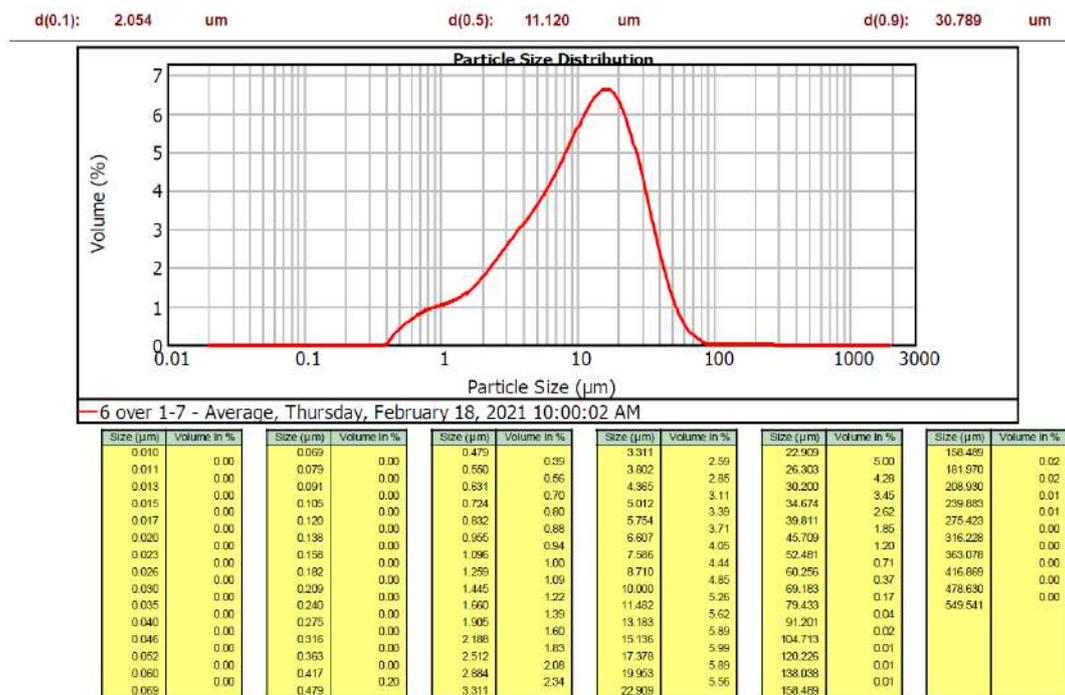


Figura 9.

Presión de 6 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 1 cm con 3 adición



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 12.

Presión de 6 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 1 cm con 3 adiciones

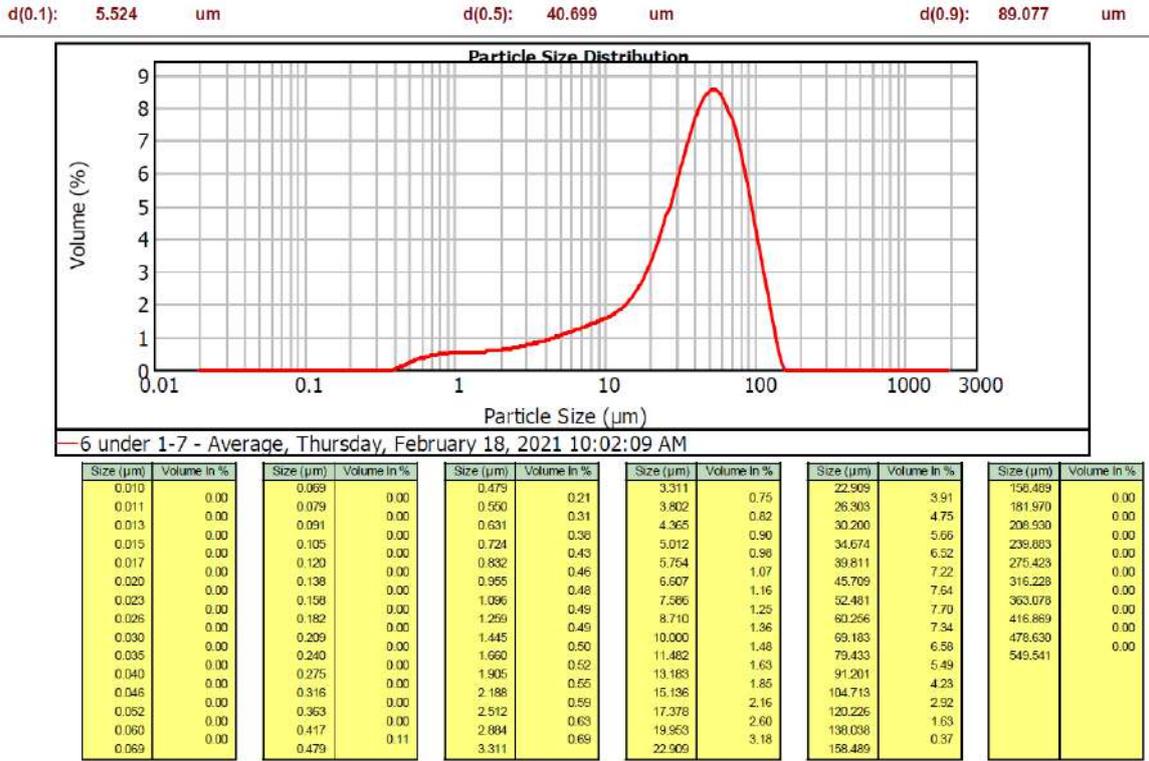
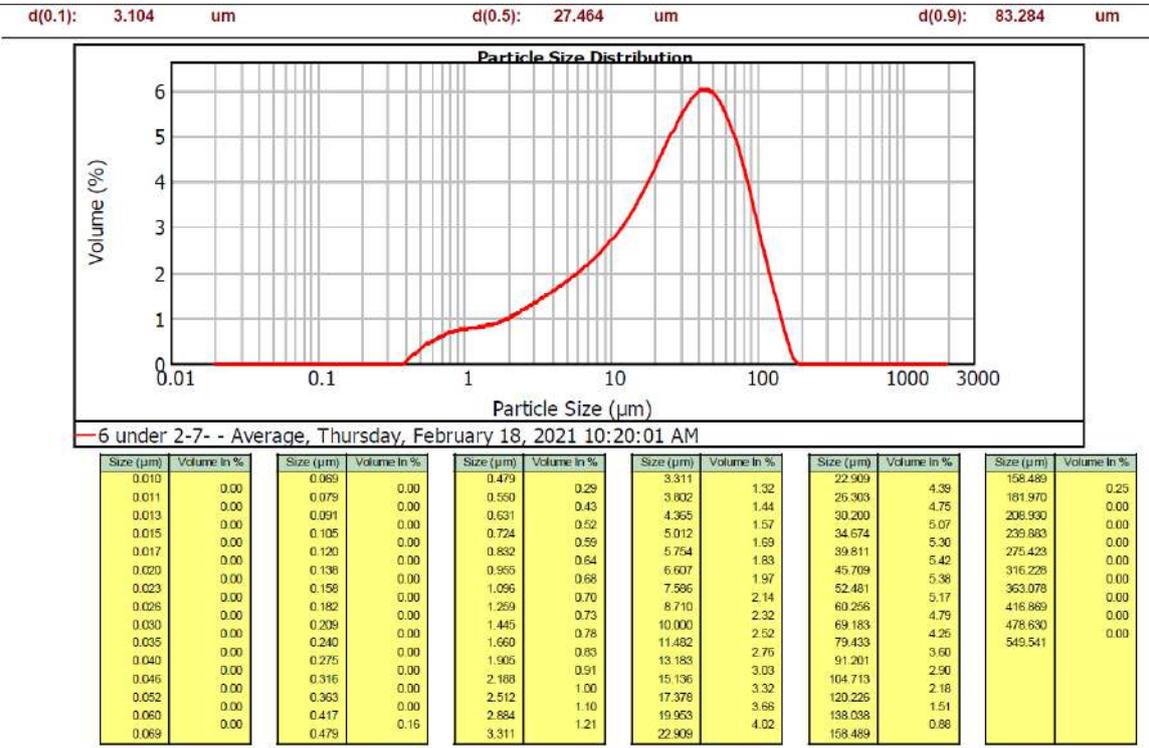


Figura 13.

Presión de 6 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 2 cm con 3 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 16.

Presión de 8 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 2 cm con 3 adiciones

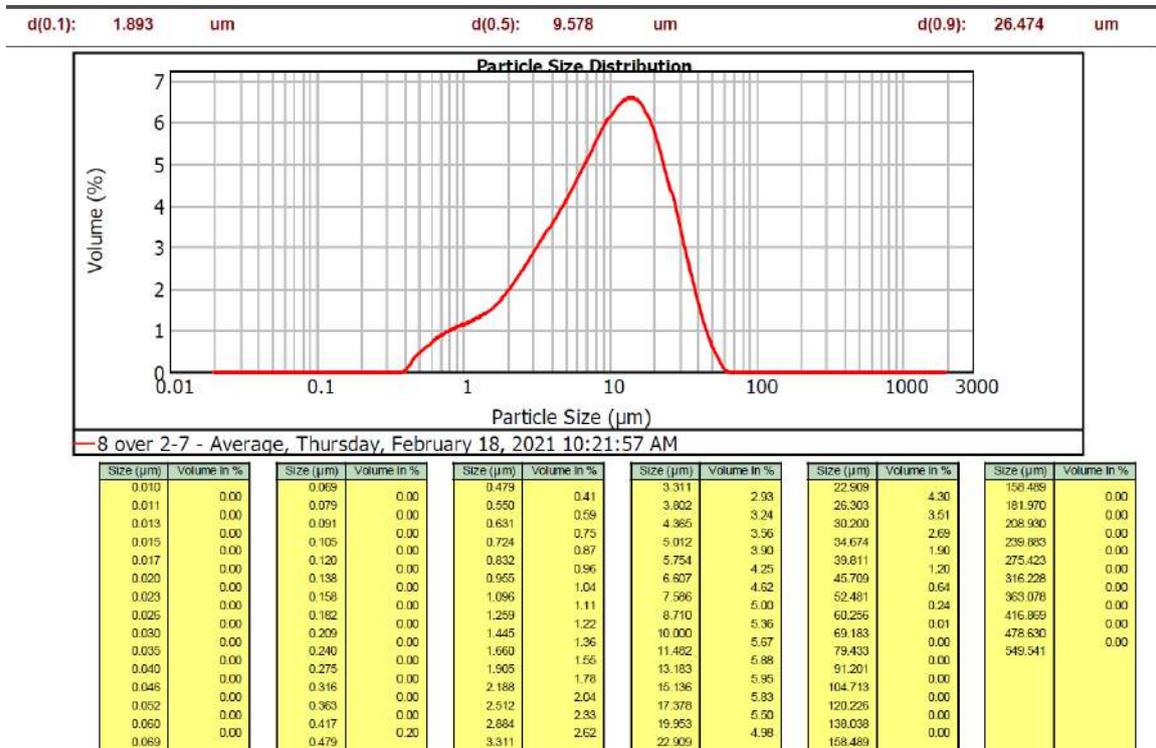
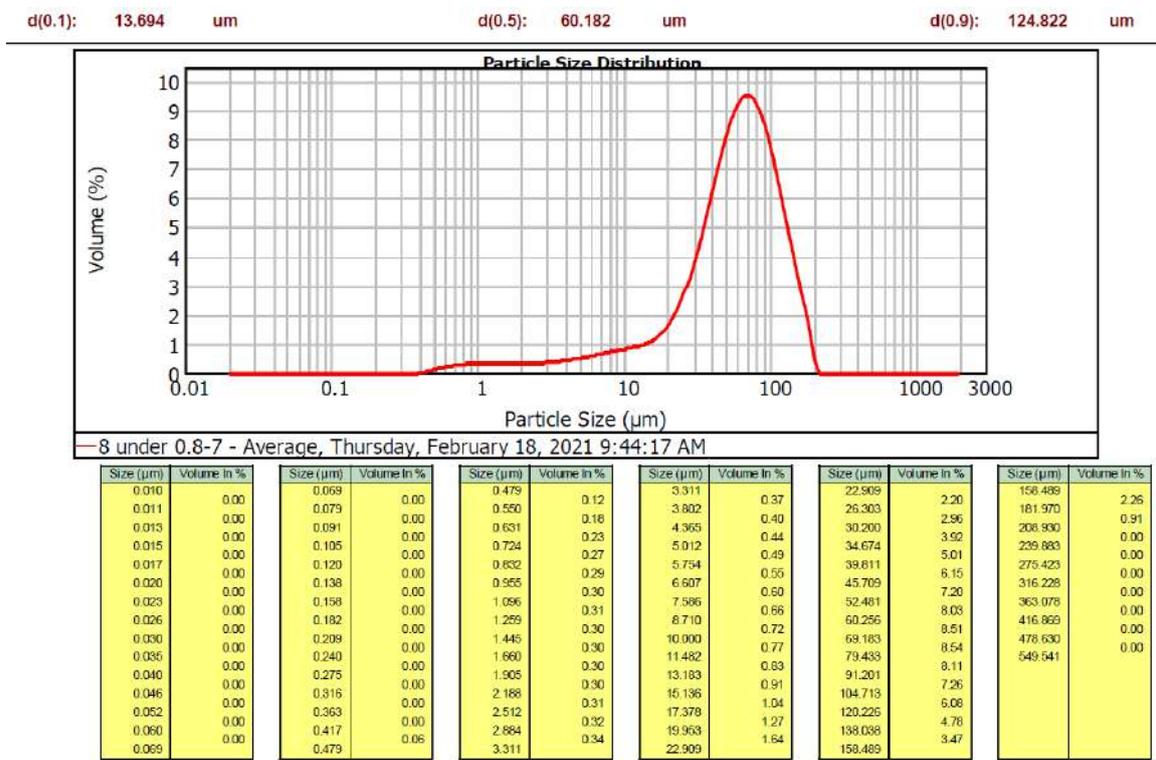


Figura 17.

Presión de 8 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 0.8 cm con 3 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 18.

Presión de 8 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 1 cm con 3 adiciones

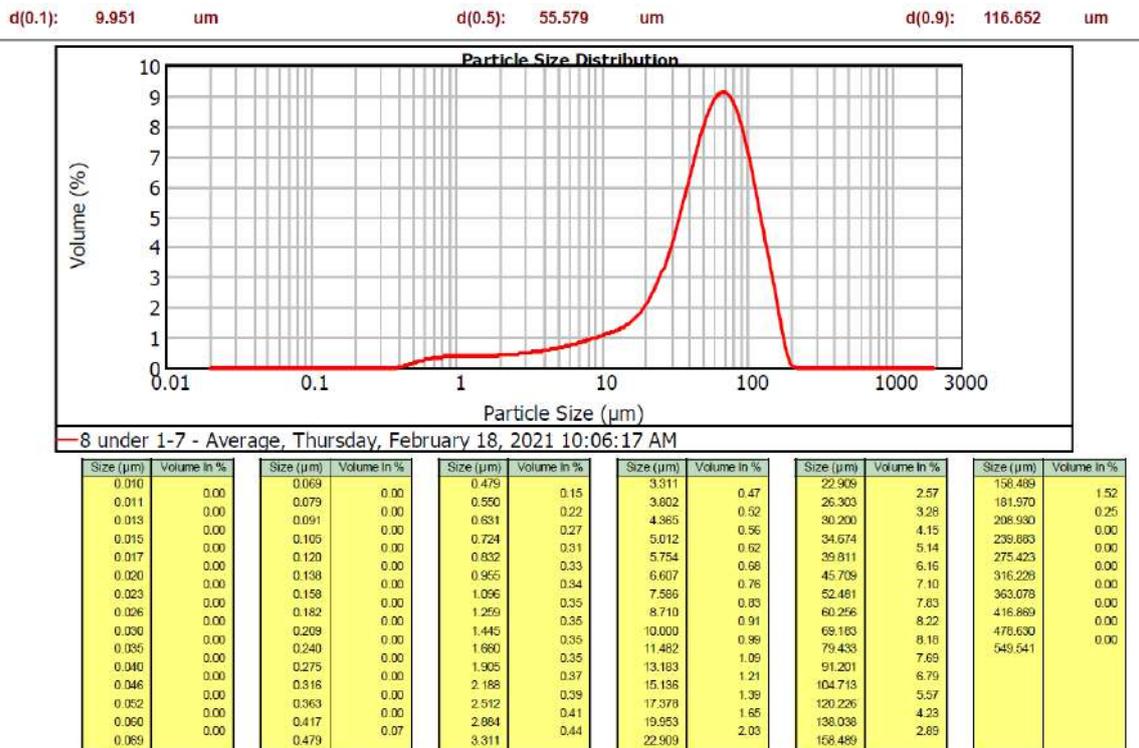
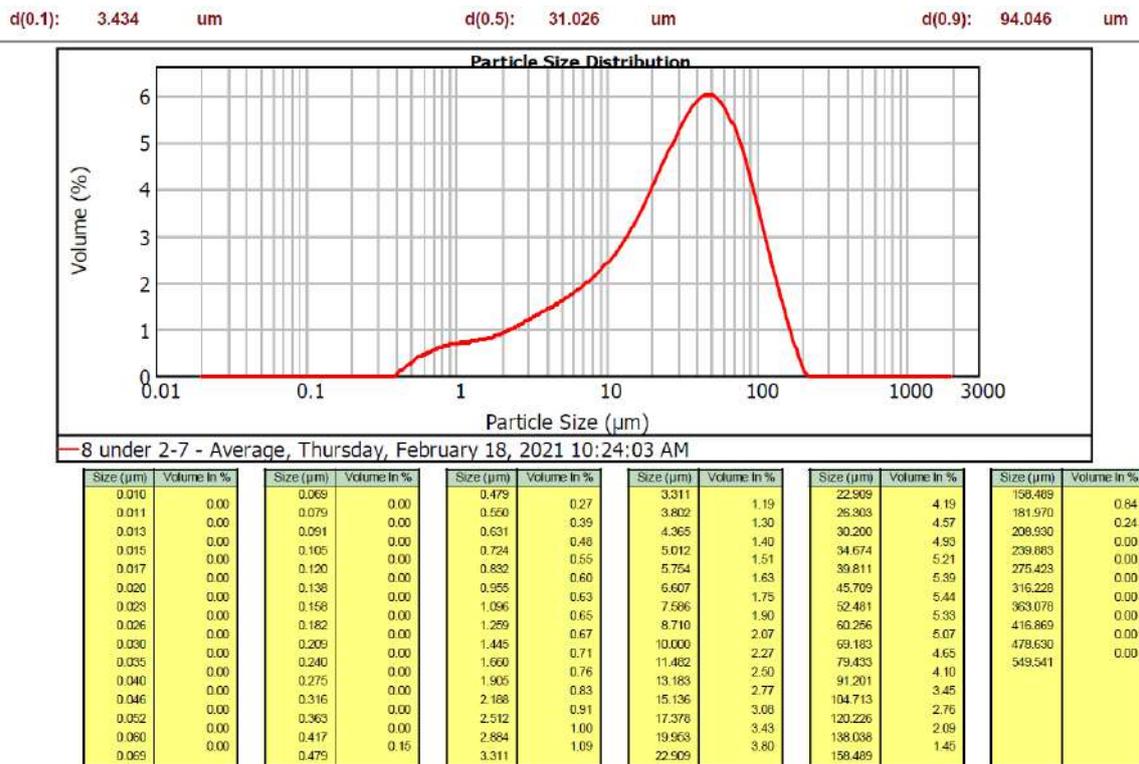


Figura 19.

Presión de 8 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 2 cm con 3 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 20.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 0.8 cm agua

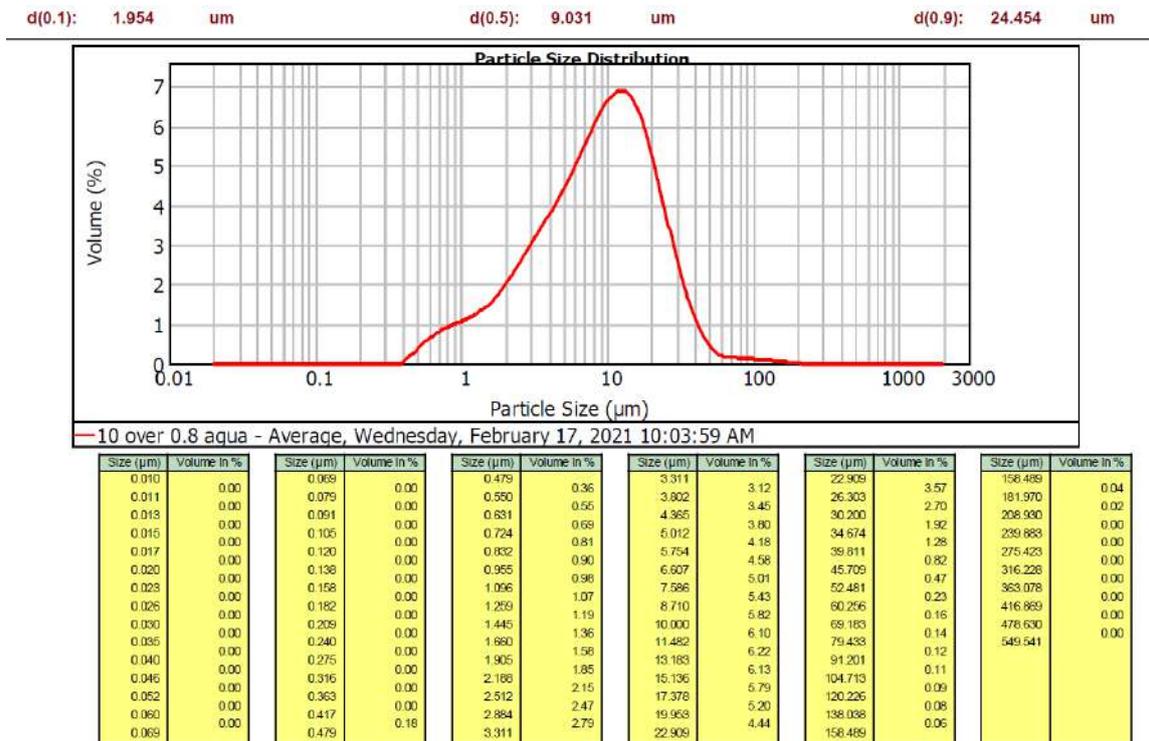
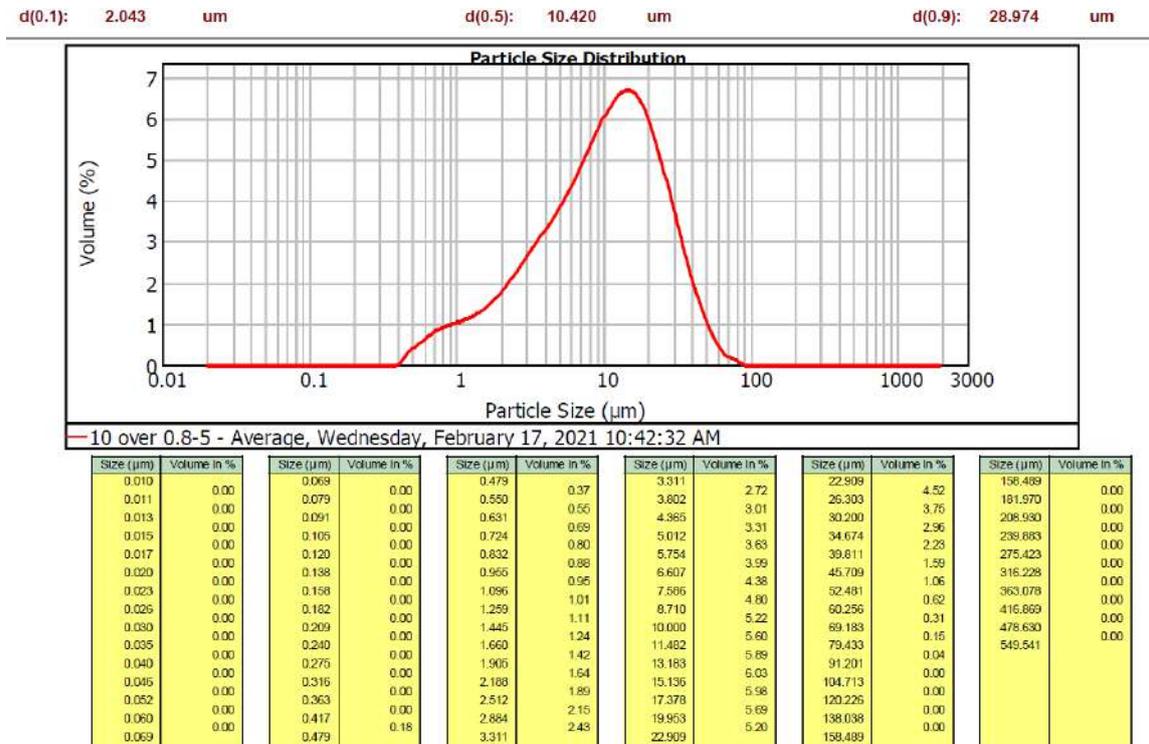


Figura 21.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 0.8 cm con 1 adición



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 22.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 0.8 cm con 2 adiciones

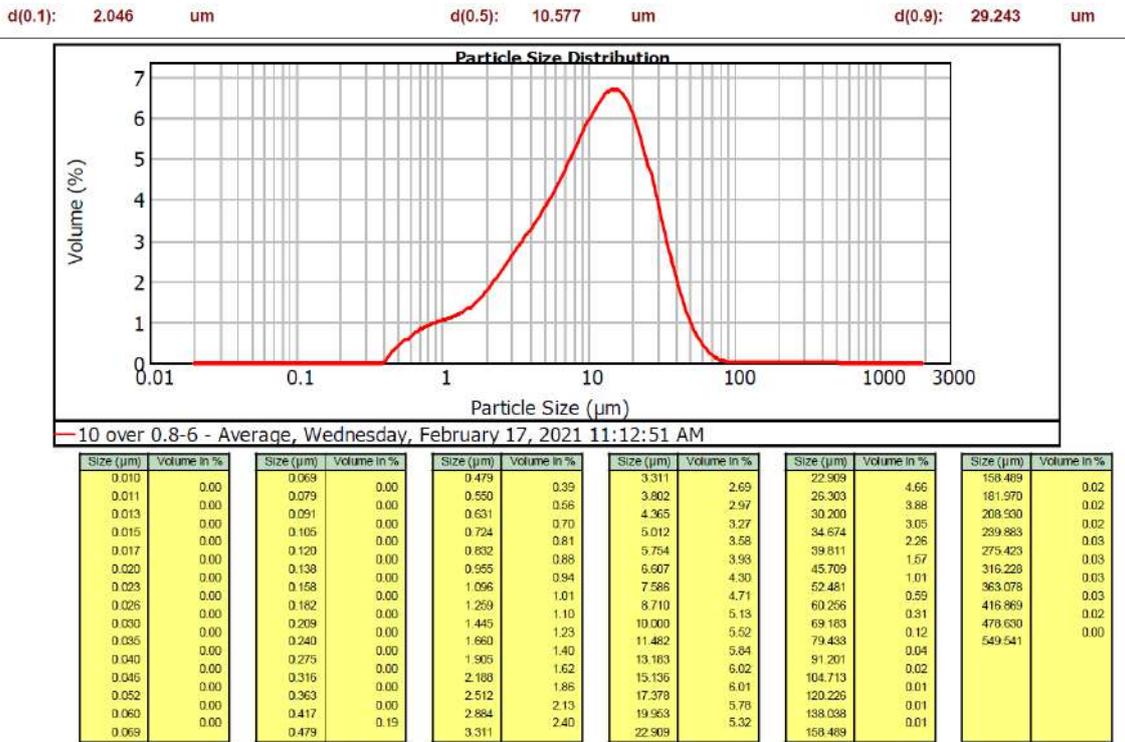
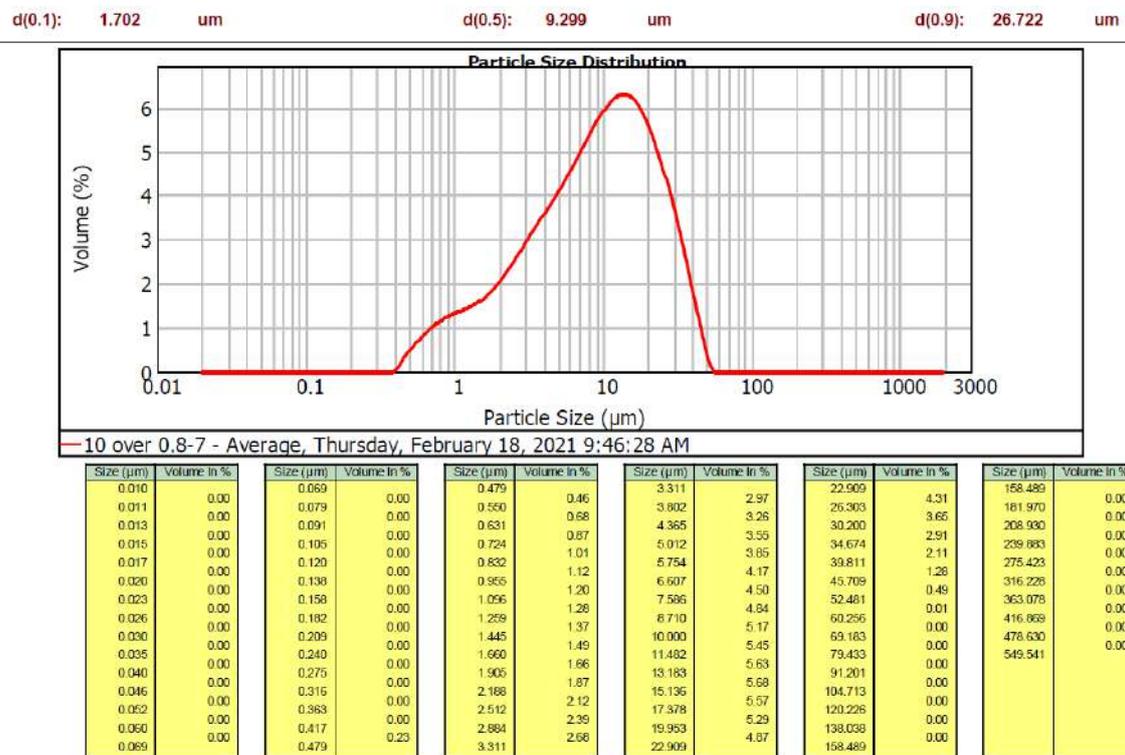


Figura 23

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 0.8 cm con 3 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 24.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 1 cm agua

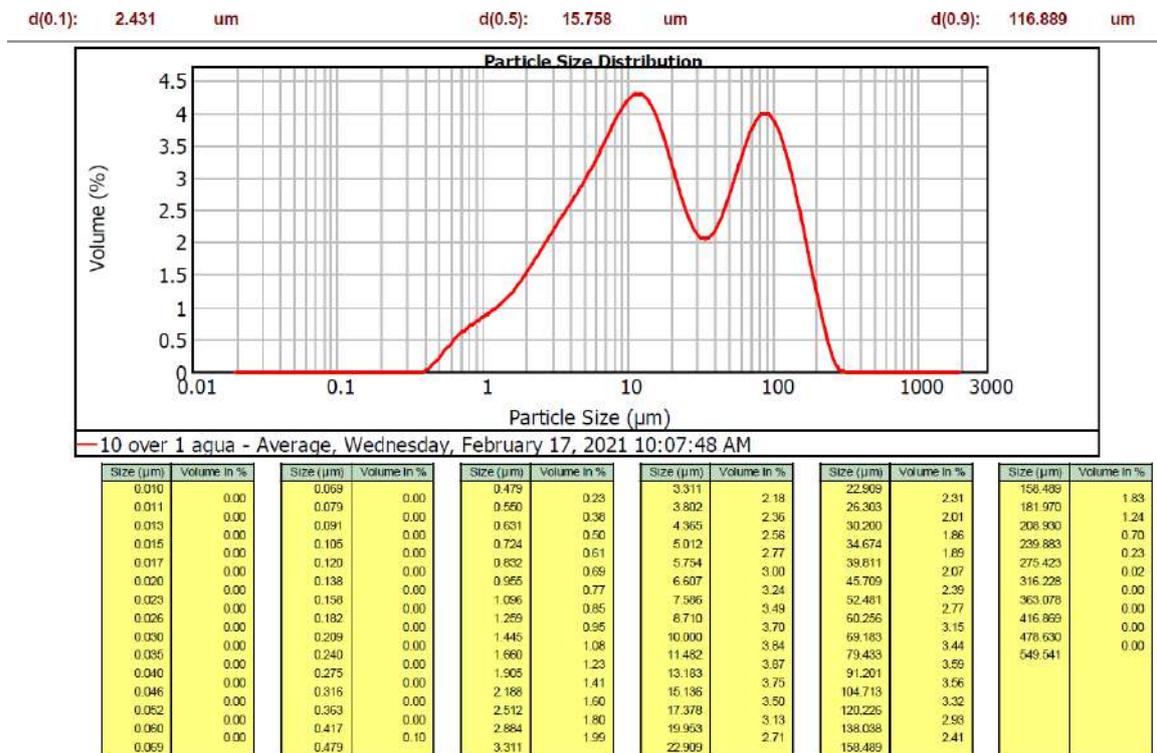
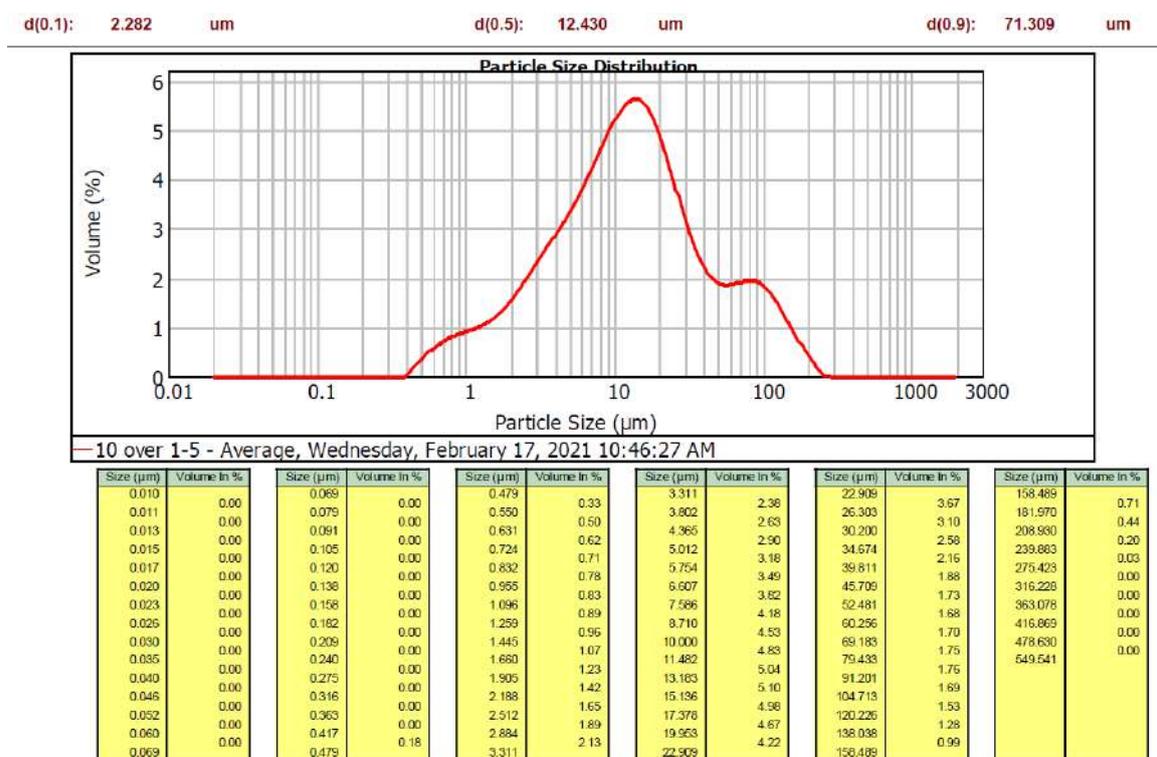


Figura 25.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 1 cm con 1 adición



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.
 ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 28.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 2 cm agua

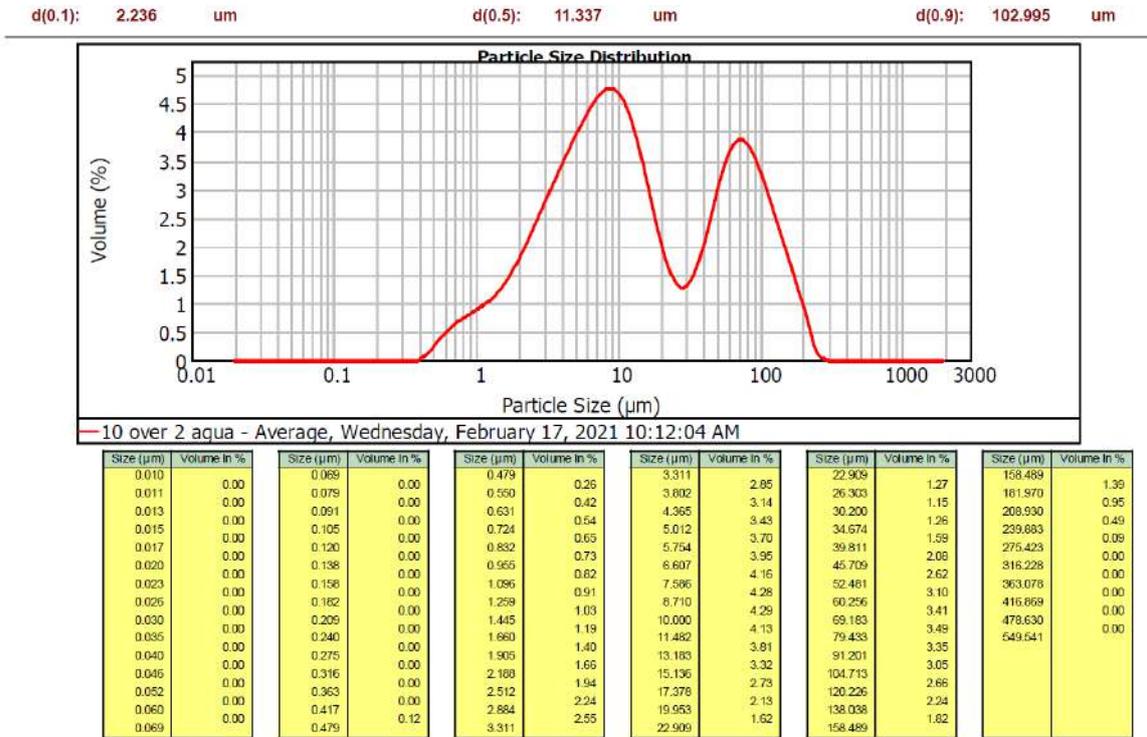
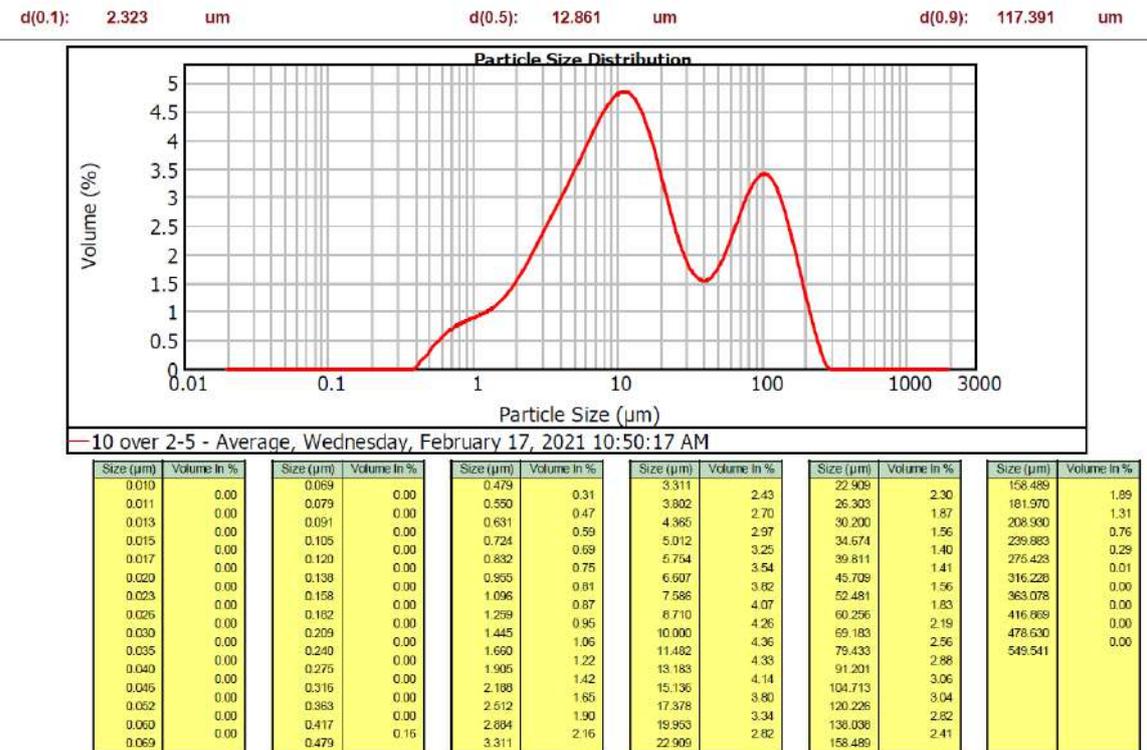


Figura 29.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 2 cm con 1 adición



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 30.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 2 cm con 2 adiciones

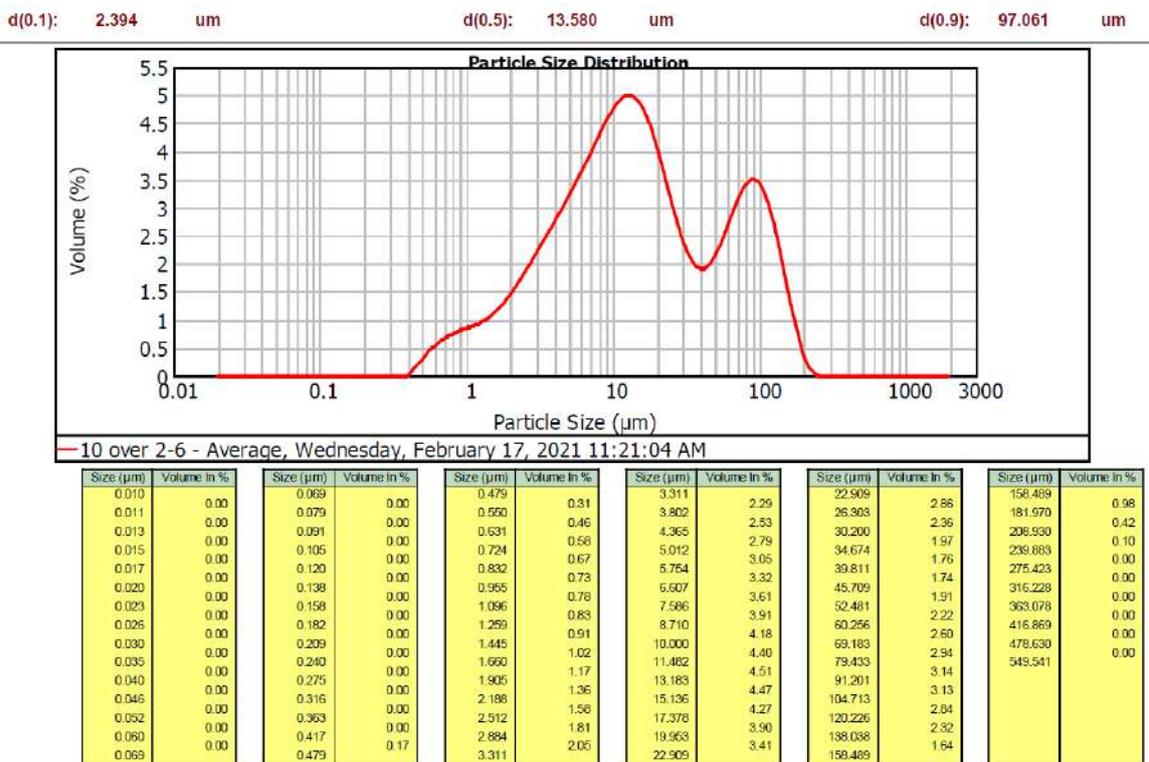
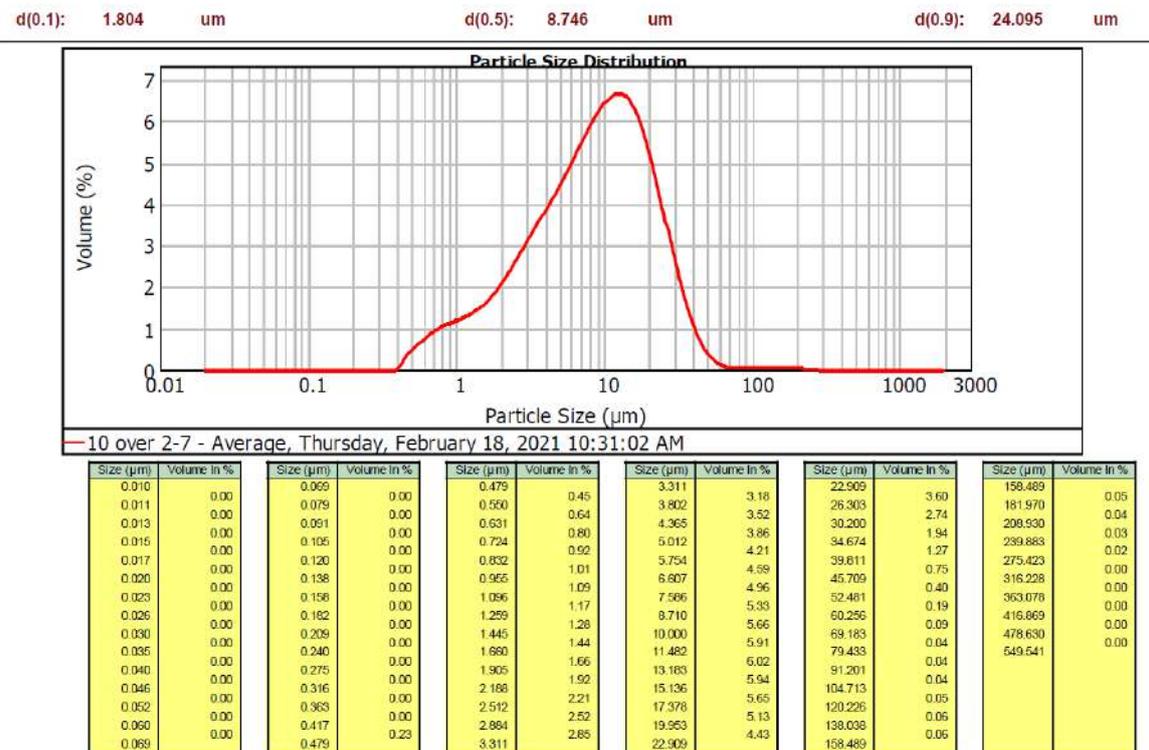


Figura 31.

Presión de 10 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 2 cm con 3 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 32.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 0.8 cm con 1 adición

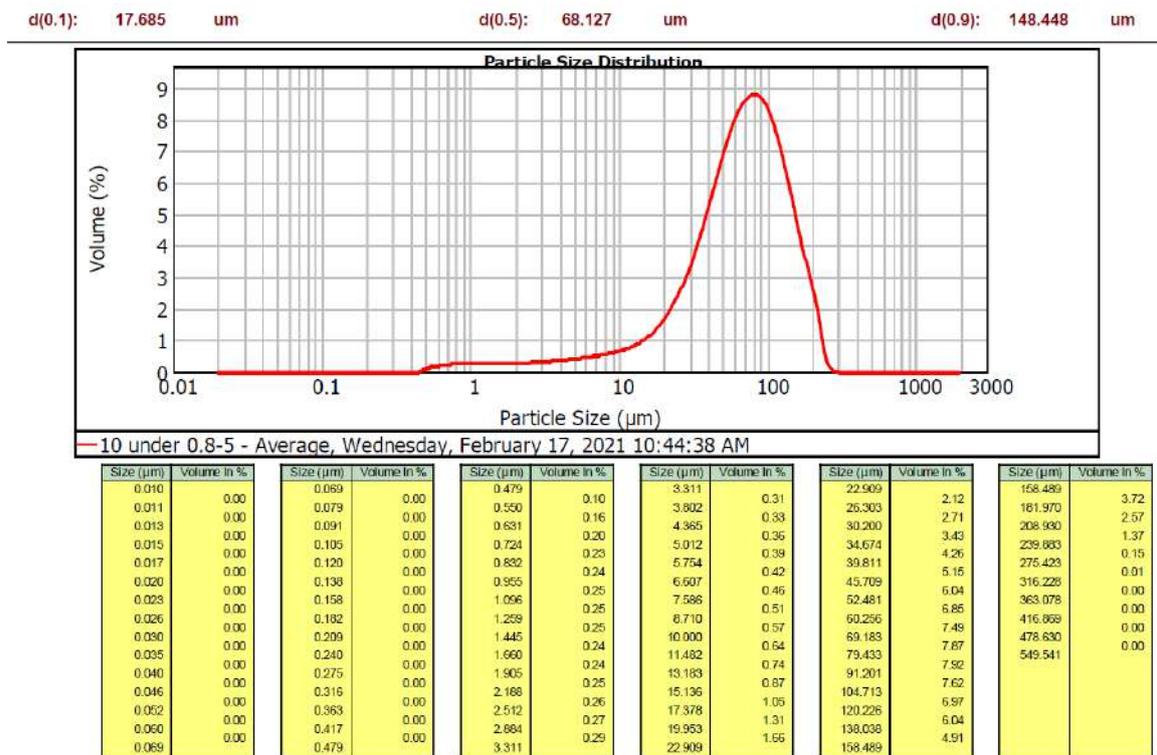
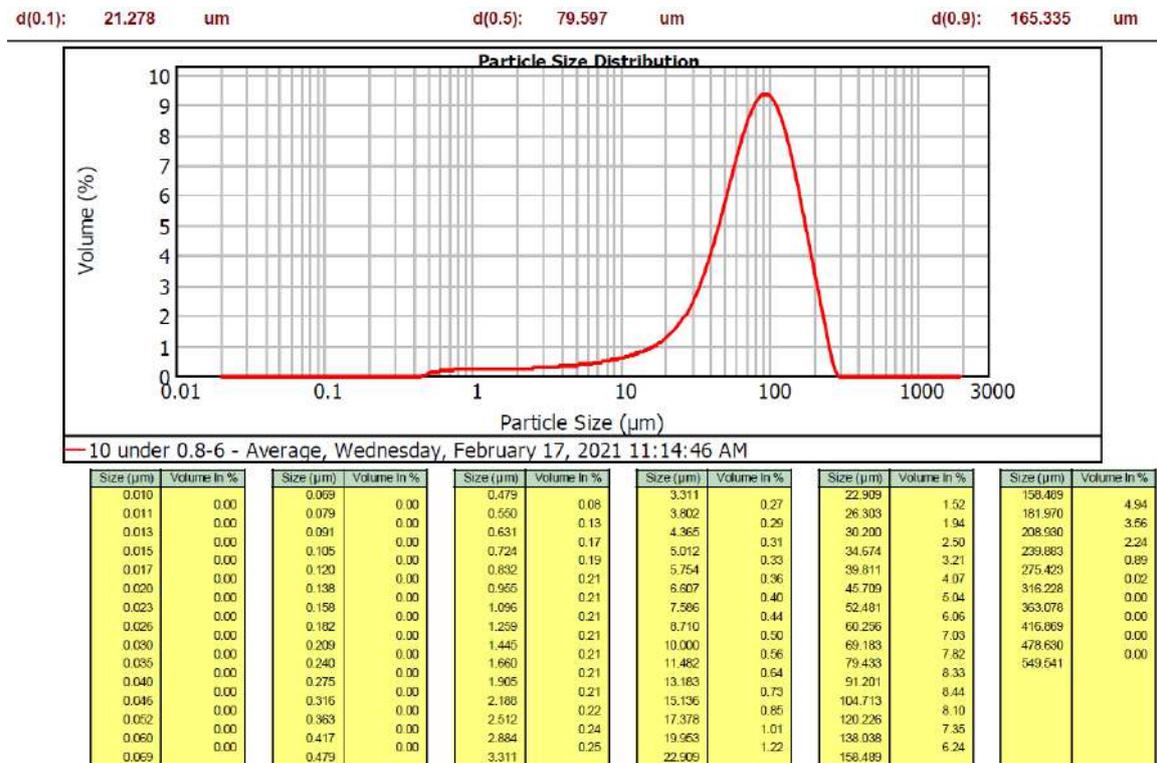


Figura 33.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 0.8 cm con 2 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 34.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 0.8 cm con 3 adiciones

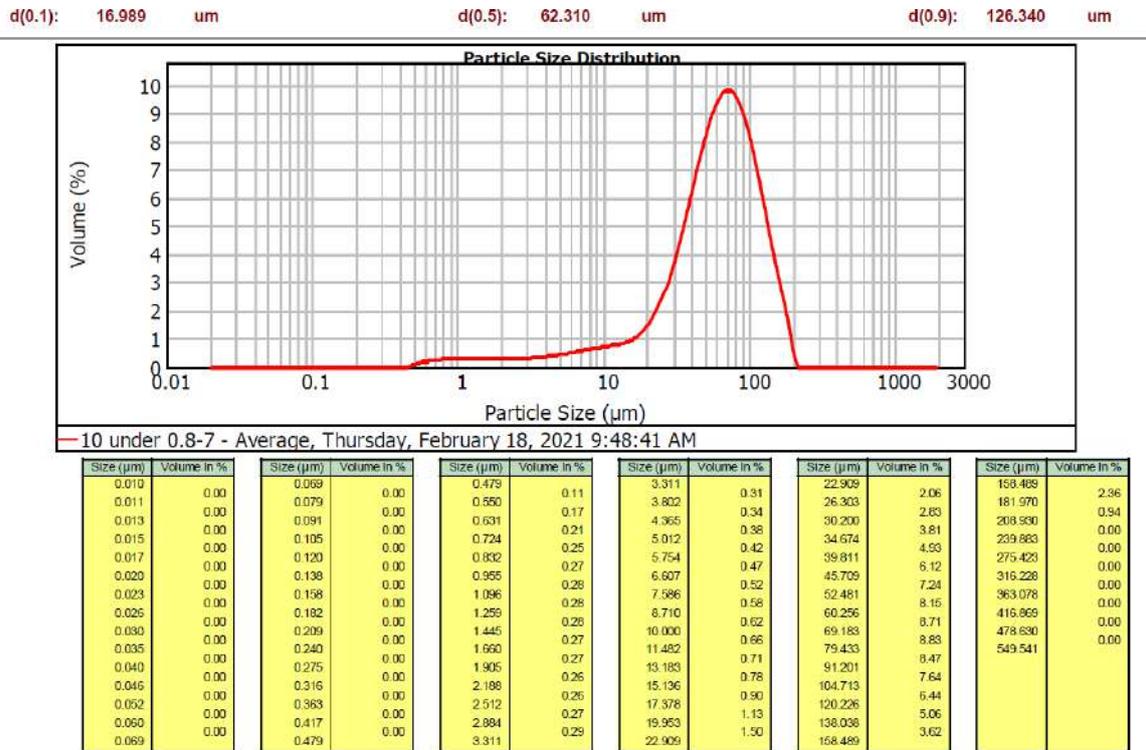
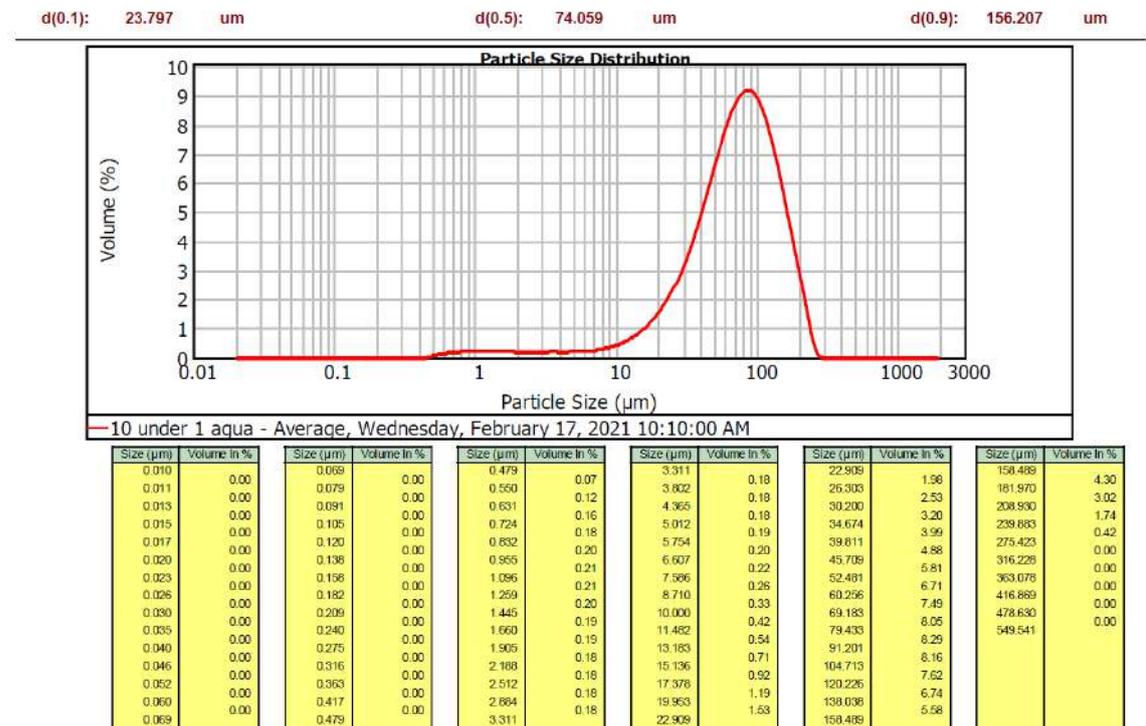


Figura 35.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 1 cm agua



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 38.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 1 cm con 3 adiciones

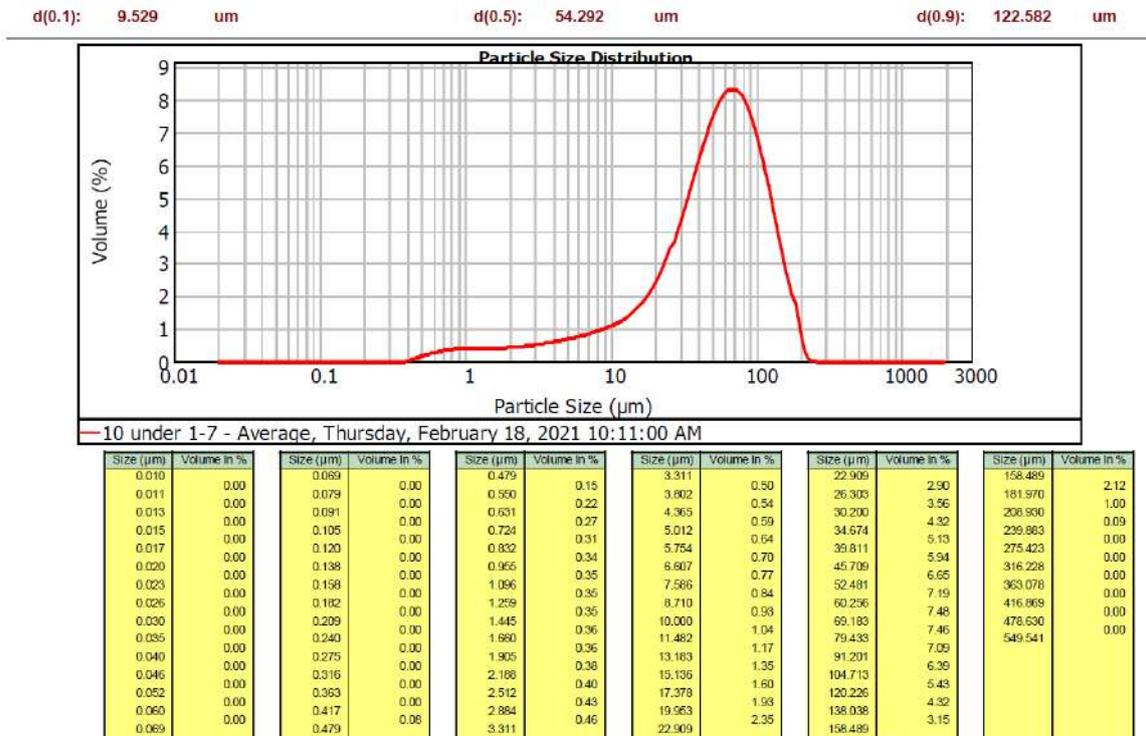
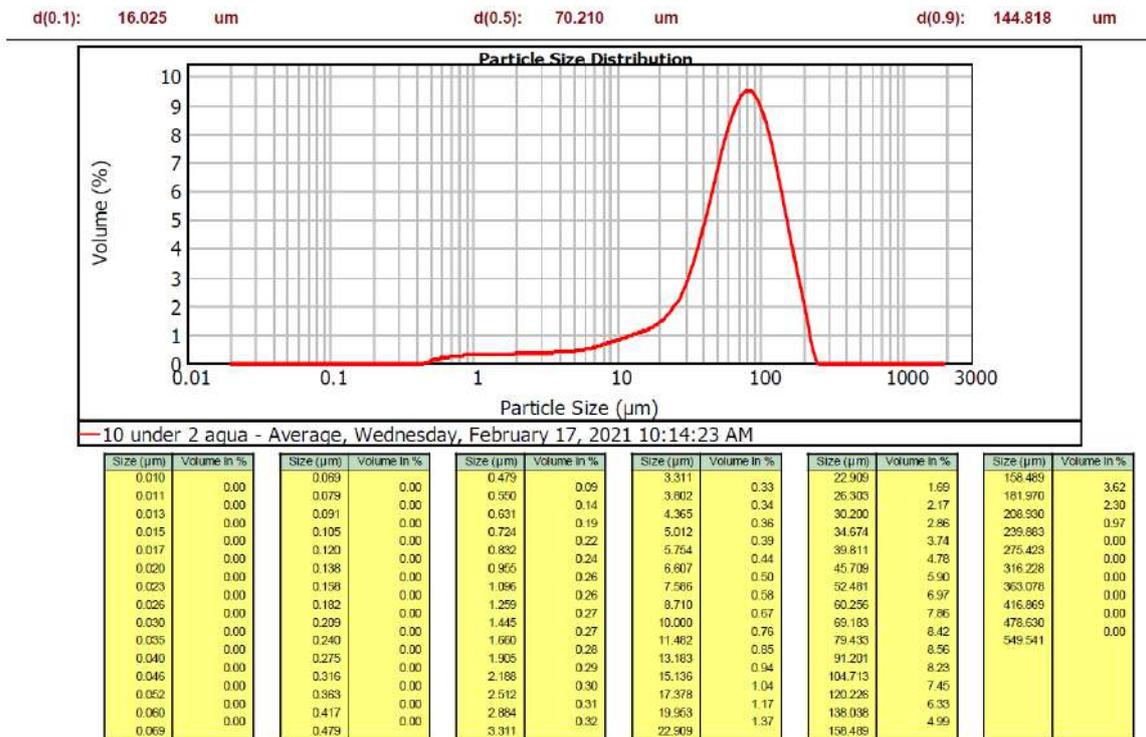


Figura 39.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 2 cm agua



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 40.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 2 cm con 1 adición

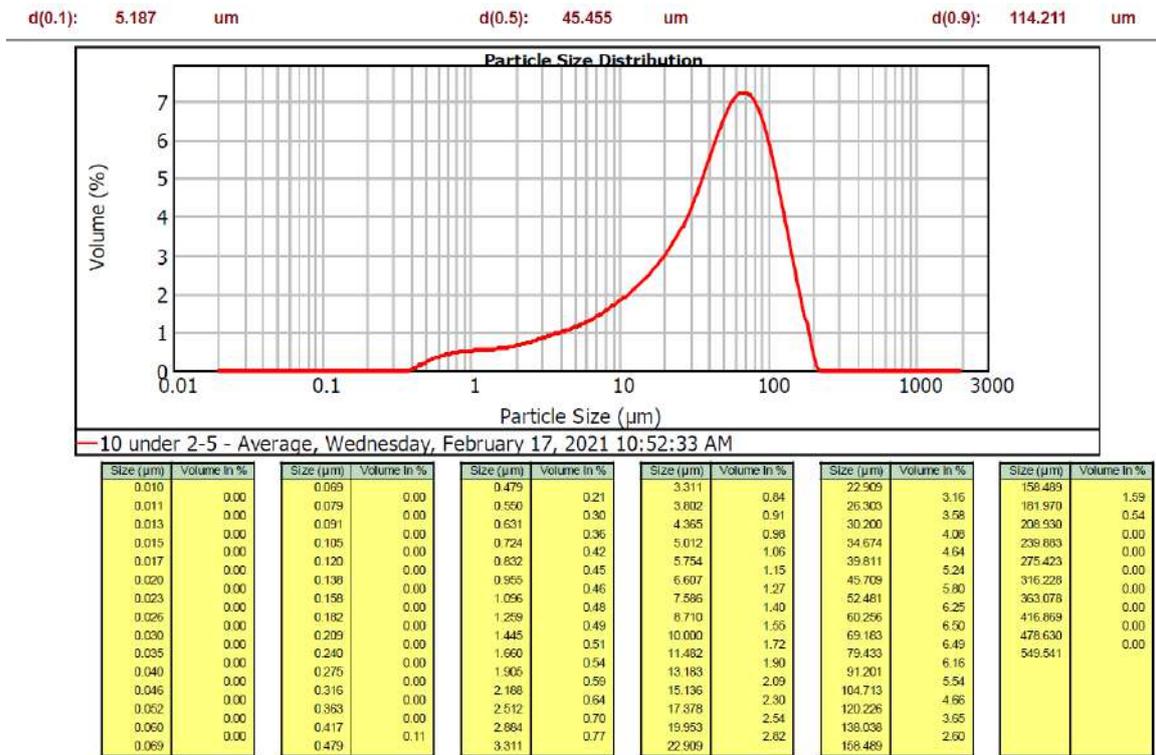
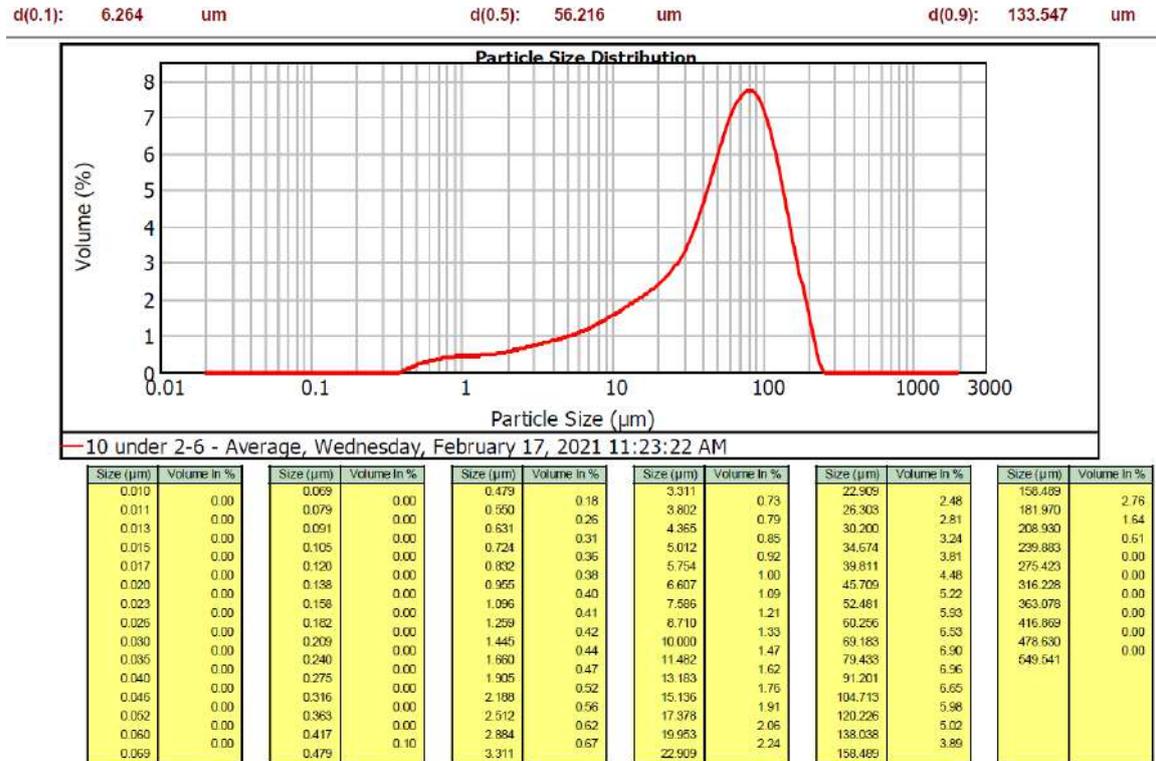


Figura 41.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 2 cm con 2 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 42.

Presión de 10 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 2 cm con 3 adiciones

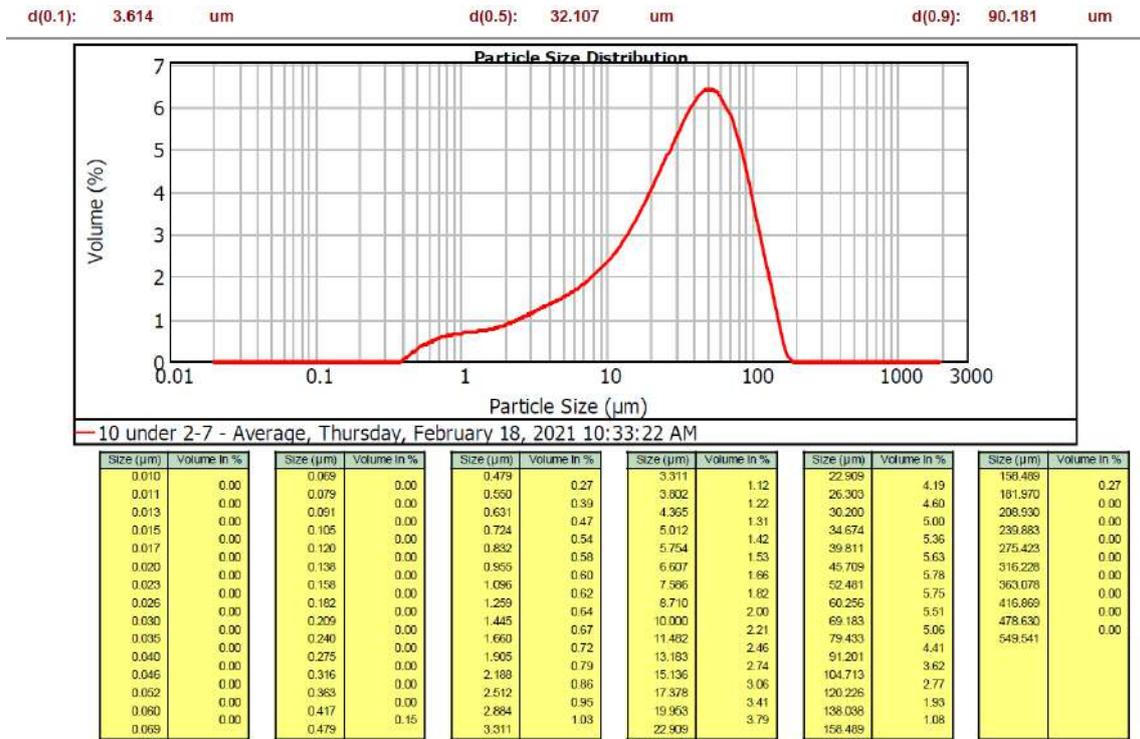
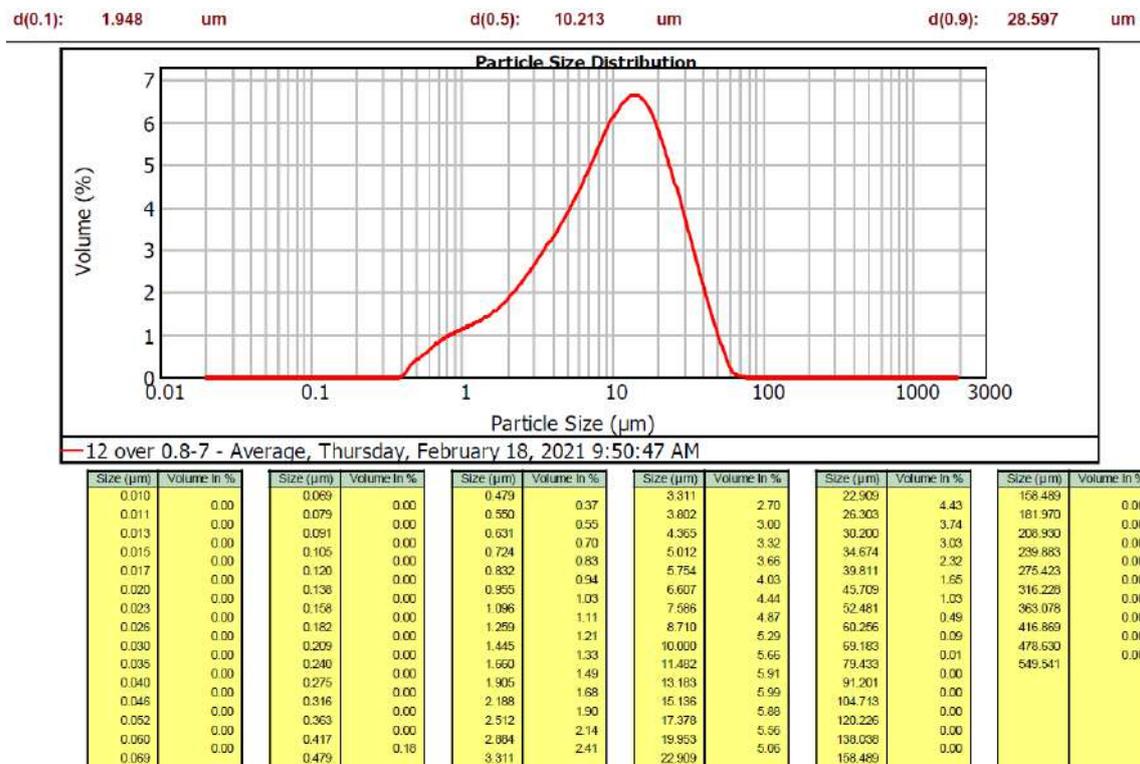


Figura 43.

Presión de 12 psi análisis en rebalse con diámetro de descarga 0.8 cm con 3 adiciones



Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

Figura 46.

Presión de 12 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 0.8 cm con 3 adiciones

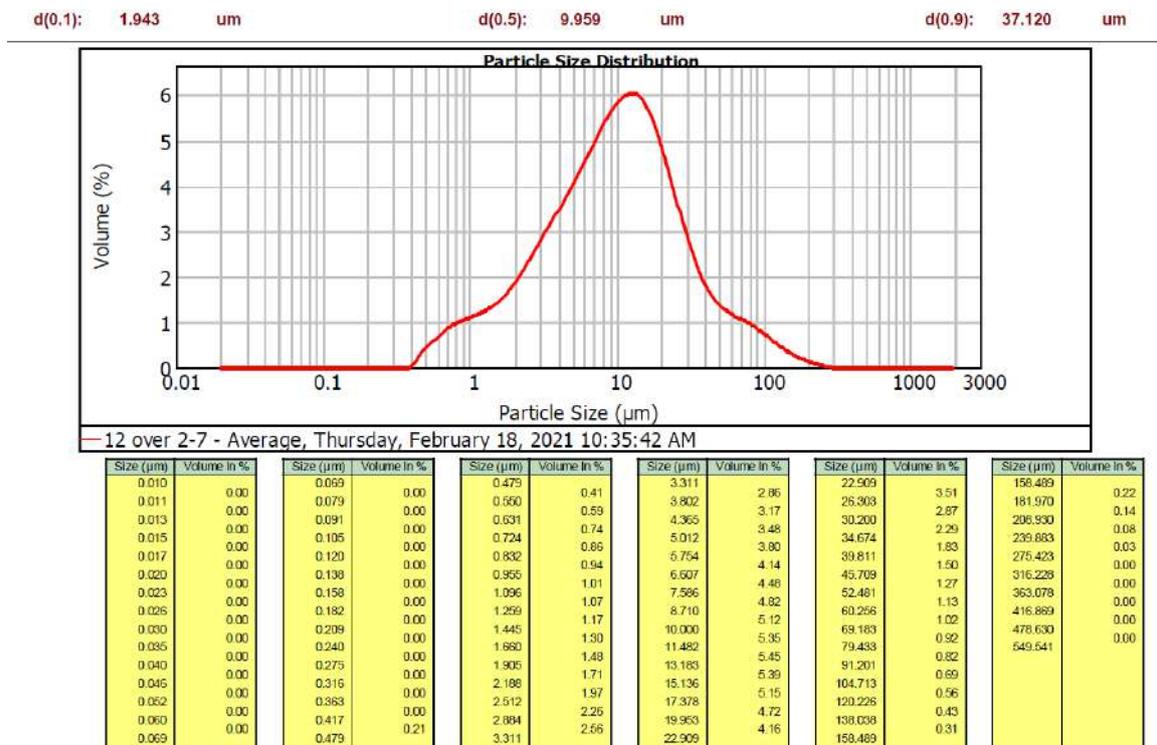
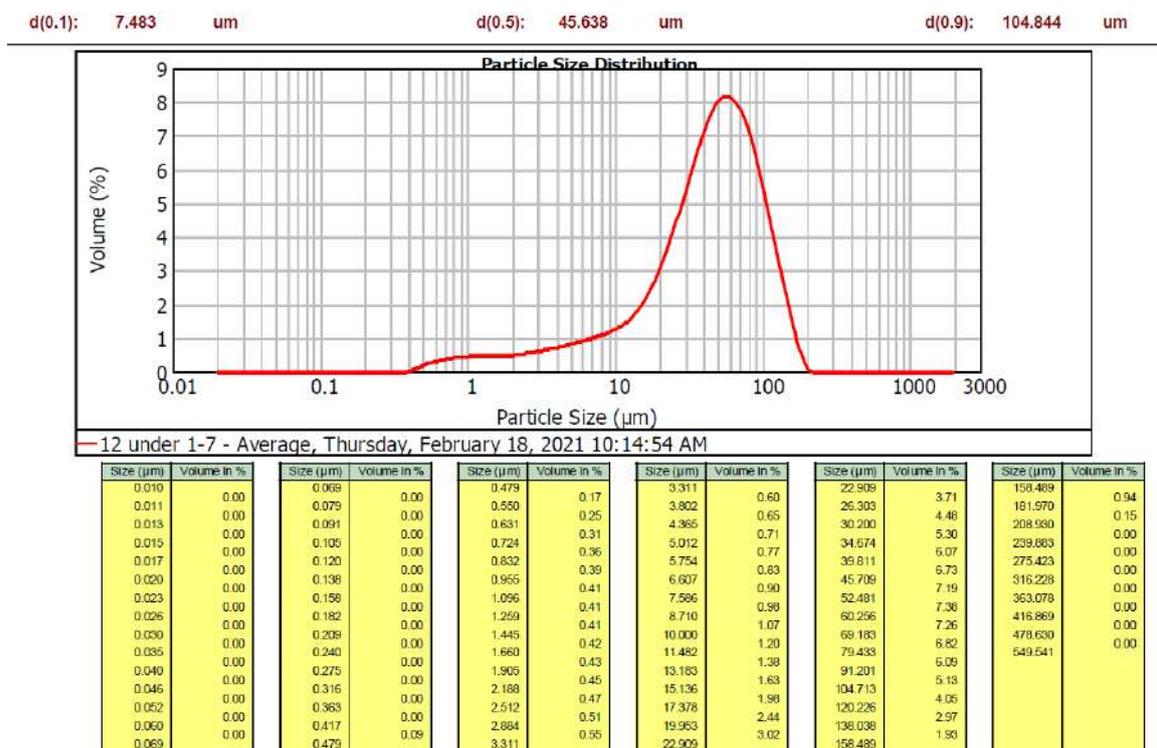


Figura 47.

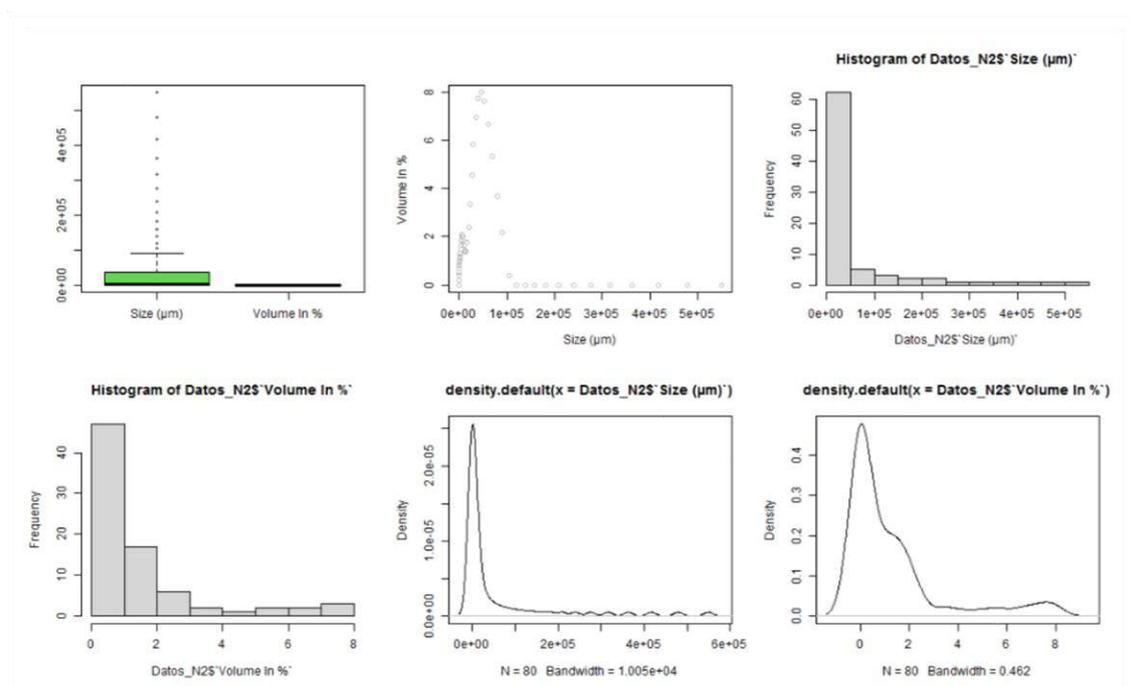
Presión de 12 psi análisis en descarga con diámetro de descarga 1 cm con 3 adiciones



CAPITULO 2

2. Estadística descriptiva

2.1. Rstudio 10 Over 1-4-curva



```

Size (µm)      Volume In %
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.090
Mean   : 53142.7 Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2 3rd Qu.:1.653
Max.   :549541.0 Max.   :7.980
> str(Datos_N2) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 x 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm) : num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.0
35 ...
 $ Volume In %: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> names(Datos_N2)
[1] "Size (µm)" "Volume In %"
> mean(Datos_N2$`Size (µm)`) + mean(Datos_N2$`Volume In %`)
[1] 53143.92
> median(Datos_N2$`Size (µm)`)
[1] 2350

```

INTERPRETACIÓN:

El promedio de la base de datos Rstudio **10 Over 1-4-curva** (Datos_N2) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un

mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 54941.0 en Size (um) y 7.980 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0 a 8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 53142.7 y de Volumen in% 1.250, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.653.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

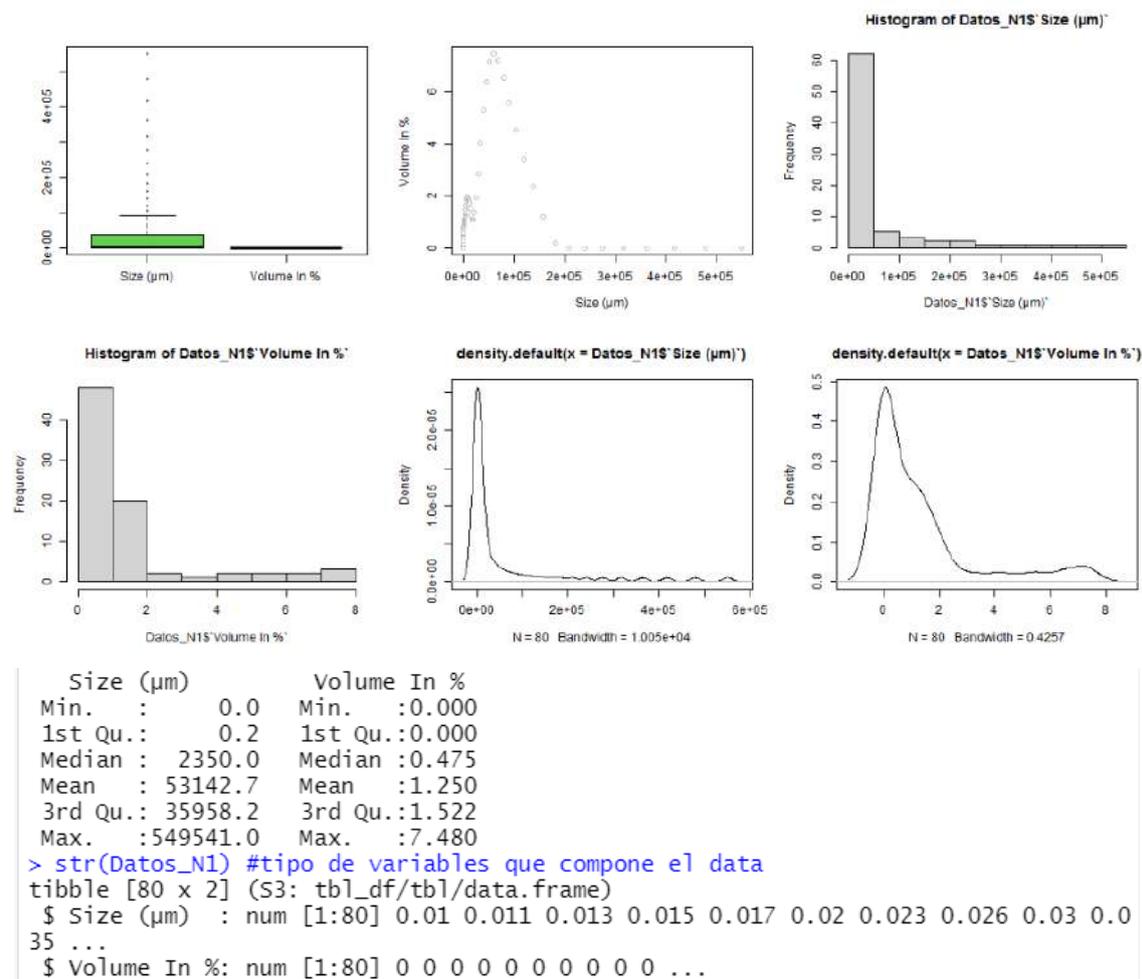
En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

El tamaño de la partícula no varía de manera significativa, sin embargo, al trabajar en hidrociclones ya sean de diferente capacidad el volumen de partículas varía.

2.2. Rstudio-10 Over 0.8-4-curva



INTERPRETACIÓN:

El promedio de la base de datos Rstudio-10 Over 0.8-4-curva (Datos_N1) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 54941.0 en Size (um) y 7.480 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um),

y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.475, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.522.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

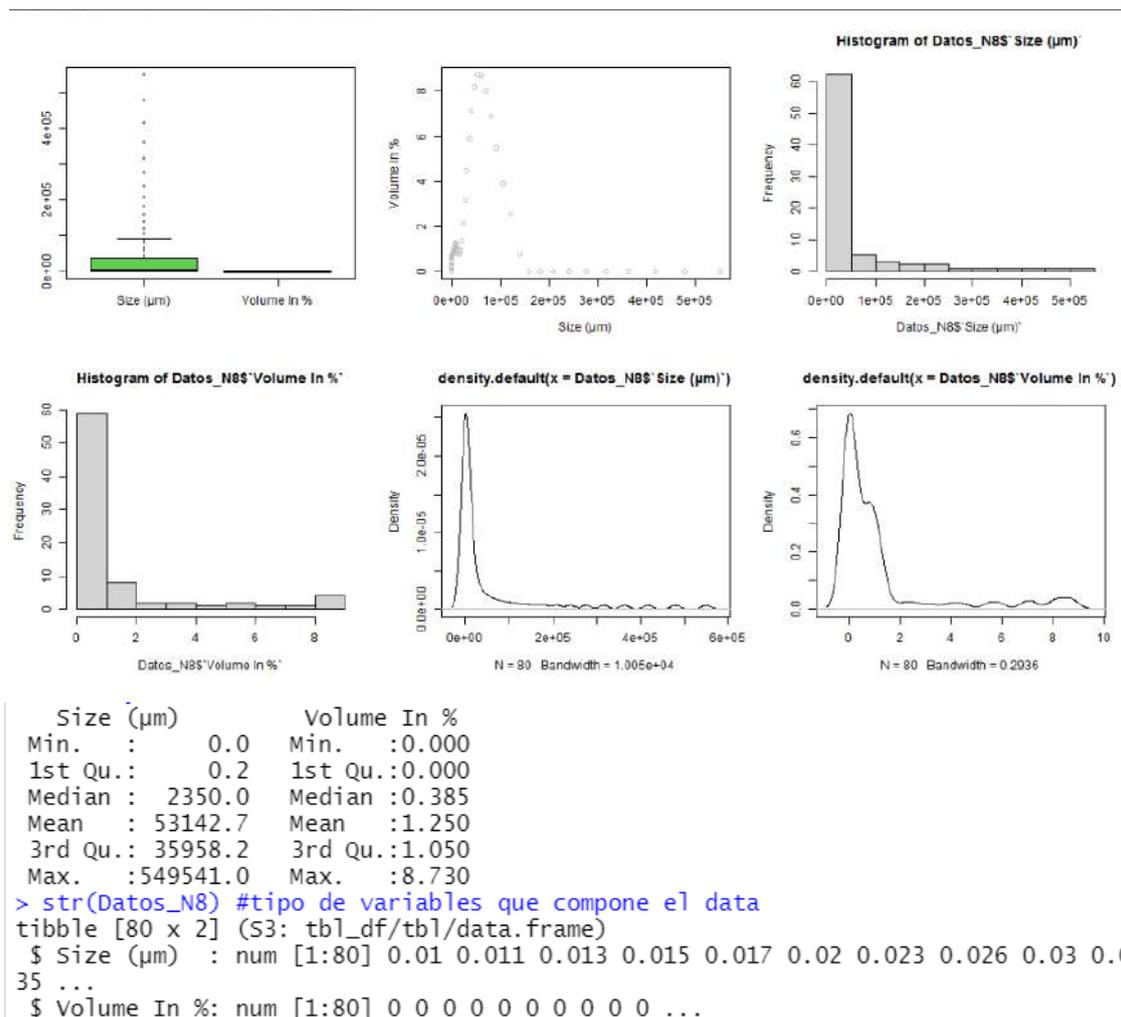
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 54941.0 (um), en un volumen máximo de 7.480 %, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.3. R Studio 10 over 0.8



Interpretación:

El promedio de la base de datos **10 over 0.8** (Datos_N8) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.730 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender

en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 35958 y de Volumen in% 1.050, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.050.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal, debido a que presenta varias puntas en la gráfica.

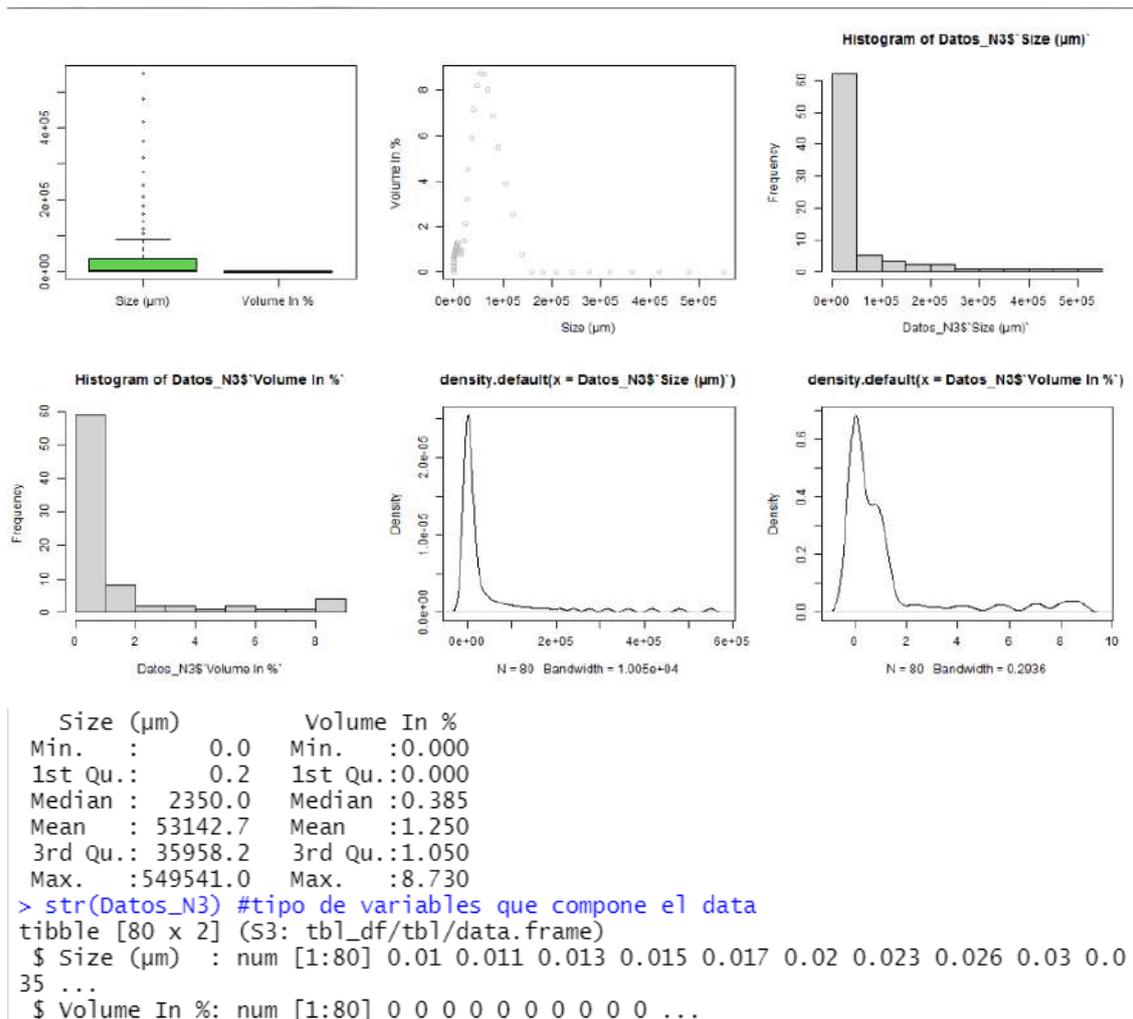
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.730 %, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.4. R Studio 10 over 0.8- curva



Interpretación:

El promedio de la base de datos **10 over 0.8-curva** (Datos_N3) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.730 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender

en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.385, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.050.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal, debido a que presenta varias puntas en la gráfica.

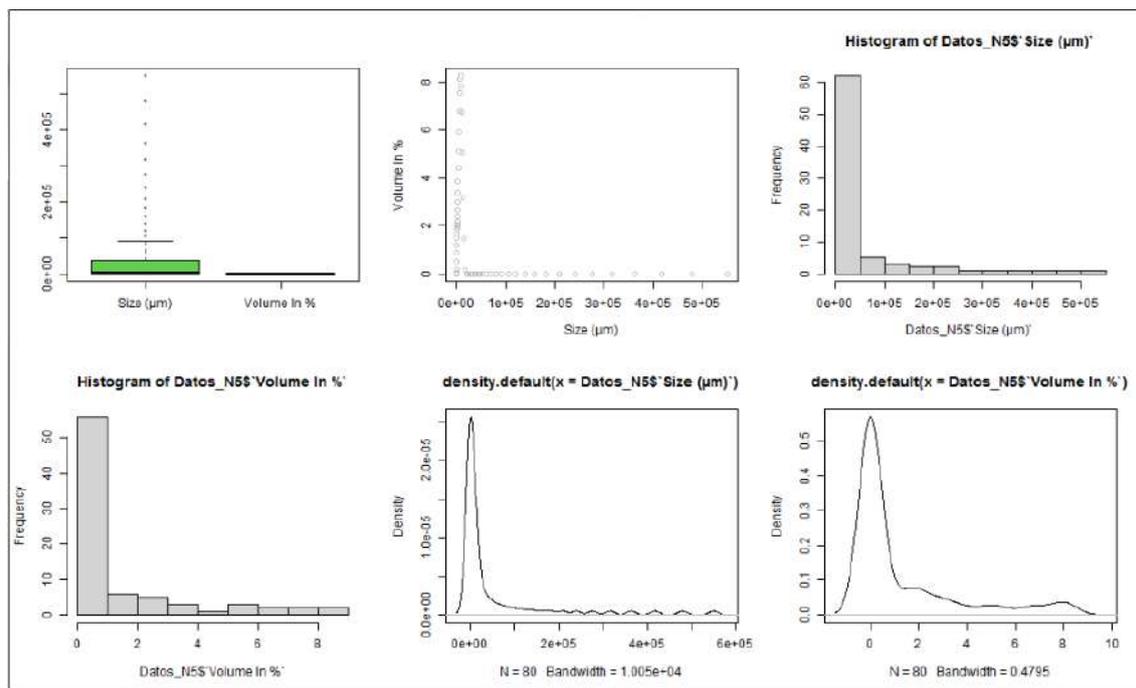
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.730 %, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.5. R Studio 10 over 0.8-5



```

Size (µm)      Volume In %
Min.   :      0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:      0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.715
Max.   :549541.0   Max.   :8.290
> str(Datos_N5) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 x 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm) : num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.0
35 ...
 $ Volume In %: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
    
```

Interpretación:

El promedio de la base de datos R Studio 10 over 0.8-5 (Datos_N 5) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.730 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender

en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender y seguir una distribución constante en el punto 0.4. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.000, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.715.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

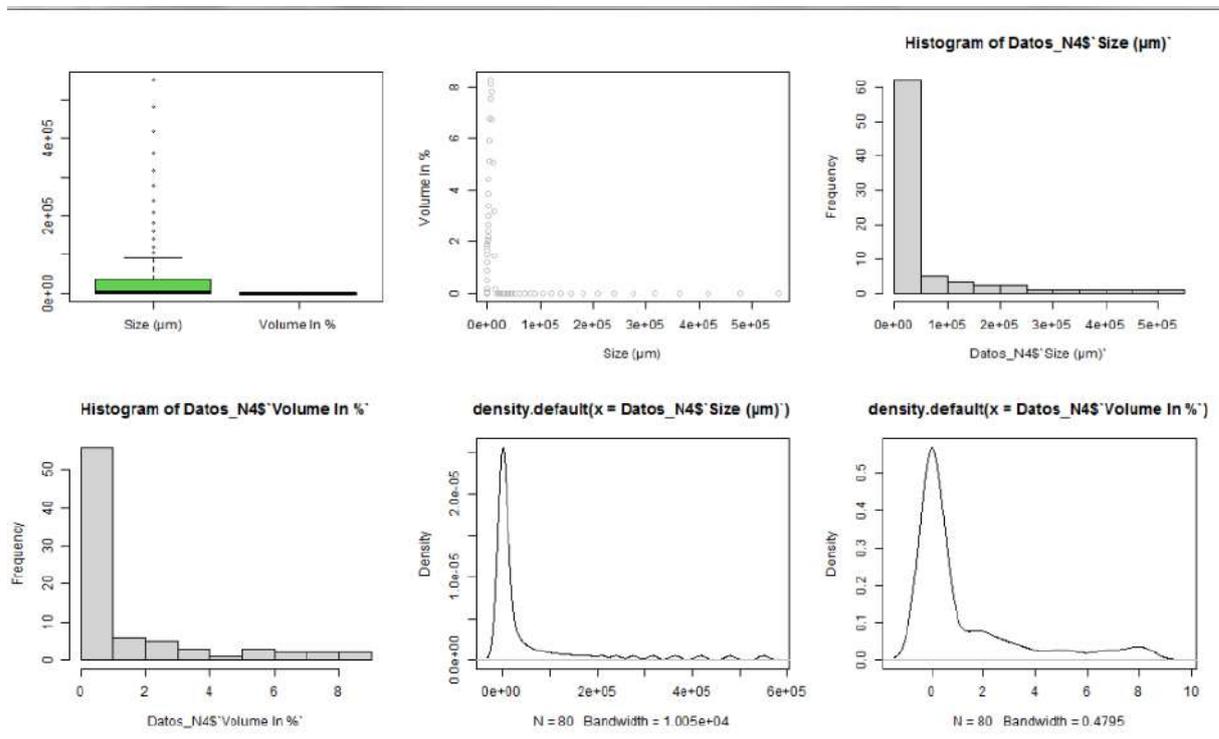
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.290 %, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.6. R Studio 10 over 0.8-5- curva



```

Size (µm)      Volume In %
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.715
Max.   :549541.0   Max.   :8.290
> str(Datos_N4) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 x 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm) : num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.0
35 ...
 $ Volume In %: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

```

Interpretación:

El promedio de la base de datos R Studio **10 over 0.8-5** (Datos_N 5) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.730 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender y seguir una distribución constante en el punto 0.4. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.000, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.715.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

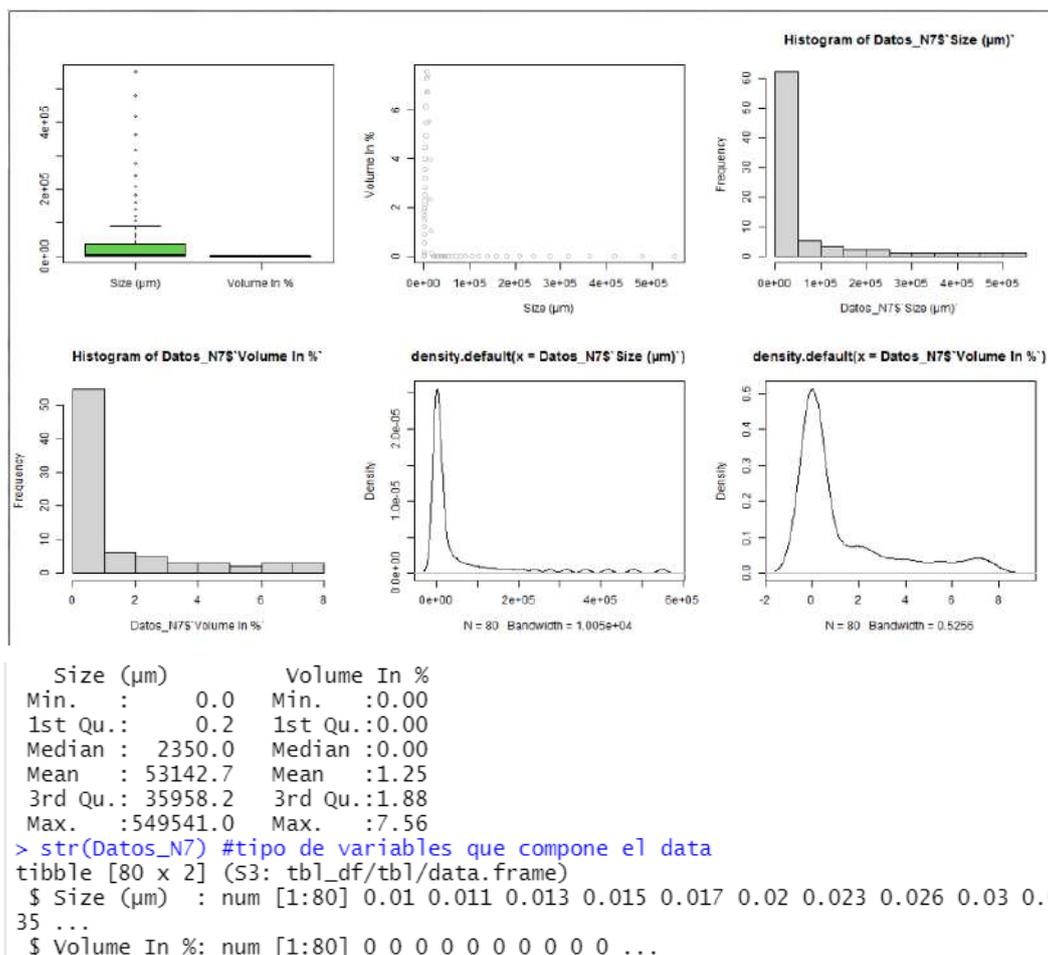
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.290 %, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.7. R Studio 10 over 0.8-6



Interpretación:

El promedio de la base de datos **10 over 0.8-6** (Datos_N7) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 0.000 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 54941.0 en Size (um) y 7.56 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender

en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.88.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

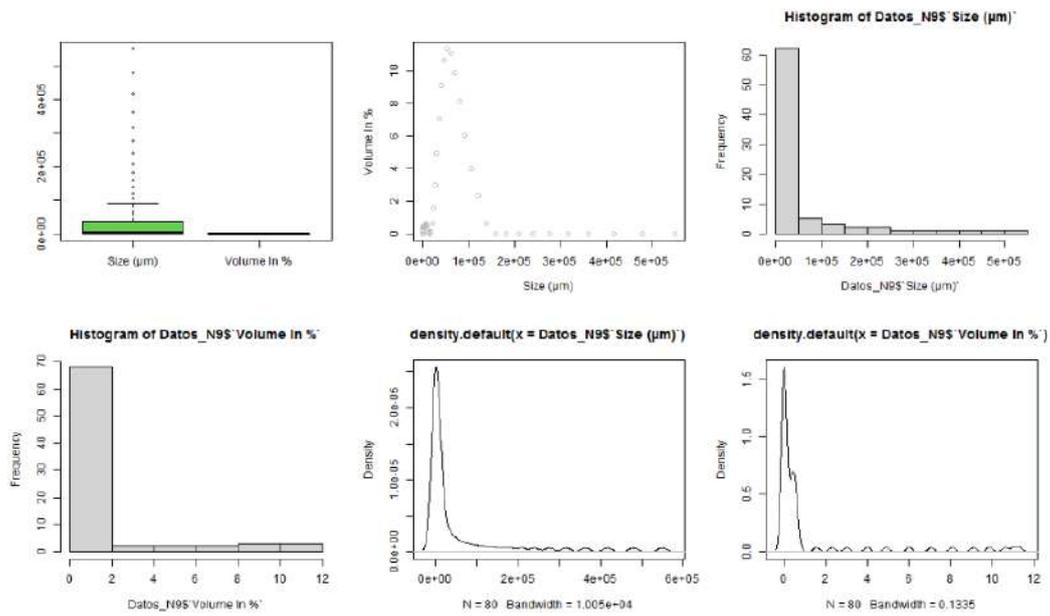
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.56%, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.8. Rstudio 10 over 1- curva



```

Size (µm)      Volume In %
Min.   :    0.0   Min.   : 0.0000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.: 0.0000
Median : 2350.0   Median : 0.0500
Mean   : 53142.7  Mean   : 1.2503
3rd Qu.: 35958.2  3rd Qu.: 0.4775
Max.   :549541.0  Max.   :11.3300
> str(Datos_N9) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 x 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm)   : num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.0
35 ...
 $ Volume In %: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

```

Interpretación:

El promedio de la base de datos Rstudio **10 over 1- curva** (Datos_N9) es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.2503 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y 11.330 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-12 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender

en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.500, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.4775

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

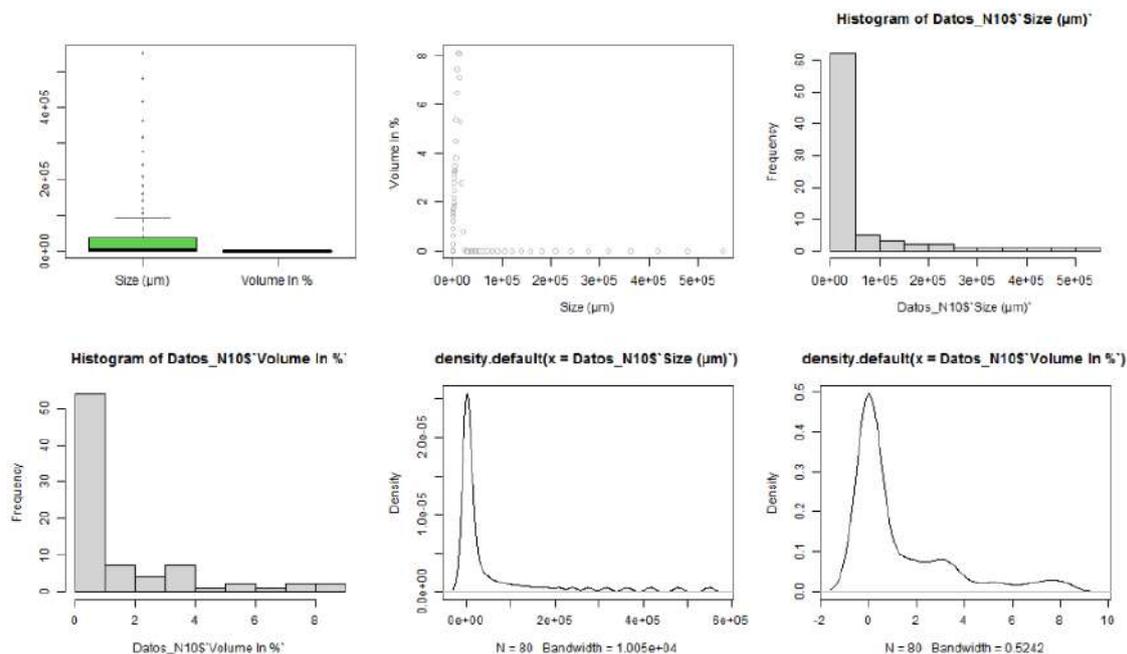
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 11.3300%, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.9. R Studio 10 under 2-6



```

Size (µm)      Volume In %
Min.   :      0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:      0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.875
Max.   :549541.0   Max.   :8.100
> str(Datos_N10) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 x 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm) : num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.0
35 ...
 $ Volume In %: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

```

Interpretación:

El promedio de la base de datos 10 under 2-6 es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.2503 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.100 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender

en Size (um), y en Volumen in% tienden a tener variaciones en el ascenso y el descenso. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.875

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

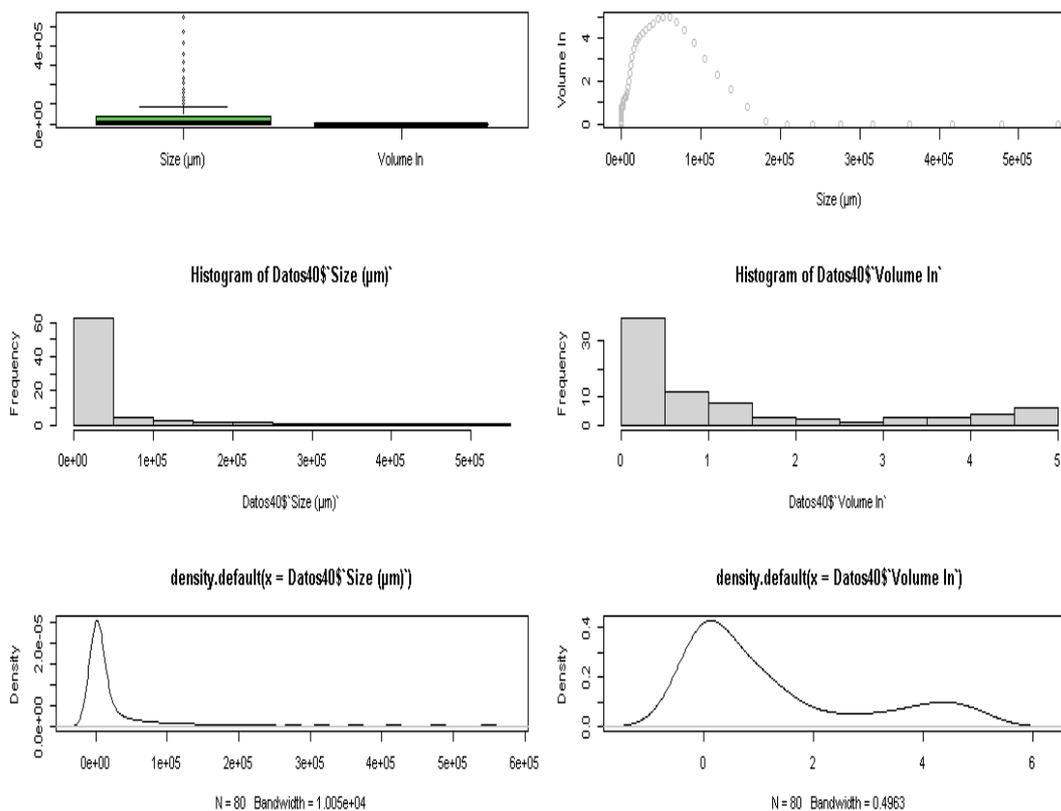
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.100%, si por el contrario encontramos un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.10. Datos N#40



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1-6.xlsx denominado en este script Datos40, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 54941.0 en Size (um) y 4.970 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

```

size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.710
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.775
Max.   :549541.0   Max.   :4.970
> str(datos40) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

[1] 549541
> rango2<-max(Datos40$`volume In`)-min(Datos40$`volume In`)
> rango2
[1] 4.97

```

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2.5 a 2.5-5 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.775. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.775.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

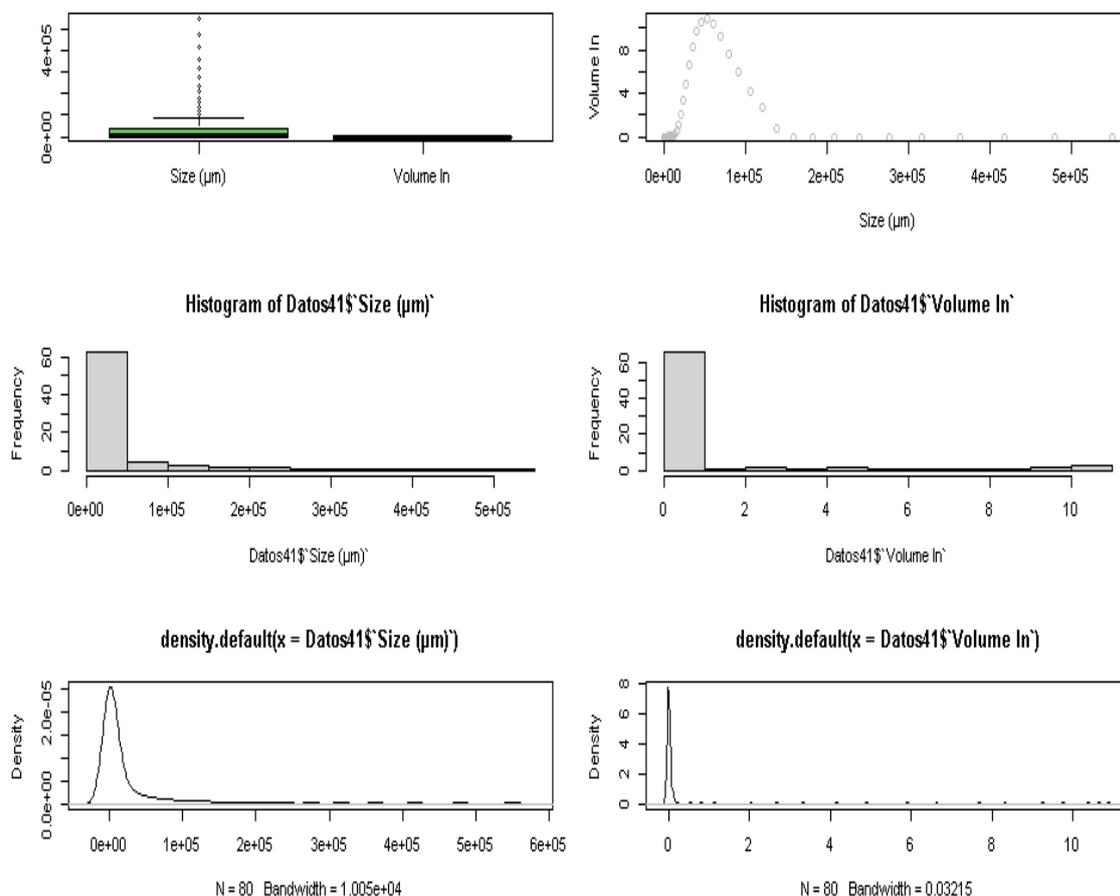
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.11. Datos N#41



size (µm)	volume In
Min. : 0.0	Min. : 0.000
1st Qu.: 0.2	1st Qu.: 0.000
Median : 2350.0	Median : 0.000
Mean : 53142.7	Mean : 1.250
3rd Qu.: 35958.2	3rd Qu.: 0.115
Max. : 549541.0	Max. : 10.880

```
> str(Datos41) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
```

```
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(Datos41$`volume In`)-min(Datos41$`volume In`)
> rango2
[1] 10.88
```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1-curva.xlsx denominado en este script Datos41, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en

Volumen in% 0.000, y un máximo de 54941.0 en Size (um) y 10.880 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender tanto en Size (um) como en Volumen in%. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.115. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.115.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um) y volumen in%.

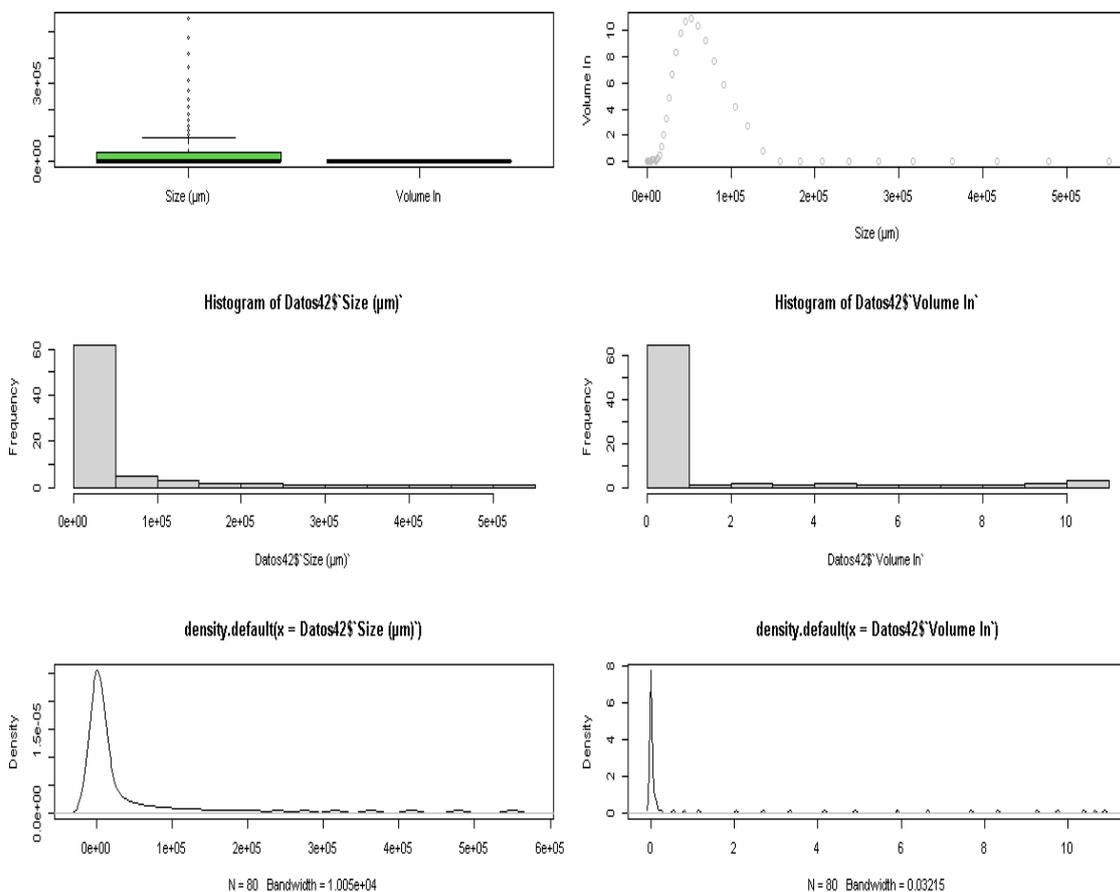
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.12. Datos N#42



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1.xlsx denominado en este script Datos42, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en

Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 10.880 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2.5 a 2.5-5 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.115. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.115.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um) y volumen in %.

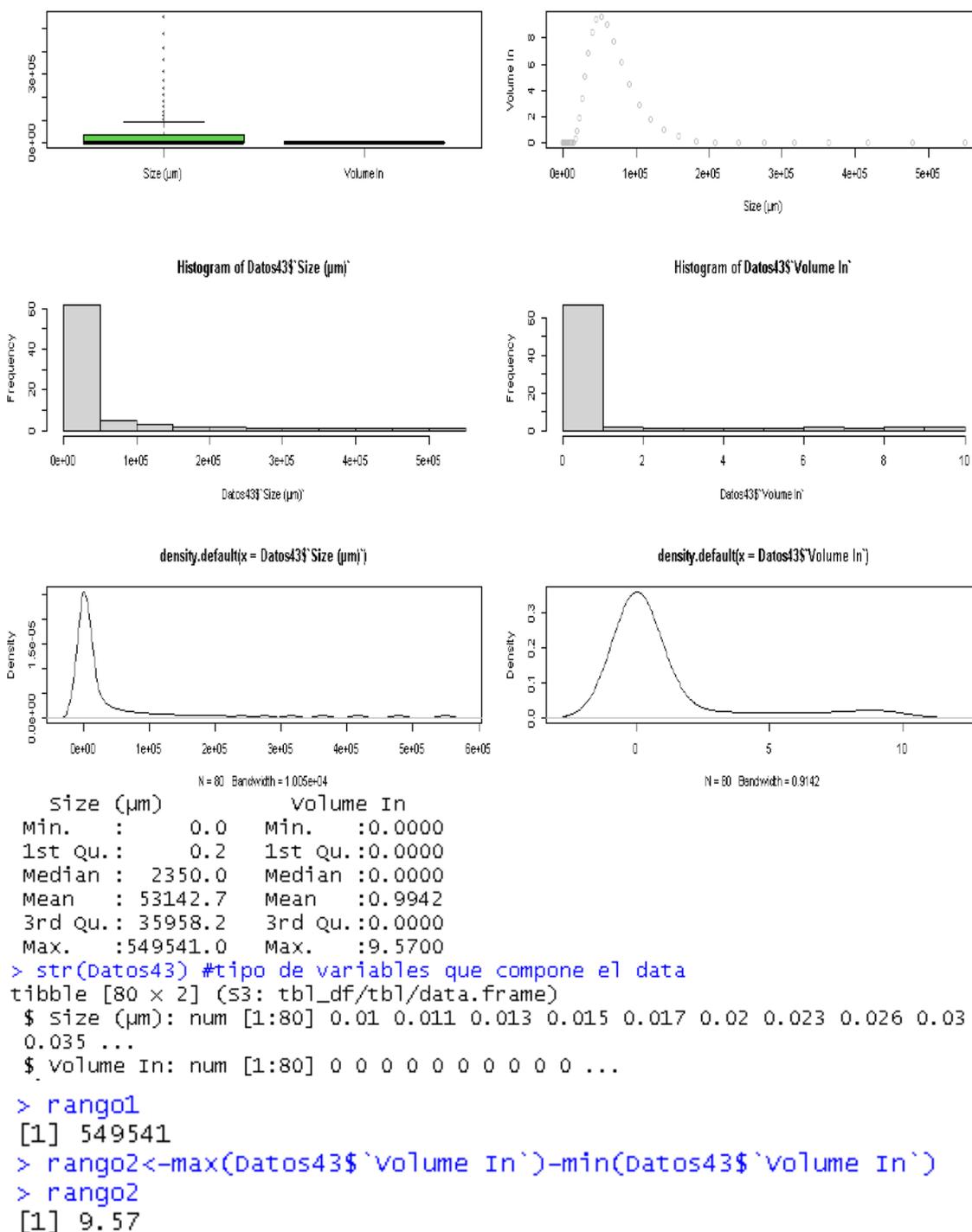
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.13. Datos N#43



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 2 curve.xlsx denominado en este script Datos43, tiene como promedio 53143.66, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en

Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 9.5700 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0 a 2 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución normal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.0000. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.0000.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), al igual que el volumen in %.

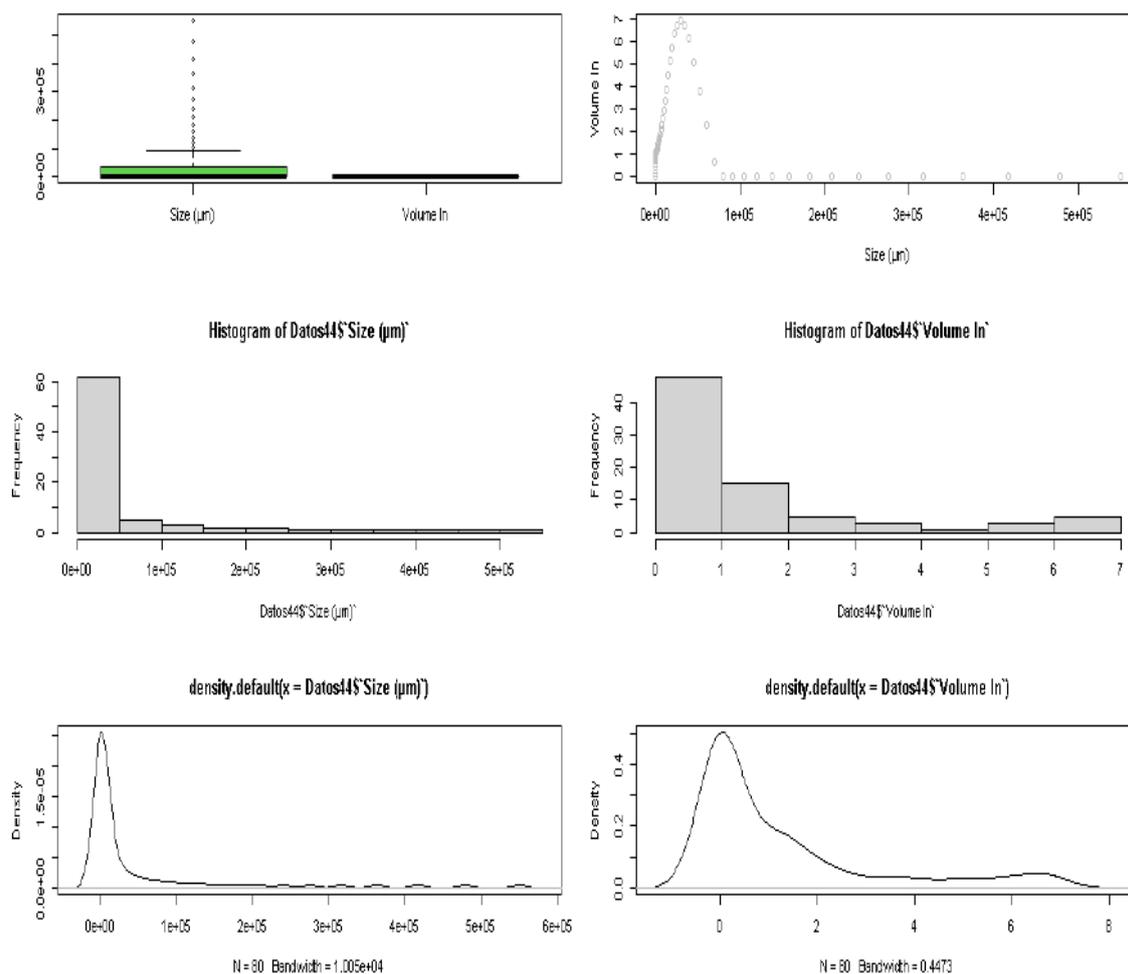
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.14. Datos N#44



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 2-4 -curva.xlsx denominado en este script Datos44, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en

Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 6.89 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-2.5 a 2.5-5 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.6. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.6.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

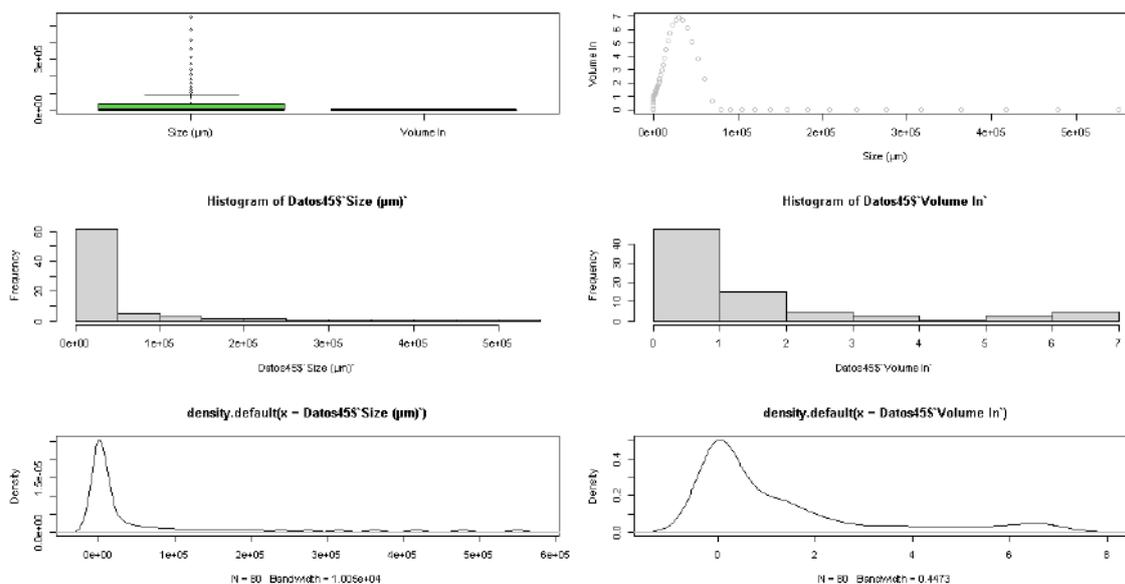
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.14. Datos N#45



```

size (µm)      volume In
Min.   :      0.0   Min.   :0.00
1st Qu.:      0.2   1st Qu.:0.00
Median : 2350.0   Median :0.00
Mean   : 53142.7   Mean   :1.25
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.60
Max.   :549541.0   Max.   :6.89
> str(Datos45) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
 0.035 ...
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(Datos45$`volume In`)-min(Datos45$`volume In`)
> rango2
[1] 6.89

```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 2-4.xlsx denominado en este script Datos45, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 6.89 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-4 a 5-7 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a

descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.60. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.60.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

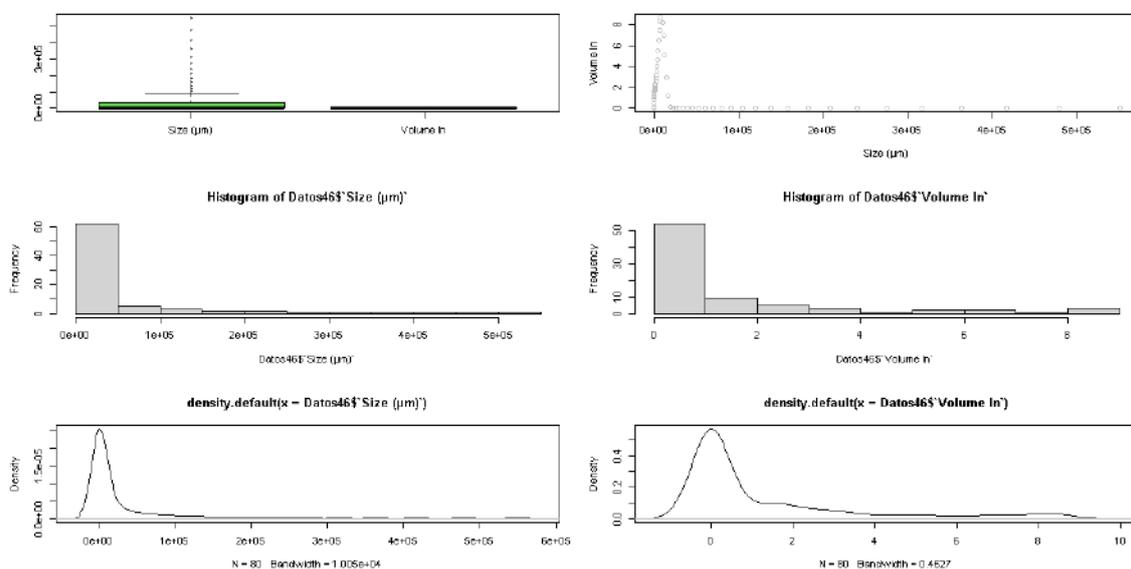
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.15. Datos N#46



```

      size (µm)      volume In
Min.   :    0.0    Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2    1st Qu.:0.000
Median : 2350.0    Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.655
Max.   :549541.0   Max.   :8.590
> str(Datos46) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(Datos46$`volume In`)-min(Datos46$`volume In`)
> rango2
[1] 8.59

```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 2-5 -curva.xlsx denominado en este script Datos46, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.590 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-4 a 5-6 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.655. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.655.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

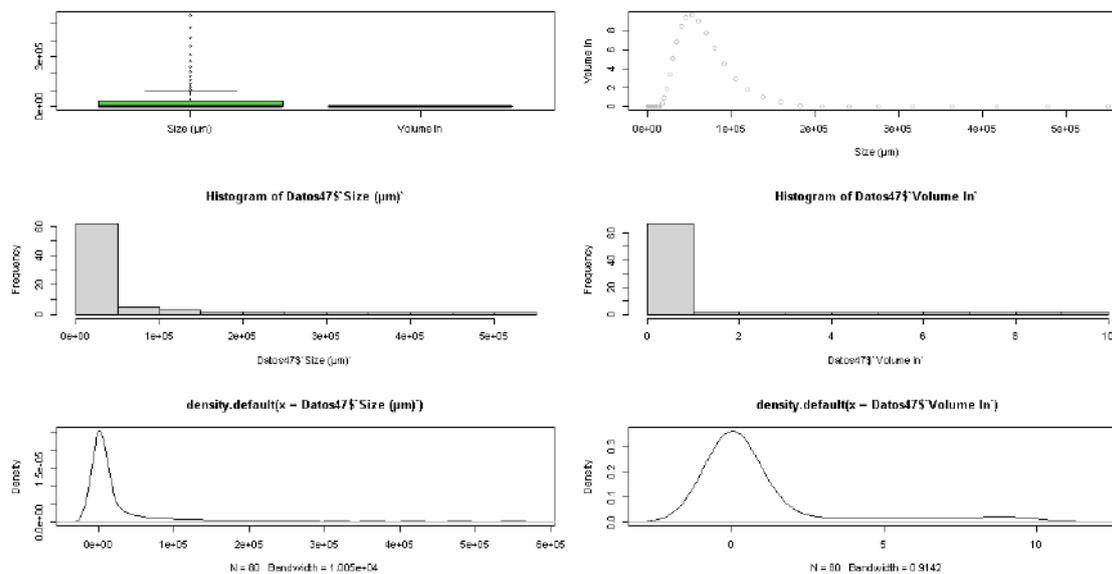
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.16. Datos N#47



```

size (µm)          volume In
Min.   :    0.0      Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2      1st Qu.:0.000
Median : 2350.0      Median :0.000
Mean   : 53142.7     Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2     3rd Qu.:1.655
Max.   :549541.0     Max.   :8.590
> str(Datos47) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(Datos47$`volume In`)-min(Datos47$`volume In`)
> rango2
[1] 9.57

```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 2-5.xlsx denominado en este script Datos47, tiene como promedio 53143.66, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.590 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0 a 2 en Volumen in%. También revela que

la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución normal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.655. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.655.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

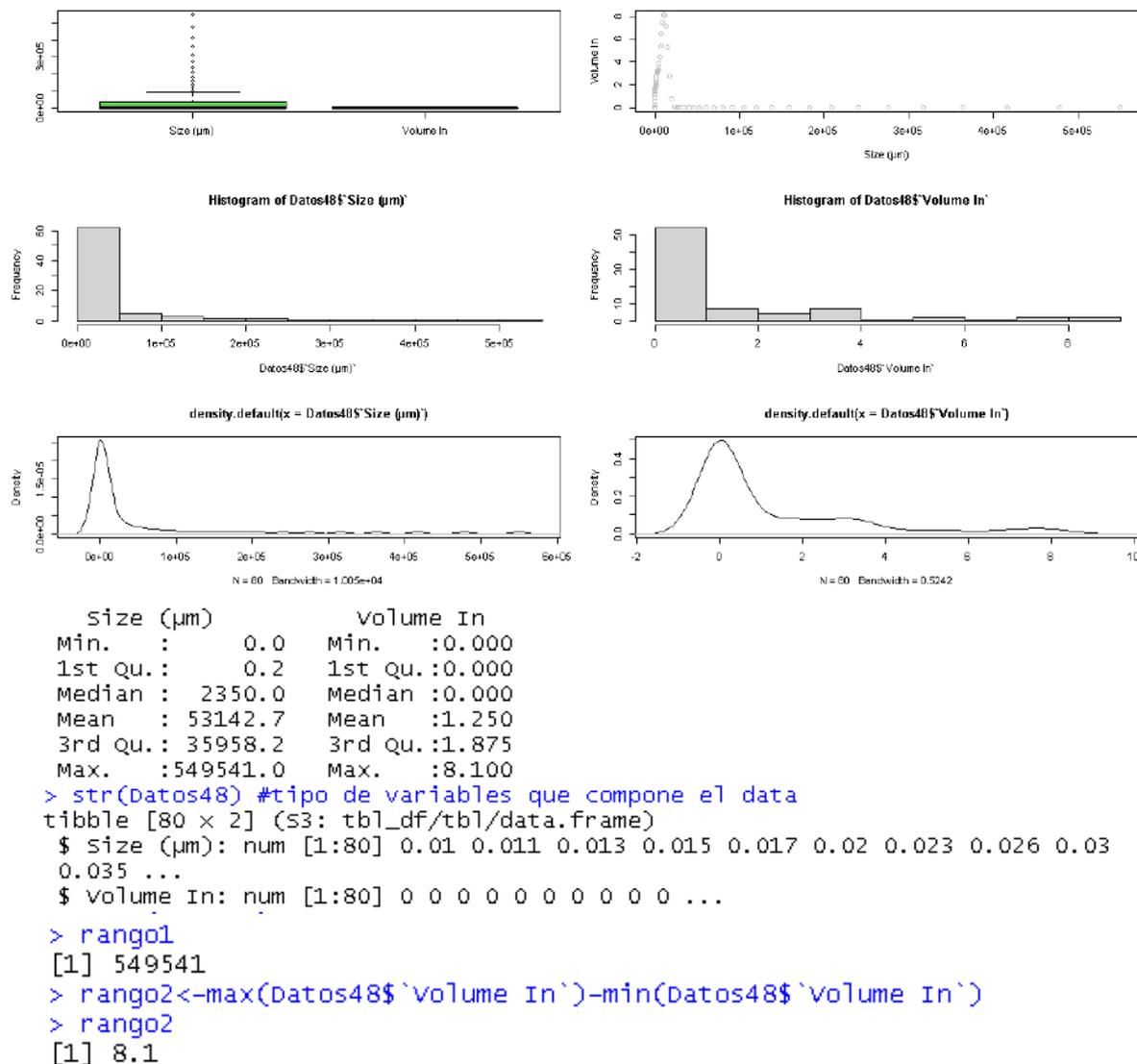
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.17. Datos N#48



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 2-6-curve.xlsx denominado en este script Datos48, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.100 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-2 a 2.4 en Volumen in%. También revela

que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución normal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.875. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.875.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

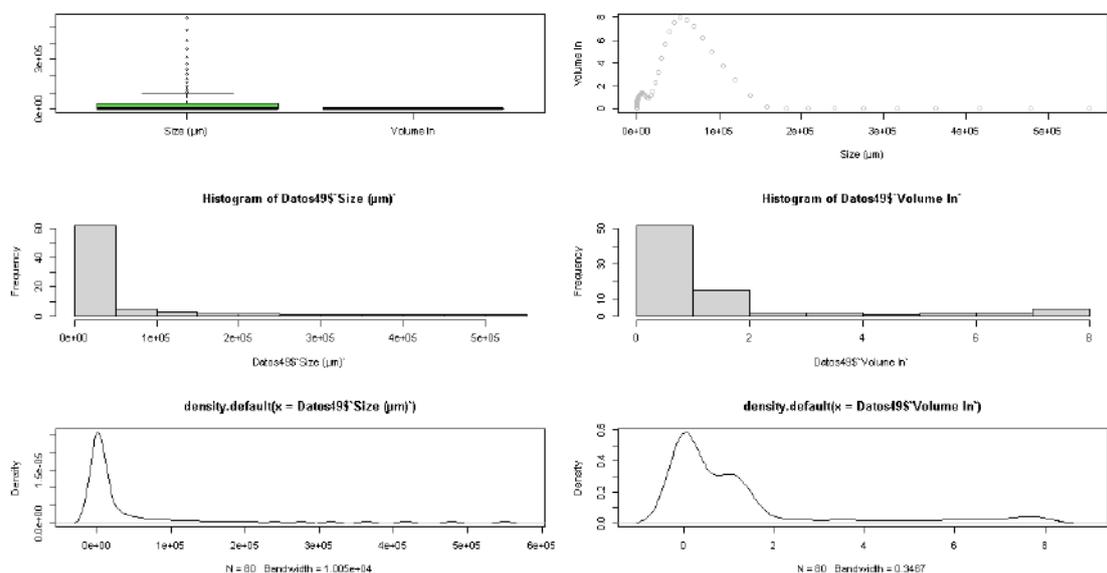
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.18. Datos 49



```

size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.455
Mean   : 53142.7  Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2  3rd Qu.:1.240
Max.   :549541.0  Max.   :7.930
> str(Datos49) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(Datos49$`volume In`)-min(Datos49$`volume In`)
> rango2
[1] 7.93

```

Interpretación

El promedio de la base de datos 12 over o-8.xlsx denominado en este script Datos49, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.930 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-4 a 4.5-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a

descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.455. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.240. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.240.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

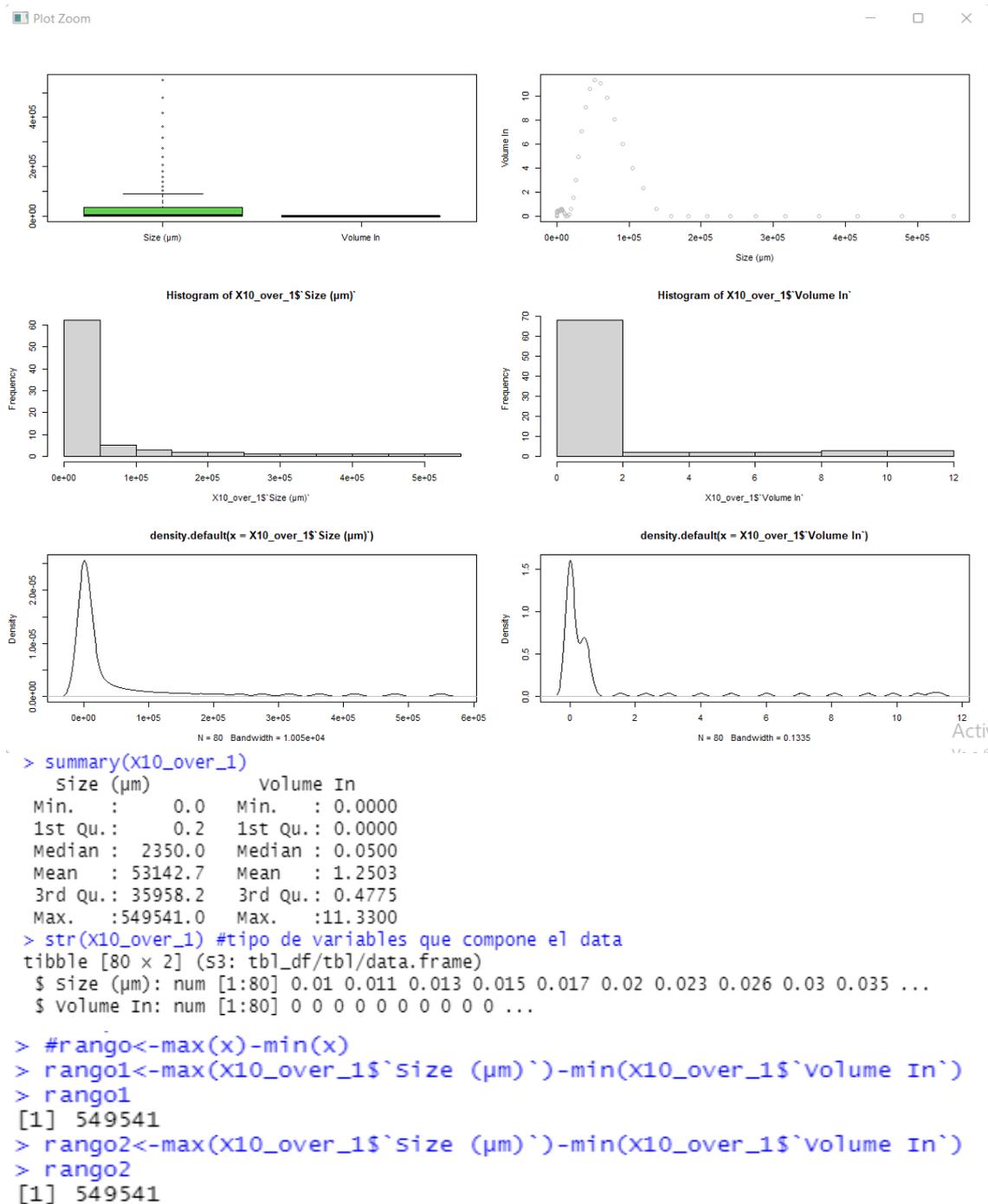
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.19. Datos X10 over 1



Interpretación:

El promedio de la base de datos es 53143.9, tiene como promedio 53142.7 en Size (µm) y 1.2503 en Volumen in%, con un mínimo en Size (µm) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (µm) y 11.3300 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0.00- 70 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0.00-0.005 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), lo mismo ocurre en la variable Volumen in% los valores tienden a descender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.050, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.4775. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1. 050.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal, debido a que presenta varias puntas en la gráfica.

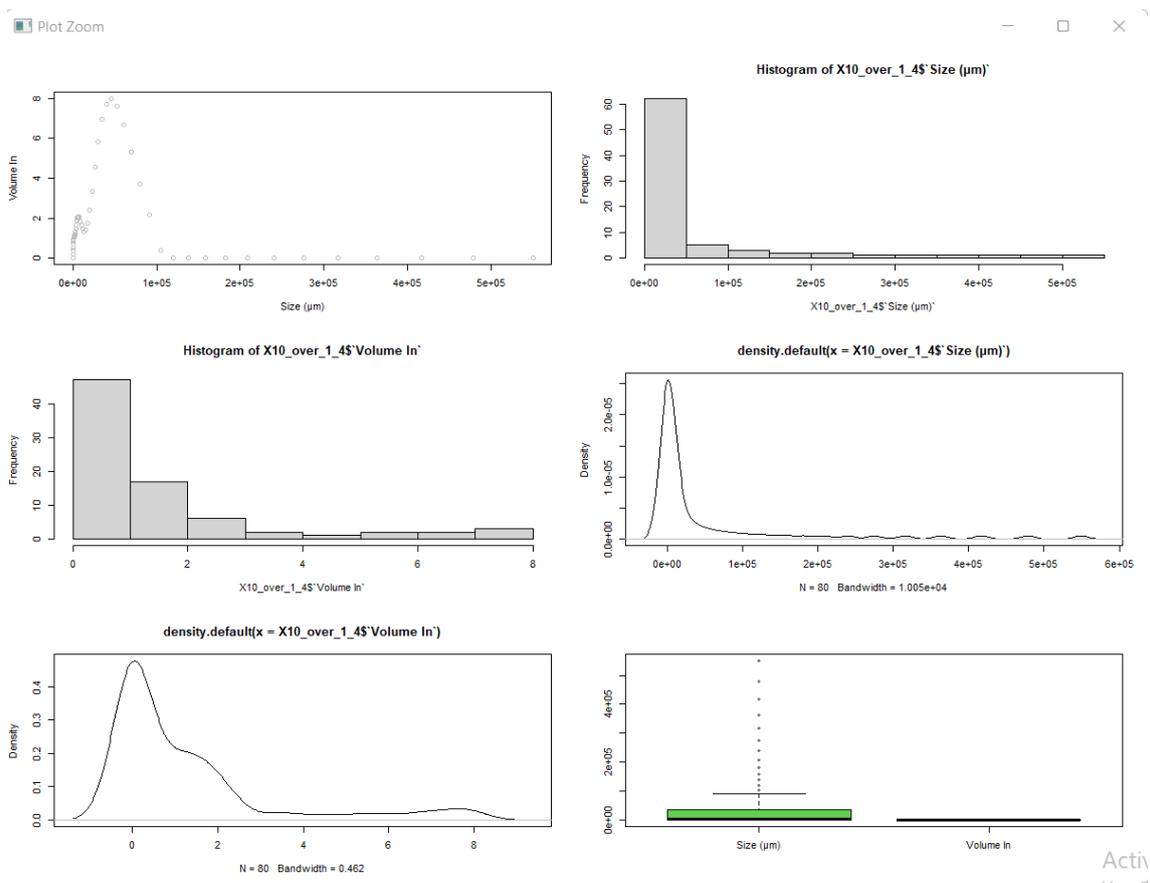
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.20. Datos X10 over 1-4



```
> summary(x10_over_1_4)
  Size (µm)      Volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.090
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.653
Max.   :549541.0   Max.   :7.980

> str(x10_over_1_4) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(x10_over_1_4$`size (µm)`)-min(x10_over_1_4$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_over_1_4$`size (µm)`)-min(x10_over_1_4$`volume In`)
> rango2
[1] 549541
```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1-6.xlsx, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.980 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-4 a 4.5-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.090 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.653. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.653.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

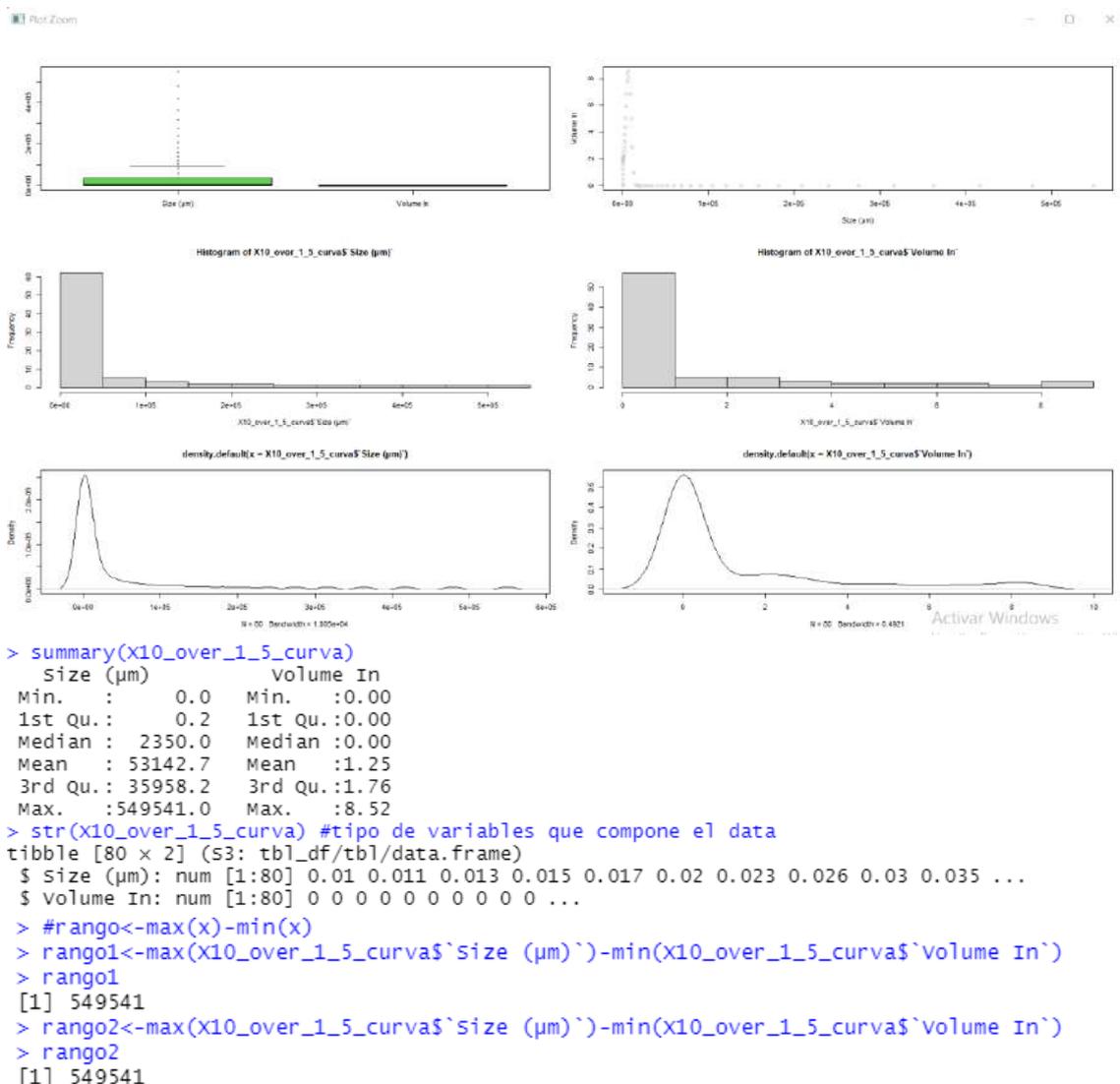
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.21. Datos X10 over 1-5- curva.sxlx



Interpretación

El promedio de la base de datos X10 over 1-5-curva.xlsx, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.52 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-6 a 6-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a

descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.76. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.76.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución con tendencia a ser bimodal.

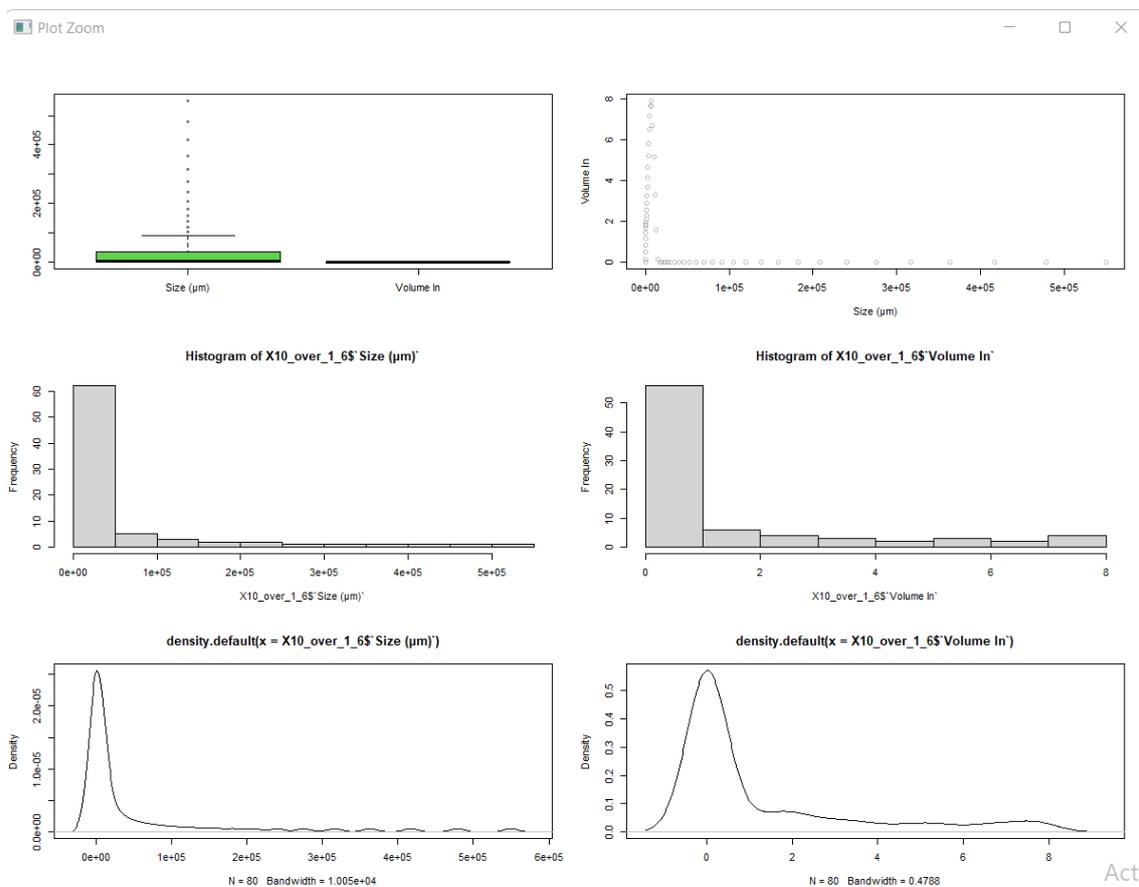
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%. Además, se cree que Size (um), es un factor determinante con respecto al volumen.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.22. Datos 10 over 1-6



```

> summary(x10_over_1_6)
  Size (µm)      Volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.712
Max.   :549541.0   Max.   :7.900
> str(x10_over_1_6) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ Volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(x10_over_1_6$`Size (µm)`)-min(x10_over_1_6$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_over_1_6$`Size (µm)`)-min(x10_over_1_6$`volume In`)
> rango2
[1] 549541

```

Interpretación

El promedio de la base de datos X10 over 1-6.xlsx, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.900 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-4.5 a 4.5-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.712. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.712.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), y Volumen in%.

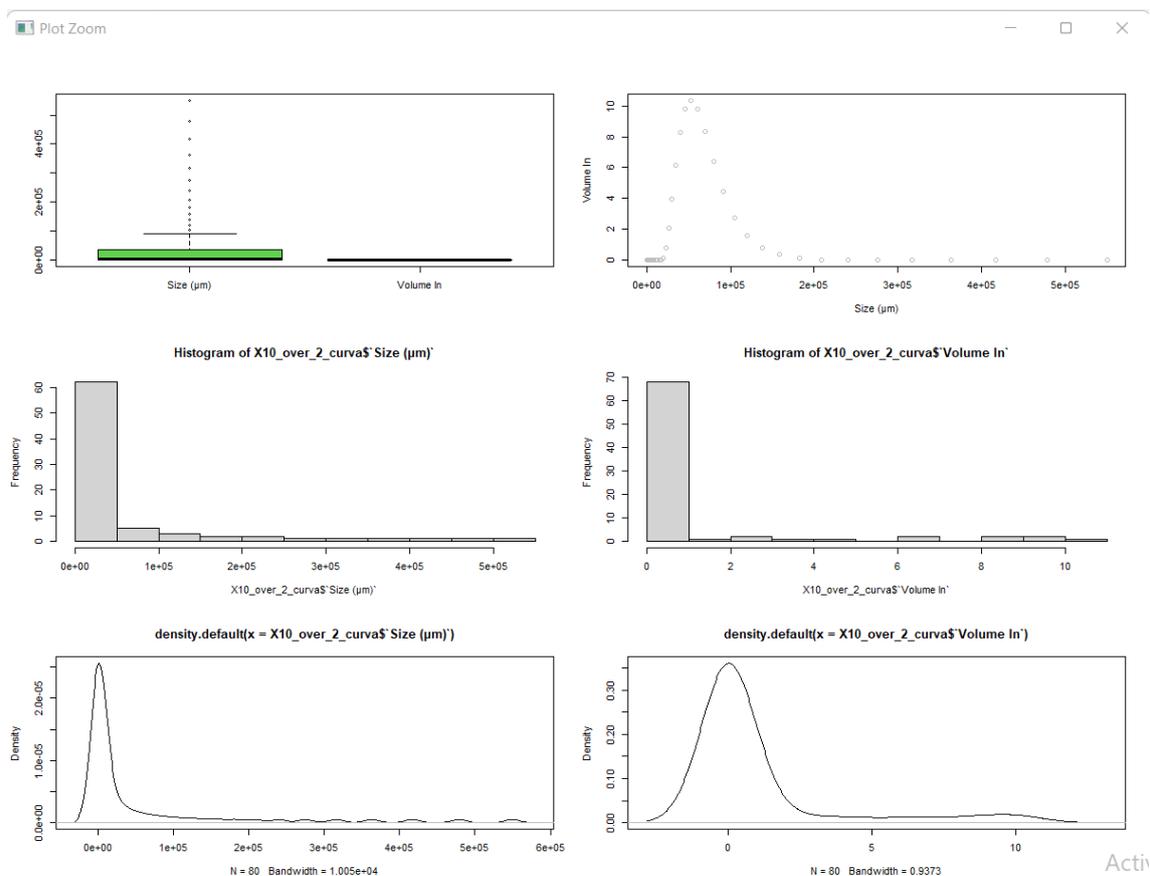
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.23. Datos X10 over 2 curva



```
> summary(x10_over_2_curva)
  Size (µm)      Volume In
Min.   :    0.0   Min.   : 0.0000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.: 0.0000
Median : 2350.0   Median : 0.0000
Mean   : 53142.7  Mean   : 0.9505
3rd Qu.: 35958.2  3rd Qu.: 0.0000
Max.   : 549541.0 Max.   : 10.3300
> str(x10_over_2_curva) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(x10_over_2_curva$`size (µm)`)-min(x10_over_2_curva$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_over_2_curva$`size (µm)`)-min(x10_over_2_curva$`volume In`)
> rango2
[1] 549541
```

Interpretación:

El promedio de la base de datos es 53143.7, tiene como promedio 53142.7 en Size (µm) y 0.000 en Volumen in%, con un mínimo en Size (µm) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (µm) y 10.3300 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0.00- 70 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0.00-0.005 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), lo mismo ocurre en la variable Volumen in% los valores tienden a descender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.050, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.4775. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1. 050.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal, debido a que presenta varias puntas en la gráfica.

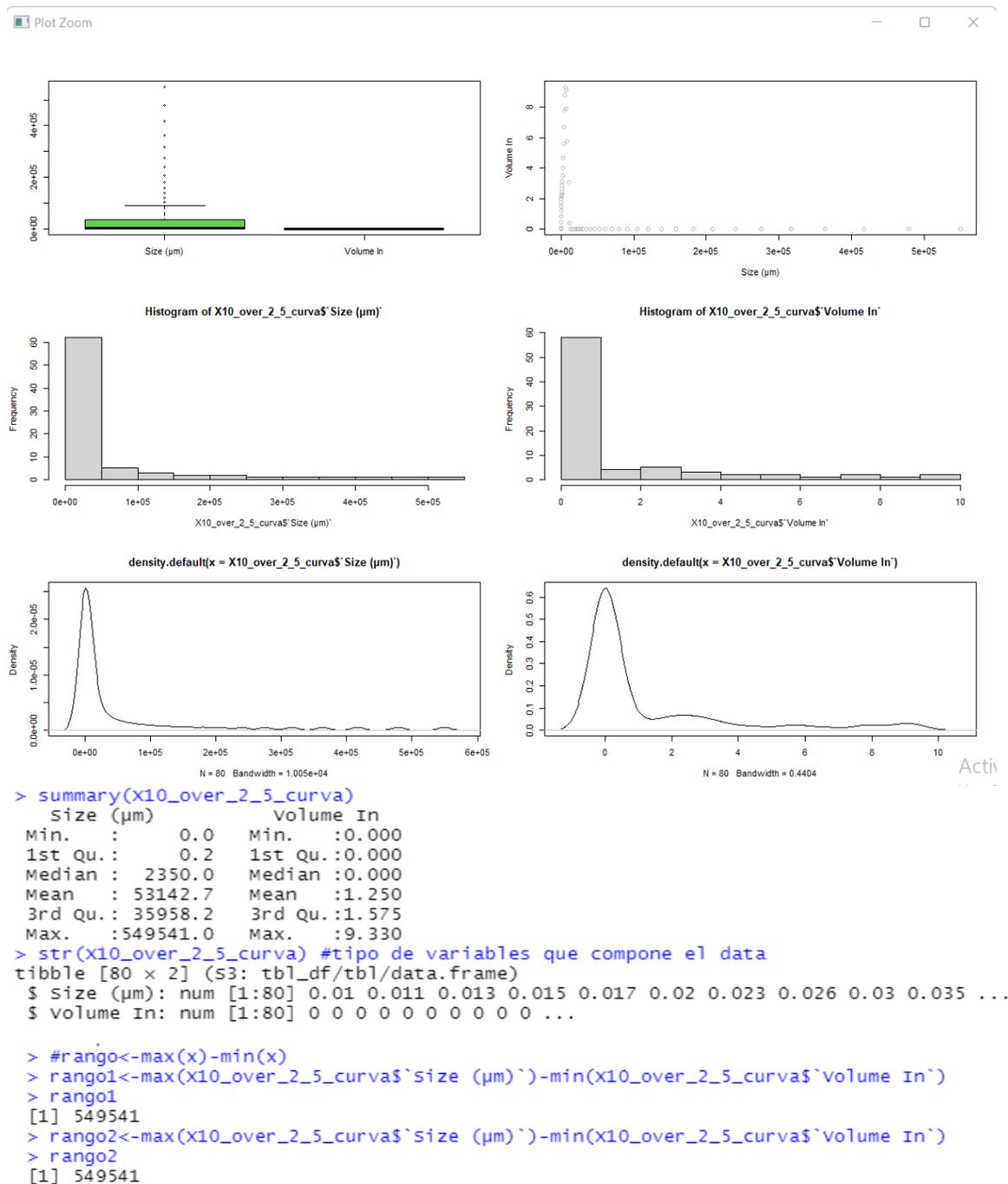
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.24. Datos X10 over 2-5-curva. xlsx



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1-6.xlsx, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 9.330 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-2.5 a irregular en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.575. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.575.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), y el Volumen in%.

En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable dependiente en este caso sería volumen in%, con respecto a la variable Size (um),

Resultados

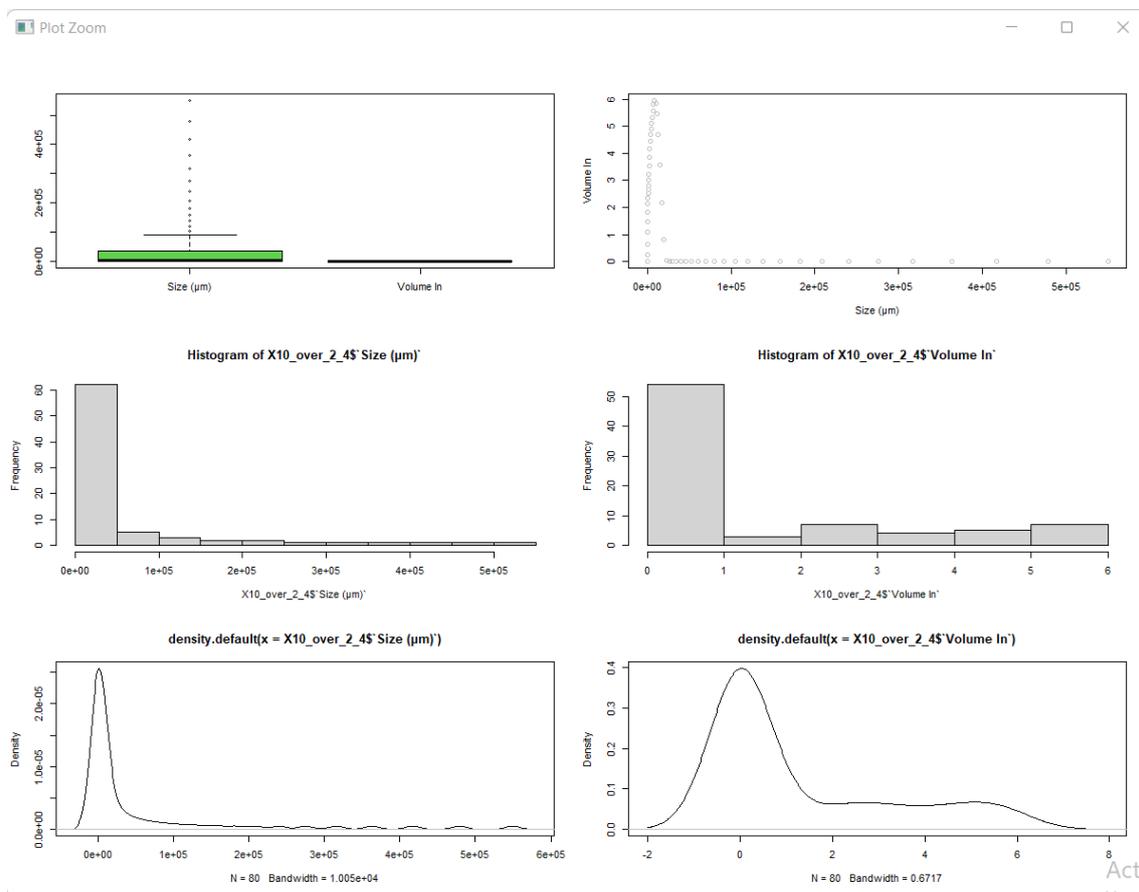
El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuma Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

2.25. Datos X10 over 2- 4



```
> summary(x10_over_2_4)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:2.402
Max.   :549541.0   Max.   :5.950
> str(x10_over_2_4) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
```

```
> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(x10_over_2_4$`size (µm)`)-min(x10_over_2_4$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_over_2_4$`size (µm)`)-min(x10_over_2_4$`volume In`)
> rango2
[1] 549541
```

Interpretación:

El promedio de la base de datos 10 over 2- 4 es 53143.92, y tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 0.000 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 54941.0 en Size (um) y 5.950 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-50 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-60 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 2.402. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 2.402.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal.

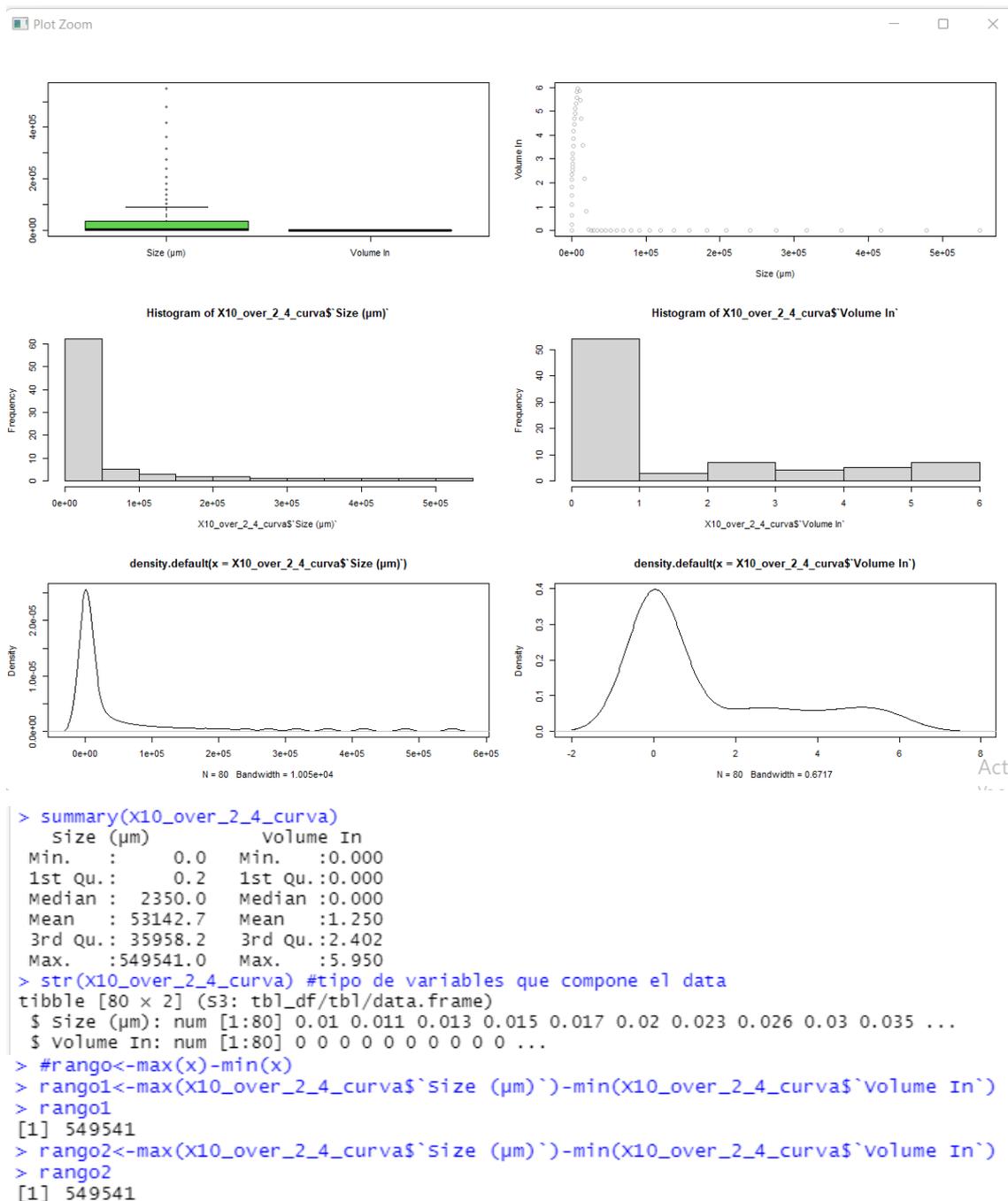
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados y se agrupan en el lado izquierdo en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución.

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.26. Datos X10 over 2- 4 curva



Interpretación:

El promedio de la base de datos 10 over 2- 4 curva es 53143.92, tiene como promedio 53142.7 en Size (um) y 1.250 en Volumen in%, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, un máximo de 549541.0 en Size (um) y en 5.950 Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis:

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos se muestra en el lado izquierdo de la gráfica entre valores 0-50 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y de 0-60 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350 y de Volumen in% 0.000, el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 2.402. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 2.402.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que tanto la variable Size (um), como en la variable Volumen in% presentan distribución multimodal, debido a que presenta varias puntas en la gráfica, así como se observa que existen algunos valores que se encuentran en el eje x con un valor de 0.

En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

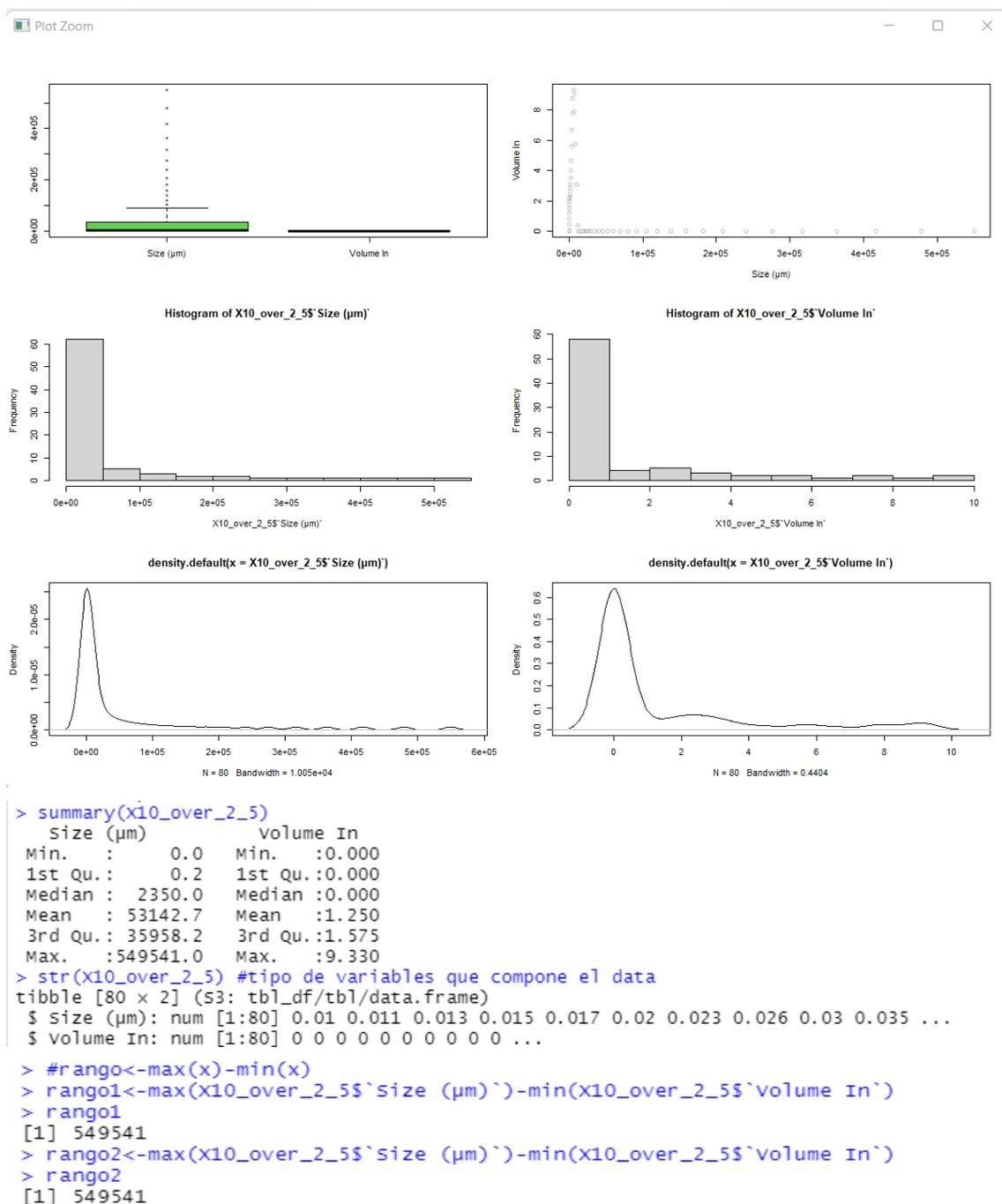
El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuma Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

2.27. Datos X10 over 2-5



Interpretación

El promedio de la base de datos **10 over 2-5**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 9.330 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2.5 a 2.5-5 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.575. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.575.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

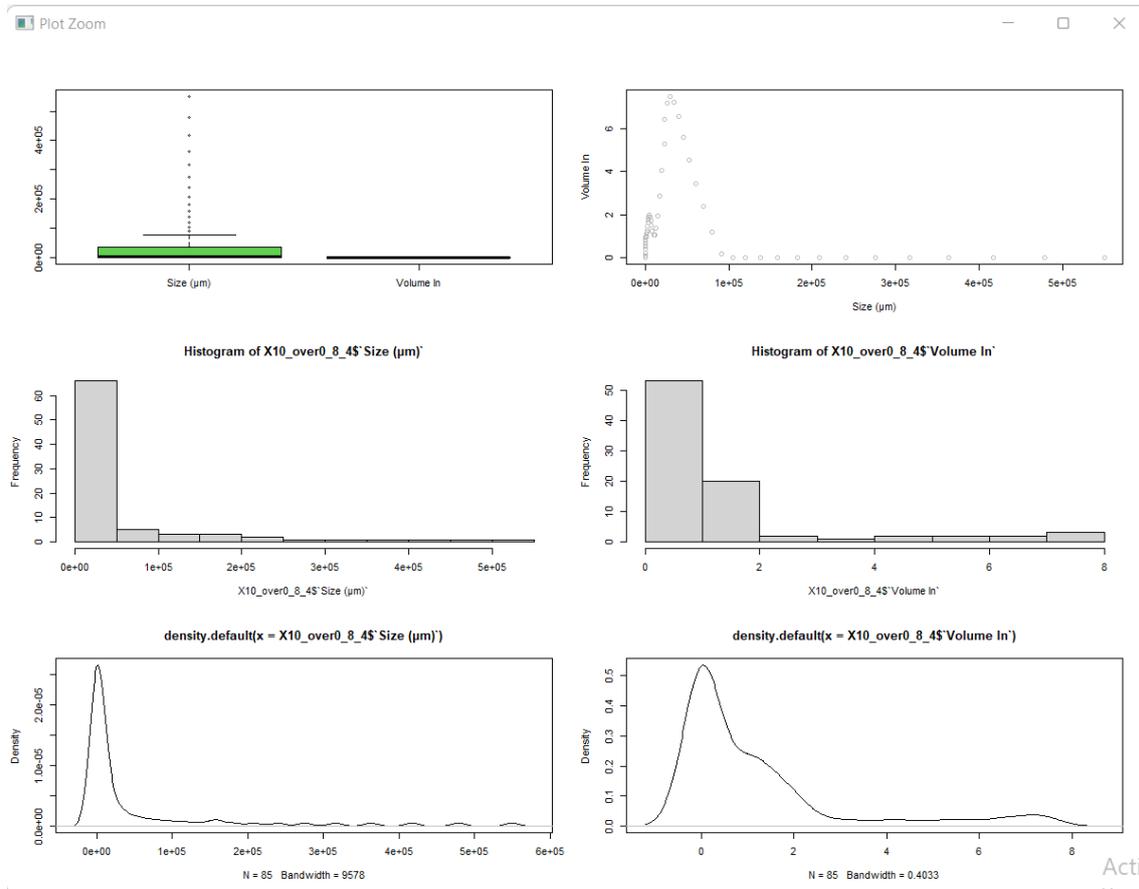
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución,

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53142.7(um), en un volumen máximo de 1.250%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.28. Datos X10 over0.8-4



```
> summary(x10_over0_8_4)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2512.0   Median :0.180
Mean   : 52189.7   Mean   :1.177
3rd Qu.: 34674.0   3rd Qu.:1.460
Max.   :549541.0   Max.   :7.480
> str(x10_over0_8_4) #tipo de variables que compone el data
tibble [85 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:85] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:85] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(X10_over0_8_4$`size (µm)`)-min(X10_over0_8_4$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_over0_8_4$`size (µm)`)-min(X10_over0_8_4$`volume In`)
> rango2
[1] 549541
```

Interpretación

El promedio de la base de datos **X10 over 0.8-4.xlsx** denominado en este script Datos45, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en

Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.480 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-3 a 4-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2512.0 y de Volumen in% 0.180. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 34674.0 y de Volumen in% 1.460. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 34673.8, y para Volumen in% 1.460.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

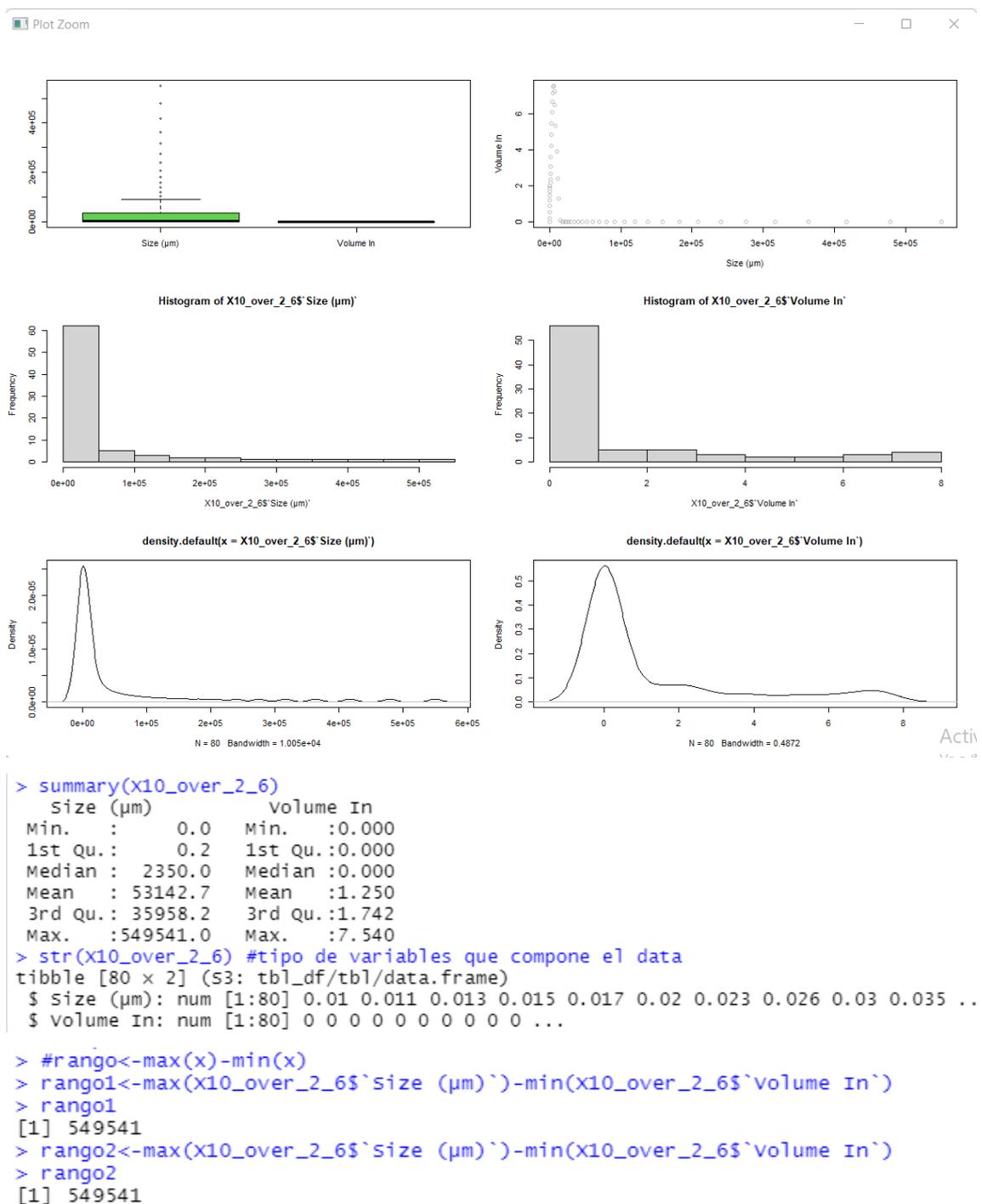
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución normal.

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53143.92(um), en un volumen máximo de 1.245%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.29. Datos X10 OVER 2-6



Interpretación

El promedio de la base de datos **X10 OVER 2-6.xlsx**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.540 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-4 a 6-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.0000. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958.2, y para Volumen in% 0.0000.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

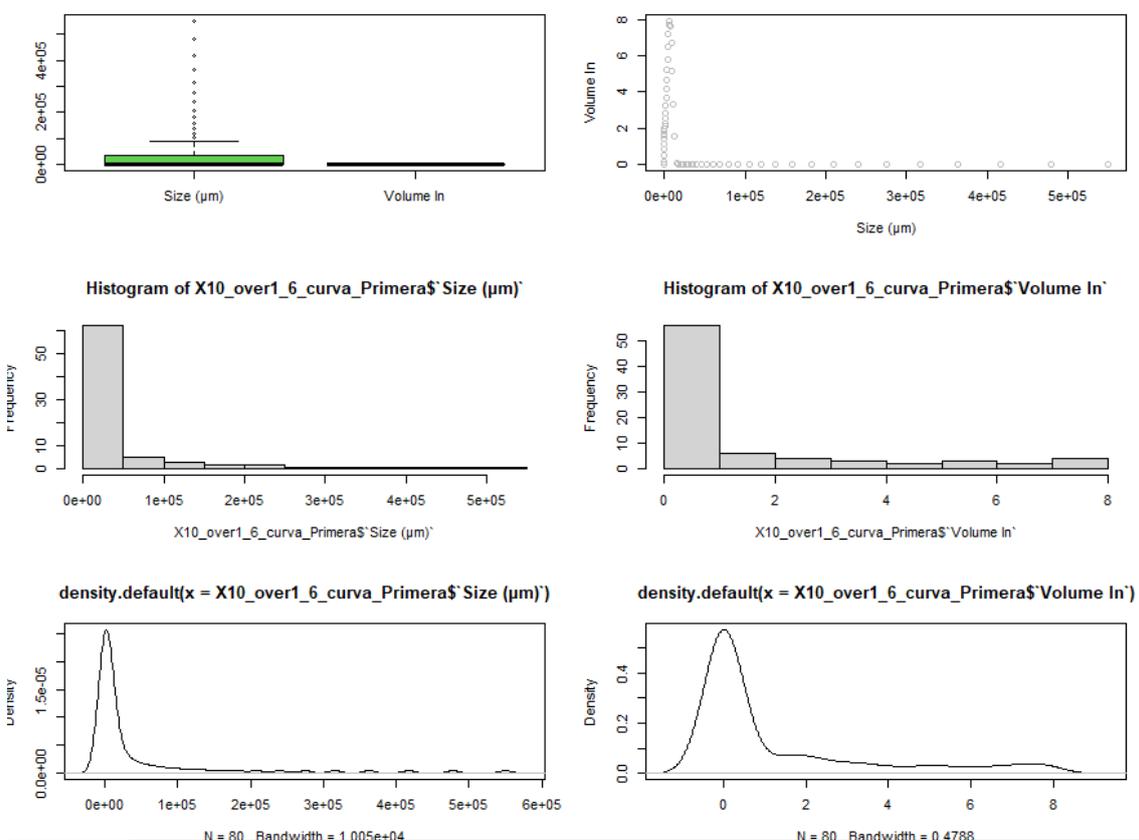
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución normal.

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53143.92(um), en un volumen máximo de 0.000%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.002 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.30. Datos X10_over1_6_curva_Primer



SCRIPT

```
> summary(X10_over1_6_curva_Primer)
  Size (µm)      Volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.712
Max.   :549541.0   Max.   :7.900
> str(X10_over1_6_curva_Primer) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ Volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(X10_over1_6_curva_Primer's`Size (µm)`)-min(X10_over1_6_curva_Primer's`Volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_over1_6_curva_Primer's`Volume In`)-min(X10_over1_6_curva_Primer's`Volume In`)
> rango2
[1] 7.9
```

Interpretación

El promedio de la base de datos **X10_over1_6_curva_Primer**a, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.900 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

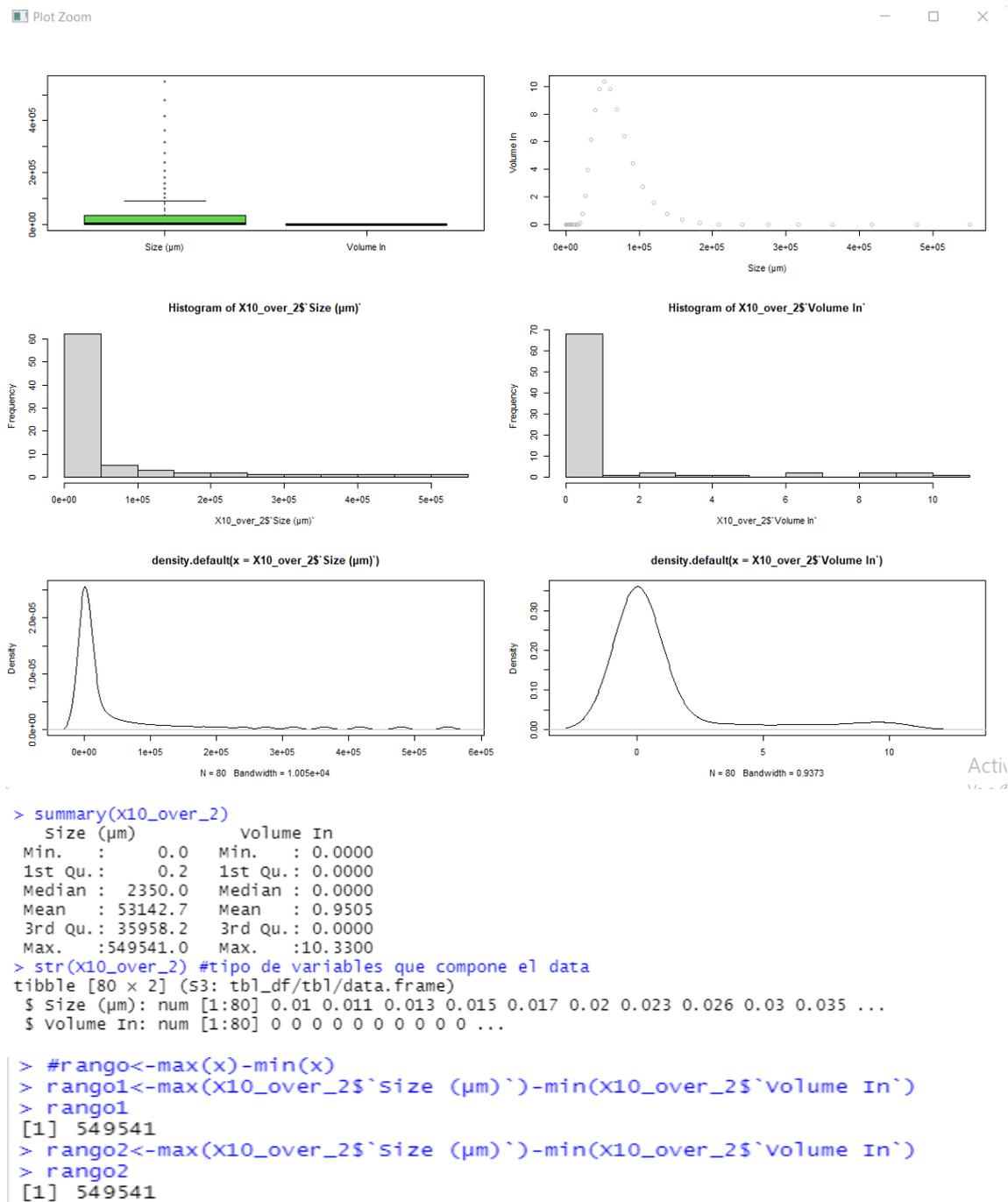
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.01 en Size (um), y 0-2 a 2-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.65. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.712. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.712. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Gráfico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.120%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

El tamaño de la partícula no varía de manera significativa, sin embargo, al trabajar en hidrociclones ya sean de diferente capacidad el volumen de partículas varía.

2.31. Datos X10 over 2



Interpretación

El promedio de la base de datos **X10 over 2.xlsx**, tiene como promedio 53143.92, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 10.3300 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.00005 en Size (um), y 0-1 a 8-10 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.0000. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958.2, y para Volumen in% 0.0000.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), igualen en Volumen in%.

En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución normal.

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

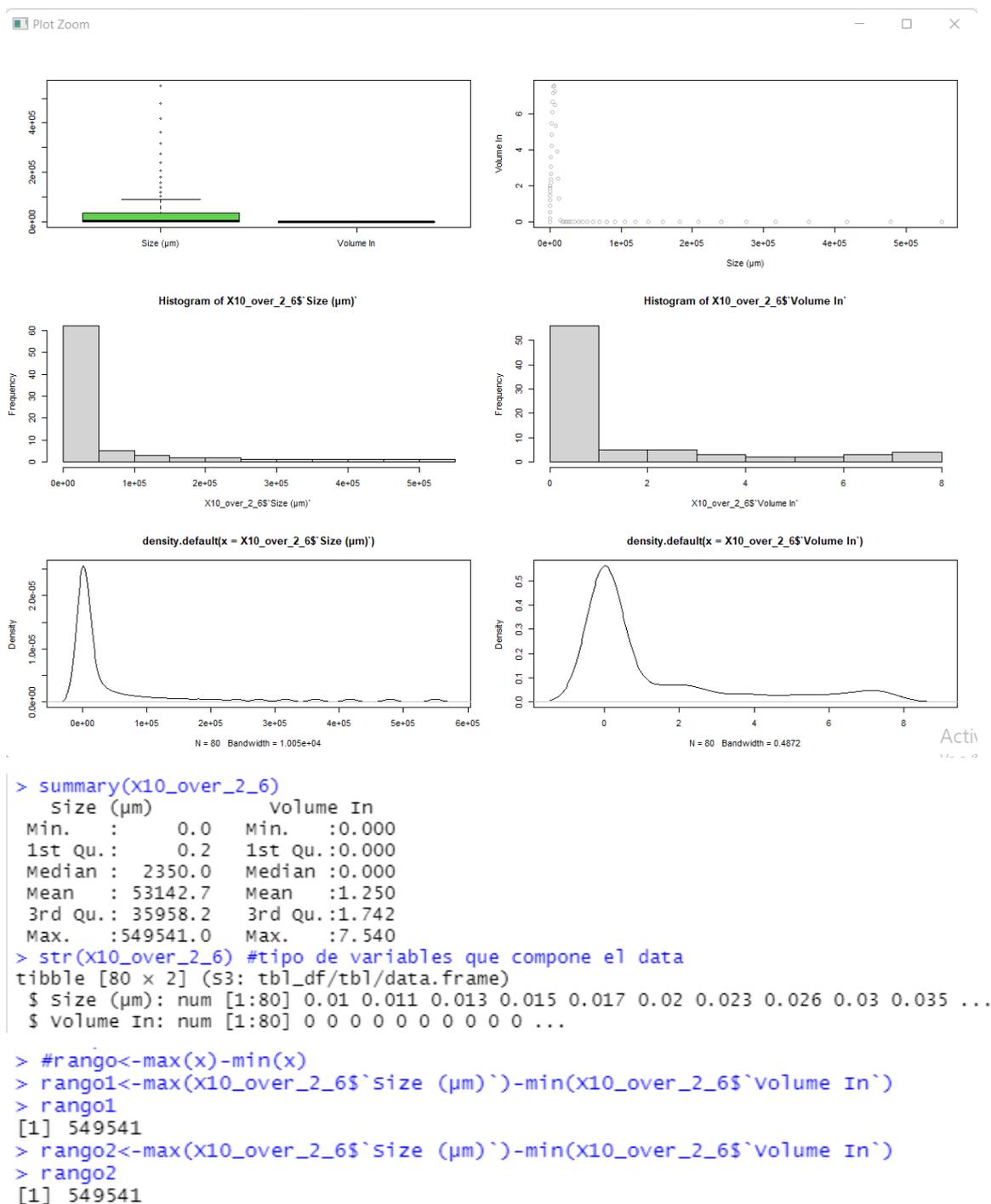
El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53143.92(um), en un volumen máximo de 10.3300%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00825 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuma Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

2.32. Datos X10 OVER 2-6



Interpretación

El promedio de la base de datos **X10 OVER 2-6.xlsx**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.540 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-4 a 6-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.0000. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958.2, y para Volumen in% 0.0000.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

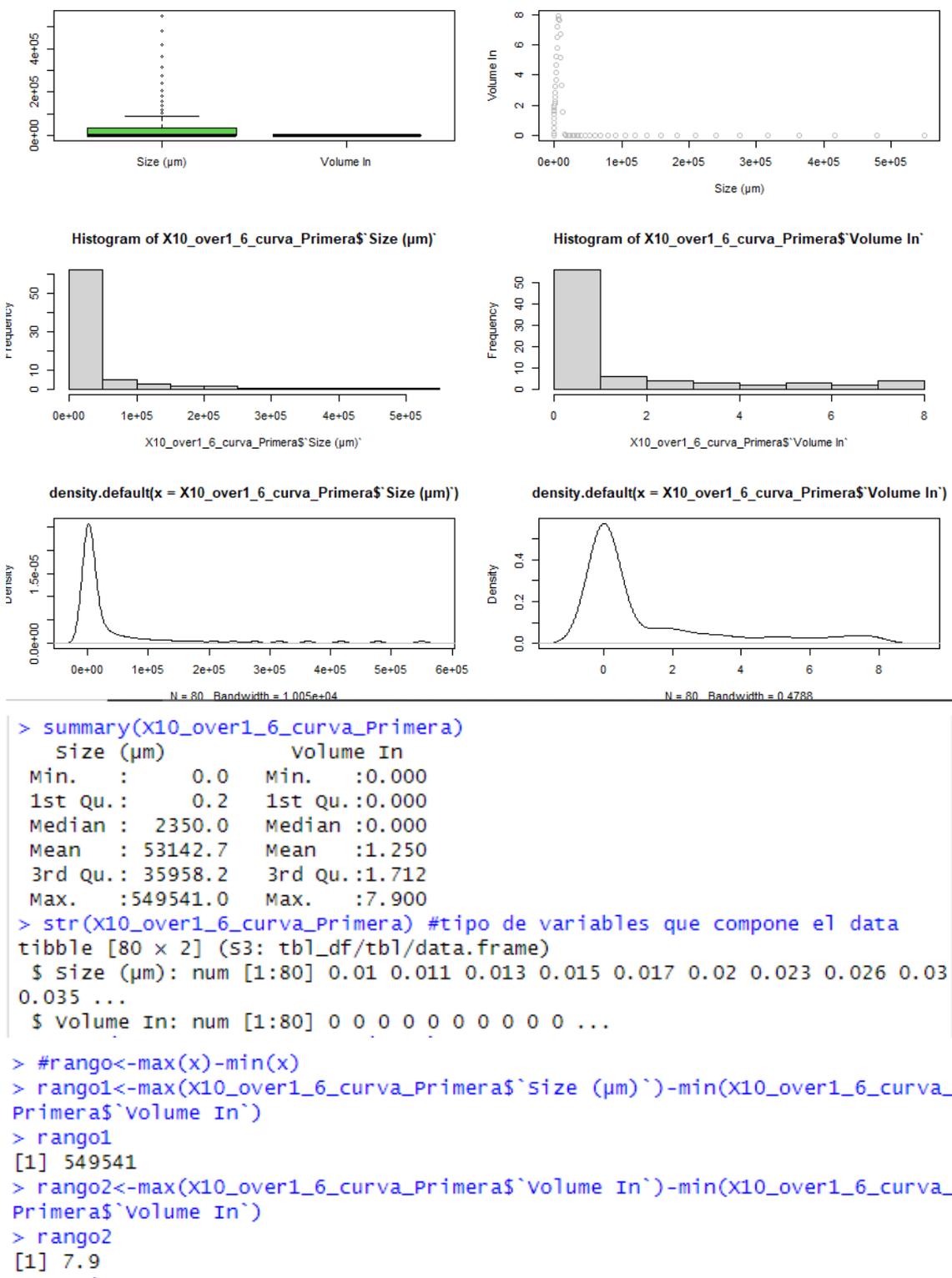
En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución normal.

En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 53143.92(um), en un volumen máximo de 0.000%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.002 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.33. Datos X10_over1_6_curva_Primer



Interpretación

El promedio de la base de datos **X10_over1_6_curva_Primer**a, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.900 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.01 en Size (um), y 0-2 a 2-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.65. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.712.

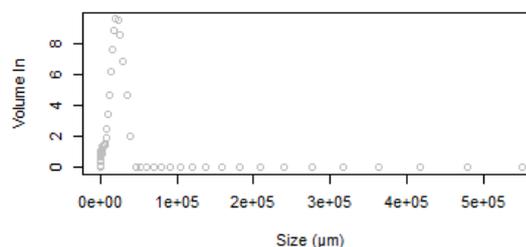
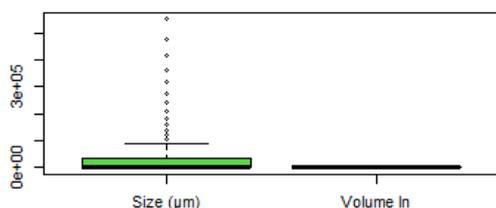
Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.712. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución.

Análisis hidrociclones:

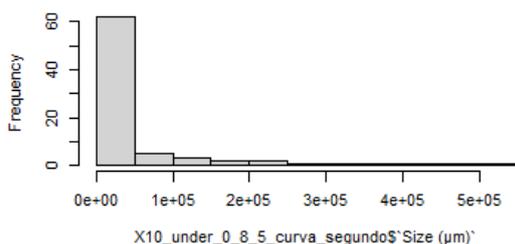
El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.120%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

El tamaño de la partícula no varía de manera significativa, sin embargo, al trabajar en hidrociclones ya sean de diferente capacidad el volumen de partículas varía.

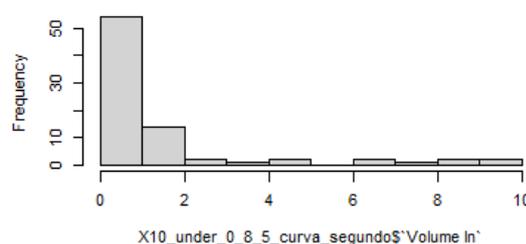
2.34. Datos 10_under_0_8_5_curva_segundo



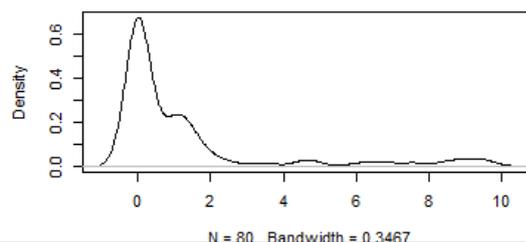
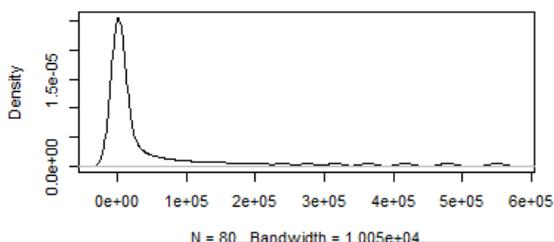
Histogram of X10_under_0_8_5_curva_segundo\$`Size (µm)`



Histogram of X10_under_0_8_5_curva_segundo\$`Volume In`



density.default(x = X10_under_0_8_5_curva_segundo\$`Size (µm)`, density.default(x = X10_under_0_8_5_curva_segundo\$`Volume In`)



```
> summary(X10_under_0_8_5_curva_segundo)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0      Min.   :0.00
1st Qu.:    0.2      1st Qu.:0.00
Median : 2350.0      Median :0.00
Mean   : 53142.7     Mean    :1.25
3rd Qu.: 35958.2     3rd Qu.:1.24
Max.   :549541.0     Max.    :9.52
> str(X10_under_0_8_5_curva_segundo) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(X10_under_0_8_5_curva_segundo$`size (µm)`)-min(X10_under_0_8_
5_curva_segundo$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_under_0_8_5_curva_segundo$`volume In`)-min(X10_under_0_8_
5_curva_segundo$`volume In`)
> rango2
[1] 9.52
```

Interpretación

El promedio de la base de datos X10_under_0_8_5_curva_segundo, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.52 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

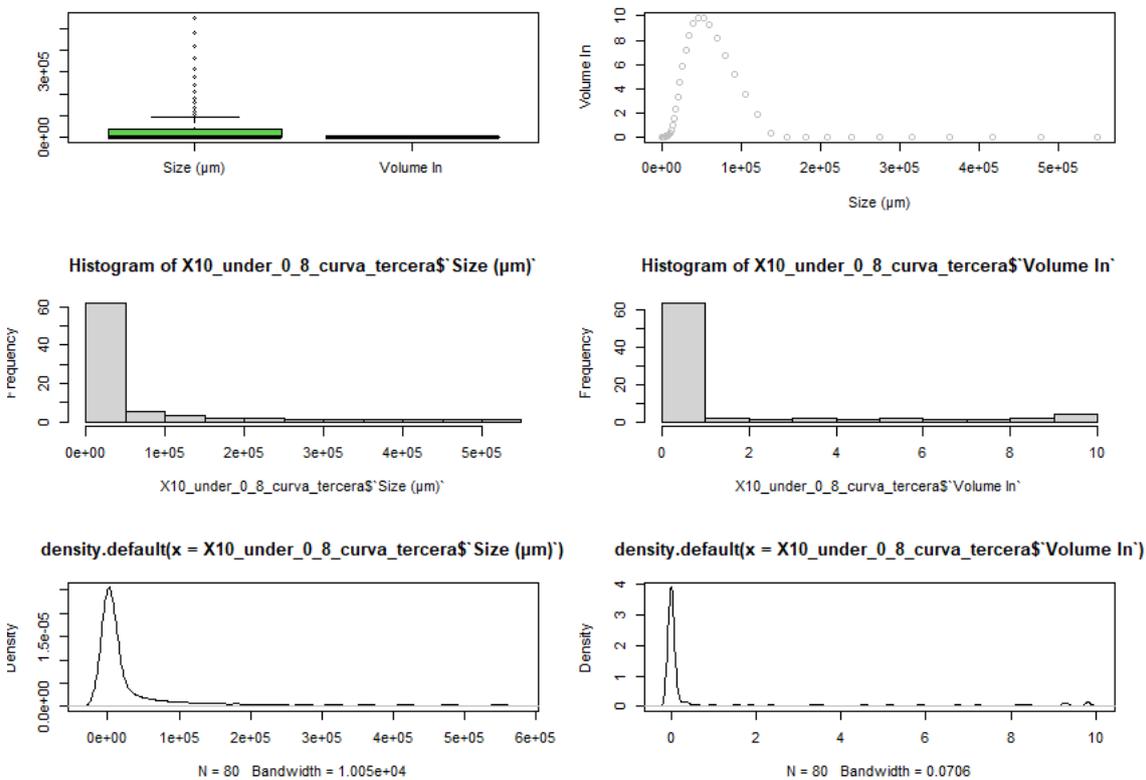
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.05 en Size (um), y 0-2 a 2-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.65. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.24.

Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.24. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución. En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 9.52%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.35. Datos X10_under_0_8_tercera



```

> summary(x10_under_0_8_curva_tercera)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0    Min.   :0.0000
1st Qu.:    0.2    1st Qu.:0.0000
Median : 2350.0    Median :0.0000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.2500
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:0.2525
Max.   :549541.0   Max.   :9.8200
> str(x10_under_0_8_curva_tercera) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(x10_under_0_8_curva_tercera$`Size (µm)`)-min(x10_under_0_8_cu
rva_tercera$`Volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_under_0_8_curva_tercera$`Size (µm)`)-min(x10_under_0_8_cu
rva_tercera$`Volume In`)
> rango2
[1] 549541

```

Interpretación

El promedio de la base de datos **X10_under_0_8_tercera**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 9.8200 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

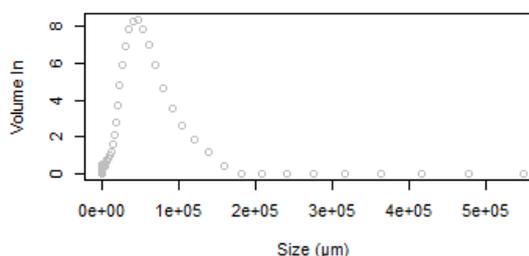
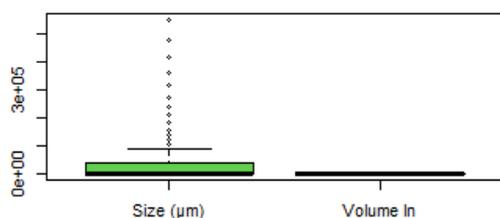
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-1 a 1-10 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000 el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.2525.

Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.2525. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución. En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

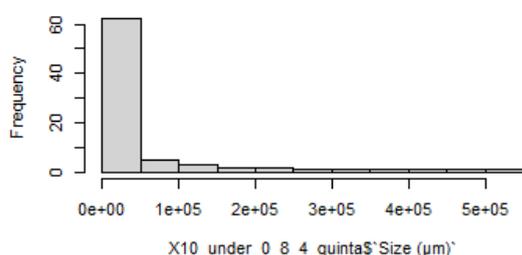
Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 9.82%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

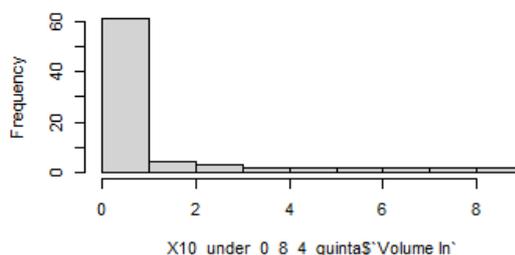
2.36. Datos X10_under_0_8_4_quinta



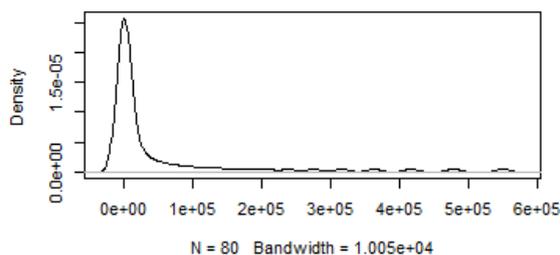
Histogram of X10_under_0_8_4_quinta\$`Size (µm)`



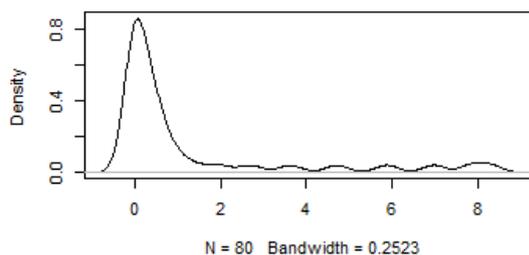
Histogram of X10_under_0_8_4_quinta\$`Volume In`



density.default(x = X10_under_0_8_4_quinta\$`Size (µm)`)



density.default(x = X10_under_0_8_4_quinta\$`Volume In`)



```
> summary(x10_under_0_8_4_curva_cuarta)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.0000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.0000
Median : 2350.0   Median :0.3450
Mean   : 53142.7 Mean   :1.2499
3rd Qu.: 35958.2 3rd Qu.:0.9025
Max.   :549541.0 Max.   :8.3100
> str(x10_under_0_8_4_curva_cuarta) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> rango1<-max(x10_under_0_8_4_curva_cuarta$`Size (µm)`)-min(x10_under_0_8_4
_curva_cuarta$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_under_0_8_4_curva_cuarta$`Size (µm)`)-min(x10_under_0_8_4
_curva_cuarta$`volume In`)
> rango2
[1] 549541
```

Interpretación

El promedio de la base de datos X10_under_0_8_4 quinta, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.3100 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-1 a 1-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.3450. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.9025. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.9025. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%

En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución. En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.31%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

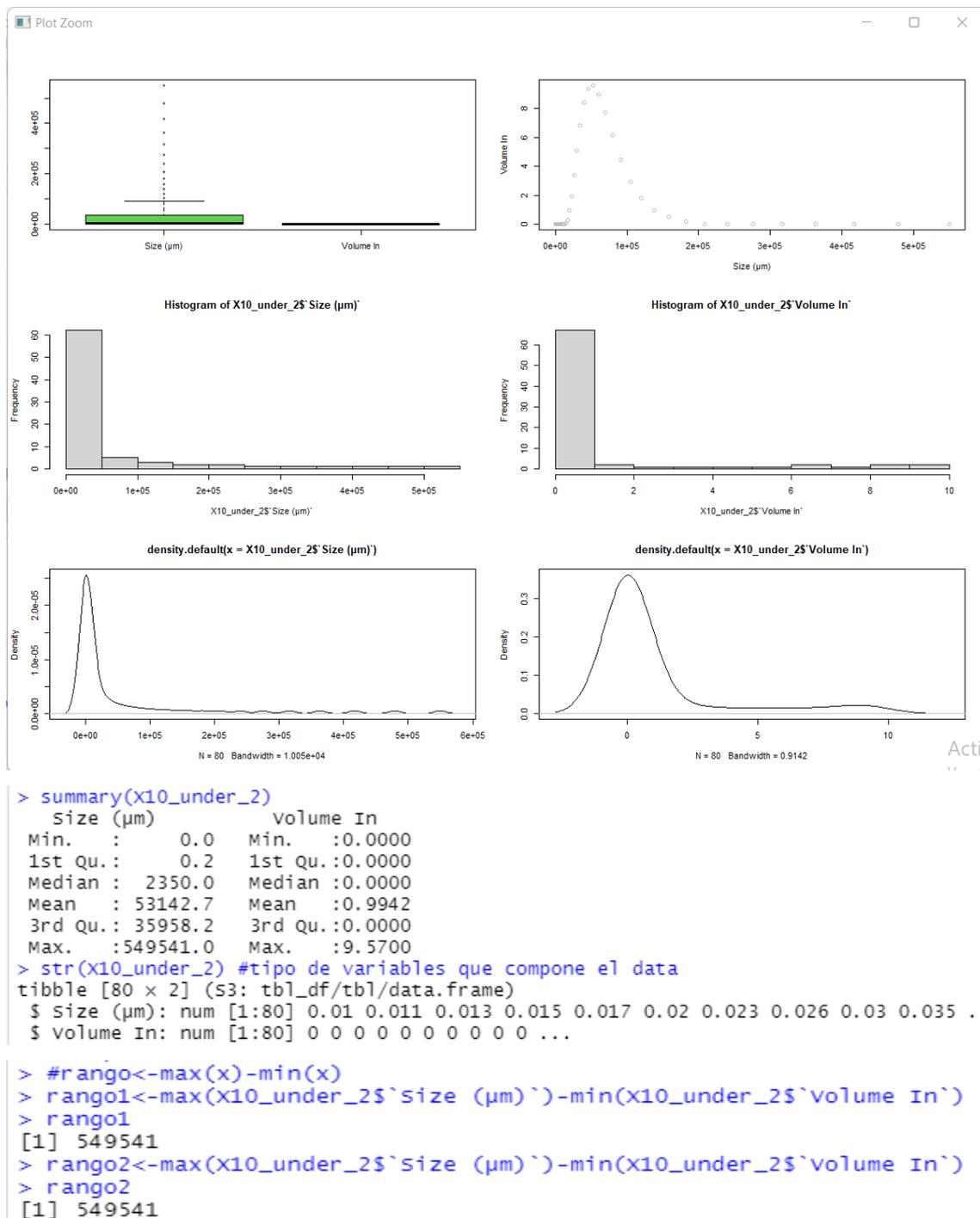
Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuma Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

El 50% de las partículas se encuentra en un tamaño de 35958 μm , mientras que el 50% del volumen de las partículas oscila entre 0.9025% de grano.

2.37. Datos X10 under 2



Interpretación

El promedio de la base de datos **X10 under 2.xlsx**, tiene como promedio 265713.997, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de en Size (um) 549541.0 y 9.5700 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-2 a 8-10 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal.

En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.0000. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958.2, y para Volumen in% 0.0000.

En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal.

En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución normal.

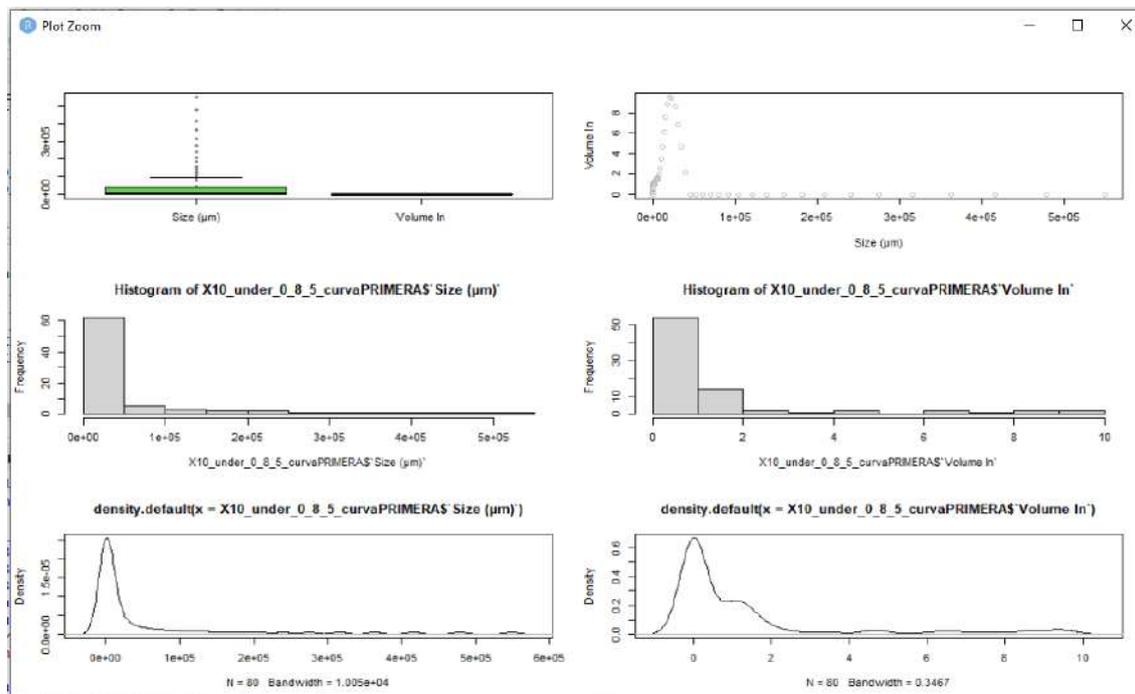
En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Resultados

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 265713.997 (um), en un volumen máximo de 70 %, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.002 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que

las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.38. Datos 10 under 0.8- 5 curva



```
> summary(X10_under_0_8_5_curvaPRIMERA)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.00
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.00
Median : 2350.0   Median :0.00
Mean   : 53142.7   Mean   :1.25
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:1.24
Max.   :549541.0   Max.   :9.52
> str(X10_under_0_8_5_curvaPRIMERA) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03 0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_under_0_8_5_curvaPRIMERA$`volume In`)-min(X10_under_0_8_5_curvaPRIMERA$`volume In`)
> rango2
[1] 9.52
```

Interpretación

El promedio de la base de datos **10 under 0.8- 5 curva**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 9.52 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.05 en Size (um), y 0-2 a 2-6 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.74. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.74. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución.

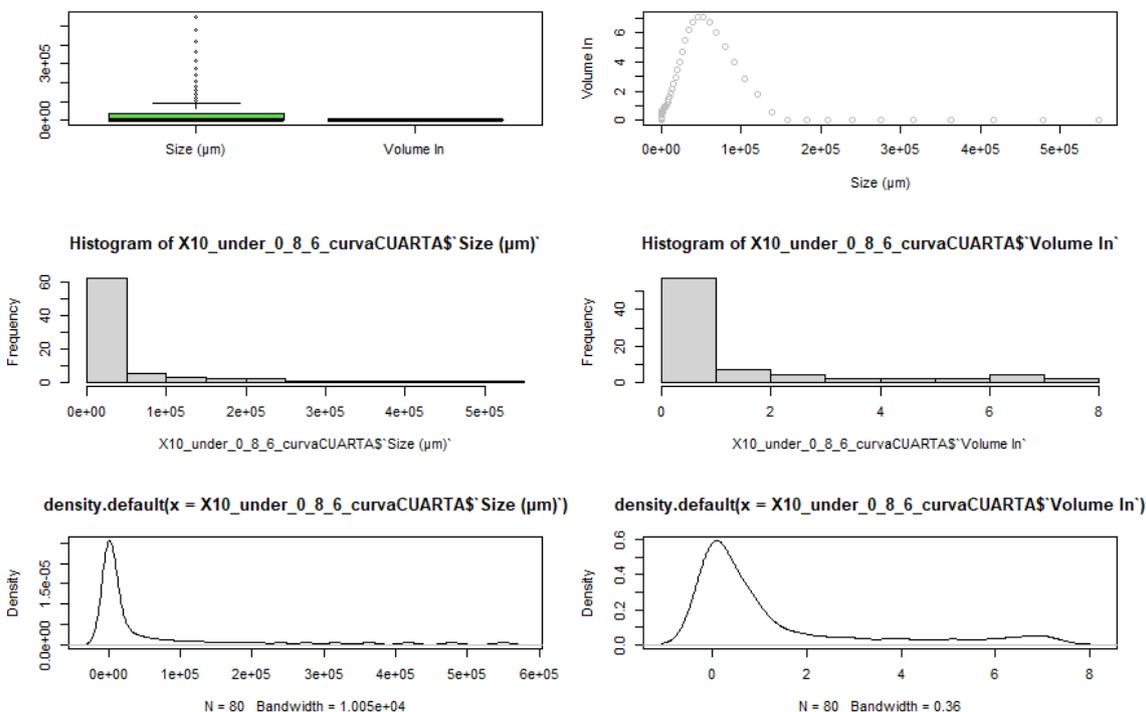
En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 9.52%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón. Entonces el agrupamiento de las partículas más pequeñas se puede evidenciar, mientras que conforme su tamaño es mayor las partículas se encuentran mas separadas, es decir, mayor distribuidas, tomando en cuenta que entre ellas quedan espacios, mientras que en las partículas pequeñas no existe espacios.

2.39. Datos 10 under 0.8-6-curva CUARTA

Plot Zoom



```
> summary(X10_under_0_8_6_curvaCUARTA)
  Size (µm)      Volume In
Min.   :    0.0      Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2      1st Qu.:0.000
Median : 2350.0      Median :0.505
Mean   : 53142.7     Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2     3rd Qu.:1.288
Max.   :549541.0     Max.   :7.120
> str(X10_under_0_8_6_curvaCUARTA) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ Volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(X10_under_0_8_6_curvaCUARTA$`Size (µm)`)-min(X10_under_0_8_6_
curvaCUARTA$`Volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_under_0_8_6_curvaCUARTA$`Volume In`)-min(X10_under_0_8_6_
curvaCUARTA$`Volume In`)
> rango2
[1] 7.12
```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 0.8-6-curva CUARTA, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.120 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2 a 2-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.505. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.288. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.288. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución. En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.120%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón. El 50% de las

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

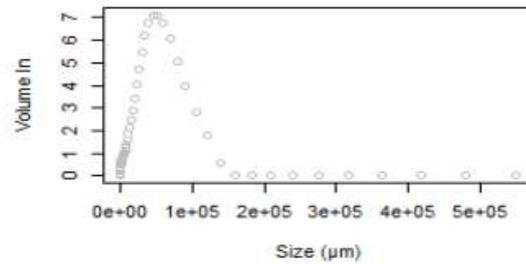
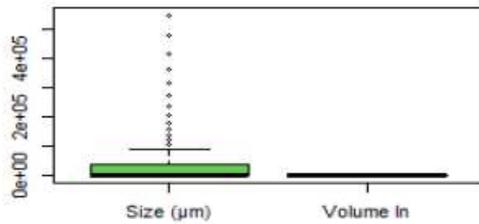
Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuna Chafra, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

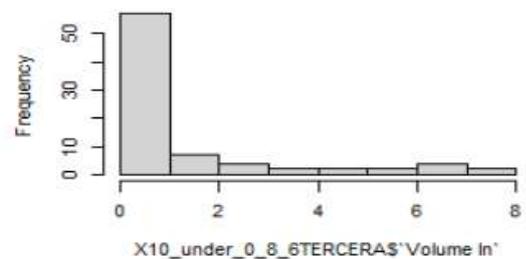
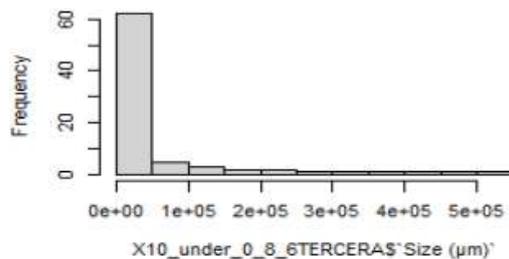
partículas se encuentra en un tamaño de 35958 μm , mientras que el 50% del volumen de las partículas oscila entre 1.288% de grano.

2.40. Datos under 0.8-6 TERCERA

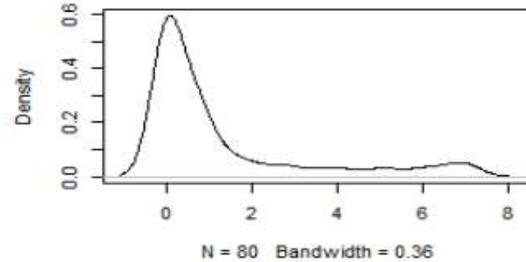
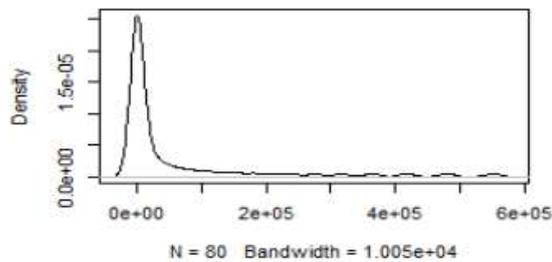
Plot Zoom



Histogram of X10_under_0_8_6TERCERA\$ Size (μm) Histogram of X10_under_0_8_6TERCERA\$ Volume In



Density.default(x = X10_under_0_8_6TERCERA\$ Size) Density.default(x = X10_under_0_8_6TERCERA\$ Volume In)



```
> summary(X10_under_0_8_6TERCERA)
  Size ( $\mu\text{m}$ )      Volume In
Min.   :    0.0      Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2      1st Qu.:0.000
Median : 2350.0      Median :0.505
Mean   : 53142.7     Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2     3rd Qu.:1.288
Max.   :549541.0     Max.   :7.120
> str(X10_under_0_8_6TERCERA) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 x 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size ( $\mu\text{m}$ ): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_under_0_8_6TERCERA$`Volume In`)-min(X10_under_0_8_6TERCER
A$`Volume In`)
> rango2
[1] 7.12
```

Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 0.8-6 TERCERA, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.120 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

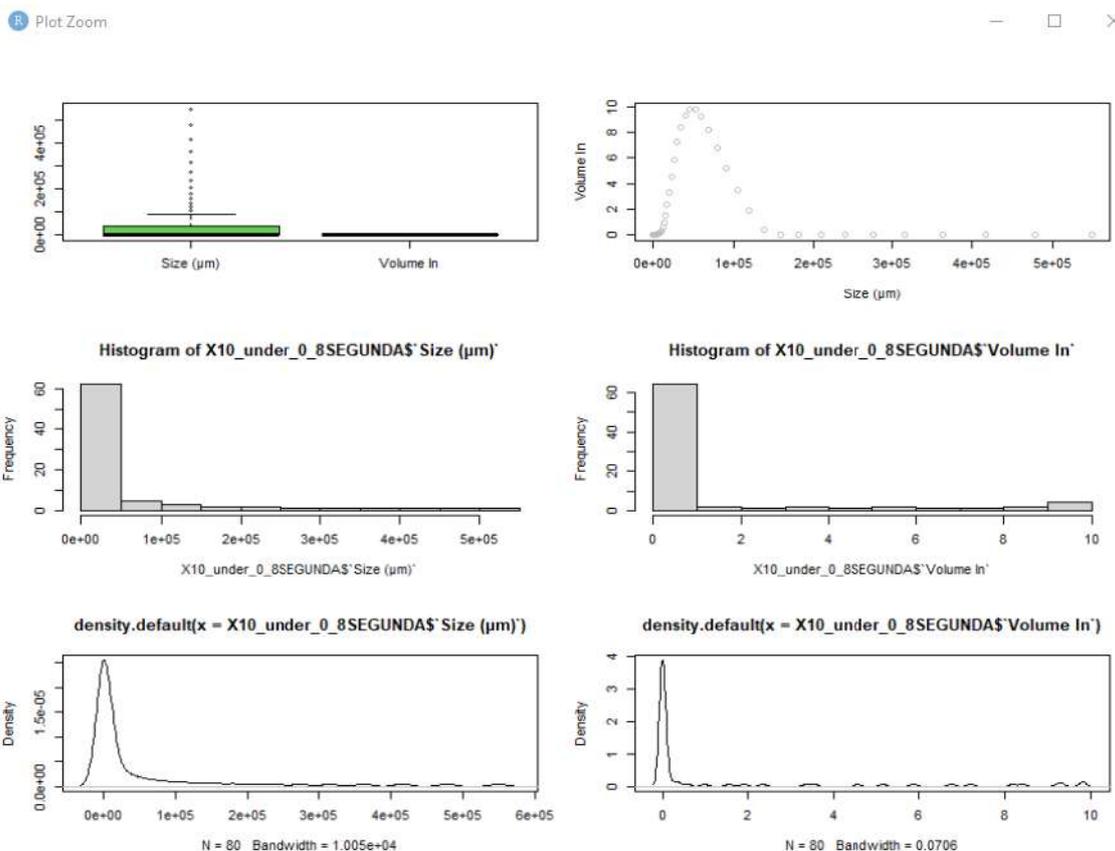
Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-3.0 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2 a 2-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.505. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.288. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.288. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución, en general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.120%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.41. Datos 10 under 0.8 SEGUNDA



```

> summary(X10_under_0_8SEGUNDA)
  Size (µm)      Volume In
Min.   :    0.0    Min.   :0.0000
1st Qu.:    0.2    1st Qu.:0.0000
Median : 2350.0    Median :0.0000
Mean   : 53142.7   Mean   :1.2500
3rd Qu.: 35958.2   3rd Qu.:0.2525
Max.   :549541.0   Max.   :9.8200
> str(X10_under_0_8SEGUNDA) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ Volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X10_under_0_8SEGUNDA$`Volume In`)-min(X10_under_0_8SEGUNDA$`V
olume In`)
> rango2
[1] 9.82

```

Interpretación

El promedio de la base de datos **10 under 0.8 SEGUNDA**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 54941.0 en Size (um) y 9.8200 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-1 a 1-9 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%.

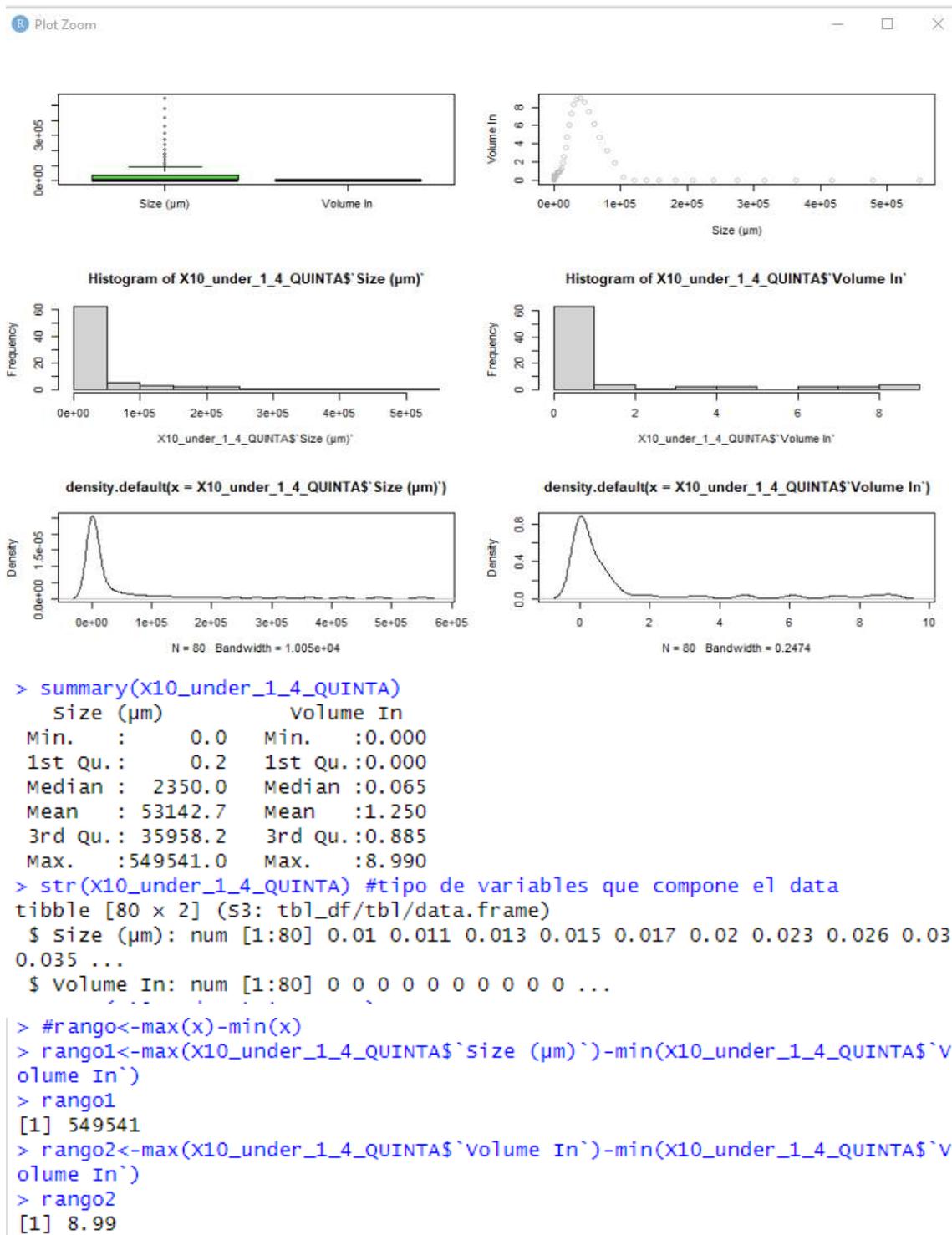
En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.2525. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.2525. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución, en general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 9.8200%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Entonces el agrupamiento de las partículas más pequeñas se puede evidenciar, mientras que conforme su tamaño es mayor las partículas se encuentran más separadas, es decir, mayor distribuidas, tomando en cuenta que entre ellas quedan espacios, mientras que en las partículas pequeñas no existe espacios.

2.42. Datos 10 under 1-4 QUINTA



Interpretación

El promedio de la base de datos **10 under 1-4 QUINTA**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (µm) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (µm) y 8.990 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

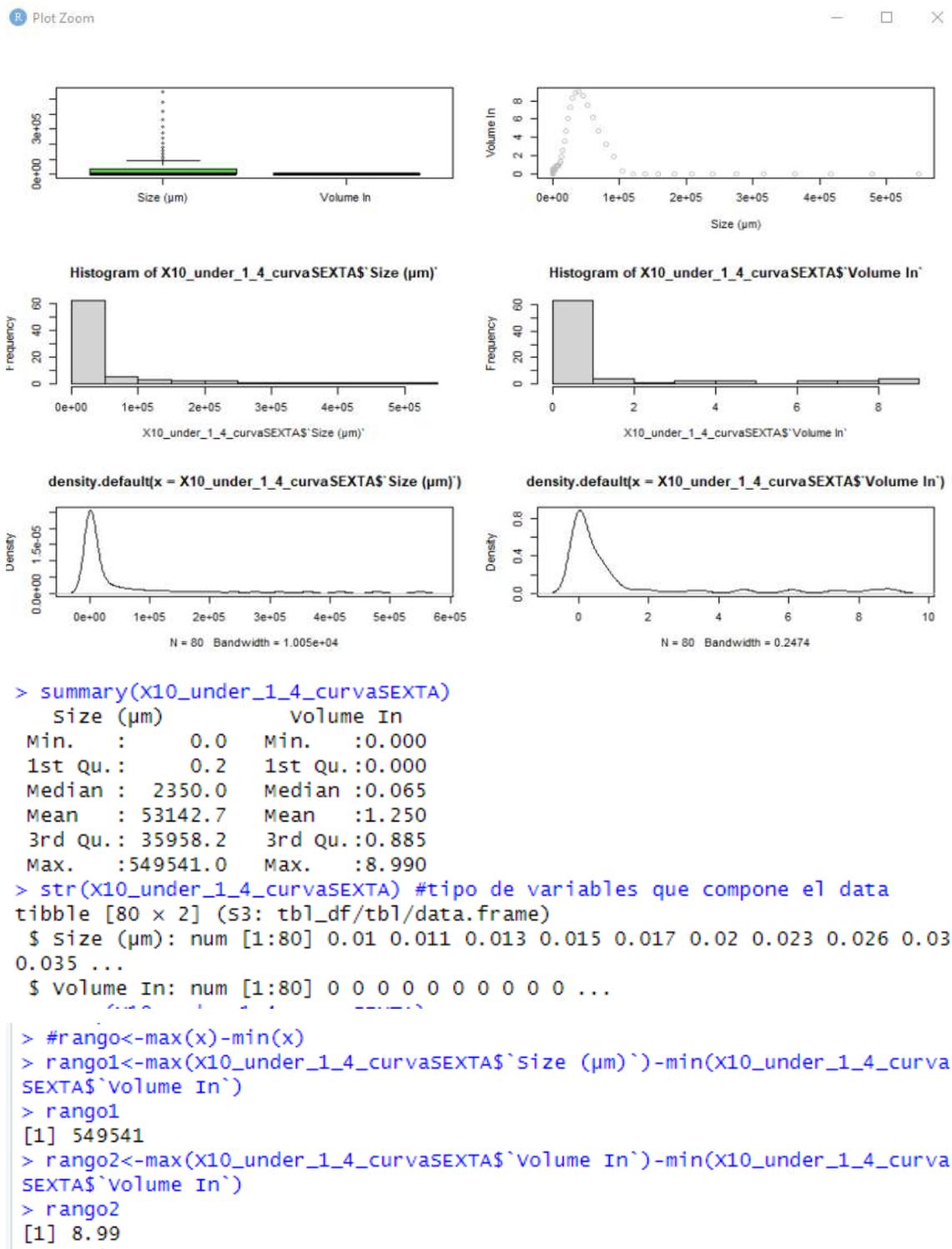
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de los mismos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-1.5.0 a 1.5-8.00 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.65. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.885. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.885. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución, en general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.990%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Los valores del % del volumen va en función del tamaño de partícula para que el trabajo en los hidrociclones pueda llevarse a cabo sin complicaciones y de manera efectiva.

2.43. Datos 10 under 1-4-curvaSEXTA



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1-4-curvaSEXTA, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 8.990 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

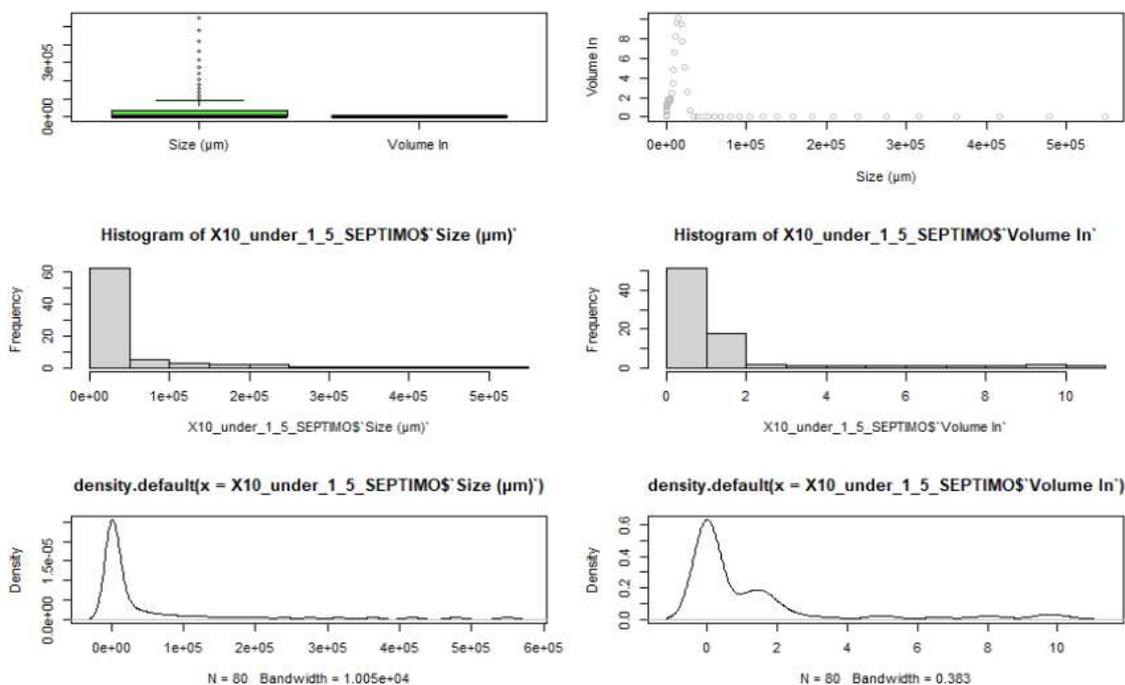
Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-1 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.05 en Size (um), y 0-1 a 1-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.65. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 0.885. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 0.885. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in%. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución. En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 8.990%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

2.44. Datos 10 under 1-5 SEPTIMO



```
> summary(x10_under_1_5_SEPTIMO)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   : 0.00
1st Qu.:    0.2   1st Qu.: 0.00
Median : 2350.0   Median : 0.00
Mean   : 53142.7  Mean   : 1.25
3rd Qu.: 35958.2  3rd Qu.: 1.37
Max.   :549541.0  Max.   :10.22
> str(x10_under_1_5_SEPTIMO) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...

> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(x10_under_1_5_SEPTIMO$`size (µm)`)-min(x10_under_1_5_SEPTIMO
$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(x10_under_1_5_SEPTIMO$`volume In`)-min(x10_under_1_5_SEPTIMO
$`volume In`)
> rango2
[1] 10.22
```

Interpretación

El promedio de la base de datos **10 under 1-5 SEPTIMO**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 10.22 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

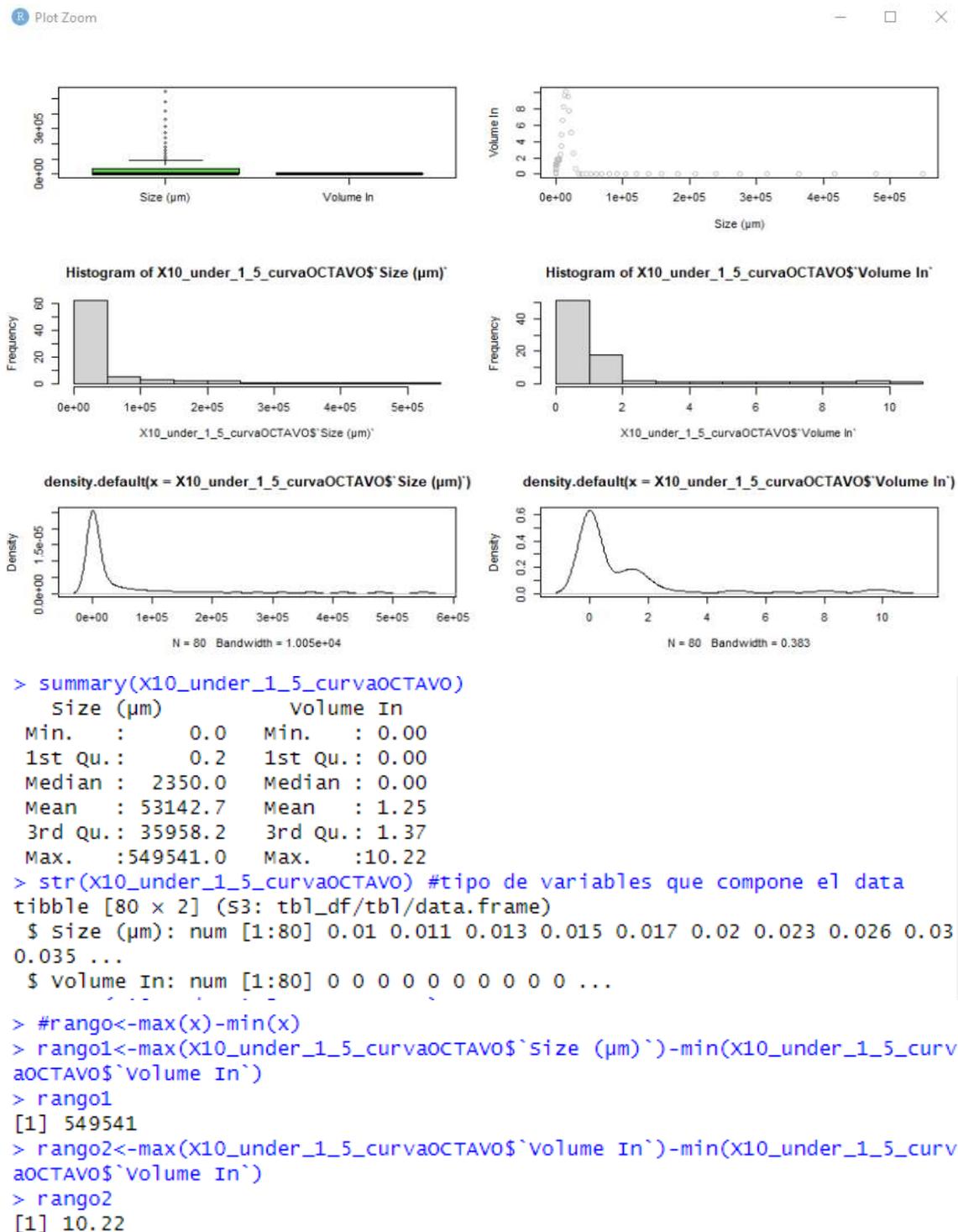
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.005 en Size (um), y 0-2.0 a 2.0-10 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.65. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.37. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.37. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución, en general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 10.22%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

El tamaño de la partícula no varía de manera significativa, sin embargo, al trabajar en hidrociclones ya sean de diferente capacidad el volumen de partículas varía.

2.45. Datos 10 under 1-5-curvaOCTAVO



Interpretación

El promedio de la base de datos **10 under 1-5-curva** OCTAVO, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 10.22 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

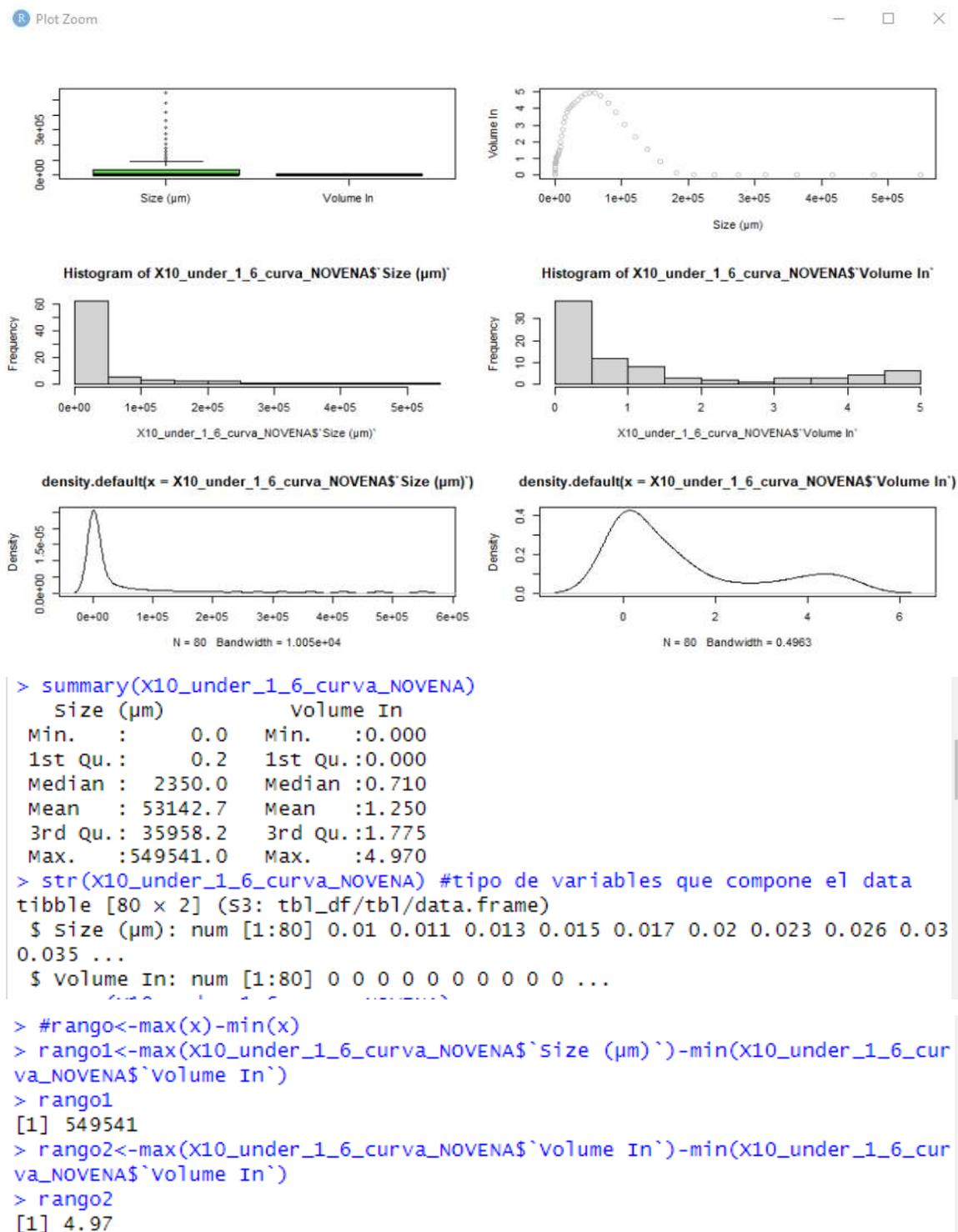
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.001 en Size (um), y 0-2 a 2-10 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in%. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.000. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.37. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.37. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución, en general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 10.22%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Entonces el agrupamiento de las partículas más pequeñas se puede evidenciar, mientras que conforme su tamaño es mayor las partículas se encuentran más separadas, es decir, mayor distribuidas, tomando en cuenta que entre ellas quedan espacios, mientras que en las partículas pequeñas no existe espacios.

2.46. Datos 10 under 1-6-curva NOVENA



Interpretación

El promedio de la base de datos 10 under 1-6-curva NOVENA, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 4.970 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

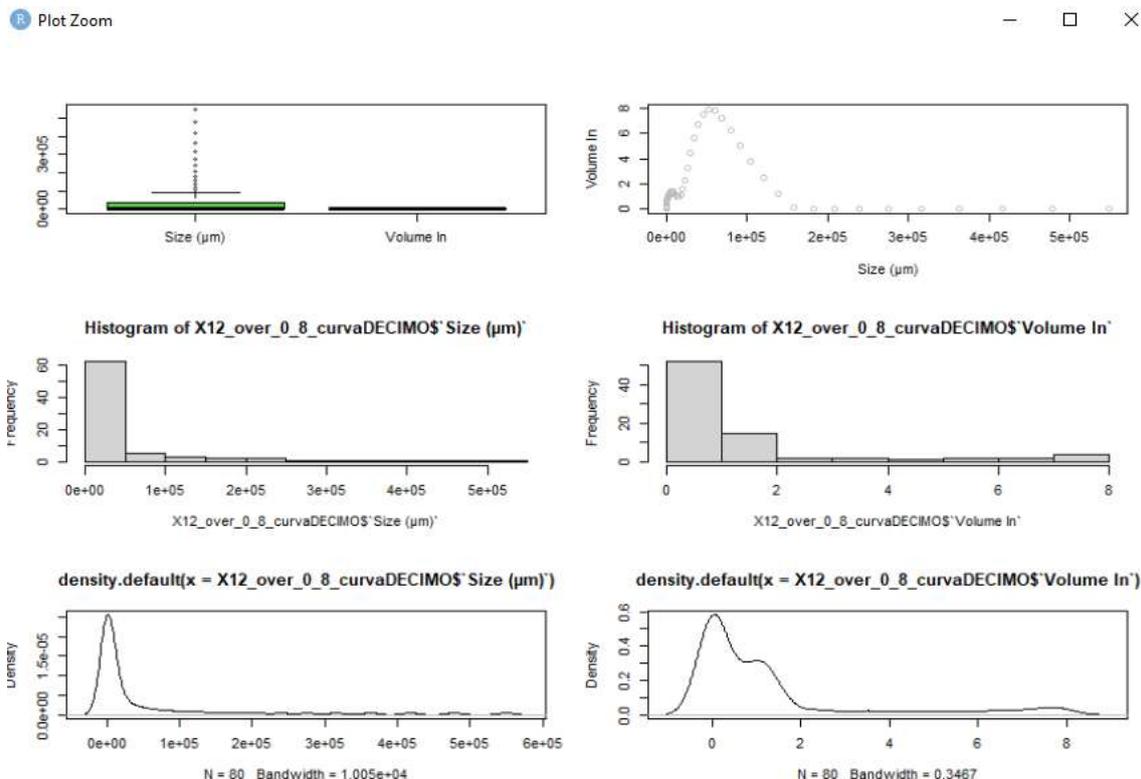
El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-2 a 2-4 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.710. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.775. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.775. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución, en general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.120%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

El 50% de las partículas se encuentra en un tamaño de 35958 um, mientras que el 50% del volumen de las partículas oscila entre 1.775% de grano.

2.47. Datos 12 over 0.8 curva DECIMO



SCRIPT

```
> summary(X12_over_0_8_curvaDECIMO)
  Size (µm)      volume In
Min.   :    0.0   Min.   :0.000
1st Qu.:    0.2   1st Qu.:0.000
Median : 2350.0   Median :0.455
Mean   : 53142.7  Mean   :1.250
3rd Qu.: 35958.2  3rd Qu.:1.240
Max.   :549541.0  Max.   :7.930
> str(X12_over_0_8_curvaDECIMO) #tipo de variables que compone el data
tibble [80 × 2] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ size (µm): num [1:80] 0.01 0.011 0.013 0.015 0.017 0.02 0.023 0.026 0.03
0.035 ...
 $ volume In: num [1:80] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
> range(X12_over_0_8_curvaDECIMO)
> #rango<-max(x)-min(x)
> rango1<-max(X12_over_0_8_curvaDECIMO$`size (µm)`)-min(X12_over_0_8_curvaDECIMO$`volume In`)
> rango1
[1] 549541
> rango2<-max(X12_over_0_8_curvaDECIMO$`volume In`)-min(X12_over_0_8_curvaDECIMO$`volume In`)
> rango2
[1] 7.93
```

Interpretación

El promedio de la base de datos **12 over 0.8 curva DECIMO**, tiene como promedio 53142.7, con un mínimo en Size (um) de 0.0 y en Volumen in% 0.000, y un máximo de 549541.0 en Size (um) y 7.930 en Volumen in%, no presenta datos atípicos.

Análisis

Una vez analizadas todas las variables que intervienen en la ejecución del análisis presente se determina que:

El histograma revela que el centro de los datos cae cerca del 0-2 y que la extensión de estos va de 0.000 a 0.0005 en Size (um), y 0-2 a 2-8 en Volumen in%. También revela que la forma de los datos tiende a descender en Size (um), y en Volumen in% tienden a descender y nuevamente ascender. Esta forma es una pista visual de que probablemente los datos tengan una distribución anormal. En el Diagrama de caja y bigotes se identifica que la línea horizontal dentro de la caja muestra el valor exacto de la mediana que en este caso para Size (um), es 2350.0 y de Volumen in% 0.455. el límite inferior de la caja marca la posición del primer cuartil en este caso para Size (um), 0.2 y de Volumen in% 0.000 y el límite superior de la caja el tercer cuartil, Size (um), 35958.2 y de Volumen in% 1.240. Tomando en cuenta que el rango intercuartílico se encuentra dentro de la caja con un 50% se determina para Size (um) 35958, y para Volumen in% 1.240. En la gráfica de densidad se muestra que la mayor parte de datos se centra en el extremo izquierdo, determinando que esta sesgada a la derecha entonces la media es mayor que la mediana en el caso de Size (um), mientras que para el Volumen in% se presenta una distribución bimodal. En el Grafico Q-Q Plot se observa que los puntos aparecen alineados en curva descendente, lo que indica que los datos provienen de la misma distribución. En general después de evaluar los gráficos se identifica que los datos en Size (um), contiene valores altos con respecto al volumen in%, lo que indica que la que la variable Size (um), se encuentra con respecto a la variable volumen in%.

Análisis hidrociclones:

El promedio máximo de partículas según el tamaño es de 549541.0 (um), en un volumen máximo de 7.120%, si por el contrario encontramos con un promedio mínimo de tamaño de partícula de 0.00 existe un promedio de volumen mínimo de 0.00% para que las partículas puedan ser distribuidas correctamente hacia su punto de salida y logrando la separación adecuada de la alimentación total del hidrociclón.

Control estadístico de calidad en la separación de sólidos en hidrociclones dentro del proceso de molienda en la industria minera

Cedillo Espinoza, J. P., Toalombo Vargas, V. M., Cruz Sigüenza E. L., & Tiuma Chafía, C. A.

ISBN: 978-987-82912-3-9

El tamaño de la partícula no varía de manera significativa, sin embargo, al trabajar en hidrociclones ya sean de diferente capacidad el volumen de partículas varía.

BIBLIOGRAFIA

- Arterburn, R. A. (1976). *The sizing and selection of hidrociclones*.
- Austin, L., & KLIMPEL, R. (1981). *Powder Technol.* 277.
- Cedillo, J. (2021). *Reología de suspensiones minerales y efecto sobre las características en la descarga de hidrociclones*.
- Ching, A. E. C. (2015). Aplicación de hidrociclones inclinados en circuitos cerrados de molienda de minerales. *Universidad de Oviedo*, 140.
- EPFL. (2007). *Protocol - Particle size distribution by laser diffraction (Malvern Master Sizer)*. 3(001), 22100.
- Gupta, A., & Yan, D. B. T.-M. P. D. and O. (Second E. (Eds.). (2016). *Chapter 13 - Classification* (pp. 421–469). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63589-1.00013-7>
- Lynch, A. J. (1977). Mineral crushing and grinding circuits. *Elsevier*.
- Lynch, A., & RAO, T. (1975). *Proceedings eleventh international mineral processing congress*.
- Schlesinger, M. E., King, M. J., Sole, K. C., & Davenport, W. G. (2011). *Chapter 3 - Production of High Copper Concentrates – Introduction and Comminution* (M. E. Schlesinger, M. J. King, K. C. Sole, & W. G. B. T.-E. M. of C. (Fifth E. Davenport, Eds.; pp. 31–49). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096789-9.10003-4>
- Y, H., & B, C. (1993). Hydrocyclons. *XVIII International Mineral Processing Congress*.

DE LOS AUTORES

JUAN PABLO CEDILLO ESPINOZA



Ingeniero en Minas, Magister en Ingeniería – Recursos Minerales. Ex laboratorista en el instituto de minerales CIMEX COLOMBIA (2021), Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) (2022-2023). Miembro de proyectos de investigación. Ponente en congreso Internacional Perú, así como en congresos nacionales

VICTOR MIGUEL TOALOMBO VARGAS



Ingeniero Automotriz, Ingeniero en Administración y Producción Industrial, Máster en Ingeniería Mecánica, Maestrante en Estadística Aplicada. Responsable del área de repuesto en Agroproduzca, (Massey Ferguson) 2011. Asesor de Servicios en Importadora Tomebamba, (Toyota) 2012. Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014 (en funciones). Coordinador e integrante de proyectos de vinculación. Integrante de proyectos de investigación. Miembro de comisión de carrera en Minas y Tecnologías de la Información.

EDER LENIN CRUZ SIGUENZA



Ingeniero Industrial, Máster en Gestión de la Calidad y Productividad, Máster en Gestión de Proyectos. Back up, superintendente de obra proyecto “construcción de tante de TK 60000 barriles Petroproducción - Petroecuador Coca – Auca”. (2009 -2011). Jefe de proyectos de la compañía COTESA (2011-2012), superintendente de Obra proyecto “Paso lateral de la compañía COTESA en el proyecto estabilización de taludes Ambato” (2012-2013). Responsable de la Unidad Técnica del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) (2013-2016), Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) (2016-actualidad), Investigador activo del grupo de investigación GISAI. Director y miembro de varios grupos de proyectos de vinculación, Miembro de comisiones de Carrera y de Evaluación de la Calidad de la carrera de Minas de la ESPOCH - Sede Morona Santiago. Ponente en congresos internacionales en EE. UU., COLOMBIA, así como en congreso nacionales.

CARLOS ALEXIS TIUMA CHAFLA



Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Sede Sangolquí. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2015-2656>. Correo Institucional: catiumac@ejercito.mil.ec. Licenciado en Ciencias Militares, Ingeniero en Mecatrónica, Maestrante en Inteligencia Artificial. Oficial Jefe del Departamento Administrativo en el Grupo de Artillería N° “BOLÍVAR” 2021. Oficial Jefe de la Sección de Logística en Grupo de Artillería Lanzadores Múltiples N° "CALDERÓN" 2022.



**PUERTO MADERO
EDITORIAL**

ISBN 978-987-82912-3-9



9 789878 291239