



# La Estadística Neutrosófica es una extensión de la Estadística de Intervalos, mientras que la Estadística Plitogénica es la forma más general de estadística. (Cuarta versión)

## Neutrosophic Statistics is an extension of Interval Statistics, while Plitogenic Statistics is the most general form of statistics (Fourth version)

Florentin Smarandache <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Matemáticas, Universidad de Nuevo México, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, EE. UU.

E-mail: [smarand@unm.edu](mailto:smarand@unm.edu)

**Resumen.** En este trabajo demostramos que la Estadística Neutrosófica es una extensión de la Estadística de Intervalos, ya que trata todo tipo de indeterminaciones (respecto a los datos, procedimientos inferenciales, distribuciones probabilísticas, representaciones gráficas, etc.), permite la reducción de indeterminación, y utiliza la probabilidad neutrosófica que es más general que las probabilidades imprecisas y clásicas, y tiene funciones de densidad de probabilidad correspondientes más detalladas. Mientras que la Estadística de Intervalos sólo se ocupa de la indeterminación que puede representarse mediante intervalos. Y respondemos a los argumentos de Woodall et al. [1].

Mostramos que no todas las indeterminaciones (incertidumbres) pueden ser representadas por intervalos. Además, en algunas aplicaciones, deberíamos usar conjuntos vacilantes (que tienen menos indeterminación) en lugar de intervalos.

Redirigimos a los autores a la Probabilidad Plitogénica y la Estadística Plitogénica que son las formas más generales de Probabilidad Multivariante y Estadística Multivariante respectivamente (incluidas, por supuesto, la Probabilidad Imprecisa y la Estadística de Intervalo como subclases).

**Palabras Claves:** Estadística, Intervalos, Plitogénica

**Abstract.** In this paper we show that Neutrosophic Statistics is an extension of Interval Statistics, since it deals with all kinds of indeterminacy (with respect to data, inferential procedures, probability distributions, graphical representations, etc.), allows for indeterminacy reduction, and uses neutrosophic probability which is more general than imprecise and classical probabilities, and has more detailed corresponding probability density functions.

Whereas Interval Statistics only deals with indeterminacy that can be represented by intervals. And we respond to the arguments of Woodall et al [1].

We show that not all indeterminacies (uncertainties) can be represented by intervals. Moreover, in some applications, we should use hesitant sets (which have less indeterminacy) instead of intervals.

We redirect the authors to Plitogenic Probability and Plitogenic Statistics which are the most general forms of Multivariate Probability and Multivariate Statistics respectively (including, of course, Imprecise Probability and Interval Statistics as subclasses).

**Keywords:** Statistics, Interval, Plitogenic

### 1. Introducción

Primero, presentamos las distinciones entre la Estadística Neutrosófica y la Estadística de Intervalos y damos ejemplos concluyentes de álgebra neutrosófica que proporcionan más precisión que el álgebra de intervalos.

Posteriormente respondemos a las críticas presentadas por Woodall et al.

La Estadística Neutrosófica se definió por primera vez en 1998 (Libro [1]), se desarrolló en 2014 (Libro [3]), se relacionó con la Probabilidad Neutrosófica (Libro [9]), se conectó y se extendió a otros campos (Libros [2, 4-8]), una tesis doctoral sobre estadística neutrosófica en 2019 (Tesis doctoral [1]), y varios seminarios internacionales [S1-S5], que dieron como resultado una explosión de artículos sobre sus aplicaciones (Artículos [1 – 122]) en muchos campos como: medicina, biología, economía, administración, informática, ingeniería, etc., en cuanto a la toma de decisiones, coeficiente de rugosidad de la junta de roca, muestreo repetitivo, coeficiente de similitud indeterminado, tamaño de muestra/población indeterminado, individuos que solo pertenecen parcialmente a una muestra/población, media/varianza/desviación estándar indeterminadas, gráficos de control, distribuciones de probabilidad de funciones indeterminadas o gruesas, errores de medición, pruebas o hipótesis bajo incertidumbre/indeterminación, etc.

## 2. Estadística Neutrosófica vs. Estadística de Intervalos

En este artículo hacemos una comparación entre la Estadística Neutrosófica (EN) y la Estadística de Intervalos (EI). Mostramos que son diferentes y en muchos casos la EN es más general que la EI.

La EN no se reduce a utilizar únicamente números neutrosóficos en aplicaciones estadísticas, como Woodall et al. aseveran, sino que es mucho más amplia. La EN se ocupa de todos los tipos de indeterminación, mientras que la EI se ocupa solo de la indeterminación que puede representarse mediante intervalos.

A continuación, presentamos varias ventajas de aplicar la EN en vez de la EI:

- La Estadística Neutrosófica se basa en el Análisis de Conjuntos, mientras que la Estadística de Intervalos se basa en el Análisis de Intervalos, por lo que la Estadística de Intervalos es un caso particular de la Estadística Neutrosófica (que utiliza todo tipo de conjuntos, no sólo intervalos).
- Los números neutrosóficos numéricos permiten reducir la indeterminación mediante operaciones, mientras que los intervalos aumentan la indeterminación (ver ejemplos que aparecen más abajo).
- No todos los datos inciertos (indeterminados) se pueden representar mediante intervalos como requiere la EI, mientras que la EN es capaz de manejar cualquier tipo de indeterminación.
- La EN puede trabajar con una muestra o población cuyo tamaño no es bien conocido.
- La EN puede operar con una muestra o población que contiene individuos que solo pertenecen parcialmente a la muestra/población y otros cuya pertenencia se desconoce.
- La EN trata con individuos de la muestra o población cuyo grado de pertenencia a la muestra o población puede estar fuera del intervalo  $[0, 1]$ , como en el overset neutrosófico (grado  $> 1$ ), underset (grado  $< 0$ ) y, en general, el offset neutrosófico (ambos grados de pertenencia,  $> 1$  y  $< 0$ , para varios individuos).
- Los datos neutrosóficos (o indeterminados) son datos indeterminados vagos, poco claros, incompletos, parcialmente desconocidos y conflictivos.
- La EN también trata con datos neutrosóficos refinados utilizados en Big Data.
- Curvas parcialmente indeterminadas.
- Variable aleatoria neutrosófica, que puede no representarse como una secuencia de intervalo.
- La EN también usa funciones gruesas (como intersecciones de curvas, que pueden no estar representadas por intervalos) como distribuciones de probabilidad.
- La distribución de probabilidad neutrosófica (DPN) de que ocurra un evento ( $x$ ) está representada por tres curvas:  $DPN(x) = (T(x), I(x), F(x))$ , donde  $T(x)$  representa la posibilidad que el evento  $x$  ocurra,  $I(x)$  la posibilidad indeterminada de que el evento  $x$  ocurra o no, y  $F(x)$  la posibilidad de que el evento  $x$  no ocurra. Siendo  $T(x)$ ,  $I(x)$ ,  $F(x)$  funciones clásicas o neutrosóficas (poco claras, aproximadas, gruesas), dependiendo de cada aplicación, y para todo  $x$  en el espacio de probabilidad neutrosófico dado. La DPN es mejor que las distribuciones de probabilidad clásicas o imprecisas, ya que es una distribución de probabilidad multivariante que presenta más detalles sobre el evento.
- Diagramas, histogramas, pictografías, gráficos de líneas/barras/cilindros, diagramas con datos neutrosóficos (no representados por intervalos).
- Media, varianza, desviación estándar, función de distribución de probabilidad y otros estadígrafos no muy conocidos (o completamente desconocidos)
- Por ejemplo, no es necesario aumentar la incertidumbre extendiendo el conjunto de valores posibles, por ejemplo,  $\{0.2, 3.7, 45.9\}$  al intervalo  $[0.2, 45.9]$  para poder utilizar la estadística de intervalo. La EN simplemente emplea el conjunto vacilante finito discreto  $\{0.2, 3.7, 45.9\}$ .
- Los datos cualitativos se representan mediante un conjunto discreto finito de etiquetas neutrosóficas, en lugar de un intervalo de etiquetas.
- No se puede usar la Estadística de Intervalo o Probabilidad (imprecisa) de intervalo para calcular la probabilidad de un dado en una superficie agrietada, o una moneda en una superficie agrietada, o un dado o una moneda defectuosos.

Nos ocupamos de la indeterminación con respecto al espacio de probabilidad o estadística (ya sea la superficie, o el dado, o la moneda), indeterminación con respecto al observador que evalúa el evento, indeterminación con respecto al evento [4].

No se puede aproximar la indeterminación de estos ejemplos utilizando algún intervalo, por lo que se necesita la probabilidad y la estadística neutrosóficas que se ocupan de todo tipo de indeterminaciones.

- En conclusión: no podemos representar todos los tipos de indeterminaciones por intervalos.

En aras de la verdad, responderemos a continuación a las críticas [1].

## 2.1 Woodallen al. [1] en su sección de Matemáticas Neutrosóficas:

- Las reglas básicas para la aritmética dadas por Smarandache [42, pp. 31-33] no coinciden con las reglas dadas por Zhang et al. [37]. Smarandache [42] expresó los números neutrosóficos en la forma  $a + bI$ , donde  $a$  y  $b$  son números reales, e  $I$  representa el intervalo de indeterminación tal que  $I^2 = I$  y  $0 \cdot I = 0$ .

### Respuesta:

Esto es falso, ya que, aunque el libro [referencia 2 en este artículo] contiene los números neutrosóficos literales, los cuales nunca se usaron en aplicaciones de la estadística neutrosófica. En cambio, los que se utilizaron siempre fueron números neutrosóficos numéricos.

Los autores deben saber que existen dos tipos de números neutrosóficos de la forma  $a + bI$ , donde  $a$ ,  $b$  son números reales (o complejos), mientras que "I" = indeterminación.

- Números neutrosóficos literales, cuando "I" es solo una letra, donde  $I^2 = I$  (porque: indeterminación  $\times$  indeterminación = indeterminación) y  $0 \cdot I = 0$ , que se utilizan en las estructuras algebraicas neutrosóficas, pero no en ningún artículo sobre aplicaciones de la estadística neutrosófica - según mi leal saber y entender.

Los números neutrosóficos literales fueron introducidos y desarrollados por Kandasamy y Smarandache a partir de 2003; véanse varios libros que usan números neutrosóficos literales en estructuras algebraicas neutrosóficas:

WBV Kandasamy, F. Smarandache, mapas cognitivos difusos y mapas cognitivos neutrosóficos, Xiquan, Phoenix, 2003, <http://fs.unm.edu/NCMs.pdf>

WBV Kandasamy, F. Smarandache, Anillos neutrosóficos, ProQuest Information & Learning, Ann Arbor, MI, EE. UU., 2006, <http://fs.unm.edu/NeutrosophicRings.pdf>

Etc.

- Números Neutrosóficos Numéricos, donde la indeterminación "I" es un subconjunto real, para aproximar los datos imprecisos. Esto es más general que el intervalo, ya que "I" puede ser cualquier subconjunto.

Por ejemplo,  $N = 3 + 2I$ , donde "I" está en el subconjunto vacilante discreto  $\{0.3, 0.9, 6.4, 45.6\}$  de solo cuatro elementos, que no forma parte del análisis de intervalo (estadística). En la estadística de intervalo, se toma el intervalo  $[0.3, 45.6]$  para incluir los números anteriores, pero esto aumenta mucho la incertidumbre.

Por supuesto, hay casos particulares cuando el "I" es un intervalo  $I = [I_1, I_2]$ , con  $I_1 < I_2$ , entonces  $N = a + bI$  coincide con el intervalo  $N = [a + b \cdot I_1, a + b \cdot I_2]$ .

### 1.2. Woodall et al. [1]:

- Utilizando el enfoque de Zhang et al. [37] y la aritmética de intervalos, sin embargo, el intervalo para el promedio sería  $[3, 5]$ . Consideramos que el enfoque de la aritmética de intervalos conduce a resultados mucho más útiles y realistas.

### Respuesta:

Woodall et al. armó una confusión, ya que Zhang et al. [referencia 3, en este documento] el documento trata sobre el Conjunto Neutrosófico de Intervalo (fuera del marco de la Estadística Neutrosófica), donde un elemento.

$x(T, I, F)$ , de un conjunto neutrosófico dado  $A$ , tiene grados de pertenencia/indeterminación/no pertenencia  $(T, I, F)$  expresados respectivamente bajo la forma de un intervalo cada uno de ellos; por ejemplo

$x([0.7, 0.8], [0.2, 0.3], [0.5, 0.6])$ .

Por lo tanto, la comparación con la aritmética de intervalos de Zhang et al. es irrelevante con respecto

a la estadística neutrosófica, ya que Zhang et al. sólo usaron su aritmética en los conjuntos neutrosóficos.

Zhang et al. presentó las operaciones clásicas con intervalos porque los necesitan cuando se trata de operaciones de tripletes neutrosóficos. Por ejemplo, la adición de tripletes neutrosóficos  $(T1, I1, F1) + (T2, I2, F2) = (T1 + T2 - T1T2, I1I2, F1F2)$ , donde todos los componentes neutrosóficos son intervalos, por lo que se necesitaban sumas, restas y multiplicaciones de intervalos. Véanse las operaciones de conjuntos neutrosóficos aquí [127].

### 1.3. Wood et al. [1]

- Así, el número neutrosófico de intervalo  $[4, 6]$  podría representarse como  $4 + 2I$ . Smarandache [42] calculó el promedio de dos números neutrosóficos, digamos  $a + bI$  y  $c + dI$ , como  $(a + c)/2 + [(b + d)/2] I$ . Como ejemplo, considere los dos números neutrosóficos  $[4, 6]$  y  $[2, 4]$  representados como  $4+2I$  y  $4-2I$ , respectivamente.

Entonces, usando el enfoque de Smarandache [42], el promedio de estos dos números neutrosóficos sería  $4 + 0I$ , o simplemente el valor preciso 4. Este resultado no parece razonable.

#### Respuesta:

Esto sólo muestra la ventaja de los números neutrosóficos numéricos sobre los intervalos, ya que permiten reducir la indeterminación, mientras que al usar intervalos la indeterminación aumenta.

Por ejemplo:

$N1 = 4 + 2I$ , donde  $I \in [0, 1]$ , muestra que  $2I$  es la parte indeterminada del número  $N1$ , de manera similar para  $N2 = 4 - 2I$ . Si los sumamos, las indeterminaciones de  $N1$  y  $N2$  se cancelan, y el promedio es:

$$\frac{1}{2}(N_1 + N_2) = \frac{1}{2}(4 + 2I + 4 - 2I) = \frac{1}{2}(8) = 4 \quad , \text{ sin indeterminación;}$$

mientras que, usando intervalos,  $N_1 = [4, 6], N_2 = [2, 4]$ ,

$$\frac{1}{2}(N_1 + N_2) = \frac{1}{2}[6, 10] = [3, 5], \quad \text{por lo tanto, la indeterminación está entre } [0, 2].$$

### 1.4. Woodall et al.

- Notamos que Smarandache [42] y otros no se refieren a métodos estadísticos de intervalo a pesar de sus fuertes similitudes con los métodos estadísticos neutrosóficos.

#### Respuesta

Al principio, en el libro [2], página 5, no hay ninguna referencia al análisis/estadística de intervalo, sino al análisis/estadística de conjuntos que es más general que el análisis/estadística de intervalo:

“En la mayoría de las ecuaciones y fórmulas estadísticas clásicas, simplemente se reemplazan varios números por conjuntos. Y, en consecuencia, en lugar de operaciones con números, se usan operaciones con conjuntos. Normalmente se reemplazan los parámetros que son indeterminados (imprecisos, inseguros e incluso completamente desconocidos).”

Más adelante, se han presentado más citas y comparaciones entre la estadística neutrosófica y la estadística clásica y de intervalos, véase: <http://fs.unm.edu/NS/NeutrosophicStatistics.htm>

“La Estadística Neutrosófica es también una generalización de la Estadística de Intervalos debido, entre otras cosas, a que, mientras que la Estadística de Intervalos se basa en el Análisis de Intervalos, la Estadística Neutrosófica se basa en el Análisis de Conjuntos (es decir, todo tipo de conjuntos, no solo intervalos, por ejemplo, conjuntos discretos finitos).

Además, al calcular la media, la varianza, la desviación estándar, las distribuciones de probabilidad y otros conceptos estadísticos en la estadística clásica y de intervalo, se asume automáticamente que todos los individuos pertenecen al 100% a la muestra o población respectiva, pero en nuestro mundo, a menudo se encuentran individuos que sólo en parte pertenecen, en parte no pertenecen, y en parte su pertenencia es indeterminada. Los resultados de la estadística neutrosófica son más precisos/reales que la estadística clásica y de intervalo, ya que los individuos que pertenecen solo parcialmente no tienen que ser considerados al mismo nivel que los que pertenecen completamente.

Las Distribuciones de Probabilidades Neutrosóficas pueden ser representadas por tres curvas: una que representa la posibilidad de que ocurra el evento, otra la posibilidad de que no ocurra y una tercera la posibilidad indeterminada de que ocurra o no.” Proporcionan más detalles que la estadística clásica y de intervalo.

“La Estadística Neutrosófica es el análisis de eventos descritos por la Probabilidad Neutrosófica.

La Probabilidad Neutrosófica es una generalización de la probabilidad clásica y la probabilidad imprecisa en la que la posibilidad de que ocurra un evento A es  $t\%$  verdadera, donde  $t$  varía en el subconjunto T,  $i\%$  indeterminada, donde  $i$  varía en el subconjunto I, y  $f\%$  falsa, donde  $f$  varía en el subconjunto F. En la probabilidad clásica la suma de todas las probabilidades espaciales es igual a 1, mientras que en la Probabilidad Neutrosófica es igual a 3.

En la probabilidad imprecisa: la probabilidad de un evento es un subconjunto T en  $[0, 1]$ , no un número  $p$  en  $[0, 1]$ , lo que queda se supone que es el opuesto, subconjunto F (también del intervalo unitario  $[0, 1]$ ); no hay subconjunto indeterminado I en probabilidad imprecisa [ver B9].

La función que modela la Probabilidad Neutrosófica de una variable aleatoria  $x$  se llama Distribución Neutrosófica:  $PN(x) = (T(x), I(x), F(x))$ , donde  $T(x)$  representa la probabilidad de que el valor  $x$  ocurra,  $F(x)$  representa la probabilidad de que el valor  $x$  no ocurra, e  $I(x)$  representa la probabilidad indeterminada/desconocida del valor  $x$  [ver B3]”.

Por lo tanto, una caracterización más detallada de una variable aleatoria neutrosófica, que no se hace en la estadística clásica y de intervalo.

Ver este libro:

F. Smarandache, Introducción a la medida neutrosófica, la integral neutrosófica y la probabilidad neutrosófica, Sitech Publishing House, Craiova, 2013, <http://fs.unm.edu/NeutrosophicMeasureIntegralProbability.pdf>

### 1.5. Woodall et al.

- Los ejemplos que involucran tamaños de muestra imprecisos dados en Smarandache [42] involucran datos de atributos sin definiciones operativas cuidadosamente expresadas. Parece imposible tener una muestra de datos de variables sin conocer el tamaño de la muestra. (pág. 4)

#### Respuesta:

No estamos de acuerdo. Hay muchos ejemplos frecuentes de poblaciones y muestras de nuestra vida cotidiana: como bancos de peces en un río, bandadas de aves migratorias, árboles en un bosque, plantas en un campo determinado, rebaños de ganado, etc. Más ejemplos a continuación:

#### Tamaño de muestra indeterminado

“Un estadístico quiere analizar la reacción de los espectadores a un partido de balonmano, donde el equipo A juega contra el equipo B. Supongamos que se han vendido unas 4.000 entradas. Los espectadores que asisten al partido forman una muestra, cuyo tamaño no se puede determinar con exactitud, pues también hay espectadores que entraron sin entrada (como invitados, o ilegalmente), mientras que otros que habían comprado entrada no pudieron acudir por diversas razones.

Por lo tanto, el tamaño de la muestra se podría estimar, por ejemplo, entre, por ejemplo, entre 3.900 y 4.200.”

“Estimar cuántas personas vieron el partido por televisión es aún más vago. Electrónicamente uno se entera de que unos 3 millones de personas lo han visto. Pero esto también es ambiguo, ya que se podría haber visto a muchas personas en el mismo televisor, mientras que algunos televisores se habrían dejado encendidos sin que nadie mirara porque los propietarios habrían estado ocupados con otras cosas. El tamaño de la muestra se estimó, por ejemplo, entre 2,9 y 3,2 millones”. [F. Smarandache, Nidus idearum. Scilogs, II: de rerum consecratione (segunda edición) Bruselas, páginas 108-109, 2016, <http://fs.unm.edu/NidusIdearum2-ed2.pdf>]

**Comentario de Woodall et al. [127]:**

**No hay razón para tratar los tamaños de muestra como indeterminados.**

**Respuesta:**

Un conjunto de individuos puede ser considerado una población con respecto a una referencia, pero a la vez puede ser una muestra con respecto a una referencia mayor.

Un ejemplo sencillo cuando el tamaño de una población es indeterminado, pero esa población se convierte en una muestra con respecto a una superpoblación.

Por lo tanto, hay muchos casos en los que el tamaño de la muestra puede no ser bien conocido.

Consideremos la población P de árboles, cuyo tamaño es indeterminado (entre 100-120 árboles), en un determinado parque de una ciudad. Pero, con respecto a los árboles en los 10 parques de la ciudad, la población P es una muestra (de tamaño indeterminado: {100, 101, ..., 120}).

Nótese que el tamaño de la muestra no es un intervalo, sino un conjunto finito discreto.

Por lo tanto, la mayoría de las veces en el mundo real no es posible estimar exactamente el tamaño de una muestra o población.

**Woodall et al.**

Por cierto, pasamos varios años estudiando métodos de lógica difusa, sin encontrar ventajas sobre el uso de probabilidad y estadística.

**Respuesta:**

Has usado o intentado usar la lógica difusa en estadística, lo entiendo. Pero la principal distinción entre la lógica difusa y la neutrosófica es que en la lógica neutrosófica se ha introducido la indeterminación como componente independiente.

**Woodall et al.**

El enfoque de muestreo repetitivo brinda la posibilidad de recopilar más de n observaciones en cualquier momento de muestreo.

**Respuesta:**

Esta cae mejor bajo la Probabilidad Plitogénica y Estadística que considera Análisis Multivariante de eventos y sus estadísticas.

Si está interesado, revise:

<http://fs.unm.edu/NSS/PlithogenicProbabilityStatistics20.pdf>

**1.6. Media de una Muestra con individuos parcialmente pertenecientes**

Sea  $S = \{a, b, c, d\}$  un conjunto muestral de cuatro elementos, tal que

$a = 2, b = 8, c = 5$  y  $d = 11$ .

En la estadística clásica se supone que todos los elementos pertenecen al 100% a la muestra, por lo tanto

$S = \{a(1), b(1), c(1), d(1)\}$ .

De donde la media clásica:

$$CA = \frac{2 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 11 \cdot 1}{1+1+1+1} = \frac{26}{4} = 6.5$$

Pero, en el mundo real, no todos los elementos pueden pertenecer totalmente (100%) a la muestra, por ejemplo, supongamos que la muestra neutrosófica es:

$NS = \{a(1.1), b(0.4), c(0.6), d(0.3)\}$ , lo que significa que:

el elemento a pertenece al 110% (alguien que trabaja horas extras, por ejemplo, como en el overset neutrosófico (ver [B4]), b pertenece solo al 40% de la muestra, c pertenece al 60% y d pertenece al 30%.

De donde la media neutrosófica (NM) es:

$$NM = \frac{2 \cdot (1.1) + 8 \cdot (0.4) + 5 \cdot (0.6) + 11(0.3)}{1.1+0.4+0.6+0.3} = \frac{11.7}{2.4} = 4.875$$

Claramente, la media clásica y la media neutrosófica son diferentes,

CM = 6,5 4,875 = NM.

Y, en consecuencia: la varianza, la desviación estándar, la función de distribución de probabilidad y otros estadígrafos que dependen de ellas también serán diferentes.

Pero, la media neutrosófica es más precisa ya que refleja la media real (no idealista), porque tiene en cuenta el grado de pertenencia de cada elemento con respecto al conjunto.” [5] Y, en consecuencia, las otras estadísticas que dependen de ellos son más precisas.

1.7. La Función Gruesa (Distribución), a partir de la estadística neutrosófica, se define como:

$$f : R \rightarrow P(R), f(x) = [f_1(x), f_2(x)]$$

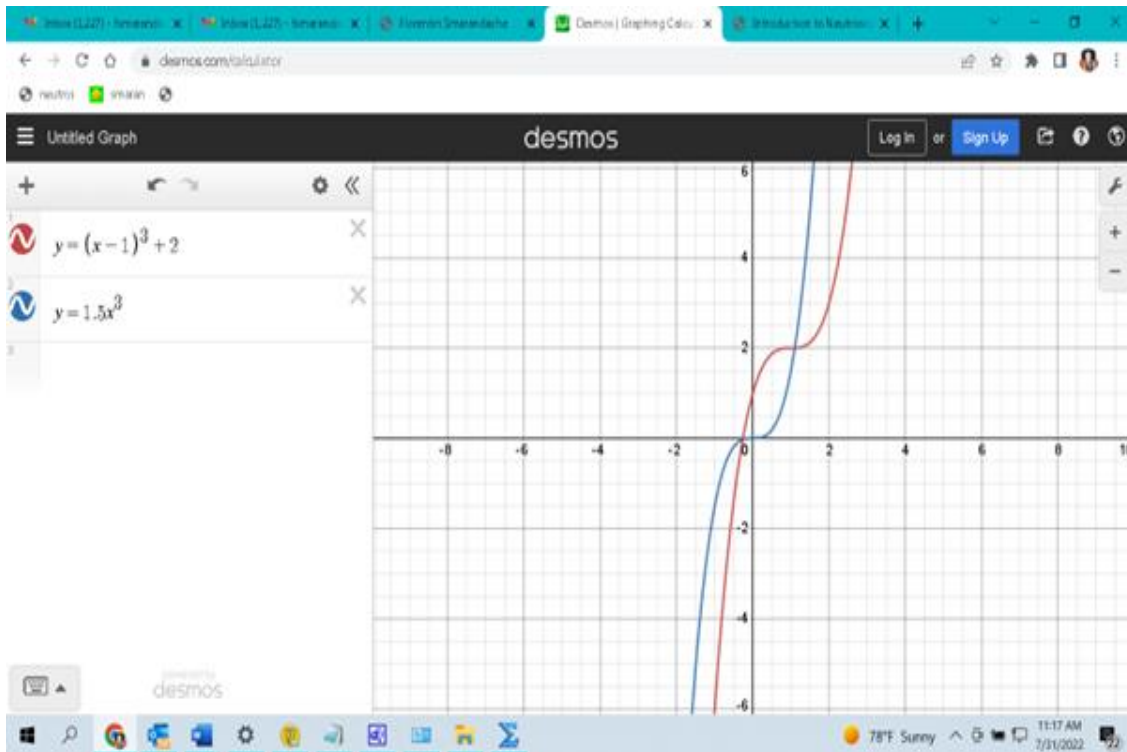
La curva gruesa como la gráfica de una función gruesa [2] se introdujo en 2014 y es diferente de las funciones de intervalo, porque podemos tener una distribución de probabilidad entre dos curvas, de la forma  $f(x) = [f_1(x), f_2(x)]$ .

Por ejemplo, sea,  $f_1(x) = (x-1)^3 + 2$ ,  $f_2(x) = 1.5x^3$ ,

entonces  $f(x) = [(x-1)^3 + 2, 1.5x^3]$

que es una función gruesa, es decir, la zona entre dos curvas inferiores.

Por lo tanto, es diferente de la Estadística de Intervalo.



**Tabla 1.** Una función gruesa utilizada en estadística neutrosófica

### 1.7 Variable con Valor de Intervalo vs. Variable con Número Neutrosófico

La estadística de intervalo utiliza variables [7] de la forma:

$aX + b$ , donde  $a$  y  $b$  son constantes y  $X$  es un conjunto de intervalos variables.

Por ejemplo,  $a = 2$ ,  $b = 3$  y  $X = [0,1, 0,3], [4, 5], [7, 9], \dots$

dan

$aX + b = 2[0,1, 0,3] + 3, 2[4, 5] + 3, 2[7, 9] + 3, \dots$

$= [3,2, 3,6], [11, 13], [17, 21], \dots$

---

Florentin Smarandache. La Estadística Neutrosófica es una extensión de la Estadística de Intervalos, mientras que la Estadística Plitogénica es la forma más general de estadística. (Cuarta versión)

Mientras que los Números Neutrosóficos tienen la forma:

$$N = a + bI,$$

donde "a" es la parte determinante (conocida) de N, y "bI" es la parte indeterminada (poco clara) de N;

I es un subconjunto real fijo, mientras que a y b son números reales variables.

Ejemplo:

Sea  $I = [0.1, 0.2]$  un subconjunto fijo (lo tomamos como un intervalo, aunque puede ser cualquier tipo de subconjunto), y los iniciales  $a = 2$  y  $b = 3$ , luego  $a = 4$  y  $b = 6$ ,  $a = 5.5$  y  $b = 6.2$  etc.

$$\text{El } a + bI = 2 + 3[0.1, 0.2], 4 + 6[0.1, 0.2], 7 + 3[0.1, 0.2], \dots$$

$$= [2.3, 2.6], [4.6, 5.2], [7.3, 7.6], \dots$$

Entonces, claramente los dos enfoques son diferentes, es decir, la variable con valores de intervalo de la estadística de intervalo es diferente de la variable de número neutrosófico de la estadística neutrosófica.

### 1.8. Conjunto Vacilante vs. Intervalo

En la estadística neutrosófica podemos usar todos los tipos de conjuntos, por ejemplo, los conjuntos vacilantes, que tienen un número discreto finito de elementos. En varios ejemplos, sería ventajoso utilizar un conjunto vacilante en lugar de un intervalo.

Supongamos que la temperatura, en grados Celsius, está por encima de  $10^\circ\text{C}$ , con una fluctuación extrema baja/alta,  $18^\circ\text{C}$  baja y  $40^\circ\text{C}$  o  $45^\circ\text{C}$  alta.

En estadística neutrosófica, la variable aleatoria  $t$  se modela como  $t = 10 + I$ , donde  $I \in \{5, 30, 35\}$ , donde la parte indeterminada de  $t$  es un conjunto finito discreto vacilante de solo tres elementos: 5, 30 y 35.

En estadística de intervalos, la variable aleatoria  $t$  se modela como un intervalo  $t = [15, 45]$ , cuya incertidumbre es mucho mayor que en estadística neutrosófica, y se propaga con cada nuevo cálculo.

Este es otro ejemplo que muestra la preferencia de usar estadística neutrosófica en lugar de estadística de intervalo.

### 1.9. Comparaciones entre el álgebra de intervalos y el álgebra neutrosófica

#### a) Suma

##### Estadística de intervalo (EI)

Tomamos el ejemplo presentado por Woodall et al.

para  $I \in [0, 1]$ ,

$$N_1 = 4 + 2I = [4, 6]$$

$$N_2 = 4 - 2I = [2, 4]$$

$$N_1 \oplus N_2 = [4 + 2, 6 + 4] = [6, 10]$$

Al sumar  $N_1 \oplus N_2$  en la estadística de intervalo, la parte indeterminada  $[0, 2]$  de cada número se suma, aumentando la incertidumbre de la suma a  $[0, 2] + [0, 2] = [0, 4]$ .

##### Estadística Neutrosófica (EN)

$$N_1 = 4 + 2I$$

$$N_2 = 4 - 2I$$

$$N_1 + N_2 = 4 + 2I + 4 - 2I = 8$$

La parte indeterminada de  $N_1$  es  $2I = [0, 2]$  y la parte indeterminada de  $N_2$  es  $-2I = [0, -2]$ .

Al sumar  $N_1 + N_2$  en la estadística neutrosófica, las partes indeterminadas se cancelan,  $2I - 2I = 0$ , y se obtiene una respuesta determinada: 8.

El resultado  $[6, 10]$  obtenido en la estadística de intervalo es mucho más vago que el 8 obtenido en la estadística neutrosófica. Lo que muestra la ventaja de la EN con respecto a la EI.

Mientras que en muchos casos los resultados de las operaciones con números neutrosóficos coinciden con los obtenidos por operaciones con intervalos, en muchos otros casos los resultados son diferentes.

Claramente, la estadística de intervalo es diferente de la estadística neutrosófica.



A diferencia de la estadística de intervalo que acumula la incertidumbre de una operación a otra, la estadística neutrosófica disminuye o incluso anula la incertidumbre.

**Pregunta de Woodall et al. [127]:**

Tengo una pregunta sobre la aritmética neutrosófica. Supongamos que uno tiene, como en su ejemplo,  $4+2I$  y  $4-2I$ . Se dice que el resultado de la suma es la constante 8. Supongamos que uno escribe los números de manera equivalente como  $4+2I$  y  $2+2I$ , entonces la suma es  $6+4I$ . ¿Por qué la suma debe depender de cómo se expresen los números?

**Respuesta:**

Los números neutrosóficos numéricos (N) son elegidos por el investigador sobre las partes que se consideran determinadas (a) e indeterminadas (bI), por lo que  $N = a+bI$ .

Por lo tanto, dependen de cuál sea la parte indeterminada/vaga del número.

$N_1 = 2+2I$  significa que la parte determinada de  $N_1$  es 2, la otra es indeterminada, mientras que  $N_2 = 4-2I$  tiene su parte determinada en 4.

$N_1$  es diferente de  $N_2$  en la estadística neutrosófica, pero significan lo mismo en estadística de intervalo:  $[0, 4]$  cuando  $I = [0, 1]$ .

Este es otro punto para mostrar que la Estadística Neutrosófica y la Estadística de Intervalo son diferentes entre sí.

**b) Multiplicación**

$$N_1=4+2I, I \in [0, 1]$$

$$N_2=4-2I$$

EI

$$\begin{aligned} N_1 \cdot N_2 &= (4 + 2I) \cdot (4 - 2I) = (4 + 2 \cdot [0, 1]) \cdot (4 - 2 \cdot [0, 1]) \\ &= (4 + [2 \cdot 0, 2 \cdot 1]) \cdot (4 - [2 \cdot 0, 2 \cdot 1]) \\ &= (4 + [0, 2]) \cdot (4 - [0, 2]) \\ &= [4, 6] \cdot [2, 4] = [4 \cdot 2, 6 \cdot 4] = [8, 24], \end{aligned}$$

la longitud de la incertidumbre es  $24 - 8 = 16$ .

EN

$$\begin{aligned} N_1 \cdot N_2 &= (4 + 2I) (4 - 2I) = 4^2 - (2I)^2 \\ &= 16 - 4I^2 = 16 - 4 [0^2, 1^2] \\ &= 16 - 4 \cdot [0, 1] \\ &= 16 - 4 [0, 4] \\ &= [16 - 4, 16 - 0] \\ &= [12, 16], \end{aligned}$$

la longitud de la incertidumbre es  $16 - 12 = 4 < 16$ , por lo tanto, un resultado más preciso de la EN.

**c) Sustracción**

EI

$$\begin{aligned} N_1 - N_2 &= (4 + 2I) - (4 - 2I) \\ &= [4, 6] - [2, 4] \\ &= [4 - 4, 6 - 2] = [0, 4] \end{aligned}$$

EN

$$\begin{aligned} N_1 - N_2 &= (4 + 2I) - (4 - 2I) \\ &= 4 + 2I - 4 + 2I \\ &= 4I = 4 \cdot [0, 1] = [0, 4], \text{ lo mismo.} \end{aligned}$$

Pero tomemos otros números neutrosóficos:

$$M_1 = 5 + 4I, I \in [2, 3]$$

$$M_2 = 6 + 3I$$

EI

$$M_1 - M_2 = 5 + 4I, I \in [2, 3], \text{ por lo tanto, } M_1 - M_2 = 5 + [4 \cdot 2, 4 \cdot 3] = [13, 17].$$

$$M_2 = 6 + 3I = 6 + 3 \cdot [2,3] = [12, 15].$$

$$M_1 - M_2 = [13, 17] - [12, 15]$$

$$= [13 - 15, 17 - 12] = [-2, 5], \text{ longitud del intervalo de incertidumbre } 5 - (-2) = 7.$$

EN

$$M_1 - M_2 = (5 + 4I) - (6 + 3I) = 5 + 4I - 6 - 3I$$

$$= -1 + I = -1 + [2, 3] = [-1 + 2, -1 + 3]$$

$$= [1, 2], \text{ intervalo de longitud de incertidumbre } 2 - 1 = 1.$$

Pero  $1 < 7$ , así que hay mejor precisión usando la EN.

### División

EI

$$\frac{4 + 2I}{2 + I} = \frac{4 + 2[0, 1]}{2 + [0, 1]} = \frac{4 + [0, 2]}{[2 + 0, 2 + 1]} = \frac{[4 + 0, 4 + 2]}{[2, 3]}$$

$$= \frac{[4, 6]}{[2, 3]} = \left[ \frac{4}{3}, \frac{6}{2} \right] = [1.3, 3],$$

intervalo de incertidumbre  $3 - 1.3 = 1.7$ .

EN

$$\frac{4 + 2I}{2 + I} = \frac{2(2 + I)}{2 + I} = 2$$

incertidumbre = 0,

lo cual es un resultado más preciso, ya que la estadística neutrosófica permitió simplificar la incertidumbre I.

### 1.10. Estadística neutrosófica refinada utilizada en Big Data

En este mundo de Big Data, nos enfrentamos a este tipo de situación con más incertidumbres resultantes de múltiples variables, lo que lleva a la Neutrosofía Refinada.

De este modo, podemos utilizar la Estadística Neutrosófica Refinada, es decir, cuando la indeterminación "I" se divide en muchos tipos de incertidumbres  $I_1, I_2, \dots, I_s$ , donde  $s \geq 2$ , tantas como sea necesario en la aplicación.

La Estadística Neutrosófica Refinada siguió los pasos del Conjunto Neutrosófico Refinado (Smarandache, 2013). Por lo tanto, un elemento de un Big Data que pertenece a un conjunto neutrosófico refinado,  $x \in M$ , puede tener coordenadas neutrosóficas refinadas, por ejemplo

$x(T, I_1, I_2, I_3, F)$  si solo hay 3 tipos de incertidumbres. Podemos tener tantos tipos de incertidumbres como sea necesario en el problema.

Comprobar primero el Conjunto Neutrosófico Refinado,

donde T, I, F se pueden refinar/dividir respectivamente como:

$T_1, T_2, \dots, T_p,$

$I_1, I_2, \dots, I_r,$

y  $F_1, F_2, \dots, F_s,$

donde p, r, s son números enteros  $\geq 0$ , y al menos uno de p, r, s es  $\geq 2$  (para asegurar la existencia de refinamiento de al menos uno de los tres componentes neutrosóficos T, I y F).

Cuando p, r o s es igual a 0, ese componente se descarta. Por ejemplo,  $T_0$  significa que T se descarta, y lo mismo ocurre con  $I_0$  y  $F_0$ .

Esto deja espacio para definir el Conjunto Difuso Refinado, bajo la forma  $T_1, T_2, \dots, T_p$ , donde p es un número entero  $\geq 2$ , y se descartan  $I_0$  y  $F_0$ .

Y para Conjunto Difuso Intuicionista Refinado, bajo la forma  $T_1, T_2, \dots, T_p$ ,

y  $F_1, F_2, \dots, F_s$ , para números enteros  $p, s \geq 1$ , y al menos uno de  $p$  o  $s \geq 2$  (para asegurar el refinamiento de al menos un componente  $T$  o  $F$ ).

Y así de manera similar para otros Conjuntos / Lógicas / Probabilidades / Estadística de extensión difusa refinados.

### 1.10. Probabilidad Plitogénica y Estadística Plitogénica que son generalizaciones de Probabilidad y Estadística Multivariante

El **Análisis Variado Plitogénico (AVP)** es una extensión del Análisis Multivariante clásico, donde se permiten datos o procedimientos indeterminados, que se denominan datos neutrosóficos y procedimientos neutrosóficos respectivamente. Por lo tanto, AVP trata con variables neutrosóficas/indeterminadas, subsistemas neutrosóficos/indeterminados y sistemas de sistemas neutrosóficos/indeterminados como un todo.

Por lo tanto, el análisis de variables plitogénicas estudia un sistema neutrosófico/indeterminado como un todo, caracterizado por muchas variables neutrosóficas/indeterminadas (es decir, subsistemas neutrosóficos/indeterminados) y muchas relaciones neutrosóficas/indeterminadas. Por lo tanto, se necesitan muchas mediciones y observaciones neutrosóficas.

La **Probabilidad Plitogénica** de que ocurra un evento se compone de las chances de que el evento ocurra con respecto a todas las variables aleatorias (parámetros) que lo determinan. La Probabilidad Plitogénica, basada en el Análisis Variado Plitogénico, es una probabilidad multidimensional (“plitho” significa “muchos”, sinónimo de “multi”). Podemos decir que es una probabilidad de subprobabilidades, donde cada subprobabilidad describe el comportamiento de una variable. Suponemos que el evento que estudiamos es producido por una o más variables. Cada variable está representada por una Función de Distribución de Probabilidad (Densidad) (FDP).

La **Estadística Plitogénica (EP)** engloba el análisis y las observaciones de los eventos estudiados por la Probabilidad Plitogénica. La Estadística Plitogénica es una generalización de la Estadística Multivariante Clásica, y es un análisis simultáneo de muchas variables neutrosóficas/indeterminadas resultantes, y también es una estadística multi-indeterminada.

#### Subclases de la Estadística Plitogénica:

- Estadística de Intervalo
- Estadística Neutrosófica
- Estadística Multivariante
- Estadística Neutrosófica Plitogénica
- Estadística Indeterminada Plitogénica
- Estadística Difusa Intuicionista plitogénica
- Estadística Difusa de Imagen Plitogénica - Estadística Difusa Esférica Plitogénica
- y en general: Estadística Plitogénica (extensión difusa) - y Estadística Híbrida Plitogénica.

La Estadística Refinada Plitogénica es, de manera similar, la forma más general de estadística que estudia el análisis y las observaciones de los eventos descritos por la Probabilidad Refinada Plitogénica.

Ver más desarrollo, extensión de Estadística de Intervalos y Estadística Neutrosófica a Probabilidad Plitogénica y Estadística Plitogénica Que Son Generalizaciones De Probabilidad Y Estadística Multivariante: [6].

### Conclusión

En este trabajo realizamos una comparación entre la Estadística Neutrosófica (EN) y la Estadística de Intervalo (EI). Mostramos que son diferentes y en muchos casos la EN es más general que la EI.

La EN no se reduce a utilizar únicamente números neutrosóficos en aplicaciones estadísticas, como Woodall et al. asevera, sino que es mucho más amplia. La EN se ocupa de todos los tipos de indeterminación, mientras que la EI se ocupa solo de la indeterminación que puede representarse mediante intervalos.

Y respondimos a los argumentos de Woodall et al. [1].

Redirigimos a los autores a la Probabilidad Plitogénica y la Estadística Plitogénica, que son las formas más generales de Probabilidad Multivariante y Estadística Multivariante respectivamente (incluidas, por supuesto, la Estadística de Intervalo como una subclase).

## Referencias

- [1] William H. Woodall, Anne R. Driscoll, and Douglas C. Montgomery, A Review and Perspective on Neutrosophic Statistical Process Monitoring Methods, preprint, ResearchGate, June 2022.
- [2] Florentin Smarandache, Introduction to Neutrosophic Statistics, Sitech & Education Publishing, Craiova, 2014, 124 p. <http://fs.unm.edu/NeutrosophicStatistics.pdf>.  
The website of Neutrosophic Statistics where you're cited as well: <http://fs.unm.edu/NeutrosophicStatistics.htm>
- [3] H. Zhang, J. Wang, and X. Chen, Interval neutrosophic sets and their application in multicriteria decision making problems, Scientific World Journal Volume 2014, Article ID 645953, 15 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/645953>.
- [4] F. Smarandache, Introduction to Neutrosophic Measure, Neutrosophic Integral, and Neutrosophic Probability, Sitech Publishing House, Craiova, 2013, <http://fs.unm.edu/NeutrosophicMeasureIntegralProbability.pdf>
- [5] F. Smarandache, Nidus idearum. Scilogs, II: de rerum consecratione (second edition) Brussels, pages 109-110, 2016, <http://fs.unm.edu/NidusIdearum2-ed2.pdf>
- [6] F. Smarandache, Plithogenic Probability & Statistics are generalizations of Multi Variate Probability & Statistics, Neutrosophic Sets and Systems, Vol. 43, 280-289, 2021, <http://fs.unm.edu/NSS/PlithogenicProbabilityStatistics20.pdf>
- [7] Frederica Gioia, Carlo N. Lauro, Basic Statistical Methods for Interval Data, Statistica Applicata, Vol. 17, no. 1, pp. 1-29, 2005.

## Referencias

### Libros

- B1. Florentin Smarandache: A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability and Statistics (sixth edition). InfoLearnQuest, 1998 - 2007, 156 p. <http://fs.unm.edu/eBook-Neutrosophics6.pdf>
- B2. W. B. Vasantha Kandasamy, Florentin Smarandache, Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps, Xiquan, Phoenix, 211 p., 2003, <http://fs.unm.edu/NCMs.pdf>
- B3. Florentin Smarandache: Introduction to Neutrosophic Statistics. Sitech & Education Publishing, 2014, 124 p. <http://fs.unm.edu/NeutrosophicStatistics.pdf>
- B4. Florentin Smarandache: Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off- Logic, Probability, and Statistics. Pons Editions, Brussels, 2016, 168 p. <http://fs.unm.edu/NeutrosophicOversetUndersetOffset.pdf>
- B5. Maikel Leyva Vázquez, Florentin Smarandache: Neutrosophia: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre. Pons Editions, Bruselas, 2018, 74 p. <http://fs.unm.edu/NeutrosophiaNuevosAvances.pdf>
- B6. Tatiana Veronica Gutierrez Quinonez, Fabian Andres Espinoza, Ingrid Kathyuska Giraldo, Angel Steven Asanza, Mauricio Daniel Montenegro: Estadística y Probabilidades: Una Vision Neutrosófica desde el Aprendizaje Basado en Problemas en la Construcción del Conocimiento. Pons Editions, Bruselas, 2020, 131 p. <http://fs.unm.edu/EstadisticaYProbabilidadNeutrosófica.pdf>
- B7. F. Smarandache, Neutrosophic Statistics vs. Classical Statistics, section in Nidus Idearum / Superluminal Physics, Vol. 7, third edition, p. 117, 2019, <http://fs.unm.edu/NidusIdearum7-ed3.pdf>.
- B8. F. Smarandache, Nidus Idearum de Neutrosophia (Book Series), Editions Pons, Brussels, Belgium, Vols. 1-7, 2016-2019; <http://fs.unm.edu/ScienceLibrary.htm>
- B9. F. Smarandache, Introduction to Neutrosophic Measure, Neutrosophic Integral, and Neutrosophic Probability, Sitech Publishing House, Craiova, 2013, <http://fs.unm.edu/NeutrosophicMeasureIntegralProbability.pdf>

### Tesis doctoral

- PhD1. Rafif Alhabib: Formulation of the classical probability and some probability distributions due to neutrosophic logic and its impact on Decision Making. PhD Thesis in Arabic, held under the supervision of Dr. M. M. Ranna, Dr. H. Farah, Dr. A. A. Salama, Faculty of Science, Department of Mathematical Statistics, University of Aleppo, Syrian Arab Republic, 2019. <http://fs.unm.edu/NS/FormulationOfTheClassicalProbability-PhDThesis.pdf>

### Artículos

1. Florentin Smarandache: Operators on Single-Valued Neutrosophic Oversets, Neutrosophic Undersets, and Neutrosophic Offsets. Journal of Mathematics and Informatics, Vol. 5, 2016, 63-67.
2. Florentin Smarandache: Interval-Valued Neutrosophic Oversets, Neutrosophic Undersets, and Neutrosophic Offsets. International Journal of Science and Engineering Investigations, Vol. 5, issue 54, 2016, Paper ID: 55416-01, 4 p.
3. Nouran M. Radwan, M. Badr Senousy, Alaa El Din M. Riad: Approaches for Managing Uncertainty in Learning Management Systems. Egyptian Computer Science Journal, vol. 40, no. 2, May 2016, 10 p.
4. Muhammad Aslam: A Variable Acceptance Sampling Plan under Neutrosophic Statistical Interval Method. Symmetry 2019, 11, 114, DOI: 10.3390/sym11010114.
5. Soumyadip Dhar, Malay K. Kundu: Accurate segmentation of complex document image using digital shearlet transform

---

Florentin Smarandache. La Estadística Neutrosófica es una extensión de la Estadística de Intervalos, mientras que la Estadística Plitogénica es la forma más general de estadística. (Cuarta versión)

- with neutrosophic set as uncertainty handling tool. *Applied Soft Computing*, vol. 61, 2017, 412–426.
6. B. Kavitha, S. Karthikeyan, P. Sheeba Maybell: An ensemble design of intrusion system for handling uncertainty using Neutrosophic Logic Classifier. *Knowledge-Based Systems*, vol. 28, 2012, 88-96.
  7. Muhammad Aslam: A new attribute sampling plan using neutrosophic statistical interval method. *Complex & Intelligent Systems*, 6 p. DOI: 10.1007/s40747-018-0088-6
  8. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan, Mohammed Albassam: Control Chart for Failure-Censored Reliability Tests under Uncertainty Environment. *Symmetry* 2018, 10, 690, DOI: 10.3390/sym10120690.
  9. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan, Ali Hussein AL-Marshadi: Design of Variable Sampling Plan for Pareto Distribution Using Neutrosophic Statistical Interval Method. *Symmetry* 2019, 11, 80, DOI: 10.3390/sym11010080.
  10. Jun Ye, Jiqian Chen, Rui Yong, Shigui Du: Expression and Analysis of Joint Roughness Coefficient Using Neutrosophic Number Functions. *Information*, Volume 8, 2017, 13 pages.
  11. Jiqian Chen, Jun Ye, Shigui Du, Rui Yong: Expressions of Rock Joint Roughness Coefficient Using Neutrosophic Interval Statistical Numbers. *Symmetry*, Volume 9, 2017, 7 pages.
  12. Adrian Rubio-Solis, George Panoutsos: Fuzzy Uncertainty Assessment in RBF Neural Networks using neutrosophic sets for Multiclass Classification. Presented at 2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE) July 6-11, 2014, Beijing, China, 8 pages.
  13. Pierpaolo D'Urso: Informational Paradigm, management of uncertainty and theoretical formalisms in the clustering framework: A review. *Information Sciences*, 400–401 (2017), pp. 30-62, 33 pages.
  14. Muhammad Aslam, Mohammed Albassam: Inspection Plan Based on the Process Capability Index Using the Neutrosophic Statistical Method. *Mathematics* 2019, 7, 631, DOI: 10.3390/math7070631.
  15. Mirela Teodorescu, Florentin Smarandache, Daniela Gifu: Maintenance Operating System Uncertainties Approached through Neutrosophic Theory. 8 p.
  16. Muhammad Aslam, Rashad A. R. Bantan, Nasrullah Khan: Monitoring the Process Based on Belief Statistic for Neutrosophic Gamma Distributed Product. *Processes* 2019, 7, 209, DOI: 10.3390/pr7040209.
  17. Rafael Rojas-Gualdrón, Florentin Smarandache, Carlos Diaz-Bohorquez: Application of The Neutrosophical Theory to Deal with Uncertainty in Supply Chain Risk Management. *AGLALA* 2019; 10 (2): 1-19.
  18. Florentin Smarandache, Gheorghe Savoiu: Neutrosophic Index Numbers: Neutrosophic Logic Applied In The Statistical Indicators Theory. *Critical Review*, Vol. XI, 2015, pp. 67-100.
  19. Murat Kirisci, Necip Simsek: Neutrosophic normed spaces and statistical convergence. *Journal of Analysis*, 11 April 2020, DOI: 10.1007/s41478-020-00234-0.
  20. S.K. Patro: The Neutrosophic Statistical Distribution: More Problems, More Solutions. 17 p.
  21. Deepesh Kunwar, Jayant Singh, Florentin Smarandache: Neutrosophic statistical evaluation of migration with particular reference to Jaipur. *Octagon Mathematical Magazine*, vol. 26, no. 2, October 2018, 560-568.
  22. Deepesh Kunwar, Jayant Singh, Florentin Smarandache: Neutrosophic statistical techniques to find migration pattern in Jaipur. *Octagon Mathematical Magazine*, vol. 26, no. 2, October 2018, 583-592.
  23. Muhammad Aslam, Osama H. Arif, Rehan Ahmad Khan Sherwani: New Diagnosis Test under the Neutrosophic Statistics: An Application to Diabetic Patients. *Hindawi, BioMed Research International*, Volume 2020, Article ID 2086185, 7 pages; DOI: 10.1155/2020/2086185.
  24. Jose L. Salmeron, Florentin Smarandache: Processing Uncertainty and Indeterminacy in Information Systems success mapping. 13 p., arXiv:cs/0512047v2.
  25. Wenzhong Jiang, Jun Ye, Wenhua Cui: Scale Effect and Anisotropic Analysis of Rock Joint Roughness Coefficient Neutrosophic Interval Statistical Numbers Based on Neutrosophic Statistics. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, 2-4 / 2018, 62-71; DOI: 10.5281/zenodo.3130240.
  26. Muhammad Aslam, P. Jeyadurga, Saminathan Balamurali, Ali Hussein Al-Marshadi: Time-Truncated Group Plan under a Weibull Distribution based on Neutrosophic Statistics. *Mathematics* 2019, 7, 905; DOI: 10.3390/math7100905
  27. A.A. Salama, M. Elsayed Wahed, Eman Yousif: A Multi-objective Transportation Data Problems and their Based on Fuzzy Random Variables. *Neutrosophic Knowledge*, vol. 1, 2020, 41-53; DOI: 10.5281/zenodo.4269558.
  28. Philippe Schweizer: Uncertainty: two probabilities for the three states of neutrosophy. *International Journal of Neutrosophic Science (IJNS)*, Volume 2, Issue 1, 2020, 18-26; DOI: 10.5281/zenodo.3989350.
  29. Carlos N. Bouza-Herrera, Mir Subzar: Estimating the Ratio of a Crisp Variable and a Neutrosophic Variable. *International Journal of Neutrosophic Science (IJNS)*, Volume 11, Issue 1, 2020, 9-21; DOI: 10.5281/zenodo.4275712
  30. Angel Carlos Yumar Carralero, Darvin Manuel Ramirez Guerra, Giorver Perez Iribar: Analisis estadístico neutrosófico en la aplicacion de ejercicios físicos en la rehabilitacion del adulto mayor con gonartrosis. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, Vol. 13, 1-9, 2020; DOI: <https://zenodo.org/record/3901770>.
  31. Alexandra Dolores Molina Manzo, Rosa Leonor Maldonado Manzano, Blanca Esmeralda Brito Herrera, Johanna Irene Escobar Jara: Analisis estadístico neutrosófico de la incidencia del voto facultativo de los jóvenes entre 16 y 18 años en el proceso electoral del Ecuador. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, Vol. 11, 9-14, 2020; DOI: <https://zenodo.org/record/3474439>.

32. Johana Cristina Sierra Morán, Jenny Fernanda Enríquez Chuga, Wilmer Medardo Arias Collaguazo And Carlos Wilman Maldonado Gudiño: Neutrosophic statistics applied to the analysis of socially responsible participation in the community , *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, 2019, pp. 19 -28. DOI: 10.5281/zenodo.3244232
33. Paúl Alejandro Centeno Maldonado, Yusmany Puertas Martinez, Gabriela Stephanie Escobar Valverde, and Juan Danilo Inca Erazo: Neutrosophic statistics methods applied to demonstrate the extra-contractual liability of the state from the Administrative Organic Code, *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, 2019, pp. 29-34. DOI: 10.5281/zenodo.3244262
34. S. K. Patro, F. Smarandache: The Neutrosophic Statistical Distribution - More Problems, More Solutions, *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 12, 2016, pp. 73-79. doi.org/10.5281/zenodo.571153
35. Lilia Esther Valencia Cruzaty, Mariela Reyes Tomalá, Carlos Manuel Castillo Gallo and Florentin Smarandache, A Neutrosophic Statistic Method to Predict Tax Time Series in Ecuador, *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 34, 2020, pp. 33-39. DOI: 10.5281/zenodo.3843289; <http://fs.unm.edu/NSS/NeutrosophicStatisticMethod.pdf>
36. Somen Debnath: Neutrosophication of statistical data in a study to assess the knowledge, attitude and symptoms on reproductive tract infection among women. *Journal of Fuzzy Extension & Applications (JFEA)*, Volume 2, Issue 1, Winter 2021, 33-40; DOI: 10.22105/JFEA.2021.272508.1073.
37. Muhammad Aslam, Rashad A.R. Bantan, Nasrullah Khan: Design of tests for mean and variance under complexity-an application to rock measurement data. Elsevier: *Measurement*, Volume 177, June 2021, 109312; DOI: 10.1016/j.measurement.2021.109312.
38. O.H. Arif, Muhammad Aslam: A new sudden death chart for the Weibull distribution under complexity. Springer: *Complex & Intelligent Systems* (2021); DOI: 10.1007/s40747-021-00316-x.
39. Nasrullah Khan, Muhammad Aslam, Asma Arshad, Ambreen Shafqat: Tracking Temperature Under Uncertainty Using EWMA-MA Control Chart. Springer: *Journal of Metrology Society of India* (2021); DOI: 10.1007/s12647-021-00436-2.
40. Muhammad Aslam: Analyzing wind power data using analysis of means under neutrosophic statistics. Springer: *Soft Computing* (2021); DOI: 10.1007/s00500-021-05661-0.
41. Muhammad Aslam: On Testing Autocorrelation in Metrology Data Under Indeterminacy. Springer: *Journal of Metrology Society of India* (2021); DOI: 10.1007/s12647-021-00429-1.
42. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan: Normality Test of Temperature in Jeddah City Using Cochran's Test Under Indeterminacy. Springer: *Journal of Metrology Society of India* (2021); DOI: 10.1007/s12647-020-00428-8.
43. Muhammad Aslam, Gadde Srinivasa Rao, Nasrullah Khan, Liaquat Ahmad: Two-stage sampling plan using process loss index under neutrosophic statistics. Taylor&Francis: *Communications in Statistics - Theory and Methods* (2020); DOI: 10.1080/03610918.2019.1702212.
44. Ali Hussein Al-Marshadi, Ambreen Shafqat, Muhammad Aslam, Abdullah Alharbey: Performance of a New Time-Truncated Control Chart for Weibull Distribution Under Uncertainty. Atlantis Press: *International Journal of Computational Intelligence Systems*, Volume 14, Issue 1, 2021, 1256 - 1262; DOI: 10.2991/ijcis.d.210331.001.
45. Muhammad Aslam: Testing average wind speed using sampling plan for Weibull distribution under indeterminacy. *Nature: Scientific Reports*, 11, Article number: 7532 (2021); DOI: 10.1038/s41598-021-87136-8.
46. Muhammad Aslam, G. Srinivasa Rao, Nasrullah Khan: Single-stage and two-stage total failure-based group-sampling plans for the Weibull distribution under neutrosophic statistics. Springer: *Complex & Intelligent Systems*, 7, 891–900 (2021); DOI: 10.1007/s40747-020-00253-1.
47. Muhammad Aslam, G. Srinivasa Rao, Ambreen Shafqat, Liaquat Ahmad, Rehan Ahmad Khan Sherwani: Monitoring circuit boards products in the presence of indeterminacy. Elsevier: *Measurement*, Volume 168, 15 January 2021, 108404; DOI: 10.1016/j.measurement.2020.108404.
48. Mohammed Albassam, Nasrullah Khan, Muhammad Aslam: Neutrosophic D'Agostino Test of Normality: An Application to Water Data. Hindawi: *Journal of Mathematics - Theory, Algorithms, and Applications within Neutrosophic Modelling and Optimisation*, 2021, Article ID 5582102, 5 pages; DOI: 10.1155/2021/5582102.
49. Mohammed Albassam: Radar data analysis in the presence of uncertainty. Taylor&Francis: *European Journal of Remote Sensing*, 54:1, 140-144, 2021; DOI: 10.1080/22797254.2021.1886597.
50. Muhammad Aslam: A new goodness of fit test in the presence of uncertain parameters. Springer: *Complex & Intelligent Systems*, 7, 359–365, 2021; DOI: 10.1007/s40747-020-00214-8.
51. Abdullah M. Almarashi, Muhammad Aslam: Process Monitoring for Gamma Distributed Product under Neutrosophic Statistics Using Resampling Scheme. Hindawi: *Journal of Mathematics: Soft Computing Algorithms Based on Fuzzy Extensions*, Volume 2021, Article ID 6635846, 12 pages; DOI: 10.1155/2021/6635846.
52. Muhammad Aslam: A study on skewness and kurtosis estimators of wind speed distribution under indeterminacy. Springer: *Theoretical and Applied Climatology*, 143, 1227–1234, 2021; DOI: 10.1007/s00704-020-03509-5.
53. Muhammad Aslam, Ali Algarni: Analyzing the Solar Energy Data Using a New Anderson-Darling Test under Indeterminacy. Hindawi: *International Journal of Photoenergy*, Volume 2020, Article ID 6662389, 6 pages; DOI: 10.1155/2020/6662389.

54. Muhammad Aslam: Forecasting of the wind speed under uncertainty. *Nature: Sc. Rep.*, Volume 10 (2020).
55. Azhar Ali Janjua, Muhammad Aslam, Naheed Sultana: Evaluating the relationship between climate variability and agricultural crops under indeterminacy. *Springer: Theoretical and Applied Climatology*, Volume 142, pages 1641–1648 (2020); DOI: 10.1007/s00704-020-03398-8.
56. Rehan Ahmad Khan Sherwan, Mishal Naeem, Muhammad Aslam, Muhammad Ali Raza, Muhammad Abid, Shumaila Abbas: Neutrosophic Beta Distribution with Properties and Applications. *University of New Mexico: Neutrosophic Sets and Systems*, Vol. 41, 209-214, 2021; DOI: 10.5281/zenodo.4625715.
57. Muhammad Aslam, Ambreen Shafqat, Mohammed Albassam, Jean-Claude Malela-Majika, Sandile C. Shongwe: A new CUSUM control chart under uncertainty with applications in petroleum and meteorology. *PLoS ONE* 16(2): e0246185, 2021; DOI: 10.1371/journal.pone.0246185.
58. Muhammad Aslam: Monitoring the road traffic crashes using NEWMA chart and repetitive sampling. *Taylor&Francis: International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, Volume 28, 2021 - Issue 1, 39-45; DOI: 10.1080/17457300.2020.1835990.
59. Muhammad Aslam: Analysing Gray Cast Iron Data using a New Shapiro-Wilks test for Normality under Indeterminacy. *Taylor&Francis: International Journal of Cast Metals Research*, Volume 34, 2021 - Issue 1, 1-5; DOI: 10.1080/13640461.2020.1846959.
60. Ishmal Shahzadi, Muhammad Aslam, Hussain Aslam: Neutrosophic Statistical Analysis of Income of YouTube Channels. *University of New Mexico: Neutrosophic Sets and Systems*, Vol. 39, 101-106, 2020.
61. Nasrullah Khan, Muhammad Aslam, P. Jeyadurga, S. Balamurali: Monitoring of production of blood components by attribute control chart under indeterminacy. *Nature: Sc. Rep.*, volume 11 (2021).
62. Muhammad Aslam, Rashad A.R. Bantan: A study on measurement system analysis in the presence of indeterminacy. *Elsevier: Measurement*, Volume 166, December 2020, 108201; DOI: 10.1016/j.measurement.2020.108201.
63. Muhammad Aslam, Rashad A. R. Bantan, Nasrullah Khan: Design of NEWMA np control chart for monitoring neutrosophic nonconforming items. *Springer: Soft Computing*, Volume 24, 16617–16626 (2020); DOI: 10.1007/s00500-020-04964-y.
64. M. Albassam, Muhammad Aslam: Monitoring Non-Conforming Products Using Multiple Dependent State Sampling Under Indeterminacy-An Application to Juice Industry. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 172379-172386, 2020; DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3024569.
65. Ahmed Ibrahim Shawky , Muhammad Aslam, Khushnoor Khan: Multiple Dependent State Sampling-Based Chart Using Belief Statistic under Neutrosophic Statistics. *Hindawi: Journal of Mathematics*, Volume 2020, Article ID 7680286, 14 pages; DOI: 10.1155/2020/7680286.
66. Muhammad Aslam: Introducing Grubbs's test for detecting outliers under neutrosophic statistics - An application to medical datas. *Science Direct: Journal of King Saud University - Science*, Volume 32, Issue 6, September 2020, 2696-2700; DOI: 10.1016/j.jksus.2020.06.003.
67. Muhammad Aslam: A New Sampling Plan Using Neutrosophic Process Loss Consideration. *MDPI: Symmetry*, 2018, 10 (5), 132; DOI: 10.3390/sym10050132.
68. Muhammad Aslam, Osama H. Arif: Testing of Grouped Product for the Weibull Distribution Using Neutrosophic Statistics. *MDPI: Symmetry*, 2018, 10 (9), 403; DOI: 10.3390/sym10090403.
69. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan, Muhammad Zahir Khan: Monitoring the Variability in the Process Using Neutrosophic Statistical Interval Method. *MDPI: Symmetry*, 2018, 10 (11), 562; DOI: 10.3390/sym10110562.
70. Muhammad Zahir Khan, Muhammad Farid Khan, Muhammad Aslam, Abdur Razzaque Mughal: Design of Fuzzy Sampling Plan Using the Birnbaum-Saunders Distribution. *MDPI: Mathematics*, 2019, 7 (1), 9; DOI: 10.3390/math7010009.
71. Muhammad Aslam, Ali Hussein Al-Marshadi: Design of Sampling Plan Using Regression Estimator under Indeterminacy. *MDPI: Symmetry*, 2018, 10 (12), 754; DOI: 10.3390/sym10120754.
72. Muhammad Zahir Khan, Muhammad Farid Khan, Muhammad Aslam, Seyed Taghi Akhavan Niaki, Abdur Razzaque Mughal: A Fuzzy EWMA Attribute Control Chart to Monitor Process Mean. *MDPI: Information*, 2018, 9 (12), 312; DOI: 10.3390/info9120312.
73. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan, Mohammed Albassam: Control Chart for Failure-Censored Reliability Tests under Uncertainty Environment. *MDPI: Symmetry*, 2018, 10 (12), 690; DOI: 10.3390/sym10120690.
74. Muhammad Aslam, Mohammed Albassam: Application of Neutrosophic Logic to Evaluate Correlation between Prostate Cancer Mortality and Dietary Fat Assumption. *MDPI: Symmetry*, 2019, 11 (3), 330; DOI: 10.3390/sym11030330.
75. Muhammad Aslam, Mansour Sattam Aldosari: Inspection Strategy under Indeterminacy Based on Neutrosophic Coefficient of Variation. *MDPI: Symmetry*, 2019, 11 (2), 193; DOI: 10.3390/sym11020193.
76. Muhammad Aslam: A Variable Acceptance Sampling Plan under Neutrosophic Statistical Interval Method. *MDPI: Symmetry*, 2019, 11 (1), 114; DOI: 10.3390/sym11010114.
77. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan, Ali Hussein Al-Marshadi: Design of Variable Sampling Plan for Pareto Distribution Using Neutrosophic Statistical Interval Method. *MDPI: Symmetry*, 2019, 11 (1), 80; DOI: 10.3390/sym11010080.

78. Muhammad Aslam, Rashad A. R. Bantan, Nasrullah Khan: Design of S<sub>2</sub>N—NEWMA Control Chart for Monitoring Process having Indeterminate Production Data. MDPI: Processes, 2019, 7 (10), 742; DOI: 10.3390/pr7100742.
79. Muhammad Aslam, Ali Hussein Al-Marshadi, Nasrullah Khan: A New X-Bar Control Chart for Using Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average. MDPI: Mathematics, 2019, 7 (10), 957; DOI: 10.3390/math7100957.
80. Muhammad Aslam, P. Jeyadurga, Saminathan Balamurali, Ali Hussein Al-Marshadi: Time-Truncated Group Plan under a Weibull Distribution based on Neutrosophic Statistics. MDPI: Mathematics, 2019, 7 (10), 905; DOI: 10.3390/math710090557.
81. Muhammad Aslam, Osama Hasan Arif: Classification of the State of Manufacturing Process under Indeterminacy. MDPI: Mathematics, 2019, 7 (9), 870; DOI: 10.3390/math7090870.
82. Muhammad Aslam, Mohammed Albassam: Inspection Plan Based on the Process Capability Index Using the Neutrosophic Statistical Method. MDPI: Mathematics, 2019, 7 (7), 631; DOI: 10.3390/math7070631.
83. Muhammad Aslam, Rashad A. R. Bantan, Nasrullah Khan: Monitoring the Process Based on Belief Statistic for Neutrosophic Gamma Distributed Product. MDPI: Processes, 2019, 7 (4), 209; DOI: 10.3390/pr7040209.
84. Muhammad Aslam: Product Acceptance Determination with Measurement Error Using the Neutrosophic Statistics. Hindawi: Advances in Fuzzy Systems, Volume 2019, Article ID 8953051, 8 pages; DOI: 10.1155/2019/8953051.
85. Muhammad Aslam, Rashad A. R. Bantan, Nasrullah Khan: Design of a New Attribute Control Chart Under Neutrosophic Statistics. Springer: International Journal of Fuzzy Systems, Volume 21, 433–440 (2019); DOI: 10.1007/s40815-018-0577-1.
86. Muhammad Aslam, Osama H. Arif: Test of Association in the Presence of Complex Environment. Hindawi: Complexity, Volume 2020, Article ID 2935435, 6 pages; DOI: 10.1155/2020/2935435.
87. Mohammed Albassam, Nasrullah Khan, Muhammad Aslam: The W/S Test for Data Having Neutrosophic Numbers: An Application to USA Village Population. Hindawi: Complexity, Volume 2020, Article ID 3690879, 8 pages; DOI: 10.1155/2020/3690879.
88. Muhammad Aslam, Osama H. Arif, Rehan Ahmad Khan Sherwani: New Diagnosis Test under the Neutrosophic Statistics: An Application to Diabetic Patients. Hindawi: BioMed Research International, Volume 2020, Article ID 2086185, 7 pages; DOI: 10.1155/2020/2086185.
89. Muhammad Aslam, Ali Hussein Al-Marshadi: Design of a Control Chart Based on COM-Poisson Distribution for the Uncertainty Environment. Hindawi: Complexity, Volume 2019, Article ID 8178067, 7 pages; DOI: 10.1155/2019/8178067.
90. Muhammad Aslam, Osama H. Arif: Multivariate Analysis under Indeterminacy: An Application to Chemical Content Data. Hindawi: Journal of Analytical Methods in Chemistry, Volume 2020, Article ID 1406028, 6 pages; DOI: 10.1155/2020/1406028.
91. Muhammad Aslam, Abdulmohsen Al-Shareef, Khushnoor Khan: Monitoring the temperature through moving average control under uncertainty environment. Nature: Sc. Rep., Volume 10, Article number: 12182 (2020).
912. Muhammad Aslam: Design of Sampling Plan for Exponential Distribution Under Neutrosophic Statistical Interval Method. IEEE Access, vol. 6, pp. 64153-64158, 2018; DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2877923.
93. Muhammad Aslam: Control Chart for Variance Using Repetitive Sampling Under Neutrosophic Statistical Interval System. IEEE Access, vol. 7, pp. 25253-25262, 2019; DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2899020.
94. Muhammad Aslam, M. Azam, M. Albassam: Sampling Plan Using Process Loss Index Using Multiple Dependent State Sampling Under Neutrosophic Statistics. IEEE Access, vol. 7, pp. 38568-38576, 2019; DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2906408.
95. Naeem Jan, Muhammad Aslam, Kifayat Ullah, Tahir Mahmood, Jun Wang: An approach towards decision making and shortest path problems using the concepts of interval-valued Pythagorean fuzzy information. Wiley: International Journal of Intelligent Systems, Volume 34, Issue 10, October 2019, 2403-2428.
96. Muhammad Aslam: Attribute Control Chart Using the Repetitive Sampling Under Neutrosophic System. IEEE Access, vol. 7, 2019, 2163-3536; DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2895162.
97. Muhammad Aslam, R. A. R. Bantan, N. Khan: Design of a Control Chart for Gamma Distributed Variables Under the Indeterminate Environment. IEEE Access, vol. 7, pp. 8858-8864, 2019; DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2891005.
98. Muhammad Aslam, Muhammad Ali Raza: Design of New Sampling Plans for Multiple Manufacturing Lines Under Uncertainty. Springer: International Journal of Fuzzy Systems, volume 21, 978–992 (2019); DOI: 10.1007/s40815-018-0560-x.
99. Muhammad Aslam: A New Failure-Censored Reliability Test Using Neutrosophic Statistical Interval Method. Springer: International Journal of Fuzzy Systems, volume 21, 1214–1220 (2019); DOI: 10.1007/s40815-018-0588-y.
100. Muhammad Aslam: Neutrosophic analysis of variance: application to university students. Springer: Complex & Intelligent Systems, volume 5, 403–407 (2019); DOI: 10.1007/s40815-018-0588-y.
101. Muhammad Aslam, Mohammed Albassam: Presenting post hoc multiple comparison tests under neutrosophic statistics. Elsevier: Journal of King Saud University - Science, Volume 32, Issue 6, September 2020, 2728-2732; DOI: 10.1016/j.jksus.2020.06.008.



102. Muhammad Aslam, Mansour Sattam Aldosari: Analyzing alloy melting points data using a new Mann-Whitney test under indeterminacy. Elsevier: Journal of King Saud University - Science, Volume 32, Issue 6, September 2020, 2831-2834; DOI: 10.1016/j.jksus.2020.07.005.
103. Muhammad Aslam: On detecting outliers in complex data using Dixon's test under neutrosophic statistics. Elsevier: Journal of King Saud University - Science, Volume 32, Issue 3, April 2020, 2005-2008; DOI: 10.1016/j.jksus.2020.02.003.
104. Muhammad Aslam: A new attribute sampling plan using neutrosophic statistical interval method. Springer: Complex & Intelligent Systems, 5, 365–370 (2019); DOI: 10.1007/s40747-018-0088-6.
105. Muhammad Aslam, Saminathan Balamurali, Jeyadurga Periyasampandian, Ali Hussein Al-Marshadi: Plan for Food Inspection for Inflated-Pareto Data Under Uncertainty Environment. IEEE Access, vol. 7, 164186-164193, 2019; DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2951019.
106. Muhammad Aslam, R. A. R. Bantan, N. Khan: Design of X-Bar Control Chart Using Multiple Dependent State Sampling Under Indeterminacy Environment. IEEE Access, vol. 7, pp. 152233-152242, 2019; DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2947598.
107. Muhammad Aslam: Introducing Kolmogorov-Smirnov Tests under Uncertainty: An Application to Radioactive Data. American Chemical Society: ACS Omega 2020, 5, 1, 914-917; DOI: 10.1021/acsomega.9b03940.
108. Muhammad Aslam: Design of the Bartlett and Hartley tests for homogeneity of variances under indeterminacy environment. Taylor&Francis: Journal of Taibah University for Science, Volume 14, 2020, Issue 1; DOI: 10.1080/16583655.2019.1700675.
109. Muhammad Aslam, Muhammad Ali Raza, Liaquat Ahmad: Acceptance sampling plans for two-stage process for multiple manufacturing lines under neutrosophic statistics. IOS Press: Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, vol. 37, no. 6, pp. 7839-7850, 2019; DOI: 10.3233/JIFS-182849.
110. Muhammad Kashif, Hafiza Nida, Muhammad Imran Khan, Muhammad Aslam: Decomposition of Matrix under Neutrosophic Environment. University of New Mexico: Neutrosophic Sets and Systems, vol. 30, 143-148, 2019.
111. Muhammad Aslam, Nasrullah Khan: A new variable control chart using neutrosophic interval method-an application to automobile industry. University of New Mexico: Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, vol. 36, no. 3, pp. 2615-2623, 2019; DOI: 10.3233/JIFS-181767.
112. N Khan, L Ahmad, M Azam, M Aslam, F Smarandache, Control Chart for Monitoring Variation Using Multiple Dependent State Sampling Under Neutrosophic Statistics, in the book Neutrosophic Operational Research (eds. F. Smarandache, M. Abdel-Basset), Springer, pp 55-70, 10 September 2021, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57197-9\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57197-9_4).
113. Rehan Ahmad Khan Sherwani, Muhammad Aslam, Muhammad Ali, Raza Muhammad, Farooq Muhammad, Abid Muhammad Tahir, Neutrosophic Normal Probability Distribution—A Spine of Parametric Neutrosophic Statistical Tests: Properties and Applications, in the book Neutrosophic Operational Research (eds. F. Smarandache, M. Abdel-Basset), Springer, pp 153-169, 10 September 2021, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57197-9\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57197-9_8).
114. Rehan Ahmad Khan Sherwani, Muhammad Aslam, Huma Shakeel, Kamran Abbas, Farrukh Jamal, Neutrosophic Statistics for Grouped Data: Theory and Applications, in the book Neutrosophic Operational Research (eds. F. Smarandache, M. Abdel-Basset), Springer, pp 263-289, 10 September 2021, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57197-9\\_14](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57197-9_14).
115. Arif, O.H., Aslam, M. A new sudden death chart for the Weibull distribution under complexity. Complex Intell. Syst. 7, 2093–2101 (2021), Springer, <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00316-x>, <https://link.springer.com/article/10.1007/s40747-021-00316-x>
116. Wen-Qi Duan, Zahid Khan, Muhammad Gulistan, Adnan Khurshid, Neutrosophic Exponential Distribution: Modeling and Applications for Complex Data Analysis, Complexity, vol. 2021, Article ID 5970613, 8 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5970613>
117. Akber Abbasi, S., Abid, M., Riaz, M., & Nazir, H. Z. (2020). Performance evaluation of moving average-based EWMA chart for exponentially distributed process. Journal of the Chinese Institute of Engineers, 1-8.
118. Areepong, Y. (2012). Explicit formulas of average run length for a moving average control chart for monitoring the number of defective products. International Journal of Pure and Applied Mathematics, 80(3), 331-343.
119. Aslam, M. (2021). An insight into control charts using EWMA. Communications in Statistics-Theory and Methods, 1-5.
119. Aslam, M., Khan, N., & Jun, C.-H. (2015). A new S 2 control chart using repetitive sampling. Journal of Applied Statistics, 42(11), 2485-2496.
120. Aslam, M., Saghir, A., & Ahmad, L. (2020). Introduction to statistical process control: John Wiley & Sons.
121. Chen, J., Ye, J., & Du, S. (2017). Scale effect and anisotropy analyzed for neutrosophic numbers of rock joint roughness coefficient based on neutrosophic statistics. Symmetry, 9(10), 208.
122. Chen, J., Ye, J., Du, S., & Yong, R. (2017). Expressions of rock joint roughness coefficient using neutrosophic interval statistical numbers. Symmetry, 9(7), 123.
123. Hunter, J. S. (1986). The exponentially weighted moving average. Journal of Quality Technology, 18(4), 203-210.

124. Montgomery, D. C. (2007). Introduction to statistical quality control: John Wiley & Sons.
125. Woodall, W. H. (2022). Book review: Introduction to statistical process control: Introduction to statistical process control by Muhammad Aslam, Aamir Saghir and Liaquat Ahmad, John Wiley & sons, Hoboken, NJ, 2020. 304 pp. \$120.00 hardcover, ISBN 978-1-119-52845-6: Taylor & Francis.
126. Florentin Smarandache: Subtraction and Division of Neutrosophic Numbers, Critical Review, Vol. XIII, 2016, pp. 103-110, <http://fs.unm.edu/CR/SubstractionAndDivision.pdf>.
127. Woodall, W. H. (2022), Messages to F. Smarandache, M. Aslam and others, ResearchGate.net, September 2022.

#### **Seminarios de Estadística Neutrosófica**

- S1. F. Smarandache, History of Neutrosophic Set, Logic, Probability and Statistics and their Applications, Mathematics and Statistics Departments, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia, 19 December 2019.
- S2. F. Smarandache, Neutrosophic Set and Logic / Interval Neutrosophic Set and Logic / Neutrosophic Probability and Neutrosophic Statistics / Neutrosophic Precalculus and Calculus / Symbolic Neutrosophic Theory / Open Challenges of Neutrosophic Set, lecture series, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Vietnam, 31st May - 3th June 2016.
- S3. F. Smarandache, Neutrosophic Set and Logic / Interval Neutrosophic Set and Logic / Neutrosophic Probability and Neutrosophic Statistics / Neutrosophic Precalculus and Calculus / Symbolic Neutrosophic Theory / Open Challenges of Neutrosophic Set, Ho Chi Minh City University of Technology (HUTECH), Ho Chi Minh City, Vietnam, 30th May 2016.
- S4. F. Smarandache, Neutrosophic Set and Logic / Interval Neutrosophic Set and Logic / Neutrosophic Probability and Neutrosophic Statistics / Neutrosophic Precalculus and Calculus / Symbolic Neutrosophic Theory / Open Challenges of Neutrosophic Set, lecture series, Vietnam national University, Vietnam Institute for Advanced Study in Mathematics, Hanoi, Vietnam, lecture series, 14th May – 26th May 2016.
- S5. F. Smarandache, Foundations of Neutrosophic Logic, Set, Probability and Statistics and their Applications in Science. n-Valued Refined Neutrosophic Set, Logic, Probability and Statistics, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencia Matematicas, Departamento de Geometria y Topologia, Instituto Matematico Interdisciplinar (IMI), Madrid, Spain, 9th July 2014.

**Recibido:** 15 de septiembre de 2022. **Aceptado:** 02 de octubre de 2022