

INDICE

I. Introducción	
1. Repaso Histórico	1
2. Lo que puede hacer e control estadístico de calidad	9
3. Consideraciones acerca de este libro	11
4. Referencias seleccionadas	12
Parte I. Fundamentos	
2. Probabilidad	15
1. Un viejo juego de azar	
2. Probabilidad	16
3. Aleatoriedad	18
4. ¿Cómo tomar una muestra la azar?	19
5. ¿Cuando esta funcionando un proceso en forma aleatoria?	22
6. Probabilidades empíricas	24
7. Predicción de las frecuencias relativas	
8. Dos teoremas importantes	25
9. Teorema de Bayes	31
10. Permutaciones y combinaciones	32
11. Problemas	34
12. Referencias seleccionadas	38
3. Distribuciones por frecuencia de datos de muestras	
1. Tipos de datos	39
2. Construcción de una distribución por frecuencias	40
3. Características de una distribución por frecuencias	
4. Medición de las características de una distribución	47
5. Análisis de datos exploratorio	63
6. Problemas	70
7. Referencias seleccionadas	76
4. Distribución por frecuencias de un universo	
1. Distribuciones de universos finitos	77
2. Distribución de los universos infinitos	78
3. Formulas para las distribuciones de universos infinitos	79
4. Distribuciones de frecuencia relativa como distribuciones de probabilidad	84
5. Algunas distribuciones importantes de variables discretas	87
6. Algunas distribuciones importantes de variables continuas	93
7. Algunas interrelaciones entre las diferentes distribuciones	96
8. Desigualdad de Tchebychev	102
9. Predicción de lo que hará un proceso	103
10. Distribución de sumas y diferencias	104
11. Distribuciones de productos y cocientes	106
12. Problemas	122
13. Referencias seleccionadas	116
5. Distribución de muestreo de una proporción o fracción	117
1. Distribución de muestreo de una proporción o fracción	118
2. Problemas	122
3. Referencias seleccionadas	123
6. Otras distribuciones importantes de muestreo	125

1. Distribución por muestreo de una media aritmética	126
2. Distribución por muestreo de una variancia y una desviación estándar	132
3. Distribución por muestreo de la amplitud en una muestra pequeña de un universo normal	140
4. Las muestras mas grande y mas pequeña como "Limites de tolerancia" para los valores individuales de un universo	142
5. Un intervalo de predicción para un resultado de muestra futura dada una muestra actual	144
6. Distribución por muestreo de la estadística	145
7. Estadística especial basada en la amplitud	147
8. Problemas	148
9. Referencias seleccionadas	154
Parte II. Procesos de muestreo para aceptación de lotes	
7. Muestreo de aceptación por atributos: procesos de muestreo sencillo	157
1. Muestreo de aceptación	
2. Fracción defectuosa en los procesos de muestreo por atributos	159
3. Procesos de muestreo de aceptación con muestra sencilla y defectos por unidad	174
4. preparación de lotes para inspección	175
5. Problemas	176
6. Referencias seleccionadas	178
8. Muestreo de aceptación por atributos: procesos de muestreo doble y secuencial por fracción defectuosa	179
1. Procesos de muestreo doble	
2. Procesos de muestreo secuencial electo por elemento	189
3. Procesos secuencial en conjunto y de muestreo múltiple	194
4. Problemas	195
5. Referencias seleccionadas	197
9. Muestreo de aceptación por atributos: muestreo múltiple por fracción defectuosa	199
1. Métodos para describir los procesos de muestreo múltiple	
2. Calculo de la curva CO para un proceso de muestreo múltiple	200
3. Calculo de la curva ASN para un proceso de muestreo múltiple	203
4. Diseño de proceso de muestreo múltiple con $p'1$, $p'2$, a y B específicos	
5. Problemas	206
6. Referencias seleccionadas	208
10. Muestreo de aceptación por atributos: Normas Mil. Std. 105D del departamento de la defensa (E.U.A.) y ASSI/ASGC Std. Z1.4 e ISO Std. 2859	209
1. Descripción de la norma Military Estándar 105D	
2. Texto de Military Estándar 105D	215
3. Consideraciones sobre Military Estándar 105D	222
4. Norma ANSI/ASQC Z1.4-1981	243
5. Norma ISO 2859, International organization for	

standardization	246
6. Norma propuesta ANSI/ASQC para un programa de muestreo por atributos con saldo de lote	
7. Problemas	247
8. Referencias seleccionadas	248
11. Muestreo de aceptación por variables para controlar la fracción defectuosa: desviación estándar conocida	249
1. Ventaja de los procesos de muestreo por variables	
2. Desventajas de los procesos de muestreo por variables	
3. Relación entre la media y la desviación estándar de un proceso o lote normalmente distribuido y su fracción defectuosa	251
4. Procesos de muestreo por variables cuando los procesos o lotes están normalmente distribuidos y se conoce la desviación estándar	254
5. Proceso especial por atributos como alternativa de un proceso por variables cuando o es conocido	264
6. Muestreo por variables con lotes normales de forma conocida	265
7. Problemas	266
8. Referencias seleccionadas	268
12. Muestreo de aceptación por variables para controlar la fracción defectuosa: Desviación estándar desconocida	269
1. Deducción de un proceso por variables con $p'1$, $p'2$, a y B especificados	
2. Problemas	
3. Referencias seleccionadas	282
13. Muestreo de aceptación por variables para controlar la fracción defectuosa: Norma Mil. Std. 414 y otras normas relacionadas	283
1. Descripción de la Military Estándar 414	284
2. Tablas de la norma	286
3. Discusión de la norma Military Estándar 414	294
4. Desviaciones de la norma Mil. Std 414 en las nuevas normas de variables: ANSI/ASQC Z1.9-1980	298
5. Grado de conformidad de las nuevas de variables con las normas de atributos	301
6. Consideración especial	
7. Problemas	305
8. Referencias seleccionadas	306
14. Temas especiales referentes al muestreo por lotes	307
1. Identidad de las curvas	307
2. Comparación de eficiencias	308
3. Comparación de las características administrativas	310
4. Un problema	
5. Referencias seleccionadas	332
15. Muestreo de aceptación por variables para dar seguridad en relación con la media o desviación estándar de un proceso o lote	333
1. Procesos de muestreo lote por lote para dar seguridad en relación con la calidad media de un material: procesos basados	334

en la media de la muestra con desviación estándar conocida	
2. Procesos de muestreo lote por lote para dar seguridad en relación con la calidad media: desviación estándar del universo desconocida	347
3. Procesos de muestreo lote por lote para dar seguridad en relación con la variabilidad de un proceso	353
4. Inspección severa (o estricta y abreviada)	356
5. Un problema	357
6. Referencias seleccionadas	360
Parte III. Inspección rectificadora	
16. Inspección rectificadora para muestro lote por lote	363
1. Procesos de inspección rectificadora en los que se prevé la inspección al 100 por ciento de los lotes rechazados	364
2. Procesos de inspección rectificadora con menos del 100 por ciento de inspección de los lotes rechazados	381
3. Un problema	382
4. Referencias seleccionadas	386
Parte IV. Diagrama de control	
18. Teoría general de los diagramas de control	407
1. Causas de la variación en calidad	
2. Teoría de los diagramas de control	408
3. Límites de control	412
4. Curva características de operación para un diagrama de control	
5. Tamaño de la muestra y frecuencia del muestreo para control actual	415
6. Subagrupamiento	417
7. Teoría de las tandas o corridas en los datos aleatorios	418
8. Resumen de los criterios de fuera de control	424
9. Problemas	
10. Referencias seleccionadas	425
19. Diagramas de control para fracción defectuosa (diagrama p)	427
1. Trazado de un diagrama p, con n constante	
2. Operación y revisión del diagrama p	431
3. Diagramas p con n variable	435
4. La curva CO para un diagrama p utilizado para controlar la producción en curso	438
5. La curva ARL para un diagrama p de un solo límite empleado para controlar la producción en curso	439
6. Tamaño de la muestra y frecuencia del muestreo para control en curso	441
7. La función CO para un diagrama p utilizado para analizar datos anteriores	444
8. Diagramas p y pruebas x ²	445
9. Problemas	446
10. Referencias seleccionadas	450
20. Diagrama de control para el número de defectos por unidad (diagramas c y diagramas u)	451

1. Ejemplos del uso	
2. Distribución de muestreo del numero de defectos por unidad	
3. Construcción y operación de un diagrama c con una muestra de tamaño constante	453
4. La curva CO para un diagrama c con un tamaño constante de muestra	456
5. La curva ARL para un diagrama c de un solo limite con muestra de tamaño constante para controlar producción en curso	
6. Determinación del tamaño de la muestra a los fines de un control en curso	459
7. Diagramas u	
8. Diagramas u con muestra de tamaño variable	460
9. Diagramas c, diagramas u y pruebas x2	462
10. Problemas	463
11. Referencias seleccionadas	465
21. Diagramas de control de variables	467
1. Diagrama X	
2. Diagrama R	468
3. Construcción y operación de diagramas X y R	470
4. Diagramas suplementarios de elementos individuales	476
5. Características operativas de los diagramas X y R	478
6. Curvas ARL para diagramas X y R usados para controlar producción en curso	482
7. Trazado de diagramas X y R para el control actual	486
8. Diagramas X y R contra diagramas p	489
9. Diagramas de control par elementos individuales	491
10. Otros diagramas de control de variables	493
11. Alternativas al análisis de los diagramas de control de variables	495
12. Estudios de capacidad del proceso	
13. Problemas	497
14. Referencias seleccionadas	502
22. Diagramas de control de sumas acumulativas (CUSUM)	
1. La ventaja de marcar las sumas acumulativas	503
2. Un procedimiento unilateral para decisión	505
3. Un procedimiento bilateral para decisión	508
4. Diseño de un diagrama Cusum y mascarilla en V	513
5. Comparación de los diagramas Cusum y Shewhart	516
6. Otros diagramas Cusum	
7. Formas especiales de mascarillas Cusum y otros métodos Cusum mas especializados	519
8. Problemas	523
9. Referencias seleccionadas	525
23. Procesos y procedimientos especiales	
1. Diagramas de control de aceptación	527
2. Diagramas de control de diferencias	531
3. El método "LOTO PLOT"	532
4. Papel de probabilidad binomial (BIPP)	539

5. Diagramas de promedio móvil y de amplitud móvil	541
6. Problemas	542
7. Referencias seleccionadas	544
Parte V. Algunas estadísticas útiles en a investigación industrial	545
24. Eliminación de las características de un lote o proceso	
1. Estimación del punto	547
2. Intervalos de confianza	552
3. Problemas	566
4. Referencias seleccionadas	569
25. Pruebas de hipótesis relacionadas con las proporciones, medias y variancias	571
1. Teoría de la comprobación de hipótesis	
2. Pruebas de hipótesis correspondientes a una fracción defectuosa	572
3. Pruebas de hipótesis correspondientes a la ,medida del universo	576
4. Pruebas de hipótesis correspondientes a la variancia o desviación estándar	581
5. Seguir pasos para la comparación de la hipótesis	583
6. Determinación del tamaño de la muestra	584
7. Una cuestión de lógica	
8. Problemas	588
9. Referencias seleccionadas	592
26. Pruebas correspondientes a la diferencia entre dos proporciones medias o variancias	593
1. Pruebas correspondientes a la diferencia entre dos proporciones	
2. Pruebas correspondientes a la diferencia entre dos medidas	596
3. Pruebas correspondientes a la diferencia entre dos variancias	607
4. Problemas	613
8. Referencias seleccionadas	618
27. Pruebas de normalidad	
1. Método gráficos	619
2. Las pruebas X ² de adecuación de ajuste	
3. Uso de las medidas de asimetría y curtosis	622
4. Problemas	628
5. Referencias seleccionadas	629
28. Tablas de continencia y pruebas X²	
1. Tablas 2 X 2	631
2. Tablas r X c.	635
3. Pruebas de homogeneidad en un conjunto de porcentajes	637
4. Comparación de defectos por unidad y otras variables de Poisson	639
5. Las características de operación de las pruebas X ²	641
6. Problemas	644
7. Referencias seleccionadas	646
29. Análisis de variancia-I	
1. Análisis de variancia para una clasificación unidireccional	647

2. Análisis de la variancia para una clasificación bidireccional con un solo caso en cada clase	668
3. Problemas	676
4. Referencias seleccionadas	680
30. Análisis de variancia-II	
1. Clasificación bidireccional con mas de un caso, pero con igual numero de ellos en cada clase	681
2. Análisis de la variancia para una clasificación tridireccional, con un solo caso en cada clase	698
3. Clasificaciones anidadas	709
4. Supuestos que fundamentan el análisis de variancia	713
5. Análisis de variancia versus los diagramas X y R	715
6. Problemas	717
7. Referencias seleccionadas	724
31. Análisis suplementarios y asociados con el análisis de variancia	725
1. Análisis adicionales correspondientes a las medias	
2. Pruebas de homogeneidad de variancias	739
3. Análisis de los componentes de la variancia	741
4. Estimación de la presión de los instrumentos de medición y de la variabilidad del producto	759
5. Pruebas de Homogeneidad general	763
6. Problemas	767
7. Referencias seleccionadas	771
32. Regresión y correlación: Dos variables	773
1. Distribuciones bivariadas de frecuencias	774
2. Características importantes de las distribuciones bivariadas de frecuencias y sus mediciones	777
3. Estimación de la regresión de un universo y el error estándar de la estimación a partir de datos de muestra	780
4. Ejemplo de datos no agrupados	784
5. Ejemplo de datos agrupados	786
6. Uso de la línea de regresión y del error estándar de estimación al efectuar estimaciones	787
7. Errores del muestreo cuando el origen se encuentra en $X_2 = x_2, x_1 =$	790
8. El corriente de correlación	795
9. Problemas	799
10. Referencias seleccionadas	803
33. Regresión y correlación: Tres y mas variables	
1. Regresiones trivariadas	805
2. Regresiones que afectan a mas de tres variables	826
3. Regresiones no lineales	
6. Problemas	841
7. Referencias seleccionadas	846
34. Análisis de covariancia	
1. Usos del análisis de covariancia	847
2. Como contrarrestar los efectos dañinos mediante el análisis de covariancia	848

3. Comparación de las pendientes de líneas de regresión	861
4. Problemas	875
5. Referencias seleccionadas	878
35. Diseño de experimento-I	
1. Diseño de experimento para analizar los efectos de un solo factor	879
2. Diseño de experimento para analizar los efectos de varios factores	887
3. Problemas	891
4. Referencias seleccionadas	892
36. Diseño de experimentos-II	
1. La confusión en los experimentos factoriales	893
2. Repetición fraccional	902
3. Problemas	907
5. Referencias seleccionadas	908
Apéndice	
I. Demostraciones matemáticas y material técnico seleccionado	911
(1) Suma simbólica	
(2) Demostración del método rápido para calcular la media aritmética	913
(3) Demostración del método rápido para calcular la desviación estándar	914
(4) Deducción de una formula para calcular u_3	
(5) Deducción de una formula para calcular u_4	915
(6) Demostración de que la media de una distribución binomial es igual a p' si X/n es la variable	916
(7) Demostración de que la media de una distribución binomial es igual a $p'(1-p')$ si X/n es la variable	
(8) Demostración de que la media de una distribución de Poisson es igual a u'	917
(9) Demostración de que la media de una distribución de Poisson es igual a u'	
(10) Deducción de la desigualdad de Tchebychev (o Chebyshev)	
(11) Demostración de que $E(X+Y) = E(Y)$	918
(12) Demostración de que $E(XY) = E(X)E(Y)$ si X e Y son independientes	919
(13) Demostración de que $\sigma^2(X^2+Y) = \sigma^2X^2 + \sigma^2Y^2$ si X e Y son independientes	
(14) Demostración de que $\sigma^2X^2Y = Y^2\sigma^2X^2 + X^2\sigma^2Y^2 + \sigma^2X^2\sigma^2Y^2$ si X y Y son independientes	920
(15) Esbozo de la demostración de que la distribución binomial puede aproximarse mediante la distribución normal	
(16) Demostración de que la distribución de Poisson se aproxima a la distribución binomial si p' es pequeño y n grande	922
(17) Aproximaciones binomiales es la distribución hipergeométrica	
(18) Diagramas IQ de Leslie e. Simon	923
(19) Distribución tipo III de Karl Pearson	924

(20) Demostración de que $E(X) = x$	
(21) Demostración de que la variancia de X es igual a σ^2/n	925
(22) Demostración de que la media de S^2 es igual a σ^2	926
(23) Demostración de que la variancia de S^2 es igual a $\frac{1}{n}(\sigma^4 - n\sigma^2)$	927
(24) Demostración de que la desviación estándar de S es aproximadamente igual a $\sigma\sqrt{\frac{2}{n-1}}$	928
(25) Demostración de un método de muestro secuencial unitario con p_1 y p_2 a y B dados	929
(26) Demostración de que S se encuentra entre p_1 y p_2	932
(27) Deducción de un método de muestreo basado en X en el cual la fracción defectuosa del lote es el criterio de aceptabilidad. Dados los p_1 y p_2 a y B para el método; σ conocido y constante, universo del tipo III y un solo límite de especificación de ingeniería	933
(28) Deducción de la curva CO para un método basado en S	936
(29) Límites de confianza para σ^2 y σ cuando la muestra es grande y el universo no normal	937
(30) Límites de confianza para p deducidos de los diagramas IQ de Leslie E. Simon	938
(31) Método para probar la diferencia entre dos proporciones cuando las proporciones son relativamente pequeñas	939
(32) Las partes componentes de la suma total de cuadrados en un análisis de variancia de un factor simple	941
(33) Estimaciones de componentes de la variancia en un análisis de variancia de un solo factor	942
(34) Deducción de formulas practicas para el uso en un análisis de variancia de un solo factor	944
(35) La prueba T^2 de Hotelling, para un modelo de análisis de variancia de efectos mezclados	945
(36) Deducción de una línea de regresión mediante el método de mínimos cuadrados	947
(37) Deducción de una formula para σ^2	
(38) Para un universo normal bivariado, la pendiente de la línea de regresión de X_1 o X_2 , es $r_{12}\sigma_1/\sigma_2$	948
(39) Estimación del plano de regresión de un universo mediante el método de mínimos cuadrados, variables p	949
(40) Errores estándares de estimación de los parámetros de regresión	952
(41) Demostración de que $R_{12}^2 = r_{12}^2 + r_{13}^2$ si $r_{23} = 0$	
(42) El método de regresión para el análisis de variancia y de covariancia	954
II. Tablas y diagramas especiales	
Notas acerca de las tablas	965
Tabla A1 Ordenadas de la distribución de probabilidad normal	967
Tabla A2 Probabilidades acumulativas de la distribución de probabilidad normal	968
Tabla B Puntos de porcentaje de la distribución t	969
Tabla C Puntos de porcentaje de la distribución X^2	970

Tabla D1 Puntos de porcentaje de la distribución de la amplitud relativa $w = r/o'$ universo normal	971
Tabla D2 Puntos 0.05 superiores de la distribución de la amplitud estudentizada, $q = (X_u - X_l)$	972
Tabla D3 Valores asociados con la distribución de la amplitud promedio	973
Tabla E Suma de los términos de la distribución de Poisson	974
Tabla F Puntos 0.05 y 0.01 de la distribución de Y_1 , universo normal	979
Tabla G Puntos de porcentaje de la distribución Y_2 , universo normal	980
Tabla H Puntos de porcentaje de la distribución de $a = AD/RMSD$, universo normal	981
Tabla J Puntos de porcentaje de la distribución F	982
Tabla K Valores para probar los efectos principales fijos de un modelo mezclado	988
Tabla L Puntos 0.10. de las curvas CO para una prueba de una cola de la hipótesis $\sigma_1 = \sigma_2$, universo normal, $\alpha = 0.05$	990
Tabla M Factores útiles en la construcción de los diagramas de control	991
Tabla N1 Tabla para probar la aleatoriedad de la agrupación en una secuencia de alternativas, $(P=0.005)$	993
Tabla N2 Tabla para probar la aleatoriedad de la agrupación en una secuencia de alternativas, $(P=0.05)$	993
Tabla N3 Valores límites para el número total de elementos arriba y debajo de la mediana de un conjunto de valores	994
Tabla P Valores límites para longitudes de elementos en ambos lados de la mediana en n casos	995
Tabla Q Valores límites para longitudes de corridas arriba y abajo en una serie n números	
Tabla R Cualidades características de pruebas secuenciales de la distribución binomial calculadas para varias combinaciones de $p_1, p_2, \alpha = 0.05$ y $B = 0.10$	996
Tabla S Puntos 0.05 superior de la distribución de A_0	997
Tabla T Puntos 0.05 superior de la razón S_{2max}/S_{2min}	998
Tabla U Puntos superiores de porcentajes de la desviación studentizada extrema desde una media de muestra $(X_H - X)/S_v$ o bien $(X - X_L)/S$ universo normal	999
Tabla W Criterios y valores críticos para probar un valor extremo	1000
Tabla Y Tabla de v n correspondiente a varias probabilidades	1001
Diagrama I Puntos de 10 y 50 por ciento de las curvas características de operación de pruebas F del análisis de variancia de efectos fijos $\alpha = 0.05$	1002
Diagrama II Puntos de 10 y 50 por ciento de las curvas características de operación de pruebas F del análisis de variancia de efectos fijos, $\alpha = 0.01$	
Tabla Z untos 5 por ciento superiores del coeficiente de correlación múltiple de muestra	1003
Tabla AA Logaritmos comunes de números, con cuatro cifras	1005

Tabla BB Cuadrados de los números	1007
Tabla CC Logaritmos de factoriales	1009
Tabla DD Números aleatorios III y IV	1011 y 10112
III. Glosario de símbolos	1013
IV. Glosario de términos técnicos especiales	1021
V. Lista acumulada de referencias	1029
VI. Lista general de obras de consulta	1063
Índice	1065