Taller sobre Pruebas Estadísticas de Hipótesis

Muestreo de Aceptación

Enrique Villa Diharce

III VERANO DE PROBABILIDAD Y ESTADÌSTICA
Guanajuato, Gto. 11-22 de Julio de 2011

CONTENIDO

Bibliografía

Gutierrez Pulido, H. y De la Vara Salazar R. (2004), *Control Estadístico de Calidad y Seis sigma*, Mc Graw Hill, México.

Mongomery, D. C. (1985), *Introduction to Quality Control*, Second Ed., John Wiley, Singapore.

Schilling, E. G. (1982), *Acceptance Sampling in Quality Control*, Marcel Dekker, Inc., New York.

El problema del muestreo de aceptación

Una empresa recibe un lote del proveedor, constituido por componentes o materia prima, que se utiliza en el proceso de manufactura de la empresa.

Se toma una muestra del lote y se inspecciona alguna característica de calidad del producto. En base a la información de la muestra, se toma una decisión respecto al lote: **aceptación o rechazo**.

Decimos que sentenciamos los lotes, cuando tomamos la decisión de aceptarlos o rechazarlos.

En general habría tres maneras de sentenciar lotes:

1. Aceptando el lote sin inspeccionarlo,
2. Inspeccionándolo al 100% y
3. Aplicando muestreo de aceptación.

El muestreo de aceptación es útil en las siguientes situaciones:

1. Cuando la inspección es destructiva.
2. Cuando el costo de la inspección al 100% es prohibitivo.
3. Cuando la inspección al 100% incrementa la tasa de unidades defectuosas que pasan.
4. Cuando es deseable una reducción de la inspección de un proveedor, dado su buen historial, el cual sin embargo no es tan bueno como para no inspeccionar.
5. Cuando existen riesgos potenciales de confiabilidad en el producto, y es necesario monitorearlo continuamente.

5

Ventajas y Desventajas del Muestreo de Aceptación

Comparado con la inspección al 100%, tiene las siguientes ventajas:

•Usualmente es menos costoso porque hay menos inspección.
•El producto se daña menos porque hay un menor manejo.
•Es aplicable a pruebas destructivas.
•Se requiere menos personal en las actividades de inspección.
•Con frecuencia reduce el error de inspección.
•El rechazo de lotes enteros opuesto al simple regreso de los defectuosos, con frecuencia motiva al proveedor a mejorar su calidad.

6

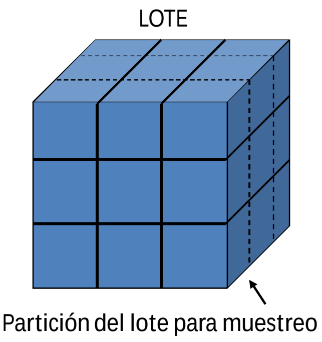
Ventajas y Desventajas

Comparado con la inspección al 100%, tiene las siguientes desventajas:

•Existe el riesgo de aceptar lotes malos y de rechazar lotes buenos.
• Se genera menos información sobre el producto que al inspeccionar 100%.
• Requiere más tiempo en planeación y documentación, que la inspección al 100%.

7

Formación del Lote



1. Los lotes deben ser homogéneos
2. Los lotes deben formarse de manera que no compliquen el manejo de los materiales y faciliten el muestreo.
3. Los lotes deben de ser tan grandes como sea posible (con las reservas del caso).
4. La muestra debe ser representativa de la calidad del lote (muestra aleatoria).

8

Extracción de muestras aleatorias

Las unidades seleccionadas del lote para inspección deberán ser elegidas al azar y deberán ser representativas de todas las unidades del lote. El muestreo aleatorio es extremadamente importante en el muestreo de aceptación, ya que de no utilizarlo adecuadamente, se introducirán sesgos.

La técnica sugerida para extraer una muestra aleatoria consiste en:

- Asignar un número a cada unidad del lote
- Se extraen n números al azar del rango (1,N)
-

9

Clasificación de planes de muestreo:

En cuanto al tipo de mediciones que se hacen al lote, los planes de muestreo de aceptación se clasifican como planes de muestreo por *Atributos* y por *Variables.*

En cuanto al número de muestras aleatorias obtenidas para sentenciar el lote se clasifican como: *1. Planes de muestreo simple, 2. Planes de muestreo doble, 3. Planes de muestreo múltiple y 4. Planes de muestreo secuencial.*

Se recomienda que el muestreo sea aleatorio y que la muestra sea representativa de la calidad del lote.

10

Clasificación de planes de muestreo:

El **plan de muestreo simple** provee el tamaño de muestra *n* que deberá inspeccionarse del lote, así como el número de aceptación *c* que permite decidir si se acepta o rechaza el lote.

Si se utiliza un **plan de muestreo doble** este se define por

n_1=tamaño de la primera muestra
c_1=número de aceptación para la primera muestra
r_1=número de rechazo para la primera muestra
n_2=tamaño de la segunda muestra
c_2=número de aceptación para las dos muestras
r_2= c_2+1=número de rechazo para las dos muestras.

11

Riesgos

En el muestreo de aceptación, la decisión de aceptar o rechazar un lote, se basa en la información de una muestra aleatoria. Como la información que nos da la muestra respecto al lote es parcial, podemos cometer un error.

	Lote Bueno	Lote Malo
Aceptar Lote	No hay Error	Error II
Rechazar Lote	**Error I**	No hay Error

12

Riesgos

Los errores no tienen las mismas consecuencias.

El productor desea evitar el rechazo de un lote bueno.
El comprador desea evitar la aceptación de un lote malo.

	Lote Bueno	Lote Malo
Aceptar Lote	No hay Error	Riesgo del comprador
Rechazar Lote	**Riesgo del vendedor**	No hay Error

Riesgos

Riesgo del productor:

Este es el riesgo asociado con el rechazo (no aceptación) de un lote de buena calidad. Generalmente se prefiere aceptar lotes de este nivel de calidad (nivel de calidad aceptable).

Nivel de Calidad Aceptable (**AQL**).
Esta es la definición numérica de un lote bueno, asociada con el riesgo del productor. El AQL es el máximo porcentaje de defectuosos que es permitido como un proceso promedio satisfactorio.

Riesgo del productor = Probabilidad de que un lote aceptable, un lote de calidad AQL o mejor, sea rechazado.

Riesgos

Riesgo del consumidor:

Este es el riesgo de aceptar un lote de calidad pobre. Rara vez se desea aceptar lotes que tengan este nivel pobre de calidad.

Nivel de Calidad Rechazable (**RQL**).
Esta es la definición numérica de un lote pobre, asociada con el riesgo del consumidor. El RQL es la menor calidad, en porcentaje de defectuosos que se puede tolerar en un lote.

Riesgo del consumidor = Probabilidad de que un lote de calidad rechazable sea aceptado por un plan de muestreo.

15

Curva Característica de Operación, Muestreo Simple

La curva OC presenta la probabilidad que tiene un plan de muestreo de aceptar un lote contra la fracción de defectuosos de este.
Si el lote es muy bueno debe tener una probabilidad alta de ser aceptado y si es muy malo debe tener una probabilidad pequeña de ser aceptado.

Supongamos que tenemos un plan de muestreo $n = 75, c = 2,$ esto es, tomamos una muestra aleatoria de tamaño 75 y aceptamos el lote si hay dos o menos defectuosos en la muestra.

Cual es la probabilidad de que haya d o menos unidades defectuosas en la muestra aleatoria de n unidades?

$$P(d \leq c) = P(d = 0) + P(d = 1) + \ldots + P(d = c)$$

16

Curva Característica de Operación, Muestreo Simple

Suponiendo que el tamaño N del lote no es muy grande, la distribución del número d de unidades defectuosas en la muestra de tamaño n, es Hipergeométrica con parámetros N,n y k, donde k es el número de unidades defectuosas en el lote.

La probabilidad de tener d unidades defectuosas en la muestra es:

$$P(d\ \text{def.}) = \binom{k}{d}\binom{N-k}{n-d}\Big/\binom{N}{n}, \quad \text{donde } 0 \le d \le \min(n,k).$$

La probabilidad de aceptación del lote es la probabilidad de tener c o menos unidades defectuosas en la muestra:

$$P_a = P(d \le c) = \sum_{d=0}^{c} P(d\ \text{def.})$$

17

Curva Característica de Operación, Muestreo Simple

Suponiendo que el tamaño N del lote es muy grande, la distribución del número de unidades defectuosas en la muestra de tamaño n, es Binomial con parámetros n y p, donde p es la fracción de unidades defectuosas en el lote.

La probabilidad de tener d unidades defectuosas en la muestra es:

$$P(d\ \text{defectuosos}) = \frac{\text{n!}}{\text{d!(n - d)!}} p^d (1-p)^{n-d}$$

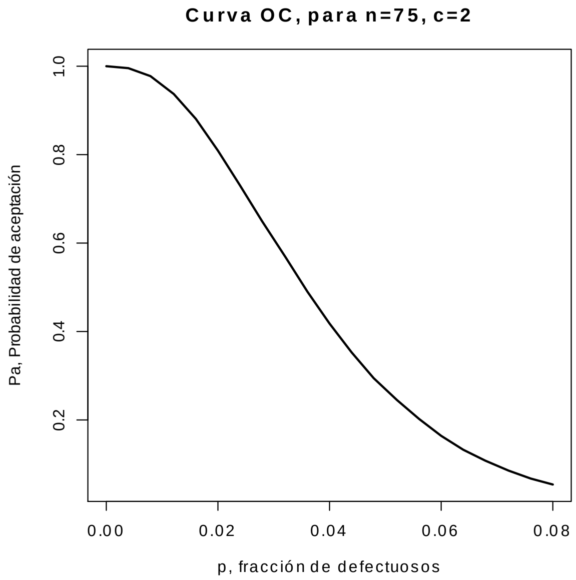
La probabilidad de aceptación del lote es la probabilidad de tener c o menos unidades defectuosas en la muestra:

$$P_a = P(d \le c) = \sum_{d=0}^{c} \frac{\text{n!}}{\text{d!(n - d)!}} p^d (1-p)^{n-d}$$

18

Probabilidades de aceptación para el plan, n=75, c=2.

p	Pa
.001	0.9999
.005	0.9935.
.01	0.9603
.02	0.8101
.03	0.6083
.04	0.4186
.05	0.2697
.06	0.1650
.07	0.0968
.08	0.0548



19

$$P(X \leq c = 2 \mid N = 100, n = 20, k)$$

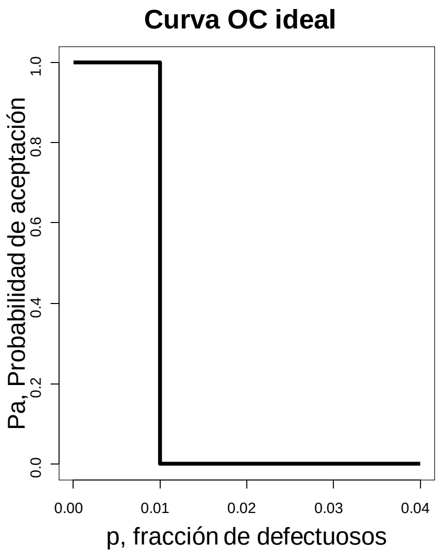
Probabilidades de aceptación (A) y rechazo (R)									
K		n=20	c=0	n=20	c=1	n=20	c=2	n=20	c=3
% Def.	**Calidad**	A	R	A	R	A	R	A	R
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1.0	B	.7999	**.2001**	1.000	**.0000**	1.000	**.0000**	1.000	**.0000**
2.0	B	.6383	**.3617**	.9611	**.0389**	1.000	**.0000**	1.000	**.0000**
3.0	B	.5082	**.4918**	.8991	**.1009**	.9931	**.0069**	1.000	**.0000**
4.0	B	.4036	**.5964**	.8225	**.1775**	.9756	**.0244**	.9988	**.0012**
5.0	M	**.3191**	.6809	**.7396**	.2604	**.9470**	.0530	**.9949**	.0051
6.0	M	**.2518**	.7482	**.6546**	.3454	**.9069**	.0931	**.9854**	.0146
7.0	M	**.1986**	.8014	**.5737**	.4263	**.8588**	.1412	**.9715**	.0285
8.0	M	**.1558**	.8442	**.4975**	.5025	**.8041**	.1959	**.9512**	.0488
9.0	M	**.1218**	.8782	**.4266**	.5734	**.7442**	.2558	**.9241**	.0759
10.0	B	**.0952**	.9048	**.3629**	.6371	**.6811**	.3189	**.8905**	.1095

Curva Característica de Operación ideal

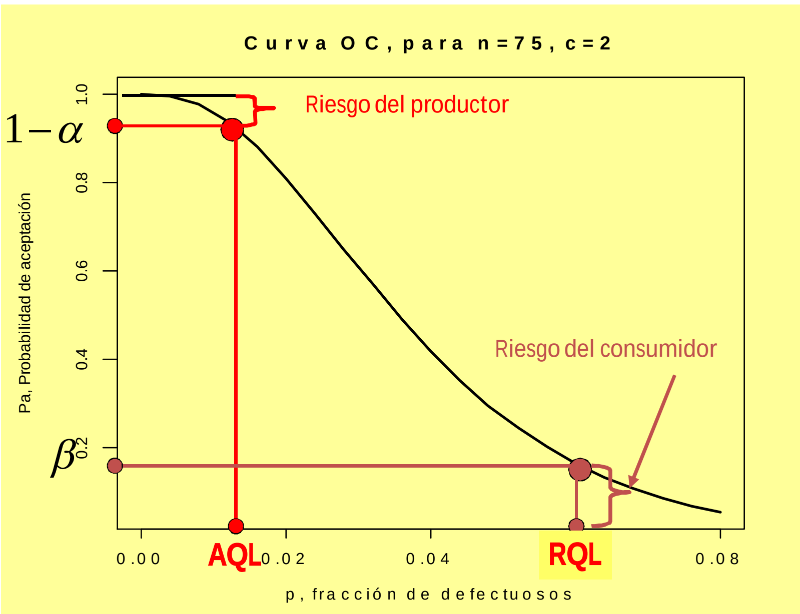
La curva característica de operación nos dice la probabilidad que tiene un plan de muestreo de aceptar un lote que con una calidad dada. Si el lote es muy bueno debe tener una probabilidad alta de ser aceptado y si es muy malo debe tener una probabilidad pequeña de ser aceptado.

Una curva OC ideal se muestra en la figura, la cual acepta todos los lotes con proporción de defectuosos menor o igual a 1%, y con probabilidad cero no acepta ningún lote con proporción de defectuosos mayor a 1%.

No existen planes de muestreo con este tipo de curvas OC, que haga discriminación perfecta entre lotes buenos y malos.



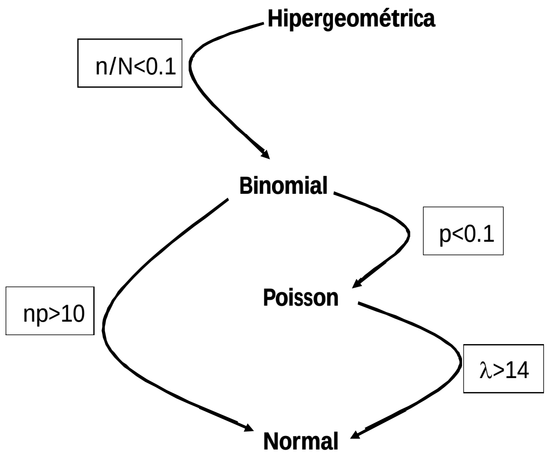
21



22

Distribuciones usuales en el muestreo de aceptación

Aproximaciones entre Algunas Distribuciones



23

Curva OC tipo A:
Se construye suponiendo que la muestra se toma de un lote finito.
La probabilidad de aceptación del lote se calcula utilizando la distribución hipergeométrica.

Curva OC tipo B:
Se construye suponiendo que la muestra se toma de un lote grande. (se toma como si fuera infinito).
La probabilidad de aceptación del lote se calcula utilizando la distribución binomial.

Algunas veces las distribuciones binomial, hipergeométrica y Poisson, arrojan valores muy cercanos.

24

Ejemplo

Considere un plan de muestreo sencillo donde el lote es de tamaño 2000, el tamaño muestral es 50 y el número de aceptación 2.

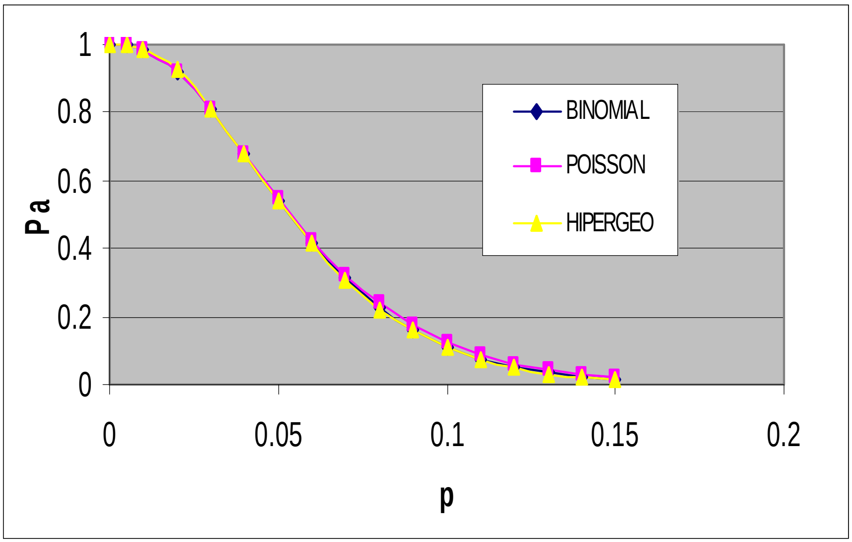
Obtenga las probabilidades de aceptación del lote considerando diferentes valores de la proporción de defectuosos, de 0 a .14.

Repita los cálculos utilizando las distribuciones binomial, hipergeométrica y Poisson.

Grafique las curvas OC que se obtienen con las diferentes distribuciones y comparelas.

Solución: En las siguientes diapositivas se muestra la tabla con las probabilidades de aceptación obtenidas con las tres distribuciones. También se muestran las gráficas de las tres curvas Oc.

p	np	Pa-Binom	Pa-Poisson	Pa-HyperG
0	0	1	1	1
0.005	0.25	0.998	0998	0.998
0.01	0.50	0.986	0.986	0.988
0.02	1.00	0.922	0.920	0.924
0.03	1.50	0.811	0.809	0.813
0.04	2.00	0.677	0.677	0.677
0.05	2.50	0.541	0.544	0.539
0.06	3.00	0.416	0.423	0.413
0.07	3.50	0.311	0.321	0.307
0.08	4.00	0.226	0.238	0.222
0.09	4.50	0.161	0.174	0.157
0.10	5.00	0.112	0.125	0.109
0.11	5.50	0.076	0.088	0.074
0.12	6.00	0.051	0.062	0.049
0.13	6.50	0.034	0.043	0.032
0.14	7.00	0.022	0.030	0.021



Curvas OC obtenidas con las distribuciones binomial, Poisson e hipergeométrica.

27

Efecto de n y c en las curvas OC

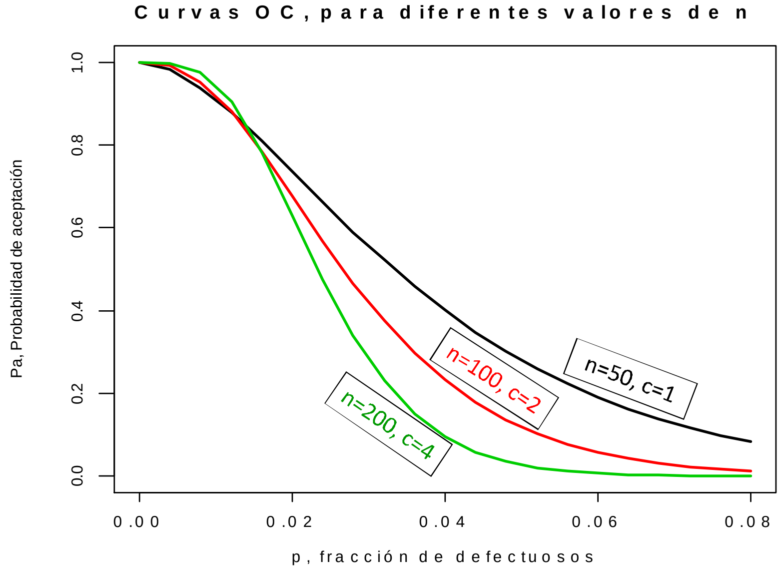
La precisión con que un plan de muestreo discrimina entre lotes buenos y malos aumenta con el tamaño de la muestra. Entre mas grande es la pendiente, mayor es el poder de discriminación.

Entre mas pequeño es el numero de aceptación c, la curva OC se mueve a la izquierda.

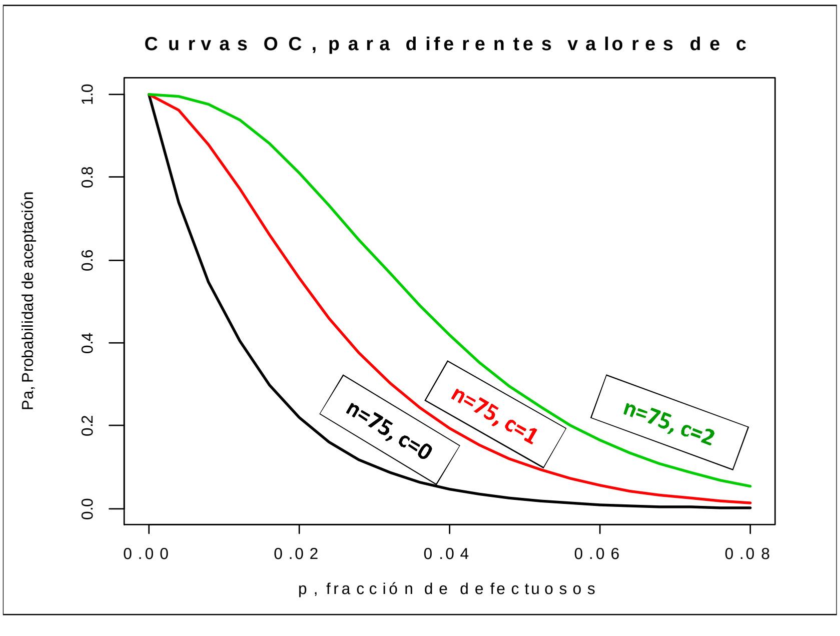
Planes con menor valor de c dan mayor discriminación a niveles menores de la fracción de defectuosos en el lote que

Cuando el número de aceptación es cero, la curva OC cae drásticamente al inicio, aunque la fracción de defectuosos sea cercana a cero. Esto puede ser indeseable desde el punto de vista del productor ya que la probabilidad de rechazo es grande aún en el caso de lotes "buenos".

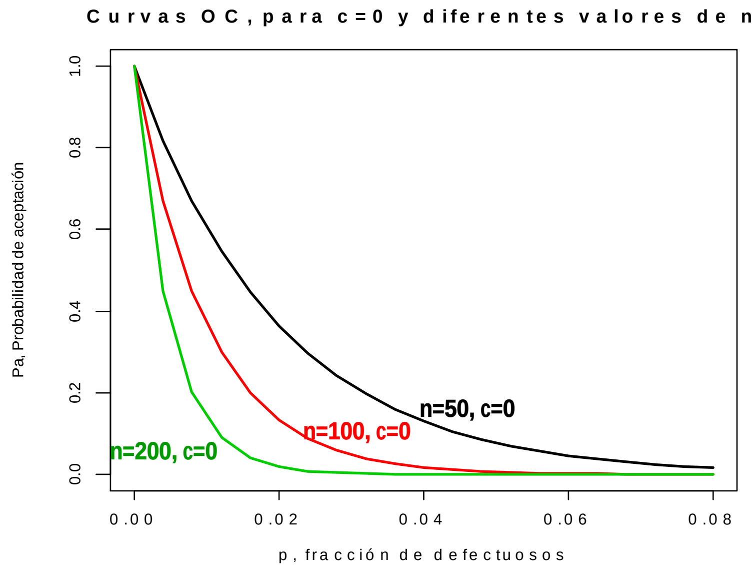
28


Curvas OC, para diferentes valores de n
Pa, Probabilidad de aceptación
p, fracción de defectuosos
n=50, c=1
n=100, c=2
n=200, c=4
0.00
0.02
0.04
0.06
0.08
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

29


Curvas OC, para diferentes valores de c
Pa, Probabilidad de aceptación
p, fracción de defectuosos
n=75, c=0
n=75, c=1
n=75, c=2
0.00
0.02
0.04
0.06
0.08
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

30



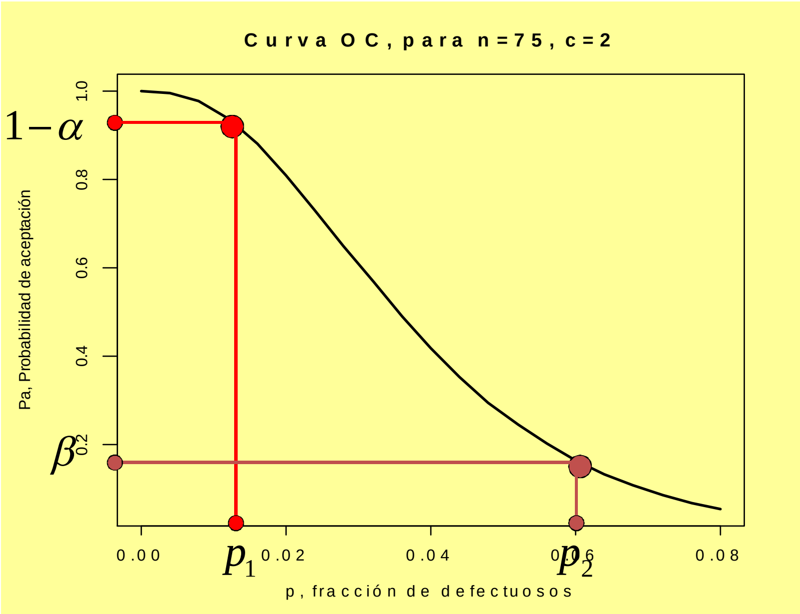
31

Diseño de un plan de muestreo simple, con una curva dada

Un enfoque usual de diseño de planes de muestreo de aceptación, requiere que la curva OC pase por dos puntos designados.

Se desea que la probabilidad de aceptación sea $1-\alpha$ para lotes con una fracción de defectuosos p_1, y que la probabilidad de aceptación sea β para lotes con una fracción de defectuosos p_2.

32



33

Diseño de un Plan Simple

Suponiendo que el muestreo Binomial es apropiado, tenemos que el tamaño muestral n y el numero de aceptación c son la solución del sistema de ecuaciones:

$$1-\alpha = \sum_{k=0}^{c} \frac{n!}{k!(n-k)!} p_1^k (1-p_1)^{n-k}$$

$$\beta = \sum_{k=0}^{c} \frac{n!}{k!(n-k)!} p_2^k (1-p_2)^{n-k}$$

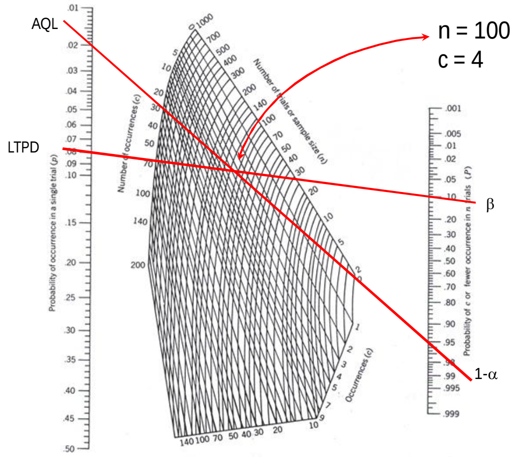
Este esa un sistema de ecuaciones no lineales muy difícil de resolver. El siguiente nomograma puede usarse para resolver estas ecuaciones.

34

Diseño de un Plan Simple: Nomograma binomial

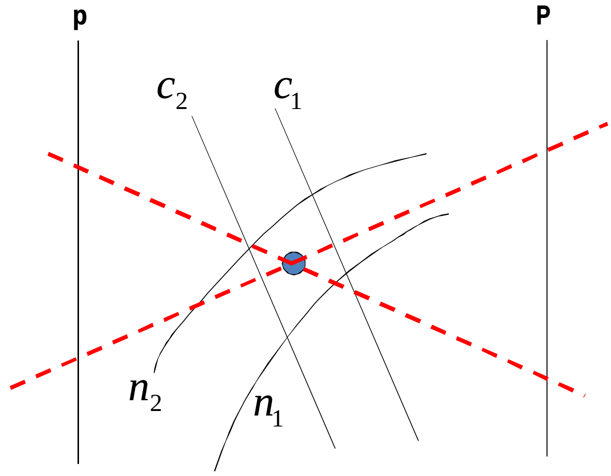
Ejemplo:
AQL = 0.02
LTPD = 0.08
1-α = 0.95
β = 0.10

¿ n , c ?



Nota: Si *p<0.01* hacer *kxp* en la escala *p* y multiplicar los valores de la escala *n* por *k*, donde *k=0.01/p* (redondeando *k* al siguiente entero).

35



Los diferentes planes dados por $(c_1, n_1), (c_1, n_2), (c_2, n_1), (c_2, n_2)$

tienen curvas OC cercanas a los puntos deseados $(p_1, 1-\alpha), (p_2, \beta)$

36

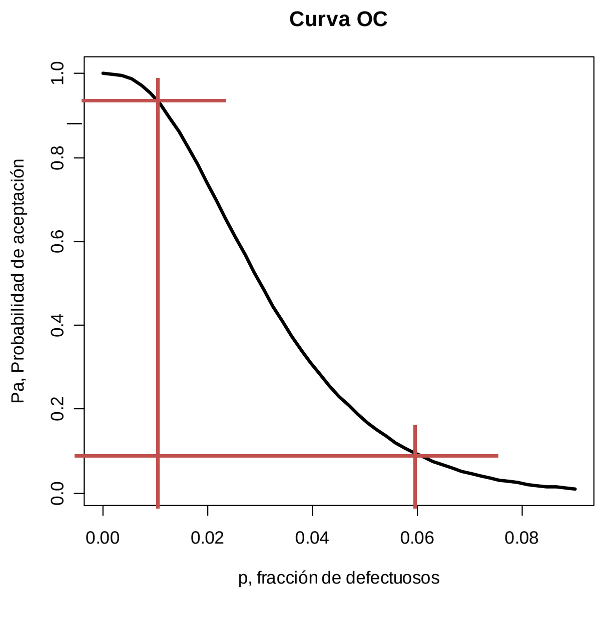
Ejemplo

Supongamos que se quiere diseñar un plan de muestreo para el cual, $p_1 = 0.01, \alpha = .05, p_2 = 0.06$ y $\beta = 0.10.$

Localizamos la intersección de las líneas que conectan en el nomograma, $(p_1 = 0.01,\ 1-\alpha = .95)$ y $(p_2 = 0.06,\ \beta = 0.10)$ y obtenemos el plan (n=89, c=2). Este plan tiene una curva OC que pasa muy cerca de los puntos deseados.

En la siguiente lámina tenemos la curva OC del plan que se obtiene como resultado.

37



Curva OC tipo B para el plan definido por n=89, c=2.

38

Propiedades de las Curvas OC

1. No existe un plan de muestreo que tenga la curva OC ideal.
2. Al aumentar el tamaño de muestra con el número de aceptación se obtienen curvas OC más cercanas a la ideal.
3. El criterio de tamaño de muestra igual a un porcentaje del tamaño del lote no es un buen criterio.
4. Al disminuir el número de aceptación la curva OC cae más rápido y con ello los planes se vuelven más estrictos.
5. Los planes con c=0 no siempre son los más apropiados.
6. La influencia del tamaño del lote en el diseño de planes de muestreo adecuados es menor de lo que comúnmente se cree.

39

Inspección correctiva

Algunas veces los programas de muestreo de aceptación requieren la acción correctiva sobre lotes rechazados.

Sobre cada lote rechazado se aplica inspección al 100% y las unidades defectuosas se corrigen o sustituyen por buenas.

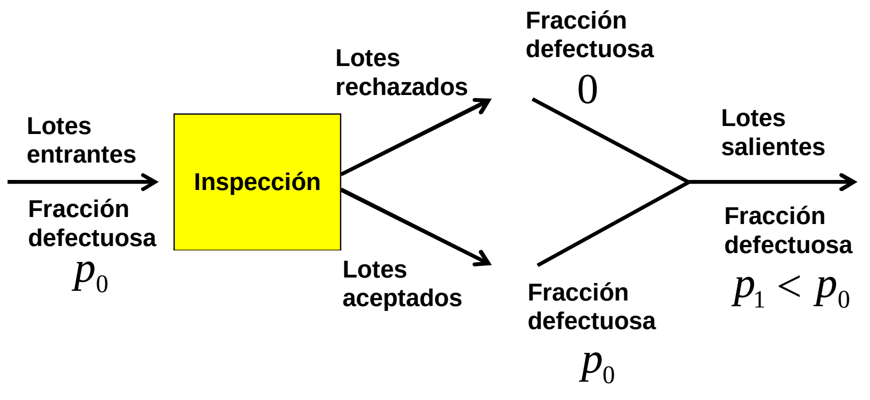
En cada lote aceptado, las unidades defectuosas encontradas se sustituyen por buenas.

Después de la inspección correctiva, la calidad de salida de los lotes originalmente rechazados es perfecta y en los lotes aceptados la calidad mejora ligeramente.

Finalmente, la calidad que llega al cliente es mejor que la que se tenía antes de la inspección correctiva.

40

Inspección correctiva



41

Inspección correctiva

Debido a la inspección correctiva, en la etapa de salida los lotes tienen un número esperado de unidades defectuosas igual a $P_a p(N-n)$, que se puede expresar como una fracción de defectuosos promedio, conocida como la calidad de salida promedio (AOQ):

$$AOQ = \frac{P_a p(N-n)}{N}$$

donde,

P_a = probabilidad de aceptación del lote.

p = proporción de defectuosos en el lote antes de la inspección

N = tamaño del lote.

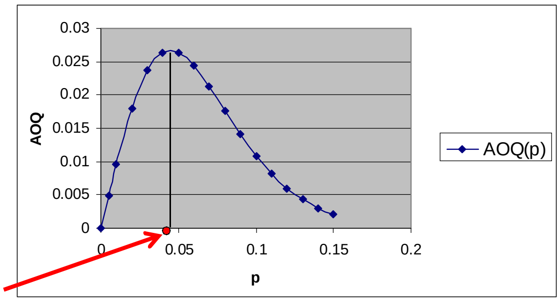
n = tamaño de la muestra

Cuando el tamaño N del lote es muy grande, entonces

$$AOQ \approx P_a p$$

42

Es importante ver a AOQ como función de la fracción de defectuosos p, ya que nos dice como cambia la fracción de unidades defectuosas al pasar los lotes por el proceso de muestreo de aceptación con corrección.



$AOQL$

Un punto importante en esta curva, es el máximo, AOQL, que nos dice para que valor de p, es menos favorable el proceso de corrección de defectuosos.

$$AOQL = Máximo \ \ del \ \ AOQ$$
$$en \ \ función \ \ de \ \ p$$

43

Otra cantidad importante en la inspección correctiva es la cantidad total de inspección requerida por el programa de muestreo.

Si los lotes no contienen unidades defectuosas, no son rechazados y la cantidad de inspección por lote será el tamaño muestral n.

Si los lotes tienen solo unidades defectuosas, tendrán inspección al 100% y la cantidad de inspección por lote será igual al tamaño del lote N.

Si la calidad del lote es 0<p<1, la cantidad promedio de inspección por lote variará entre n y N.

La inspección total promedio (ATI) por lote es

$$ATI = n + (N - n)(1 - P_a)$$

44

Ejemplo: Plan Simple.

Consideremos un plan de muestreo simple para un lote de tamaño N=2000, con tamaño de muestra *n=50* y número de aceptación *c=2.*

a). Construya la curva de aceptación para este plan considerando las distribuciones binomial, Poisson e Hipergeométrica.

b). Muestre el efecto de utilizar diferentes valores de números de aceptación c=1,c=2 y c=3:

c). Construya la curva AOQ para el plan con c=2.

d). Dibuje la curva ATI para el plan.

Nota: del inciso b) en adelante trabaje solo con la distribución binomial.

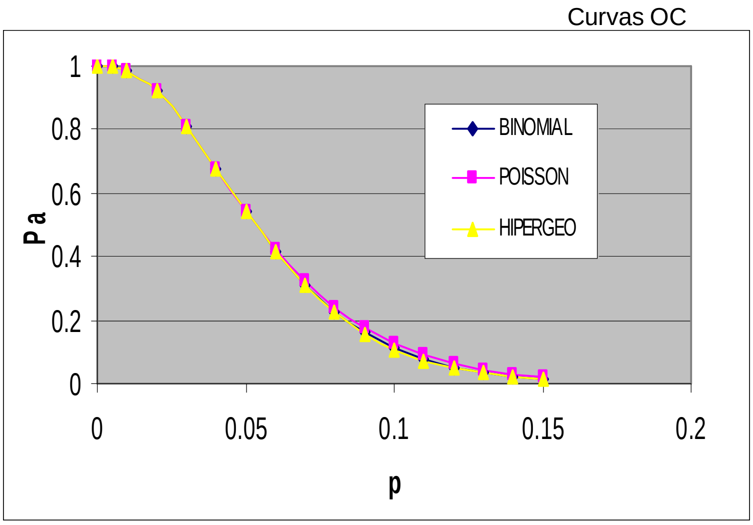
45

Ejemplo: Plan Simple (Respuesta)

Fracción p	np	Prob. De aceptación (BINOMIAL)			POISSON	HIPERGEO.
0	0	1	1	1	1	1
0.005	0.25	0.998	0.974	1.000	0.998	0.998
0.01	0.5	0.986	0.911	0.998	0.986	0.988
0.02	1	0.922	0.736	0.982	0.920	0.924
0.03	1.5	0.811	0.555	0.937	0.809	0.813
0.04	2	0.677	0.400	0.861	0.677	0.677
0.05	2.5	0.541	0.279	0.760	0.544	0.539
0.06	3	0.416	0.190	0.647	0.423	0.413
0.07	3.5	0.311	0.126	0.533	0.321	0.307
0.08	4	0.226	0.083	0.425	0.238	0.222
0.09	4.5	0.161	0.053	0.330	0.174	0.157
0.1	5	0.112	0.034	0.250	0.125	0.109
0.11	5.5	0.076	0.021	0.185	0.088	0.074
0.12	6	0.051	0.013	0.135	0.062	0.049
0.13	6.5	0.034	0.008	0.096	0.043	0.032
0.14	7	0.022	0.005	0.067	0.030	0.021
0.15	7.5	0.014	0.003	0.046	0.020	0.013

46

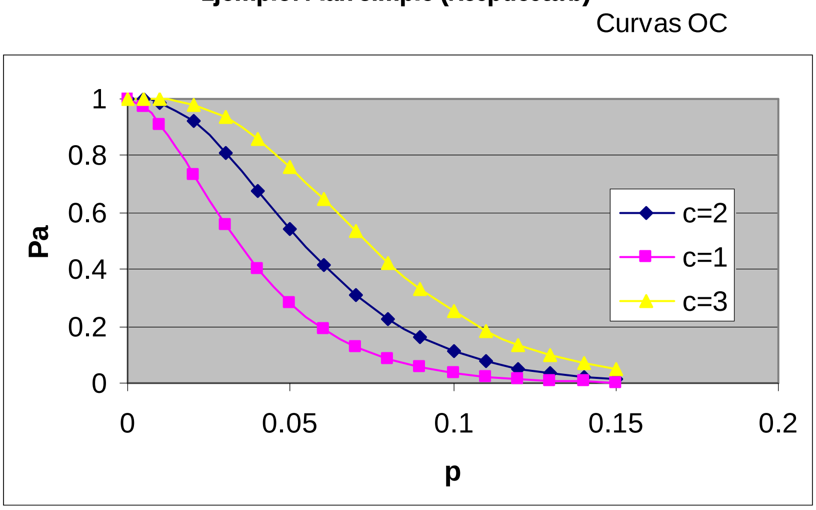
Ejemplo: Plan Simple (Respuesta a)



La curva OC sale casi igual con cualquiera de tres distribuciones.

47

Ejemplo: Plan Simple (Respuesta b)

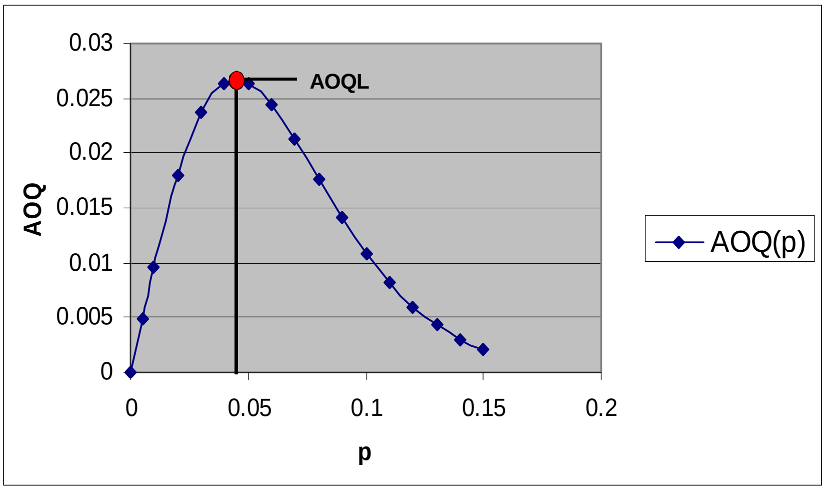


El número de aceptación más pequeño hace al plan más estricto.

Nota: del inciso b) en adelante trabaje solo con la distribución binomial.

48

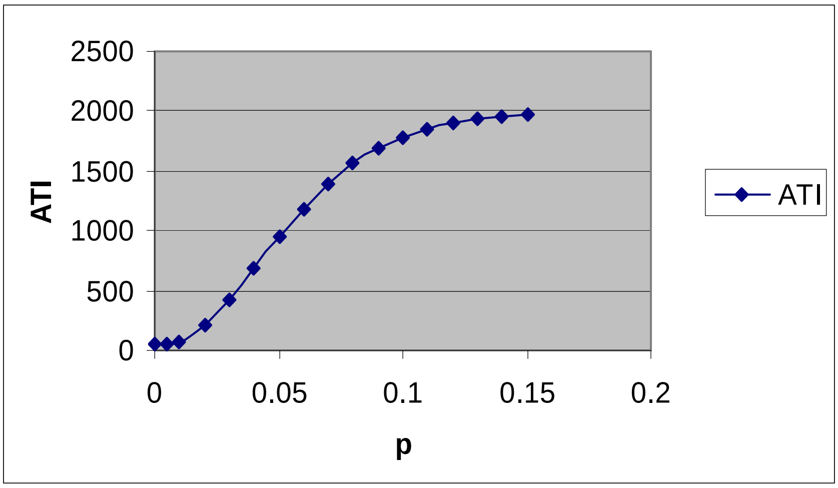
Ejemplo: Plan Simple (Respuesta c)



Curva AOQ para el plan con c=2.

49

Ejemplo: Plan Simple (Respuesta d)



Curva ATI para el plan.

50

Terminología en Muestreo de Aceptación

1. **Curva característica de operación (OC).** Mide el desempeño del plan de muestreo de aceptación. Da la probabilidad de aceptar un lote dependiendo del tamaño del lote, de la proporción de defectuosos en el lote, del tamaño de la muestra y del número de aceptación. Es curva OC tipo B si el modelo subyacente es Binomial y tipo A cuando el modelo subyacente es Hipergeométrica: Esto depende del tamaño del lote.
2. **AQL o NCA (acceptable quality level).** Representa el más pobre nivel de calidad del proceso del proveedor que el consumidor considera aceptable como un proceso promedio. La probabilidad de aceptar este nivel de calidad debe ser alta y se denota por ($1-\alpha$), donde α es el riesgo del productor.
3. **LTPD o NCL (lot tolerance percent defective).** Es el peor nivel de calidad que el consumidor está dispuesto a aceptar en un lote individual. También se le conoce como *nivel de calidad rechazable (RQL, NCR).* La probabilidad de aceptar un lote con este nivel de calidad debe ser pequeña y se denota por β (riesgo del consumidor).
4. **AOQ (average outgoing quality).** Es el nivel promedio de calidad de una serie de lotes que pasan por el programa de inspección rectificadora.
5. **AOQL (average outgoing quality limit).** Es la peor calidad promedio posible que resulta del programa de inspección rectificadora. Es el valor máximo que alcanza la curva del AOQ.
6. **ATI (average total inspección).** Inspección total promedio por lote.
7. **ASN (average sample number).** Número promedio de artículos inspeccionados de una serie de lotes con cierto nivel de calidad, para poder tomar una decisión.

51

Ejercicios

Ejercicio 1.- Usar la tabla de probabilidades de aceptación y rechazo, de la lámina 20.

(a)- Determine las probabilidades de aceptación y rechazo para los planes de muestreo (n=20,c=0), (n=20,c=1), (n=20,c=2) y (n=20,c=3), cuando el AQL es 6%. Suponga N=100.

(b)- Grafique los riesgos del vendedor y del comprador como una función de la proporción de defectos.

(c)- Determine cual de estos planes de muestreo es tal que la probabilidad de aceptar un lote malo no excede el 50%. A quien favorece este plan?

Ejercicios

Ejercicio 2.- Diseño de un plan de muestreo simple (con ayuda del nomograma) con una curva característica de operación (OC) especifica.

(a)- Encontrar, con ayuda del nomograma, los planes más cercanos a la curva de operación característica que pasa por los puntos $(p_1, \alpha) = (.01,\ .05)$ y $(p_2, \beta) = (.06,\ .10)$.

(b)- Cual plan tiene los riesgos del vendedor y comprador más cercanos a los dados en el inciso anterior? Cual plan elige?

(c)- Repita (a) y (b), considerando ahora la curva OC que pasa por los puntos $(p_1, \alpha) = (.01,\ .10)$ y $(p_2, \beta) = (.06,\ .20)$.

Ejercicios

Ejercicio 2.- continuación.

(d)- Trace las curvas OC de los dos planes de muestreo encontrados anteriormente.

(e)- Comente las diferencias de los planes encontrados en los incisos anteriores.

Final de Muestreo Simple