



*Universidad Nacional Experimental  
Politécnica  
“Antonio José de Sucre”  
Vicerrectorado Puerto Ordaz  
Departamento Ingeniería Industrial  
Cátedra: Calidad*

# *El Muestreo de Aceptación*

*Profesor:  
Scandra Mora*

*Bachilleres:  
Araujo Jhonmary  
Gómez Yeveni  
González armando*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha ido disminuyendo el interés del muestreo de aceptación, en tanto el control estadístico de procesos ha venido adquiriendo un papel cada vez más prominente en las actividades del control de calidad. Un muestreo de aceptación se define como el muestreo por el que se toma la decisión de aceptar o rechazar un lote en función de la información obtenida por la muestra. El cual consiste en evaluar un colectivo homogéneo a través de una muestra aleatoria, para decidir la aceptación o el rechazo del colectivo. Por tanto es necesario tener presente en todo momento que, en un muestreo, lo que se está evaluando es toda la población y no sólo la muestra por lo que la cuestión es si una población, con las características inferidas a partir de los datos de la muestra observada, es aceptable o no. Bajo el punto de vista estadístico, un muestreo de aceptación es un contraste de hipótesis en el que se evalúa una característica (parámetro de una población) a través de unos valores muestrales.

El control de recepción o muestreo de aceptación es el que se aplica al recibir materias primas, productos elaborados o servicios administrativos que serán introducidos en un proceso de fabricación y/o administrativo para comprobar cómo cumplen unas especificaciones de calidad. Sus técnicas suponen un compromiso de calidad entre fabricante y comprador o personal de servicio y usuario. La contribución a la toma de muestras de los expertos en estadística, ha sido básicamente el establecer el tamaño de las mismas y establecer los riesgos que ayuden al responsable a tomar decisiones más inteligentes con respecto a la aceptabilidad del producto.

Un plan de muestreo simple es un procedimiento en el que se toma una muestra aleatoria de  $n$  unidades del lote para su inspección y determinación del destino del mismo en función de la información procedente de la muestra. Consiste,

por tanto, en fijar de modo preciso un par de números ( $n$ ,  $c$ ), donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $c$  el número máximo de unidades defectuosas que puede tener la muestra para que el lote sea aceptado.

A continuación en esta investigación se estudiarán diferentes tipos de planes de muestreo así como también otros puntos de igual importancia

### **MUESTREO DE ACEPTACIÓN. DEFINICIÓN.**

El muestreo de aceptación se define como el muestreo por el que se toma la decisión de aceptar o rechazar un lote en función de la información obtenida por la muestra.

El muestreo de aceptación utiliza el muestreo estadístico para determinar si debe aceptar o rechazar un lote de producción de material. Ha sido una técnica de control de calidad común que se utilizan en la industria y en particular los militares de los contratos y adquisiciones. Se suele hacer que los productos salen de la fábrica, o en algunos casos incluso dentro de la fábrica. Muy a menudo un productor suministra un consumidor se hace una serie de artículos y la decisión de aceptar o rechazar el lote por determinar el número de artículos defectuosos en una muestra del lote. El lote será aceptado si el número de defectos por debajo en el número de aceptación o de lo contrario el lote es rechazado.

Muestreo proporciona un medio racional para la verificación de que un lote de producción cumple con los requisitos de las especificaciones técnicas. 100% de inspección no garantiza al 100% de cumplimiento y es demasiado lento y costoso. En vez de evaluar todos los elementos, una muestra especificada se toma, inspeccionados o probados, y se toma una decisión para aceptar o rechazar el lote de producción.

Los planes tienen riesgos conocidos: un límite de calidad aceptable (NCA) y un nivel de calidad rechazable (LTDP) son parte de la curva característica de operación del plan de muestreo. Estos son los principales riesgos estadísticos y no implica necesariamente que el producto defectuoso es intencionalmente hecha o aceptada. Los planes pueden tener un límite conocido de calidad media de salida (AOQL).

En los últimos años ha ido disminuyendo el interés del muestreo de aceptación, en tanto el control estadístico de procesos ha venido adquiriendo un papel cada vez más prominente en las actividades del control de calidad.

No obstante, el muestreo de aceptación aún mantiene el interés dentro del cuerpo general de conocimiento que es la ciencia de la calidad.

El muestreo de aceptación se lleva en diversas situaciones en donde existe una relación entre consumidor y productor, ya sea en el interior de una empresa o entre diferentes empresas, y se puede ver como una medida defensiva para protegerse contra la amenaza del posible deterioro en la calidad. Es posible que Productor y Consumidor sean cada uno de diferente compañía o en dos departamentos diferentes dentro de una misma planta, sea como fuere, existe siempre el problema de decidir si se acepta o se rechaza el producto.

En particular si las características de calidad son variables de atributos, entonces *un plan simple de muestro de aceptación esta definido por:*

N ----- Tamaño de lote

n ----- tamaño de la muestra

c ----- número de aceptación

Se debe tener claro que el muestreo de aceptación, al ser una forma particular de inspección, simplemente acepta y rechaza lotes, pero no mejora la calidad. Es decir el muestreo de aceptación no es una estrategia de mejora de la calidad, es más bien una forma de garantizar que se cumplan ciertas especificaciones de calidad que han sido definidas, tampoco este tipo de muestreo proporciona buenas estimaciones de la calidad del lote.

### **¿CUÁNDO APLICAR MUESTREO DE ACEPTACIÓN?**

- **Donde aplicarlo:**

- ☐ En elementos (componentes) terminados.
- ☐ Componentes y materias primas.
- ☐ Operaciones.
- ☐ Materiales en Proceso.
- ☐ Materiales en almacenamiento.
- ☐ Operaciones en almacenamiento.
- ☐ Datos o Registros.
- ☐ Procedimientos administrativos.

- **Cuando aplicarlo:**

- ☐ Cuando la aplicación de una prueba implica la destrucción del producto (ej. Prueba de un fusible eléctrico).
- ☐ Cuando el costo es alto para hacer una inspección del 100% es muy elevado, comparado con el costo que implica pasar una unidad no conforme.
- ☐ Cuando son muchas y similares las unidades que se van a inspeccionar, el muestreo produce una mejor opción que el inspeccionar al 100%.

- ☐ Cuando no se dispone de información sobre la calidad de producto, ejemplo, la grafica X, R, p, o c.
- ☐ Cuando el lote lo forman una gran cantidad de artículos que habría que inspeccionar y la probabilidad de error en la inspección es suficientemente alta, de tal manera que la inspección al 100% podría dejar pasar más unidades defectuosas que un plan de muestro.
- ☐ Cuando no se dispone de una inspección automatizada.
- ☐ Cuando es necesario asegurar la confiabilidad del producto, aunque la capacidad del proceso fabricante del lote sea satisfactoria.
- ☐ En situaciones donde históricamente el vendedor ha tenido excelentes niveles de calidad y se desea una reducción de la cantidad de inspección, pero la capacidad del proceso no es suficientemente buena como para no inspeccionar.

### **TIPOS DE PLANES DE MUESTREO.**

- ***Planes por variables:***

En este tipo de planes se toma una muestra aleatoria del lote y a cada unidad de la muestra se le mide una característica de calidad aleatoria del lote (peso, longitud, etc.). Con las mediciones se calcula un estadístico, que generalmente está en función de la media y la desviación estándar muestral, y dependiendo del valor de este estadístico al compararlo con un valor permisible, se aceptará o rechazará todo el lote.<sup>1</sup>

- ***Planes por atributos***

#### **Muestreo de Aceptación por Atributos.**

El plan de muestreo por atributos (n,c) consiste en inspeccionar muestras aleatorias de n unidades tomadas de lotes de tamaño N, y observar el número de artículos disconformes o defectuosos  $d$  en las muestras. Si el número de artículos

defectuosos  $d$  es menor que o igual a  $c$ , se aceptara el lote, si el número de dichos artículos defectuosos  $d$  es mayor que  $c$  se rechazara el lote.<sup>2</sup>

Y este a su vez se divide en:

**a) Sencillo o Simple:** Consiste en un tamaño de muestra  $n$ , y un numero de aceptación  $c$ , ambos fijados de antemano.

- El número de unidades que se deben inspeccionar deberá ser igual al tamaño de la muestra dado por el plan.
- Si el número de defectivos encontrados en la muestra es igual o menor que el número de aceptación, se debe considerar como ACEPTABLE EL LOTE o PRODUCCIÓN UNITARIA.
- Si el numero de defectivos es igual o mayor que el numero de rechazo, el LOTE O PRODUCCIÓN SE DEBE RECHAZAR.

**b) Doble:** La idea de este muestreo es tomar una primera muestra de tamaño pequeño para detectar los lotes muy buenos o los muy malos, y si en la primera muestra no se puede decidir si aceptar o rechazar porque la cantidad de unidades defectuosas ni es muy pequeña ni es muy grande, entonces se toma una segunda muestra, para decidir si aceptar o rechazar tomando en cuenta las unidades defectuosas encontradas en las dos muestras.

- El número de unidades de la muestra que se inspecciona debe ser igual al primer tamaño de muestra dado por el plan.
- Cuando el número de defectivos que se encuentran en la primera muestra sea igual o menor que el primer numero de aceptación, se considerara aceptable el lote o la producción unitaria.
- Si el número de defectivos en la primera muestra es igual o mayor que el primer numero de rechazo, se debe de rechazar el lote o la producción.
- Si el número de defectivos en la primera muestra queda entre los primeros números de aceptación y de rechazo se toma UNA SEGUNDA MUESTRA, del tamaño dado por el plan y se

inspecciona; el número de la primera y la segunda muestra se suman; si la suma es igual o menor que el segundo numero de aceptación, se ACEPTA EL LOTE o PRODUCCIÓN. Si la suma de defectivos es mayor o igual que el segundo numero de rechazo, el LOTE O PRODUCCIÓN SE RECHAZA.<sup>3</sup>

### **Muestreo múltiple.**

Un plan de muestre múltiple es una extensión del concepto de muestreo doble a varias fases en el que pueden necesitarse mas de dos muestras para llegar a una decisión acerca de la suerte del lote. Los tamaños maestres suelen ser menores que en un muestreo simple o doble.

### **Muestreo secuencial.**

Un plan de muestreo secuencial es una extensión del muestreo múltiple a un número elevado de fases (teóricamente infinito) en el que se van seleccionando artículos de uno en uno del lote y, según la inspección de cada unidad, se toma una decisión para aceptar o rechazar el lote o bien seleccionar otro articulo para seguir inspeccionando.

Los tres tipos de planes de muestreo pueden llevar a obtener los mismos resultados; es decir, la probabilidad de que al utilizar un plan de muestreo simple se llegue a aceptar un lote es la misma que si se utiliza un adecuado plan de muestreo doble o múltiple. Es decir, el tipo de plan que se utilizará en una unidad particular dependerá de otros factores que no tienen que ver con la eficiencia. Tales factores son la sencillez, costos administrativos, información sobre la calidad, cantidad de unidades inspeccionadas e impresión psicológica.

Quizás el factor más importante sea el de la sencillez. En este sentido, el muestreo sencillo es el mejor, y el múltiple, el peor.

Los costos administrativos que implican la capacitación, inspección, registro de resultados, etcétera, son mínimos en el caso del muestreo sencillo, mayores para el I muestreo doble y máximos en el caso del muestreo múltiple.



Con el muestreo sencillo se obtiene más información sobre el nivel de la calidad de cada lote que en el muestreo doble y mucho más que en el muestreo múltiple.

En general, la cantidad de unidades inspeccionadas es mayor en el muestreo sencillo que en el doble, siempre y cuando la calidad del lote sea tal que sólo ocasionalmente se necesiten segundas muestras. Por lo general, en el muestreo múltiple se necesita inspeccionar menos unidades que en el muestreo doble, siempre y cuando la decisión de aceptar o rechazar el lote se tome en las primeras etapas del proceso de muestreo.

El quinto factor se refiere al efecto psicológico que produce cada uno de los tres tipos de planes de muestreo. En el caso del muestreo sencillo es evidente que no habrá una segunda oportunidad; sin embargo, en el caso del muestreo doble, si la primera muestra está justo en el límite, es posible una segunda oportunidad al tomar otra muestra. A muchos productores les agrada el efecto psicológico de una segunda oportunidad que se presenta en el caso de la segunda muestra. En el caso del muestreo múltiple hay muchas "segundas oportunidades" y, consecuentemente, el efecto psicológico es menor que en el muestreo doble.

Para poder escoger un tipo de plan de muestreo idóneo para una determinada situación, habrá que hacer una cuidadosa ponderación de los cinco factores anteriores.

### **FORMACIÓN DE LOTES Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.**

- **Formación de lotes**
- La formación de los lotes puede ser determinante para la efectividad del plan de muestreo. Las directrices que hay que observar son las siguientes:
- 1. Los lotes deben ser homogéneos, es decir, que todo el producto que figure en un lote deberá producirse por la misma máquina, el mismo operador, el

mismo material de entrada, etcétera. Si se mezcla producto de diversas procedencias, el plan de muestreo no funcionará. Además, en este Último caso se dificultará emprender cualquier acción correctiva para eliminar la causa del producto no conforme.

- 2. Los lotes deberán ser lo más grandes posible. Dado que los tamaños de las muestras no aumentan con la misma rapidez que los lotes, se puede ahorrar en costos de inspección utilizando lotes de tamaño más grande. Por ejemplo, en un lote de 2000 hay una muestra de tamaño 125 (6.25%), mientras que en un plan de muestreo igualmente eficiente de un lote de 4000 hay un tamaño de muestra de 200 (5.00%), Cuando en una empresa se trabaja bajo el sistema de suministro "justo a tiempo", por lo general el tamaño de los lotes se reduce a un suministro de 2 o 3 al día, En consecuencia, la cantidad relativa inspeccionada y los costos de inspección que se derivan aumentarán. Los beneficios del sistema "justo a tiempo" son mucho mayores que el aumento en el costo de la inspección; es decir, es muy posible que el tamaño de los lotes sea más reducido.
- Es conveniente que el lector tenga presente la diferencia que existe entre condiciones de empaque de un envío y manejo de materiales y entre el concepto de lote homogéneo. En otras palabras, un lote puede estar formado por una cantidad determinada de paquetes y también por diversos envíos. Si en un mismo envío se están conjuntando dos máquinas y/o operarios distintos, constituyen lotes independientes y así se les deberá identificar. El lector debe tener presente de que los envíos parciales de un lote homogéneo se consideran, a su vez, como lotes homogéneos.

### **Selección de la muestra**

- Las unidades de muestra que se vayan a emplear en la inspección deberán ser representativas de todo el lote. Todos los planes de muestreo se basan en la

premisa de que cada una de las unidades del lote tienen la misma posibilidad de resultar escogida. Al anterior se le conoce como *muestreo aleatorio*.

- La técnica básica del muestreo aleatorio consiste en asignar un número a cada una de las unidades del lote. A continuación se genera una serie de números aleatorios que indica cuáles de las unidades numeradas se muestrearán e inspeccionarán. Los números aleatorios se pueden obtener en una computadora, en una calculadora electrónica de bolsillo, en un dado de números aleatorios de 20 caras, mediante las fichas numeradas que se extraen de una urna, etcétera. Tales números servirán para escoger la muestra o para construir una tabla de números aleatorios.
- En la tabla D del apéndice se muestra una tabla de números aleatorios. A continuación se reproduce parte de esta tabla (tabla 8-1). Se escoge cualquier parte de la tabla y se van seleccionando los números uno tras otro, según una dirección determinada: hacia arriba, hacia abajo, a la izquierda o a la derecha. Aquellos números que no sean adecuados, se descartan. Para facilitar la localización, en esta tabla se utilizan:

TABLA 8-1 Números aleatorios.

74972	38712	36401	45525	40640	16281	13554	79945
75906	91807	56827	30825	40113	08243	08459	28364
29002	46453	25653	06543	27340	10493	60147	15702
80033	69828	88215	27191	23756	54935	13385	22782
25348	04332	18873	96927	64953	99337	68689	03263

- cinco dígitos por columna, aunque también se podrían haber utilizado con dos, tres, seis o cualquier número por columna. En realidad, los dígitos se podrían haber impreso en toda la página, sin ningún espacio entre uno y otro; sin embargo, este formato habría dificultado su lectura. Para un número aleatorio se puede emplear cualquier cantidad de dígitos.
- Mediante un ejemplo se podrá comprender mejor la técnica. Suponga que a un lote de 90 unidades se le han asignado números que van del uno al 90 y que se quiere seleccionar una muestra de nueve. Se escoge al azar un número de dos dígitos, como sería el número 53. Los números se van escogiendo en sentido descendente y los tres primeros números así obtenidos son 53, 15 Y 73. Empezando por la parte superior de la siguiente columna se obtienen los números 45, 30, 06, 27 Y 96. El número 96 es demasiado grande, por lo que se descarta. Los siguientes números son 52 y 82. Las unidades que corresponden a los números 53, 15, 73, 45, 30, 06, 27, 52 Y 82 conforman la muestra.
- En muchos casos, los productos tienen números de series que pueden servir como número de asignación. Esto tiene la ventaja de eliminar el difícil proceso de asignar números a cada unidad. En muchos casos, las unidades se empacan sistemáticamente en una caja, y el número se asigna según la ubicación de la unidad dentro de dicha caja. Un número de tres dígitos representa el ancho, alto y profundidad de un recipiente, tal como se indica en la figura 8-1. Por ejemplo, el número aleatorio 328 especificará la unidad que se encuentra en la tercera hilera, segundo nivel y octava unidad a partir del frente. El caso de fluidos y productos de mezcla homogénea, permite tomar la muestra de cualquier sitio, dado que se supone que el producto es completamente homogéneo.
- No siempre es práctico asignar un número a cada una de las unidades, usar un número de serie o emplear un número para localización. La división por

niveles del lote o del paquete con muestras obtenidas de cada uno de los niveles puede servir de efectivo

- sustituto del muestreo aleatorio. La técnica consiste en dividir el lote o paquete en estratos o capas, tal como se muestra en la **figura 8-2**. Cada estrato, a su vez, se subdivide en cubos, como se puede observar en el estrato 1. En cada uno de los cubos se obtienen muestras del volumen total. La división del lote o del paquete en estratos, y éstos en cubos, es un procedimiento imaginario que realiza el inspector. Con esta técnica se escogen piezas de entre todas las ubicaciones del lote o del paquete.
- De no emplearse un método adecuado de muestreo, existe el riesgo de que prevalezca cierta tendencia. Ejemplo de ello es cuando el operario hace todo por asegurarse de que las unidades que están en la parte superior de un lote sean las de mejor calidad, y el inspector procede a seleccionar la muestra siempre de esta ubicación. Es importante una buena supervisión de operarios e inspectores para garantizar que no surja ninguna tendencia.
- **Lotes rechazados**
- Si se rechaza un lote, hay diversas acciones que se deben emprender.
- 1. El lote rechazado se transfiere a las instalaciones de producción para que allí el personal de producción proceda a clasificar las unidades no conformes. Esta no es una acción muy satisfactoria, ya que anula el propósito de la inspección por muestreo y atrasa la producción. Sin embargo, cuando es imperativo contar con las unidades, no hay otra solución.
- 2. El lote rechazado se puede corregir en la planta del consumidor, sea a través de personal de la planta del productor o del mismo. Si bien habrá un ahorro en costos de transportación, se produce un inconveniente psicológico toda vez que el personal del consumidor se dará cuenta de que al productor X

se le rechazó un producto. Lo anterior podría servir de antecedente en el futuro de los malos resultados obtenidos al emplear el material del productor X. Por otra parte, será necesario ocupar un valioso espacio de la planta del consumidor para que el personal realice las tareas de clasificación.

- 3. El lote rechazado se devuelve al productor para su corrección. Esta es la única forma correcta de actuar, dado que permite lograr una mejora a largo plazo de la calidad. Puesto que hay que pagar el costo de transporte de ida y vuelta del lote rechazado, sirve de incentivo para esforzarse en mejorar la calidad. Por otra parte, cuando se realiza la clasificación del lote en la planta del productor, todos los empleados estarán conscientes de que el consumidor Y exigirá que se le entregue un producto de calidad, lo que también es un elemento de motivación para mejorar la calidad cuando se elabore nuevamente un pedido para el consumidor Y. Este tipo de acción podría requerir el paro de la línea de producción, una evidente e inconfundible señal para el proveedor y el personal de operación de que la calidad es importante.
- Se da por sentado que los lotes rechazados se someten a una inspección del 100% Y que las unidades no conformes se descartan. Por lo general un lote que se vuelve a rechazar no se inspecciona otra vez, pero en caso de que así se haga la revisión deberá limitarse a la no conformidad original. Dado que las unidades no conformes se descartan, un lote que se vuelve a enviar tendrá menos unidades que el original.

## **ÍNDICES DE CALIDAD PARA LOS PLANES DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN.**

En una relación cliente-proveedor en la que hay un plan de muestreo de aceptación de por medio, hay dos intereses: por un lado, el proveedor quiere que todos los lotes que cumplen con un nivel de calidad aceptable sean aceptados, y por el otro, el cliente desea que todos los lotes que no tienen un nivel de calidad aceptable sean rechazados.

Desafortunadamente ambos intereses no pueden ser satisfechos de manera simultánea por un plan de muestreo de aceptación y explicamos la razón de ello cuando vimos la curva ideal. Ante esta situación lo que se hace para atender parcialmente ambos intereses es diseñar planes de muestreo de aceptación que tenga alta probabilidad de aceptar lotes buenos, y una baja probabilidad de aceptar lotes malos. El punto de partida para diseñar planes de muestreo que logren lo anterior es definir índices de calidad para los planes de muestreo que establezcan en una relación cliente-proveedor específica, lo que se considerará como calidad aceptable, intermedia y no aceptable con sus correspondientes probabilidades de aceptación.

En este sentido, los principales índices de calidad con los que se diseñan y caracterizan los planes de muestreo, son los siguientes.

Nivel de calidad aceptable, NCA o AQL (acceptancing quality level). El NCA se define como el porcentaje máximo de unidades que no cumplen con la calidad especificada, que para propósitos de inspección por muestreo se puede considerar como satisfactorio o aceptable como un promedio para el proceso. El NCA también se lo conoce como nivel de calidad del productor y se expresa en porcentajes de unidades que no cumplen con la calidad especificada. Al ser el NCA el nivel de calidad que se considera satisfactorio, entonces la probabilidad de aceptar un lote que tenga esa calidad debe ser alta (0.95) (ver figura 9). A la probabilidad de aceptar lotes

que tengan un nivel de calidad aceptable (NCA), se lo designa con  $1 - \alpha$ , donde  $\alpha$  es por lo general un número pequeño (0.05, 0.10). Nótese que la probabilidad de aceptar lotes de calidad aceptable no es igual a 1 y por tanto hay un riesgo de no aceptar este tipo de lotes. A este riesgo que tiene probabilidad igual a  $\alpha$  se le conoce como riesgo del productor.

Debido a este riesgo, el NCA debe ser un nivel de calidad de referencia para el proceso de producción del productor y de ninguna manera un valor objetivo.

Más aún, el productor debe trabajar para que su proceso opere con un nivel mejor que el NCA.

Nivel de calidad límite, NCL o LQL (limiting quality level). Es el nivel de calidad que se considera como no satisfactorio y que los lotes que tengan este tipo de calidad deben ser rechazados casi siempre. El NCL, en algunos planes específicos (por ejemplo los “Planes de muestreo Dodge-Romig”) se conoce como porcentaje defectivo tolerado del lote, PDTL o LTPD (lot tolerance percent defective). Al ser el

NCL un nivel de calidad no satisfactorio, entonces la probabilidad de aceptarlo debe ser muy baja (generalmente de 0.05, 0.10); es usual que esta probabilidad se le designe con la letra  $\beta$  (véase figura 9). Nótese que la probabilidad de aceptar lotes de calidad no satisfactoria (NCL) no es cero y por tanto hay un riesgo de no rechazar este tipo de lotes. A este riesgo que tiene probabilidad igual a  $\beta$  se lo conoce como riesgo del consumidor.



## **DISEÑO DE PLANES DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN**

Supongamos que se desea normar una relación cliente-proveedor a través de un plan de muestreo de aceptación simple. Para ello se acuerda:

- El nivel de calidad que se considera aceptable (NCA o AQL), junto con su correspondiente probabilidad de aceptación ( $1 - \alpha$ ).
- El nivel de calidad límite que se considerará como no aceptable o insatisfactoria (NCL, LQL o LTPD) y su correspondiente probabilidad o riesgo de aceptarse,  $\beta$ .

Bajo estas condiciones es necesario encontrar el tamaño de muestra,  $n$ , y el número de aceptación,  $c$ , para el plan de muestreo que cumpla los dos acuerdos o exigencias anteriores. Existen varios procedimientos para lograr lo anterior todos con resultados similares.

## MÉTODO DE CAMERON

Este método se basa en la distribución de Poisson y da una buena aproximación al muestreo binomial. A continuación describimos paso a paso la forma de usar tal método.

1. Especificar los valores porcentuales de los NCA y NCL deseados, junto con su correspondiente probabilidad de aceptarse,  $1-\alpha$ , y  $\beta$ , respectivamente.

2. Convertir los porcentajes anteriores a números decimales, sea

$$p_1 = \text{NCA}/100 \text{ y } p_2 = \text{NCL}/100$$

3. Calcular La razón de operación  $R_c = p_2 / p_1$ .

4. De acuerdo con los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  especificados en el paso 1, buscar en la tabla el valor de R más cercano a  $R_c$ . Si en la tabla de Cameron para diseñar planes de muestreo simple hay dos números R aproximadamente igual de cercanos a  $R_c$ , elegir el menor.

5. Ubicado el valor R en la tabla, el número de aceptación, c, se encuentra en la columna correspondiente a c y en el mismo renglón que R.

6. En el mismo renglón donde se localizó a R, pero en la columna  $np_1$ , localizar el valor de  $np_1$ . El tamaño de muestra se encontrará al dividir ese valor entre  $p_1$ , decir:

$$n = np_1 / p_1$$

7. para obtener otros puntos de la curva CO del plan generado, además de los que representan el NCA y el NCL, se usa la tabla para determinar la probabilidad de aceptación. Para utilizar esta tabla **ver figura (8-4) y (8-5)**. Hay que ubicarse en el renglón correspondiente al número de aceptación, c. el  $p$  correspondiente a cada  $P_a$  se encuentra dividiendo  $P_a$  entre el tamaño de muestra, es decir:

$$P = P_a / n$$

## **MILITARY STANDART 105 D.**

Es el índice de calidad que se usa de manera principal el MIL STD 105D es el nivel de calidad aceptable, NCA o AQL. Aunque la probabilidad de aceptar lotes con calidad NCA es siempre alta, no siempre es la misma para todos los planes que se obtienen con esta norma (tal probabilidad esta entre 0,89 y 0,99). El estándar prevé 26 valores (porcentajes) diferentes para NCA. Cuando el estándar se utiliza para encontrar planes respecto a un porcentaje de artículos defectuosos, los NCA varían desde 0,010% a 10%. Para los planes de defectos por unidad hay 10 NCA adicionales que van de 15 hasta 1000 defectos por cada 1000 unidades. Aunque para niveles pequeños de NCA, se pueden para niveles pequeños de NCA, se pueden utilizar los mismos planes para controlar tanto la proporción de artículos defectuosos como el número de defectos por unidad.

### **DISEÑO DE UN ESQUEMA DE MUESTREO CON EL MIL STD 105D**

Para los planes de muestreo aplicando el MIL STD 105D, se procede de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Determinar el tamaño del lote.
2. Especificar el NCA (0 AQL)
3. Escoger el nivel de inspección (usualmente el nivel II, que puede ser cambiando si la situación lo justifica).
4. En la tabla Letras código para el tamaño de la muestra (MIL STD 105D), y de acuerdo con el tamaño del lote y el nivel de inspección, encontrar la letra código correspondiente para el tamaño de tal muestra.
5. Determinar el tipo de plan de muestreo a ser usado (simple, doble o múltiple).

6. De acuerdo con la letra código y el NCA, en la tabla 14.6 buscar el plan simple para inspección normal, en la 14.7 el plan simple para inspección severa y en la 14.8 el plan de inspección reducida.

En el paso 6 solo se ha hecho referencia a las tablas para planes de inspección simple, el lector interesado en diseñar un plan de muestreo doble o múltiple usando el estándar puede consultar directamente el estándar. **Ver figura (8-6).**

### **PLANES DE MUESTREO DODGE-ROMING**

En la década de los veinte H.F Dodge y H.G Roming desarrollaron un conjunto de tablas que permiten diseñar planes de muestreo por atributos. Estas tablas están basadas en dos de los índices de calidad para planes de muestreo, los cuales son:

- El nivel de calidad limite (NCL) o, como lo llaman Dodge y Roming, el porcentaje defectivo tolerado en el lote, PDTL (en ingles, Lot Tolerance Percent Defective, LTPD)
- El limite de la calidad de salida promedio, LCSP o AOQL (Average Outgoing Quality limit).

Para cada uno de estos índices existen tablas para diseñar planes de muestreo simple y doble. Estos planes enfatizan la protección del consumidor amparándolo contra la mala calidad, ya en términos de lote (planes NCL) o de la calidad promedio a largo plazo (planes LCSP).

Los planes Dodge-Roming solo se aplican a programas de muestreo de aceptación en los que los lotes rechazados se inspeccionan al 100% y los artículos

defectuosos encontrados en ellos son sustituidos por unidades buenas. Además, para poder diseñar los planes es necesario conocer el promedio del proceso, que es igual a la proporción promedio de artículos defectuosos de los productos a la entrada del muestreo (antes de la inspección).

### **MUESTREO DE ACEPTACIÓN POR VARIABLES (MILITARY STANDARD 414)**

El MIL STD 414 es un plan de muestreo de aceptación por variables lote por lote. El punto principal de este estándar es el nivel de calidad aceptable (NCA o AQL), y comprende porcentajes que van de 0,04% a 15%. El estándar tiene 5 niveles generales de inspección y al nivel IV se le considera el usual.

Para encontrar el tamaño de muestra se utilizan letras código, los tamaños muestrales están en función del tamaño del lote y del nivel de inspección de acuerdo con la calidad del producto se prevé una inspección normal, severa y reducida. Todos los planes de muestreo y procedimiento en el estándar suponen que las características de calidad se distribuyen normalmente. Consta de cuatro secciones, la sección A es la descripción general de los planes de muestreo, incluyendo definiciones, código de letras para tamaños muestrales y curvas OC para los diferentes planes de muestreo. La sección B proporciona varios planes de muestreo basados en la desviación estándar de la muestra para el caso en que la variabilidad del lote o proceso es desconocida. La sección C presenta planes de muestreo basados en el rango de la muestra

## CONCLUSIÓN

El muestreo de aceptación no es una estrategia de mejora de la calidad, sino más bien, una forma de garantizar que se cumplan ciertas especificaciones de calidad que han sido definidas. Además es un método para determinar si un lote de productos que se recibe cumple los estándares especificados.

- Está basado en técnicas de muestreo aleatorio.
- Una muestra aleatoria de  $n$  unidades se obtiene del lote recibido.  $c$  es el número máximo de unidades defectuosas que se pueden encontrar en la muestra del lote para considerarse aceptable

Puede ser aplicado en: componentes y materia prima, materiales en proceso, datos y registros entre otros. También se aplica en una prueba implica la destrucción del producto (ej. Prueba de un fusible eléctrico), Cuando el lote lo forman una gran cantidad de artículos que habría que inspeccionar y la probabilidad de error en la inspección es suficientemente alta, de tal manera que la inspección al 100% podría dejar pasar más unidades defectuosas que un plan de muestro etc....

Los tres tipos de planes de muestreo (muestreo de aceptación por atributos, secuencial y múltiple) pueden llevar a obtener los mismos resultados; es decir, la probabilidad de que al utilizar un plan de muestreo simple se llegue a aceptar un lote es la misma que si se utiliza un adecuado plan de muestreo doble o múltiple.

El tipo de plan que se utilizara en una unidad particular depende de factores que no tienen que ver con la eficiencia. Tales factores son la sencillez, costos administrativos, información sobre la calidad, cantidad de unidades inspeccionadas e impresión psicológica; aunque el factor más importante quizá sea el de la sencillez. En este sentido, el muestreo sencillo es el mejor, y el múltiple, el peor.

# ANEXOS

FIGURA 8-1

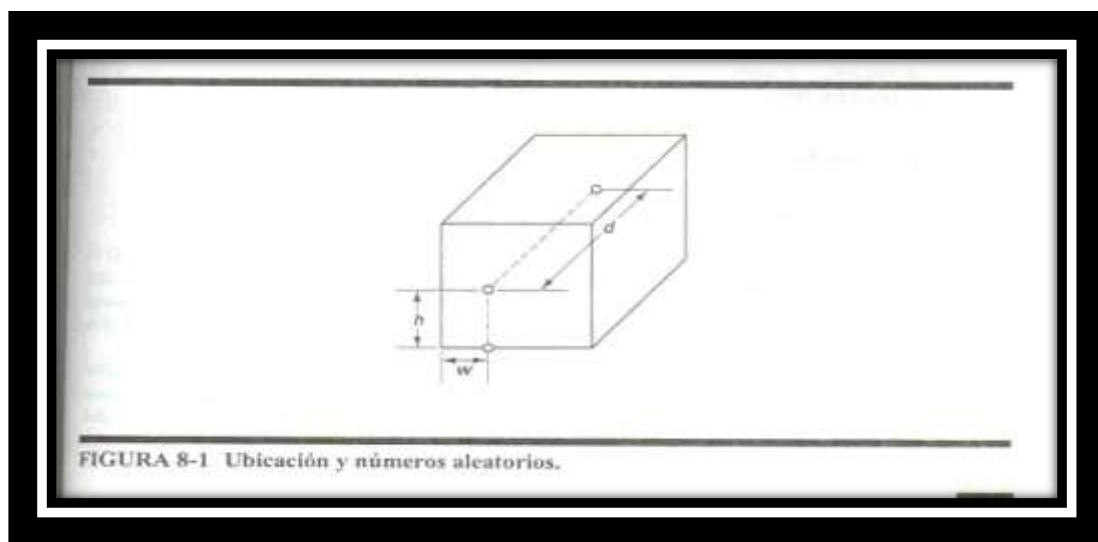




FIGURA 8-2

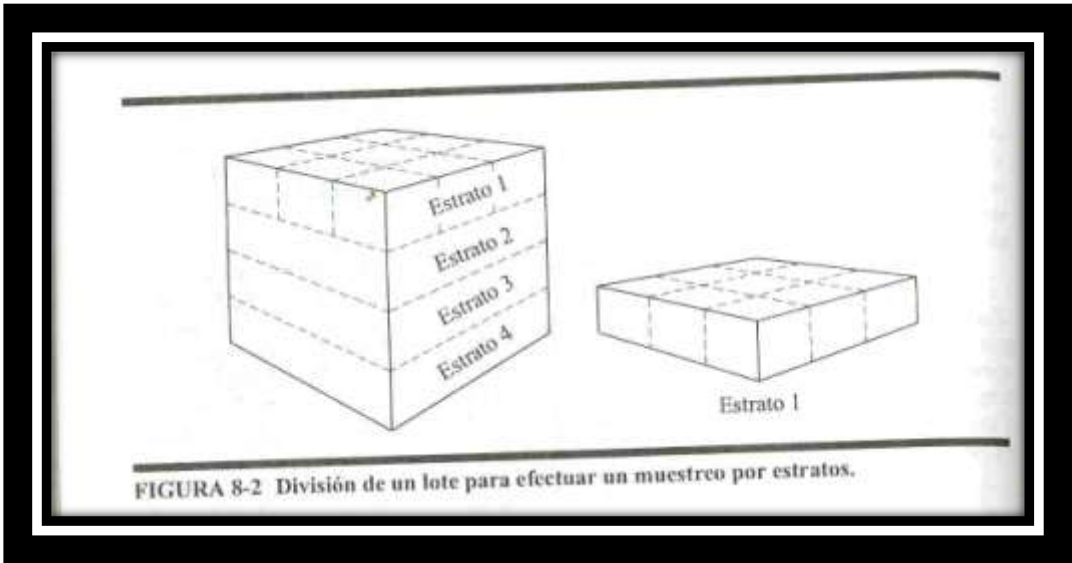


FIGURA 8-3

Valores de R para:					Valores de R para:				
c	a = .05 b = .10	a = .05 b = .05	a = .05 b = .01	np <sub>i</sub>	c	a = .01 b = .10	a = .01 b = .05	a = .01 b = .01	np <sub>i</sub>
0	44.89	58.40	89.78	0.05	0	229.1	298.1	458.2	0.01
1	10.95	13.35	18.68	0.35	1	26.18	31.93	44.68	0.14
2	6.51	7.70	10.28	0.81	2	12.20	14.43	19.27	0.43
3	4.89	5.67	7.35	1.36	3	8.11	9.41	12.20	0.82
4	4.06	4.65	5.89	1.97	4	6.24	7.15	9.07	1.27
5	3.55	4.02	5.01	2.61	5	5.19	5.88	7.34	1.78
6	3.21	3.60	4.43	3.28	6	4.52	5.08	6.25	2.33
7	2.96	3.30	4.01	3.98	7	4.05	4.52	5.50	2.90
8	2.77	3.07	3.70	4.69	8	3.70	4.11	4.96	3.50
9	2.62	2.89	3.46	5.42	9	3.44	3.80	4.54	4.13
10	2.50	2.75	3.26	6.16	10	3.22	3.55	4.22	4.77
11	2.40	2.63	3.10	6.92	11	3.05	3.35	3.95	5.42
12	2.31	2.53	2.96	7.69	12	2.91	3.18	3.74	6.09
13	2.24	2.44	2.85	8.46	13	2.79	3.04	3.55	6.78
14	2.17	2.37	2.75	9.24	14	2.69	2.92	3.40	7.47
15	2.12	2.30	2.66	10.03	15	2.60	2.82	3.26	8.18
16	2.07	2.24	2.58	10.83	16	2.52	2.73	3.15	8.89
17	2.03	2.19	2.52	11.63	17	2.45	2.65	3.04	9.61
18	1.99	2.14	2.45	12.44	18	2.39	2.58	2.95	10.34
19	1.95	2.10	2.40	13.25	19	2.33	2.51	2.87	11.08
20	1.92	2.06	2.35	14.07	20	2.28	2.45	2.79	11.82
21	1.89	2.03	2.30	14.89	21	2.24	2.40	2.73	12.57
22	1.86	2.00	2.26	15.71	22	2.20	2.35	2.67	13.32
23	1.84	1.97	2.22	16.54	23	2.16	2.31	2.61	14.08
24	1.82	1.94	2.19	17.38	24	2.12	2.27	2.56	14.85
25	1.79	1.92	2.15	18.21	25	2.09	2.23	2.51	15.62

n	Pd = 995	Pd = 975	Pd = 950	Pd = 900	Pd = 750	Pd = 500	Pd = 250	Pd = 100	Pd = 50	Pd = 25	Pd = 10	Pd = 5
0	0.003	0.025	0.051	0.105	0.288	0.693	1.36	2.30	3.99	6.68	11.6	21.3
1	0.103	0.243	0.388	0.532	0.761	1.17	2.09	3.89	6.74	12.1	21.4	35.9
2	0.338	0.619	0.818	1.10	1.72	2.67	3.92	5.32	6.29	7.22	8.40	9.27
3	0.672	1.09	1.36	1.74	2.53	3.67	5.10	6.68	7.28	8.76	10.0	10.9
4	1.07	1.62	1.97	2.43	3.36	4.67	6.27	7.99	9.15	10.2	11.6	12.5
5	1.53	2.20	2.61	3.18	4.21	5.62	7.43	9.27	10.5	11.8	13.1	14.1
6	2.03	2.81	3.28	3.89	5.08	6.67	8.58	10.5	11.8	13.0	14.5	15.6
7	2.57	3.45	3.98	4.65	5.95	7.66	9.68	11.7	13.1	14.4	16.0	17.1
8	3.13	4.11	4.69	5.43	6.83	8.67	10.8	12.9	14.4	15.7	17.4	18.5
9	3.71	4.79	5.42	6.22	7.72	9.66	11.9	14.2	15.7	17.0	18.7	19.9
10	4.32	5.49	6.16	7.02	8.62	10.67	13.0	15.4	16.9	18.3	20.1	21.3
11	4.94	6.20	6.92	7.82	9.51	11.67	14.1	16.8	18.2	19.6	21.4	22.7
12	5.58	6.92	7.69	8.64	10.42	12.67	15.2	17.7	19.4	20.9	22.8	24.1
13	6.23	7.65	8.46	9.47	11.32	13.67	16.3	18.9	20.6	22.2	24.1	25.4
14	6.89	8.39	9.24	10.30	12.23	14.67	17.4	20.1	21.8	23.4	25.4	26.8
15	7.56	9.14	10.03	11.13	13.15	15.67	18.4	21.3	23.0	24.7	26.7	28.2
16	8.24	9.90	10.83	11.97	14.06	16.67	19.5	22.4	24.3	25.9	28.0	29.5
17	8.94	10.66	11.63	12.82	14.96	17.67	20.6	23.6	25.5	27.2	29.3	30.8
18	9.64	11.43	12.44	13.67	15.90	18.67	21.7	24.7	26.6	28.4	30.5	32.1
19	10.35	12.21	13.25	14.52	16.83	19.67	22.8	25.9	27.8	29.6	31.8	33.4
20	11.06	12.99	14.07	15.38	17.75	20.67	23.8	27.0	29.0	30.8	33.1	34.7
21	11.79	13.78	14.89	16.24	18.68	21.67	24.9	28.1	30.2	32.1	34.3	35.9
22	12.52	14.58	15.71	17.10	19.61	22.67	26.0	29.3	31.4	32.3	35.6	37.2
23	13.25	15.37	16.54	17.97	20.54	23.67	27.0	30.4	32.5	34.5	36.8	38.5
24	13.99	16.17	17.38	18.84	21.47	24.67	28.1	31.5	33.7	35.7	38.0	39.7
25	14.74	16.98	18.21	19.71	22.40	25.67	29.2	32.7	34.9	36.9	39.3	41.0

FIGURA 8-4

FIGURA 8-5

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	I
501 a 1200	C	C	E	F	G	I	J
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	I	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	I	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	I	M	P	Q
500001 y más	D	E	H	K	N	Q	R