



# 10 consideraciones importantes al evaluar la capacidad del proceso



La capacidad del proceso es esencial para asegurar que un proceso pueda cumplir consistentemente con los requisitos y expectativas de nuestros clientes. Al cuantificar la capacidad de un proceso de producir los resultados deseados, las organizaciones pueden mantener de manera efectiva productos de alta calidad y minimizar los defectos. Desde la manufactura hasta las industrias de servicios, entender y aprovechar el poder del análisis de capacidad es esencial para impulsar la mejora continua, mejorar la satisfacción del cliente y, en última instancia, lograr un éxito sustentable en el dinámico entorno empresarial actual.

Entonces, ¿por qué tantos consumidores de estas métricas no las utilizan o interpretan correctamente? Profundicemos en algunas consideraciones importantes que suelen pasarse por alto al informar e interpretar ese valor de Cpk o Ppk.

## Consideración 1: ¿Es estable su proceso?

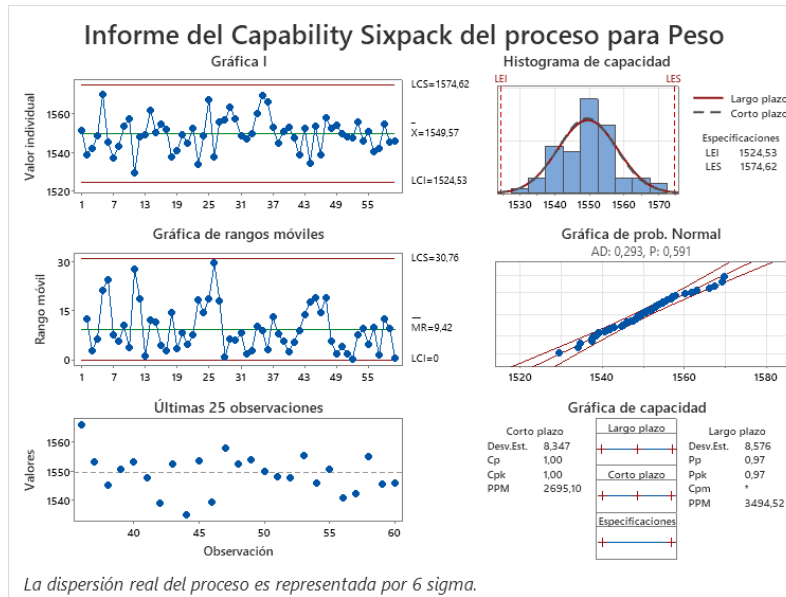
Si bien debemos sacar los productos, las empresas más exitosas dan un paso atrás y monitorean sus procesos para asegurarse de que sean estables primero. Asegurarse de que su proceso sea estable es importante para la capacidad del proceso por dos razones:

1. Centrarse en la estabilidad del proceso reduce inherentemente la variación del proceso, lo que a su vez aumenta la capacidad del proceso.
2. Si el proceso no es estable, ¿cómo puede saber si el proceso es capaz? En otras palabras, la pregunta se convierte en: ¿Capacidad cuándo? Si el proceso cambia, realmente no sabemos si era capaz de ofrecer el producto requerido cuando un cliente en particular lo recibió.

Por ejemplo, un fabricante de bebidas monitorea los pesos de llenado en un proceso de embotellado. Los pesos de llenado tienen que estar entre 1500 y 1600 gramos. La Capability Sixpack de Minitab Statistical Software proporciona una revisión general rápida de la capacidad y estabilidad del proceso. (Elija **Estadísticas > Herramientas de calidad > Capability Sixpack > Normal.**)

Consejo profesional: Debido a que sus datos no se recopilaron en subgrupos, utilice un tamaño de subgrupo de 1 al llenar el cuadro de diálogo.

En la pantalla gráfica resultante a continuación, podemos concluir que este proceso es estable porque no hay valores fuera de los límites de control rojos y no aparecen alertas adicionales de variación por causas especiales en la gráfica I o la gráfica de rango móvil.



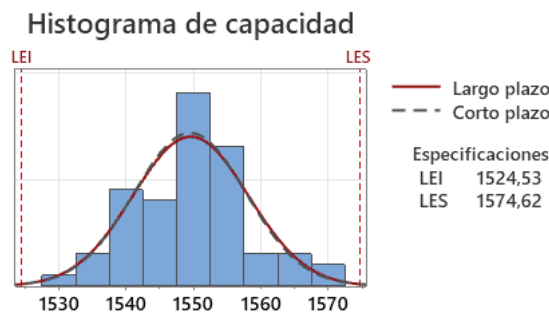
Si, por otro lado, las alertas en la gráfica I o la gráfica de rango móvil indicaron que la media o variación del proceso estaba cambiando, su mejor curso de acción sería detenerse y determinar la causa raíz de estos patrones cambiantes.

Por suerte para nosotros, este no es el caso, y podemos pasar a nuestra próxima consideración.

## Consideración 2: ¿Es su proceso normal?

Podría decir: por supuesto, mi proceso es normal. Funciona como lo hace normalmente. Pero cuando hablamos de un proceso normal, en realidad nos referimos a la forma de las mediciones que provienen de su proceso.

Las mediciones como el peso de llenado suelen seguir un patrón normal, o en forma de campana, porque las botellas se llenan automáticamente con una máquina que tiende a comportarse de manera consistente. Los pesos de llenado resultantes se centran alrededor de un valor específico, la media, y luego se separan de la misma manera en el lado bajo y en el lado alto de la media. A partir del Capability Sixpack anterior, puede ver en el histograma que los pesos de llenado tienen razonablemente forma de campana.



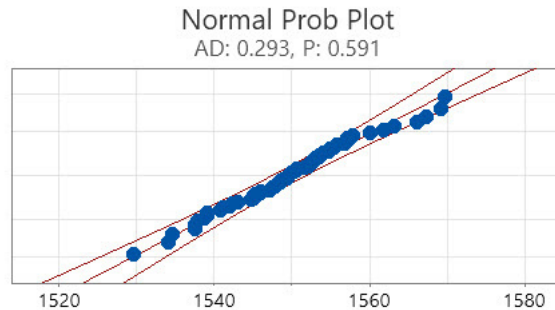
Hasta ahora, todo bien. Pero a medida que mejoramos nuestra experiencia en analítica, nos enteramos de que suele ser una buena idea vincular una prueba de hipótesis con cualquier conclusión que podamos sacar a partir de una visualización. Eso nos lleva a nuestra tercera consideración.

### Consideración 3: ¿Existe evidencia contra la normalidad?

Para pasar de la verificación visual de la normalidad a un enfoque estadístico más sofisticado, podemos utilizar la prueba Anderson-Darling. La prueba Anderson-Darling compara la muestra de datos que usted tiene con una distribución conocida, como la distribución normal. Las hipótesis de la prueba Anderson-Darling son:

- H0: Los datos provienen de una población normalmente distribuida
- H1: Los datos no provienen de una población distribuida normalmente

Para entender la prueba de Anderson-Darling, podemos pasar a la siguiente gráfica de nuestro Capability Sixpack, la gráfica de probabilidad que se muestra a continuación. Las líneas de cuadrícula que forman el fondo de la gráfica no están espaciadas uniformemente en la dirección vertical. En cambio, estas líneas de cuadrícula se ajustan para reflejar cómo se ve una distribución normal con espacio para más observaciones en el centro y menos espacio para observaciones en los extremos alto y bajo. Los puntos azules de la gráfica no suponen ninguna distribución, pero si la distribución reflejada en la cuadrícula es apropiada, los puntos caerán en una línea relativamente recta como lo hacen aquí. Además, el valor p de  $p = 0.591$  es mayor que el valor de referencia estándar de  $\alpha = 0.05$  para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, no hay evidencia contra los datos provenientes de una población distribuida normalmente.



Para estos datos, podemos proceder como si los datos fueran de una población normalmente distribuida. Lo que nos lleva a lo siguiente que debemos considerar.

### Consideración 4: ¿Demostró usted que los datos son normales?

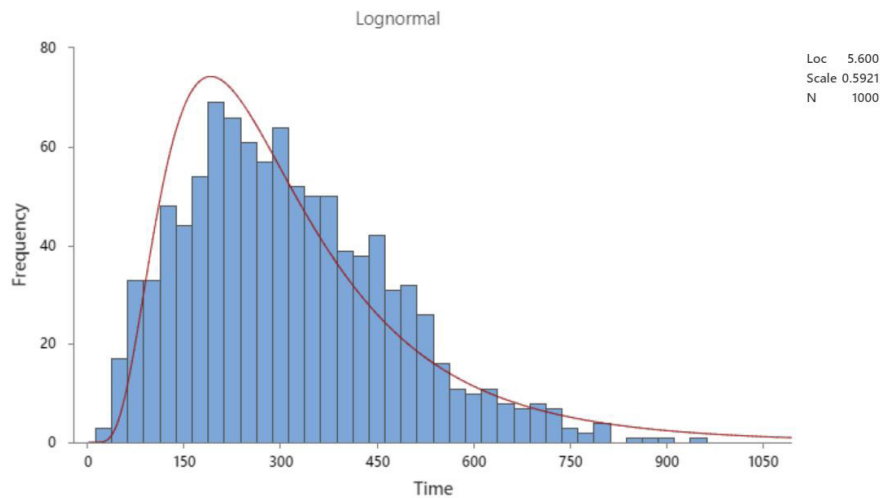
Si bien una prueba de hipótesis y un valor p pueden ser muy útiles para descartar que una distribución sea la correcta para los datos en cuestión, no demuestran nada. Recuerde el dicho: “Inocente hasta que se demuestre culpable”. Bueno, en el caso de las pruebas de Anderson-Darling, asumimos que la distribución que se pone a prueba es la correcta y buscamos evidencia en contra de eso. Entonces, si nuestra prueba de Anderson-Darling da como resultado un valor p mayor que 0.05, no hemos demostrado nada; simplemente no hemos encontrado suficiente evidencia contra esa distribución que represente la población de la que proviene nuestra muestra.

La prueba Anderson-Darling está disponible para varias distribuciones además de la distribución normal. Debido a que la hipótesis nula para esta prueba siempre es que los datos de la muestra provienen de una población que sigue esa distribución en particular, a menudo podemos suponer que varias distribuciones diferentes podrían ser apropiadas. En otras palabras, podemos usar el valor p de la prueba de Anderson-Darling para descartar distribuciones, pero no podemos usar este valor p para demostrar que una

distribución es la correcta. Este enigma nos lleva a la siguiente consideración.

## Consideración 5: ¿Qué pasa si mis datos son no normales?

Hay múltiples razones por las que la prueba de normalidad de Anderson-Darling da como resultado un valor  $p$  menor que 0.05. La razón más lógica (y común) es que sus datos provienen de una población que no sigue un patrón en forma de campana. Por ejemplo, los datos de tiempo de espera contienen con frecuencia un puñado de ejemplos de tiempo extremadamente largo y podrían seguir un patrón como se ve en el histograma de abajo.

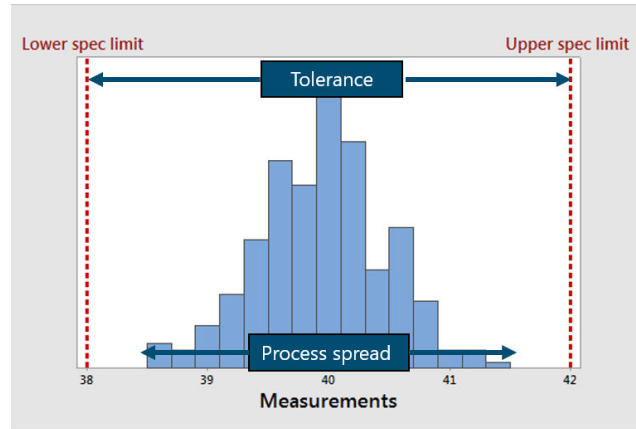


La no normalidad de los datos no es un problema. Minitab Statistical Software tiene varias otras distribuciones, como la distribución lognormal que se ve arriba y que se puede utilizar para estimar la capacidad de su proceso. Lo que nos lleva a la siguiente consideración.

## Consideración 6: ¿Por qué es importante la no normalidad?

Resulta que para muchas situaciones en estadística, el supuesto de normalidad no es realmente muy importante. Desafortunadamente, el análisis de capacidad no es una de esas situaciones. La normalidad no es un supuesto importante para las técnicas que implican diferencias en las medias, como las pruebas  $t$  o el análisis de varianza (ANOVA), porque si se recopilan las medias de puntos de datos individuales provenientes de poblaciones no normales, estas medias terminan después de una distribución normal.

Por otro lado, si queremos determinar la capacidad de un proceso que se encuentra dentro de los límites de especificación, el enfoque está en las observaciones individuales que se encuentran en las colas de la distribución, no en las medias. En términos sencillos, la capacidad es la relación de la tolerancia con la dispersión del proceso. Para medir la dispersión de un proceso, necesitamos conocer la distribución, o forma, de la población de la que se tomó la muestra de los datos.



Al estimar la capacidad del proceso para situaciones como el tiempo de espera de los pacientes o los muchos otros casos en los que se descubre que los datos no son normales, tendremos que considerar la posibilidad de examinar más allá de las estimaciones de capacidad tradicionales establecidas para los datos de una distribución normal. También tenemos que pensar si los datos provienen de hecho de una población no normal o si algo más está causando un valor p bajo de Anderson-Darling. Esto nos lleva a lo siguiente que debemos considerar.

### Consideración 7: ¿Cómo afectan los valores atípicos la distribución?

Los valores atípicos, o puntos de datos que están fuera del rango esperado, pueden tener un efecto sustancial en qué tan bien se ajusta una distribución, normal o no. Cuando existen valores atípicos extremos, es probable que su valor p de Anderson-Darling sea menor que el valor de referencia de 0.05 para cada distribución que pruebe, lo que indica que ninguna distribución representa la forma adecuada para su proceso. En este caso, lo primero por considerar es qué hizo que los valores atípicos estuvieran presentes.

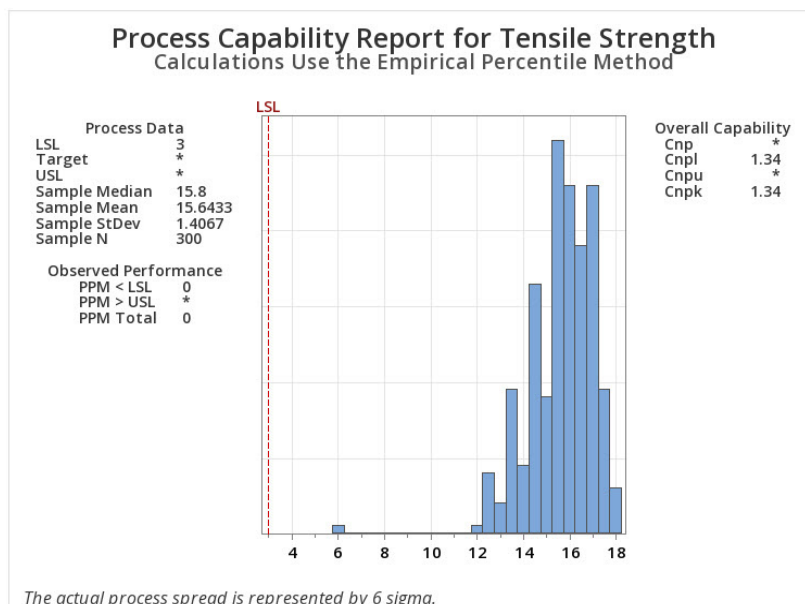
¿No es su proceso estable? (Consulte la Consideración 1). ¿Causó algo explicable, pero no típico, como un error de medición, el valor atípico? (Considere eliminar ese punto de datos.) ¿O el valor atípico es solo parte de los datos? En este caso, un enfoque libre de distribución (no paramétrico) podría ser el camino a seguir. Lo que nos lleva a la siguiente consideración.

### Consideración 8: ¿Debo suponer una distribución?

Suponer una distribución es común en los análisis estadísticos. Nos permite llenar las brechas y hacer supuestos sobre lo que sucede en lugares donde existen datos limitados o no hay datos. Sin embargo, hay ocasiones, especialmente cuando existen valores atípicos extremos, en las que un enfoque sin distribución puede ser la mejor opción. Sin embargo, hay un pero con esto: un enfoque sin distribución requerirá más datos porque necesitará suficientes datos, idealmente unos cuantos cientos de puntos de datos, para obtener un buen reflejo de cómo se ve la población.

Por ejemplo, una empresa de dispositivos médicos tiene que asegurarse de que los tubos utilizados en un dispositivo de oxígeno sean capaces de cumplir con una especificación de resistencia específica. Y cuando se realizaron pruebas con muestras de este tubo, una muestra se rompió inesperadamente con menos fuerza. Aquí, el valor atípico sigue estando por encima del límite de especificación inferior, pero causa un problema cuando se busca una distribución adecuada.

Afortunadamente, Minitab Statistical Software ahora ofrece un análisis de capacidad no paramétrico (Elija **Estadísticas > Herramientas de calidad > Análisis de capacidad > No paramétrico.**) En los resultados siguientes, el estadístico de capacidad no paramétrica, Cnpk, es 1.34, lo que está por encima del punto de referencia de capacidad común de 1.33. Sin la necesidad de asumir una distribución, podemos concluir que nuestro proceso es capaz, incluso con el valor atípico.



Como puede ver, tener un enfoque libre de distribución escondido bajo la manga es muy útil. Pero con todas las opciones disponibles ahora, ¿cómo elegimos entre ellas? Esto conduce a nuestra próxima consideración.

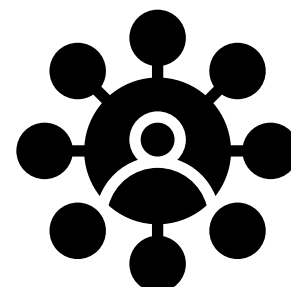
## Consideración 9: ¿Qué enfoque debo elegir?

Hay tres enfoques generales para manejar datos no normales al estimar la capacidad. Podemos:

- Utilizar una distribución no normal, como la distribución lognormal o de Weibull.
- Utilizar una función de los datos, como el registro de los datos, para hacer que los datos de las colas largas del histograma sean menos extremos y, por lo tanto, los datos tengan más forma de campana o sean más normales.
- Utilizar un enfoque que no requiera una distribución asumida.

Minitab Statistical Software ofrece todos estos enfoques, incluida una herramienta de identificación de distribuciones para ayudarle a seleccionar una distribución o transformación apropiada.

(Elija **Estadísticas > Herramientas de calidad > Identificación de distribución individual.**) Estos enfoques comprobados son excelentes para casos en los que se sabe exactamente cómo desea manejar la falta de normalidad en los datos. Sin embargo, si no está seguro de por dónde desea comenzar o encuentra toda esta información un poco abrumadora, permítame ofrecerle una



consideración final.

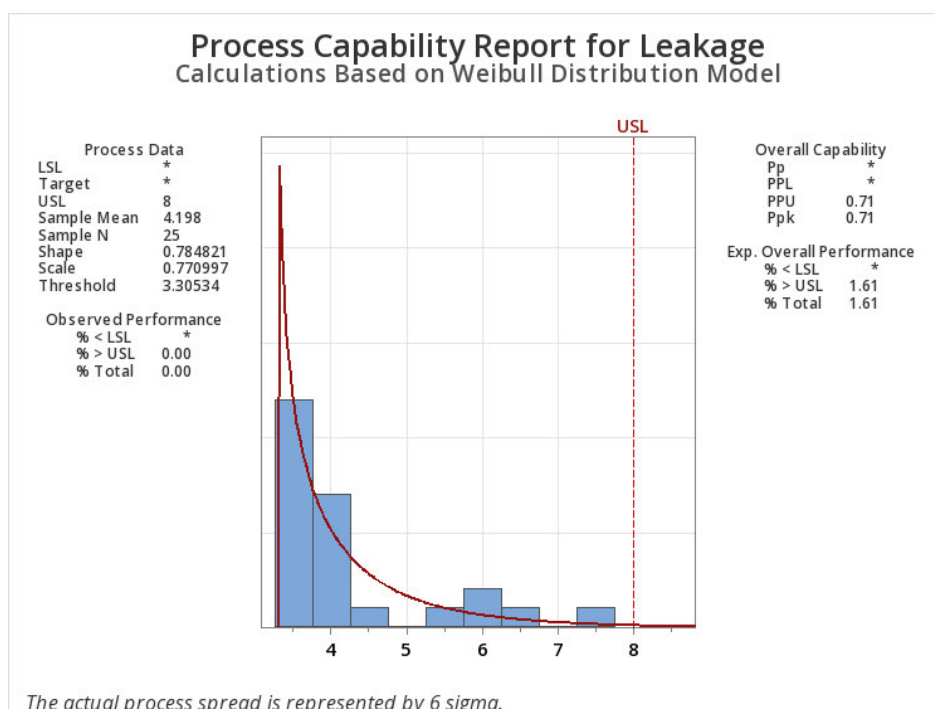
## Consideración 10: Permita que la inteligencia artificial (IA) específica para el contexto decida

El nuevo análisis automatizado de capacidad de Minitab Statistical Software utiliza la información recopilada a partir de muchos años de experiencia en el mercado de la calidad para proporcionar un enfoque automatizado para proporcionar la estadística de capacidad más precisa a través de inteligencia artificial basada en reglas a partir de sus datos.

Por ejemplo, una empresa farmacéutica necesita estimar la capacidad de su proceso de sellar frascos de pastillas con mínima fuga de aire. Utilizando una máquina de prueba de fugas, miden la fuga que proviene de una muestra de estos frascos. Utilizando el Análisis de capacidad automatizado, Minitab Statistical Software encontrará una estimación de capacidad razonable para estos datos teniendo en cuenta todo lo que hemos analizado aquí y más. (Elija **Estadísticas > Herramientas de calidad > Análisis de capacidad > Automatizado.**)

¡Y los resultados ya están disponibles! La rutina comenzará con la distribución normal y, si eso se ajusta, terminamos. (¿Por qué buscarse problemas si no tenemos que hacerlo?) En el caso de los datos de fugas, la rutina procedió a través de varias distribuciones, de más común a menos común, y llegó a una que es un buen ajuste.

En la siguiente gráfica, vemos que este proceso no es capaz. Para que un proceso se considere capaz, el Ppk debe estar muy por encima de 1.0; normalmente 1.33 o 1.5. El Ppk de 0.71 indica que la dispersión esperada del proceso es un poco más amplia que la tolerancia y podemos esperar ver una tasa de defectos de alrededor de 1.61 %.





El análisis automatizado de capacidad de Minitab Statistical Software siguió un conjunto de reglas que un especialista en estadística probablemente seguiría para analizar estos datos. Y si su experiencia en el dominio le dice que otro enfoque, como una transformación, podría funcionar mejor para su situación, simplemente haga clic en el botón **Seleccionar un método alternativo** directamente desde los resultados y seleccione el método de su elección.

## Reflexiones finales

Desde los alimentos que ingerimos hasta los dispositivos médicos que utilizamos y el cuidado de la salud que ofrecemos, a todos nos afectan las decisiones tomadas en torno a si un producto es capaz de cumplir con nuestros requisitos. Un enfoque bien pensado para el análisis de capacidad es fundamental para proporcionar productos de alta calidad. Ya sea que desee permanecer en el asiento del conductor, permitir que inteligencia artificial tome decisiones por usted, o usar una combinación de ambos, Minitab Statistical Software le ofrece todas las opciones.



Acelere su transformación digital

Descargar una versión de prueba gratis  
[minitab.com](https://www.minitab.com)