

**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUPERIOR DE SAN ANDRÉS  
TUXTLA. INGENIERIA  
INDUSTRIAL**

**DOCENTE:**

**ING: INOCENCIO GARCIA HUERTA**

**PRESENTA:**

Aguilera Bustamante Alan Adrian

**EJERCICIO CUSUM Y EWMA**

## INTRODUCCION

Los gráficos de control que hemos visto hasta ahora se conocen como gráficos de Shewhart. Un punto débil de los gráficos de Shewhart es que solo se utiliza la información contenida en la última muestra representada e ignora la información dada por el conjunto de muestras. Es cierto que la incorporación de límites de atención y el estudio de pautas trata de mejorar la sensibilidad del gráfico Shewhart utilizando más el conjunto de la información, pero a costa de complicar algo el gráfico reduciendo la sencillez de la Interpretación.

El gráfico de sumas acumuladas (CUSUM) se presenta como una alternativa al grafico de Shewhart. Incorpora directamente toda la información representando las sumas acumuladas de las desviaciones de los valores muestrales respecto de un valor objetivo. Por ejemplo, supongamos que se toman muestras de tamaño igual o mayor que 1, siendo la media muestral de la muestra  $i$ .

La grafica CUSUM fue propuesta por Page (1954), y el nombre de CUSUM se debe a que es una carta en la cual se grafica la suma acumulada de las desviaciones con respecto a la media global (si el proceso está centrado, se podrían considerar las desviaciones con respecto al valor nominal de la característica de interés). Sean  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_m$  las medias observadas en  $m$  subgrupos y sea  $\mu$  la media global estimada. Entonces, en los primeros  $m$  puntos de inspección sobre la carta CUSUM se grafican las sumas acumuladas:

$$S_1 = (X_1 - \mu)$$

$$S_2 = (X_1 - \mu) + (X_2 - \mu)$$

$$S_3 = (X_1 - \mu) + (X_2 - \mu) + (X_3 - \mu)$$

$$S_m = (X_1 - \mu) + (X_2 - \mu) + (X_3 - \mu) + \dots + (X_m - \mu) = \sum_{i=1}^m (X_i - \mu)$$

Mientras el proceso se mantenga en control estadístico centrado sobre  $\mu$ , los valores de estas sumas acumuladas oscilaran alrededor de cero. Note que la suma  $S_m$  pondera por igual a todas las medias observadas hasta ese momento, incluyendo la del subgrupo  $m$ .

Esto hace que si el proceso se va modificando poco a poco o cambia a una nueva media, las sumas acumuladas sean bastante sensibles para detectar el cambio rápidamente, en particular si este tiene una magnitud de alrededor de  $1\sigma_x$ . En general, la CUSUM detecta con más rapidez que la carta  $X$  tradicional los cambios de nivel de magnitudes entre  $0.2\sigma_x$  y  $2\sigma_x$

## EWMA

Los gráficos EWMA o de medidas móviles ponderadas exponencialmente (EWMA = exponentially weighted moving-average) se realizan usualmente sobre observaciones individuales. En este grafico también se calcula en cada periodo los valores de las observaciones pasadas. La variable que representa en cada periodo es un promedio de observación contemporánea y las observaciones anteriores, donde se da más peso a las observaciones más recientes. En general, a este tipo de promedios donde cada instante se incorpora nueva información se le va restando peso a las informaciones históricas, se le denomina media móvil (en inglés moving average).

## EJERCICIO

Con los datos correspondientes elaborar una gráfica de CUSUM Y EWMA. En primera instancia es necesario calcular los parámetros Z correspondiente a cada lectura, para el primer dato (el correspondiente a 9.45), el cálculo es:

$$\lambda = 0.10$$

$$k = 2.7$$

$$\mu_0 = 10$$

$$\sigma = 1$$

$$Z_1 = \lambda x_1 + (1 - \lambda)Z_0$$

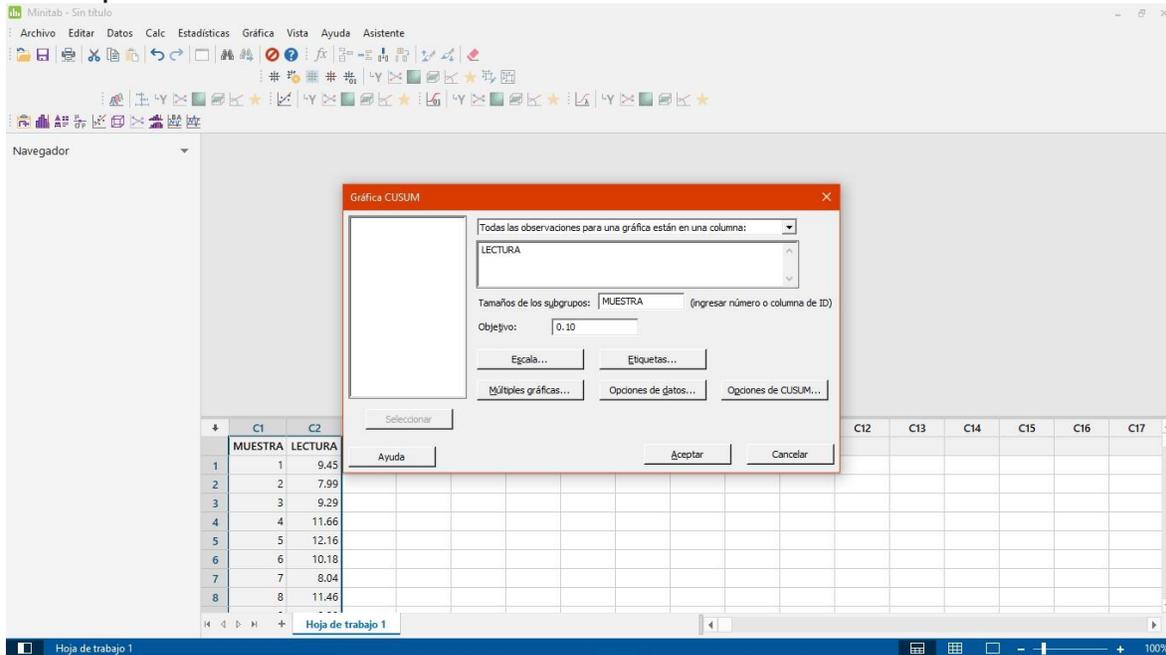
$$Z_1 = 0.10 (9.45) + (1 - 0.10) (10)$$

$$Z_1 = 9.945$$

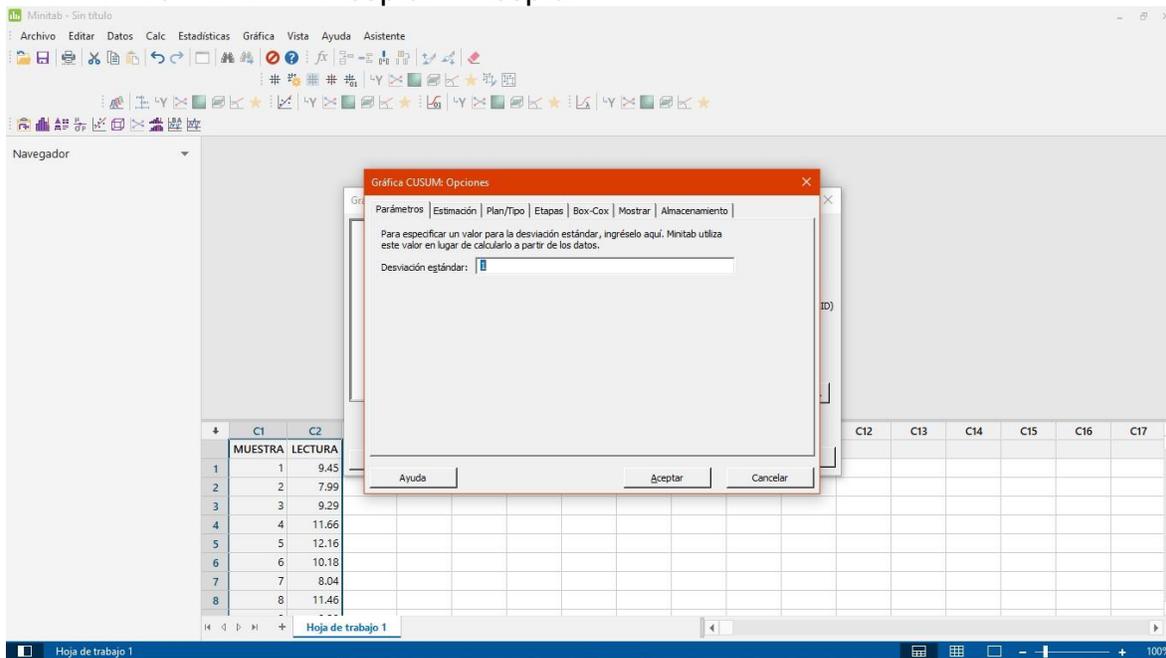
MUESTRA	LECTURA
1	9.45
2	7.99
3	9.29
4	11.66
5	12.16
6	10.18
7	8.04
8	11.46
9	9.20
10	10.34
11	9.03
12	11.47
13	10.51
14	9.40
15	10.08
16	9.37
17	10.62

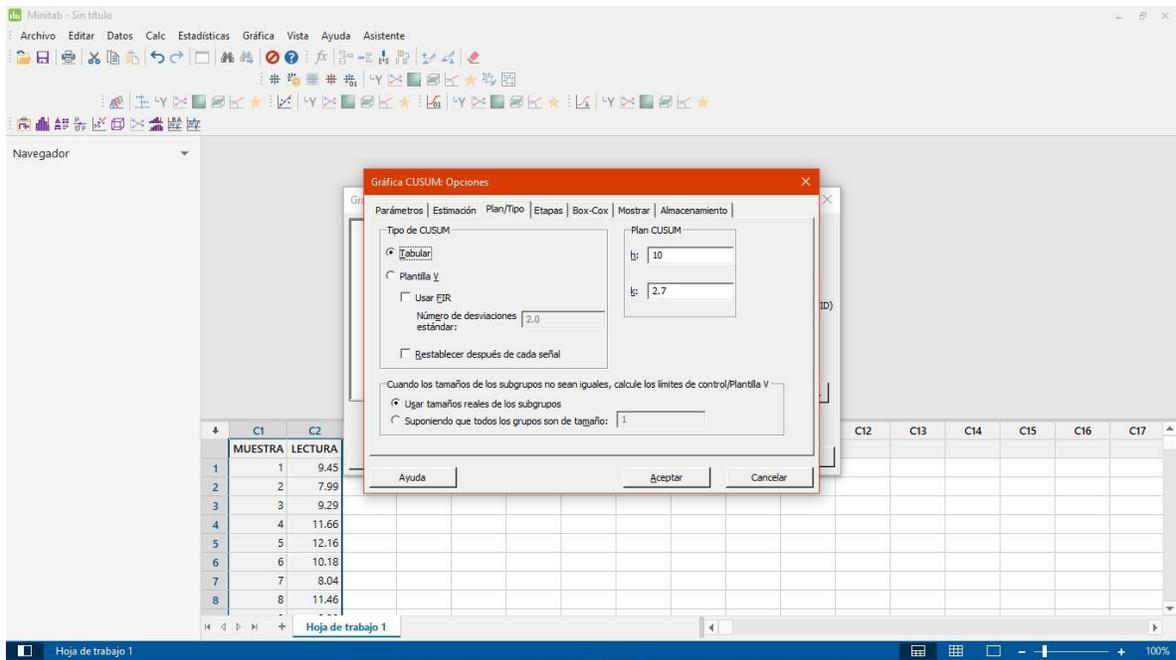


3. Cuando le demos en CUSUM se va a abrir una ventana, se selecciona lectura > en tamaño de los subgrupos seleccionamos muestra > y en objetivo ponemos 0.10

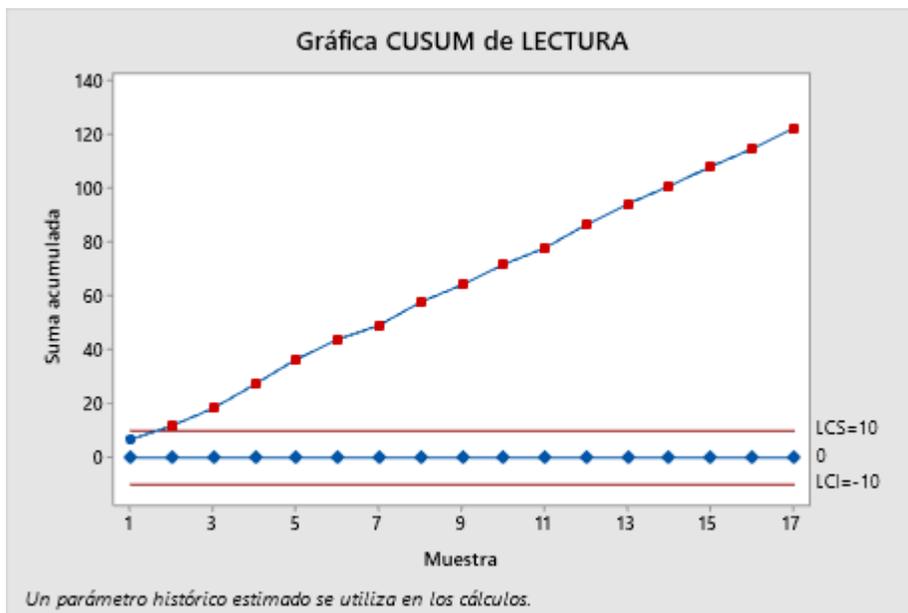


4. Luego nos vamos a la opción "Opciones de CUSUM" y se abre una nueva ventana, en parámetros se pone la desviación estándar de 1 > plan tipo > h=10 > k=2.7 > Aceptar > Aceptar





5. De ahí sigue analizar el diagrama de CUSUM



### Resultados de la prueba para la gráfica CUSUM de LECTURA

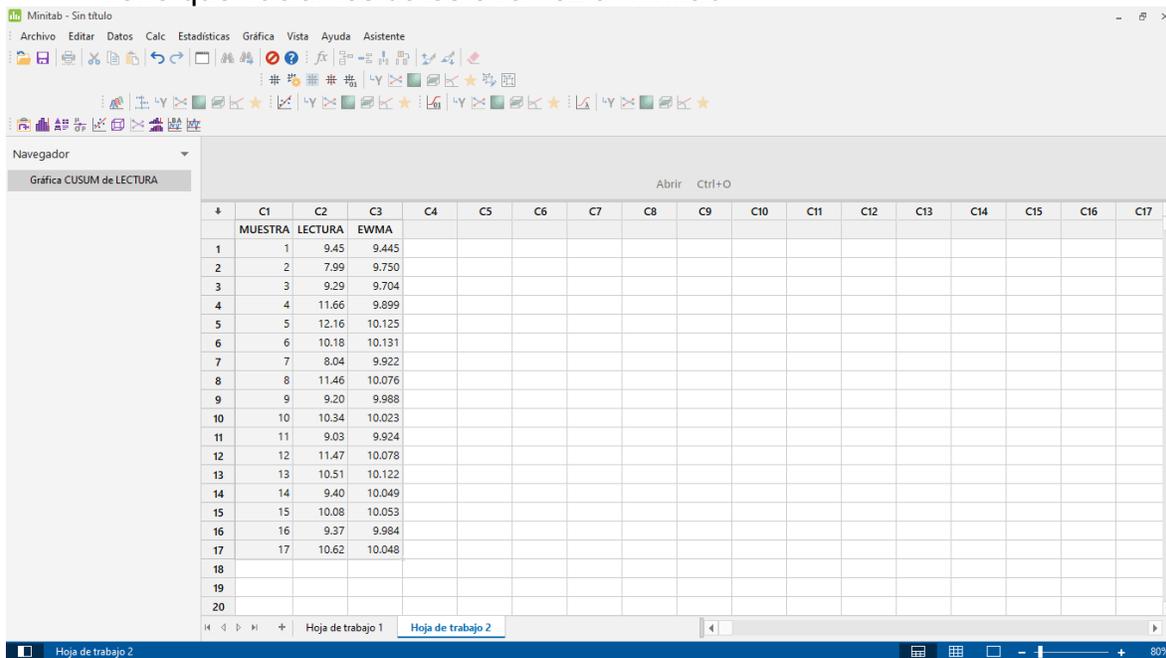
TEST. Un punto más allá de los límites de control.

La prueba falló en los puntos: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

6. Ahora se procederá a terminar la tabla de datos para poder realizar la gráfica de EWMA

MUESTRA	LECTURA	EWMA
1	9.45	9.445
2	7.99	9.750
3	9.29	9.704
4	11.66	9.899
5	12.16	10.125
6	10.18	10.131
7	8.04	9.922
8	11.46	10.076
9	9.20	9.988
10	10.34	10.023
11	9.03	9.924
12	11.47	10.078
13	10.51	10.122
14	9.40	10.049
15	10.08	10.053
16	9.37	9.984
17	10.62	10.048

7. Ya una vez se llenó la tabla, se vuelve a hacer lo mismo que en el inicio, se tiene que vaciar los datos otra vez a Minitab.



## 8. De ahí nos vamos a > Estadísticos > Gráficas de control > Gráficas de tiempo ponderado > EWMA

The screenshot shows the Minitab software interface. The menu path is: Estadísticos > Gráficas de control > Gráficas de tiempo ponderado > EWMA. The background data table is as follows:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
	MUESTRA	LECTURA	EWMA														
1	1	9.45	9.445														
2	2	7.99	9.750														
3	3	9.29	9.704														
4	4	11.66	9.899														
5	5	12.16	10.125														
6	6	10.18	10.131														
7	7	8.04	9.922														
8	8	11.46	10.076														
9	9	9.20	9.988														

## 9. Se abre una nueva ventana > selecciono LECTURA > tamaños de los subgrupos 1 > ponderación de EWMA:0.10

The screenshot shows the Minitab software interface with the 'Gráfica EWMA' dialog box open. The dialog box has the following settings:

- Todas las observaciones para una gráfica están en una columna: LECTURA
- Tamaños de los subgrupos: 1 (Ingresar un número o ID de columna)
- Ponderación de EWMA: 0.10

The background data table is the same as in the previous screenshot.

## 10. Opciones EWMA > media 10 > desviación estándar de 1 > límites 2.7

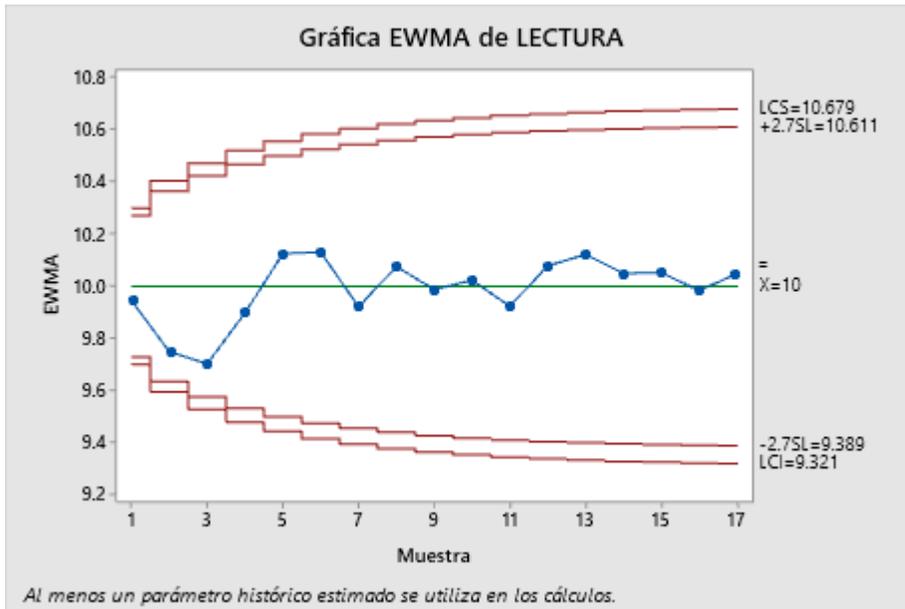
The screenshot shows the Minitab interface with the 'Gráfica EWMA: Opciones' dialog box open. The 'Parámetros' tab is selected. The 'Media' field is set to 10 and the 'Desviación estándar' field is set to 1. The background spreadsheet shows data for 'MUESTRA' and 'LECTURA'.

MUESTRA	C1	C2
1	1	9.4
2	2	7.5
3	3	9.29
4	4	11.66
5	5	12.16
6	6	10.18
7	7	8.04
8	8	11.46
9	9	9.20

The screenshot shows the Minitab interface with the 'Gráfica EWMA: Opciones' dialog box open. The 'Límites' tab is selected. The 'Mostrar límites de o adicionales en' field is set to 'Estos múltiplos de la desviación estándar: 2.7'. The 'Colocar bandas a los límites de control' section has 'Banda de límite inferior de desviación estándar' and 'Banda de límite superior de desviación estándar' checked. The 'Usar tamaños reales de los subgrupos' radio button is selected.

MUESTRA	C1	C2
1	1	9.4
2	2	7.5
3	3	9.29
4	4	11.66
5	5	12.16
6	6	10.18
7	7	8.04
8	8	11.46
9	9	9.20

11. Se le da aceptar > aceptar a la ventana anterior y de ahí se ven los resultados



## CONCLUSION

Para concluir como se puede observar en la gráfica de CUSUM se puede notar que La prueba falló en los puntos: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ya que la gráfica tiene tendencia ascendente y se sale de los límites de control, mientras que en la gráfica de EWMA se puede ver que todos los valores quedaron dentro de los límites de control y no presentan error alguno.

## LISTA DE COTEJO PARA EJERCICIOS

DATOS GENERALES				
Nombre del(a) alumno(a): Aguilera Bustamante Alan Adrián				
GRUPO:	901C	CARRERA:	Ingeniería Industrial	
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA		NOMBRE DEL CURSO: Six Sigma		
NOMBRE DEL DOCENTE: MII Inocencio García Huerta		FIRMA DEL DOCENTE		
DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN				
PRODUCTO: EJERCICIO CUSUM Y EWMA	FECHA: 25/11/2022	PERIODO ESCOLAR: SEP2022-ENE2023		
INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN				
Revisar las actividades que se solicitan y marque con una X en los apartados "SI" cuando la evidencia se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" escriba indicaciones que puedan ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas, si fuese necesario.				
VALOR DEL REACTIVO	CARACTERÍSTICA A CUMPLIR (REACTIVO)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Presentación El trabajo cumple con los requisitos de: <b>a.</b> Buena presentación	5		
5%	<b>b.</b> Faltas de ortografía	5		
5%	<b>c.</b> Lenguaje técnico apropiado	5		
5%	<b>d.</b> Desarrollo coherente del tema	5		
40%	<b>e.</b> No hay ideas, datos o hechos ajenos al tema original.	30		
40%	<b>Enfoque:</b> Solamente aparece lo importante y solo lo importante.	35		
100%	<b>CALIFICACIÓN</b>	85		