



ESCUELA DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

EXPERIENCIA CURRICULAR

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Guía de Aprendizaje

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

Perú - 2014

PRESENTACIÓN

La presente guía de aprendizaje, tiene el propósito de apoyar a los estudiantes de postgrado, en el aprendizaje de los conceptos y técnicas estadísticas básicas, para su aplicación en las etapas pertinentes del proceso de investigación científica. Si bien, actualmente, existe software general y especializado que facilitan el procesamiento y análisis estadístico de los datos, se requiere por lo menos conocimientos básicos para facilitar la interpretación de los resultados.

Considerando la diversidad de programas de postgrado, sería muy extenso incluir ejemplos que se apliquen en las diversas especialidades. Por este motivo se consideran ejemplos generales. Cada docente presentará y desarrollará ejemplos acordes con la especialidad del programa.

El Capítulo 1, considera elementos de muestreo, tablas de frecuencias, gráficas estadísticas y medidas de estadística descriptiva.

El Capítulo 2, trata sobre la probabilidad, fundamento de la inferencia estadística.

El Capítulo 3, está dedicado a las distribuciones de probabilidad más usuales como: la distribución binomial, la distribución normal y las distribuciones t , χ^2 y F .

El Capítulo 4, desarrolla pruebas de hipótesis para los parámetros más usados, regresión lineal y correlación..

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	
CAPITULO 1 ELEMENTOS DE MUESTREO, PRESENTACIÓN DE DATOS Y MEDIDAS ESTADÍSTICAS	6
CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADISTICA	7
Estadística. Estadística descriptiva y estadística inferencial	7
Variables. Clasificación	8
Elementos de muestreo	9
Población	9
Muestra	9
Muestreo no probabilístico	9
Muestreo probabilístico	9
Determinación del tamaño de muestra	10
Ejercicios resueltos	11
AGRUPACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DATOS	13
Distribución de frecuencias	13
Frecuencias absolutas	14
Frecuencias relativas	14
Representaciones gráficas	15
Histograma de frecuencias	15
Polígono de frecuencias	16
Gráfica de barras	17
Gráfica circular	17
Ejercicios de repaso N° 1-A	18
MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL	20

Media Aritmética	20
Moda	20
Mediana	20
Cuartiles	21
MEDIDAS DE DISPERSIÓN	23
Rango o Recorrido	23
Varianza	23
Desviación estándar	24
Coeficiente de variación	24
MEDIDAS DE ASIMETRÍA	24
Coeficiente de asimetría	25
CURTOSIS	25
Coeficiente de curtosis	25
Ejercicios de repaso N° 1-B	28
CAPITULO 2 PROBABILIDAD	30
Introducción	31
Experimento aleatorio	31
Espacio muestral	31
Evento aleatorio	32
Propiedades de la probabilidad	33
Probabilidad condicional	34
Regla de multiplicación	36
Probabilidad de Bayes	37
Ejercicios de Repaso N° 2	39

CAPITULO 3	DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD	41
	Variable Aleatoria	42
	Distribución de probabilidad	42
	Valor esperado	42
	Varianza	42
	Distribución binomial	43
	Características	43
	Propiedades	44
	Distribución normal	44
	Distribución normal estándar	45
	Aproximación normal a la binomial	47
	Distribución t	47
	Distribución χ^2	48
	Distribución F	49
	Ejercicios repaso N° 3	50

CAPITULO 4	PRUEBA DE HIPÓTESIS, REGRESIÓN Y CORRELACIÓN	
	LINEAL	52
	Introducción	53
	Hipótesis Estadística	53
	Región de aceptación y región crítica	54
	Procedimiento	54
	Prueba de hipótesis para la media de una población	54
	Prueba de hipótesis para la comparación de media de dos poblaciones	56
	Prueba de hipótesis para datos pareados	58
	Prueba de hipótesis para la proporción de una población	59

Prueba de hipótesis para la comparación de proporciones de dos poblaciones	60
Prueba de independencia	62
REGRESIÓN Y CORRELACIÓN LINEAL	63
Introducción	63
Regresión lineal simple	63
Estimación de la ecuación de regresión lineal	64
Coeficiente de determinación	64
Prueba de hipótesis para β	65
Correlación lineal	65
Coeficiente de correlación lineal	65
Regresión lineal múltiple	68
Ejercicios de repaso N° 4	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	75
Formato para Informe Estadístico	
Diseños de Investigación	
Pruebas de hipótesis paramétricas para medias	
Tablas Estadísticas	

CAPITULO 1

**ELEMENTOS DE
MUESTREO,
PRESENTACIÓN DE DATOS
Y MEDIDAS ESTADÍSTICAS**

CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Estadística se ha vuelto esencial en la investigación, la administración, la producción, la educación y todas las ramas del saber humano. El énfasis destaca en la recolección, presentación y análisis de datos.

A diario se está procesando información estadística para tomar decisiones, desde los consumidores que utilizan los precios unitarios, hasta las grandes compañías nacionales e internacionales o países que están desarrollando actividades inherentes a su desempeño.

El estudio de la Estadística según se expondrá en este compendio tiene un significado mucho más amplio que la recopilación y publicación de resultados.

DEFINICIÓN

La Estadística es una ciencia que trata de la recolección, organización, presentación y análisis de datos con el fin de realizar una toma de decisiones más adecuada.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ESTADÍSTICA INFERENCIAL

La estadística se divide en dos grandes ramas de estudio que son: ***La estadística descriptiva***, la cual se encarga de la recolección, clasificación y descripción de datos muestrales o poblacionales, para su interpretación y análisis y **La estadística inferencial**, que desarrolla modelos teóricos que se ajustan a una determinada realidad con cierto grado de confianza.

Estas dos ramas no son independientes; por el contrario, son complementarias y entre ambas dan la suficiente ilustración sobre una posible realidad futura, con el fin de que quien tenga poder de decisión, tome las medidas necesarias para transformar ese futuro o para mantener las condiciones existentes.

VARIABLES. CLASIFICACIÓN

Una variable es una característica de la población objeto de estudio y puede tomar diferentes valores.

Según su naturaleza, las variable puede ser cualitativa o cuantitativa.

Variable Cualitativa:

Una variable es cualitativa cuando sólo puede clasificarse en categorías no numéricas, no es medible ni contable. Ejemplos de variables cualitativas son el color de los ojos de las personas de una ciudad, la Facultad o Escuela Profesional en la que están matriculados los estudiantes de una Universidad. En este caso sólo podemos hacer representaciones gráficas. Su objetivo es dar una idea visual sencilla de la muestra obtenida.

Variable Cuantitativa:

Una variable es cuantitativa cuando toma valores numéricos. Puede ser discreta o continua.

Discreta, puede tomar un conjunto finito o numerable de valores observados. Se expresa con números enteros. Ejemplo: el número de personas por hogar, número de alumnos matriculados por sección en una I.E.

Continua, puede tomar cualquier valor en un intervalo especificado de valores. Ejemplo: tiempo de servicio de profesionales de una institución, rendimiento escolar de los alumnos de una I.E.

Según su escala de medición, la variable puede ser nominal, ordinal, de intervalo o de razón.

Nominal

Los elementos solo pueden ser clasificados en categorías pero no se da un orden o jerarquía

Ordinal

Existe un orden o jerarquía entre las categorías.

De intervalo

Establece la distancia entre una medida y otra. Carece de un cero absoluto.

De razón

Es posible establecer la proporcionalidad. Existe el cero absoluto. Se permiten todas las operaciones aritméticas.

ELEMENTOS DE MUESTREO**POBLACIÓN**

La **población** se refiere al conjunto de todos los elementos o unidades de interés para un estudio determinado, como los docentes de una UGEL, las edades de los estudiantes de maestría de la UCV, las personas mayores de 18 años de una ciudad, las instituciones educativas de una región de educación etc.

MUESTRA

La **muestra** es un subconjunto representativo de la población.

Unidad de análisis

Elemento de la población o de la muestra que genera los datos requeridos por el estudio

Unidad de Muestreo

Es un elemento o un grupo de elementos sujeto a selección en la muestra

MUESTREO NO PROBABILISTICO

En el proceso de selección de la muestra hay un juicio personal. No es posible evaluar la probabilidad de inclusión de cada elemento en la muestra.

MUESTREO POR CONVENIENCIA

Se usa por razones de comodidad o por acceso factible. Por ejemplo realizar una encuesta en una de las secciones de un determinado grado de estudios porque es la sección que tiene a su cargo el docente.

MUESTREO DE JUICIO O INTENCIONAL

Los elementos de la muestra se espera que sirvan para un propósito de la investigación. Ejemplo una encuesta a personas de 20 a 25 años referente a la música de moda juvenil.

MUESTREO DE CUOTA

Es una muestra no probabilística de manera que la proporción de elementos con ciertas características estén representados en el grado que al investigador lo considere. Por ejemplo a un entrevistador en una ciudad en particular se le asigna 100 entrevistas 45 para celulares de la empresa A 30 para celulares de la empresa B y 25 para celulares de la empresa C.

MUESTREO PROBABILISTICO

Se basa en el procedimiento de selección de la muestra donde cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida.

MUESTREO ALEATORIO SIMPLE

Cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser incluida en la muestra.

MUESTREO ESTRATIFICADO

Se divide la población en subgrupos o estratos y se selecciona una muestra en cada estrato.

MUESTREO SISTEMÁTICO

Partiendo de una selección inicial aleatoria, los elementos se seleccionan utilizando un intervalo constante.

MUESTREO DE CONGLOMERADOS

Cada unidad de muestreo es un grupo de elementos o conglomerado; los conglomerados se seleccionan en forma aleatoria.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

En el muestreo aleatorio simple, para determinar el tamaño de muestra, tener presente el parámetro para el cual se desea la estimación.

Tamaño de muestra para la estimación de la media poblacional

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{E^2} \quad \text{Población infinita o finita muy grande.}$$

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{E^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2} \quad \text{Población finita, cuando se conoce el tamaño de la población.}$$

n : tamaño de la muestra.

N : tamaño de la población

Z : valor crítico normal que depende del nivel de confianza.

σ^2 : varianza poblacional.

E : margen de error o nivel de precisión.

Tamaño de muestra para la estimación de la proporción poblacional:

$$n = \frac{Z^2 PQ}{E^2} \quad \text{Población infinita o finita muy grande.}$$

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2 (N-1) + Z^2 PQ} \quad \text{Población finita, cuando se conoce el tamaño de la población.}$$

n : tamaño de la muestra

N : tamaño de la población

Z : valor crítico normal que depende del nivel de confianza.

P : proporción de la población que tienen la característica de interés.

Q = 1 - P

EJERCICIOS RESUELTOS

1. En una ciudad se desea conocer el número promedio de oportunidades de trabajo que los pobladores mayores de 20 años han intentado en diferentes instituciones

hasta lograr un trabajo estable. Por estudios anteriores se sabe que la desviación estándar es 2 veces (oportunidades) y que la población para el estudio es 20550. ¿Cuántas personas deben de considerarse en la muestra para que con un error de 0,08 se obtenga los resultados con una confianza del 95%?

Solución:

$$N = 20500$$

$$Z = 1,96$$

$$E = 0,08$$

$$\sigma = 2$$

$$n = \frac{(1,96)^2 (2)^2 (20550)}{(0,08)^2 (20549) + (1,96)^2 (2)^2}$$

$$n = \frac{315779,52}{146,88}$$

$$n = 2150$$

Se requiere una muestra de 2150 personas.

2. Una organización de apoyo desea saber la proporción de estudiantes con problemas de aprendizaje en un determinado lugar para implementar un programa de actualización educativa. ¿Qué tamaño de muestra será necesario para realizar el estudio si se considera un error de estimación del 5%, $P = 0,4$ y una confianza del 95%?

Solución:

$$P = 0,4; \quad Q = 0,6$$

$$Z = 1,96$$

$$E = 0,05$$

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,4) (0,6)}{(0,05)^2}$$

$$n = 369$$

El tamaño de muestra necesario es 369 estudiantes.

AGRUPACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DATOS

La información que se recolecta, antes de ser organizada y analizada se conoce como datos sin procesar. Ejemplo la edad, condición laboral, tiempo de servicio, sueldo mensual y actitud frente al trabajo de los 150 empleados de una empresa. Una forma de organizar los datos presentándolos en una tabla o distribución de frecuencias.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

Es una forma de presentar los datos organizados en filas y columnas para facilitar la descripción del comportamiento de la variable de interés. Después de recoger la información, se clasifica y ordena en una tabla de frecuencias o tabla estadística.

Ejemplo 1.

La información siguiente son edades de 30 profesionales que asisten a la Escuela de Postgrado de la UCV.

45	32	43	40	28	36
47	41	50	37	34	59
25	45	48	42	51	50
30	48	41	35	40	55
37	24	45	47	45	49

El número de intervalos según sturges es

$$m = 1 + 3,3 \log 30 \quad (\log 30 = 1.48)$$

$$m = 5,87 \approx 6 \text{ intervalos}$$

Rango

$$R = \max - \min$$

$$R = 59 - 24 = 35$$

Amplitud Interválica

$$a = \frac{R}{m}$$

$$a = \frac{35}{6} = 5,83$$

Consideramos $a = 6$

Teniendo en cuenta esta amplitud formamos 6 intervalos o clases, en la primera columna de la tabla y, si es necesario, se calculan los puntos medios o marcas de clase para cada clase.

$$X_i = \frac{L_i + L_s}{2}$$

L_i = límite inferior de clase L_s = límite superior de clase

Frecuencias absolutas

Frecuencia absoluta simple (f_i) es el número de veces que aparece cada observación en el conjunto de datos originales, la suma de todas las frecuencias absolutas es igual al tamaño de la muestra o población, según sea el caso ($\sum f_i = n$). Las frecuencias absolutas acumuladas (F_i) se obtienen acumulando las frecuencias absolutas simples, excepto la primera frecuencia ($F_1 = f_1$).

Frecuencias relativas

Frecuencia relativa simple (h_i) es la proporción que existe entre la frecuencia absoluta simple y el tamaño de muestra $h_i = f_i/n$, $\sum h_i = 1$. Para obtener las frecuencias relativas acumuladas (H_i), se acumulan las frecuencias relativas simples, excepto la primera frecuencia ($H_1 = h_1$).

Algo importante a tener en cuenta es que, en la práctica cuando se publica una tabla, generalmente no se requieren utilizar o presentar los diferentes tipos de frecuencias mencionados. Lo usual es considerar sólo las frecuencias absolutas, los porcentajes simples y, cuando es pertinente, los porcentajes acumulados. Asimismo, se debe utilizar la simbología estadística sólo cuando sea estrictamente necesaria y siempre indicar la **fuer**te de origen de los datos. También es importante señalar que las tablas deben tener un **número** que las identifique y su correspondiente **título**, claro y preciso.

Tabla 1. Edades de 30 profesionales de la Escuela de Postgrado de la Universidad César Vallejo

Edad	X_i	N° de Profesionales	F_i	h_i	H_i	%	% acumulado
24 a menos de 30	27	3	3	0,10	0,10	10	10
30 a menos de 36	33	4	7	0,13	0,23	13	23
36 a menos de 42	39	7	14	0,23	0,46	23	46
42 a menos de 48	45	8	22	0,27	0,73	27	73
48 a menos de 54	51	6	28	0,20	0,93	20	93
54 a menos de 60	57	2	30	0,07	1,00	7	100
Total		30		1,00		100	

Fuente. Base de datos de la Escuela de Postgrado

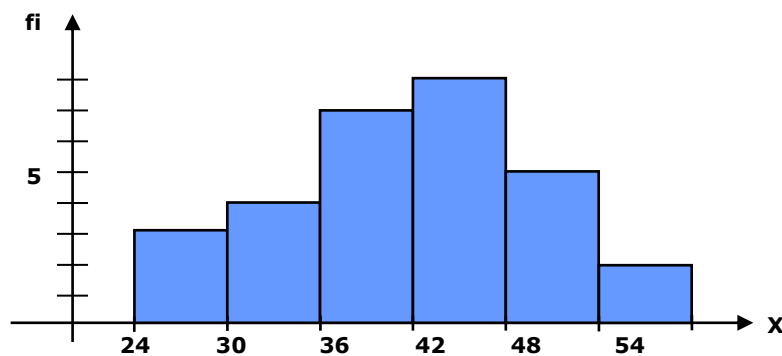
Según la información que presenta la tabla 1, la clase de edad más frecuente es la de 42 a menos de 48 años, con el 27% de profesionales, le sigue la clase de 36 a menos de 42 años con el 23 % de profesionales y la clase de edad menos frecuente es la de 54 a menos de 60 años con un 7% de profesionales. Asimismo, el 73% de los profesionales tienen edad menor de 48 años.

Como se dijo anteriormente, en la práctica al presentar esta tabla para difusión, se considerarían sólo la primera, tercera, penúltima y última columna y se agregaría la **fente** de donde provienen los datos. Además se debe remplazar f_i por **n° de profesionales**.

REPRESENTACIONES GRÁFICAS

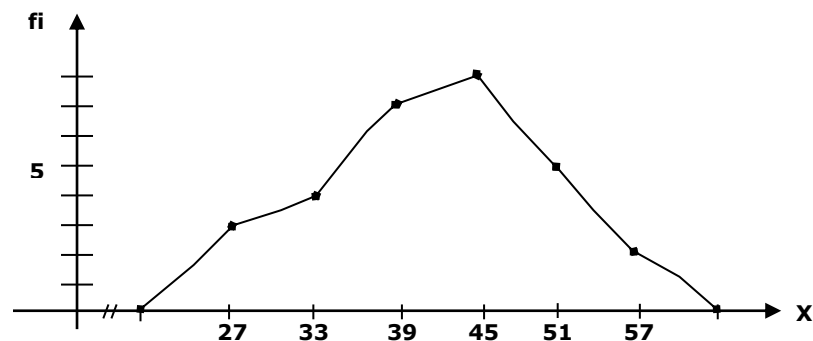
Histograma de frecuencias

Se caracterizan por considerar rectángulos adyacentes teniendo como base la amplitud de cada intervalo y como altura las frecuencias. A continuación se presenta el histograma de frecuencias simples correspondiente a la tabla 1.



Polígono de frecuencias

Se grafica teniendo en cuenta los puntos medios o marcas de clase y las frecuencias correspondientes. El polígono simple para la tabla 1 es el siguiente.



En su presentación, para difusión, los gráficos deben tener, como la tabla, n°, título y fuente.

Ejemplo 2.

En el tercer grado de la I.E. Trujillo, se aplicó un test a los estudiantes para determinar el nivel de comprensión de lectura a 35 estudiantes, los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Nivel de comprensión lectora del tercer grado de la I.E. Trujillo

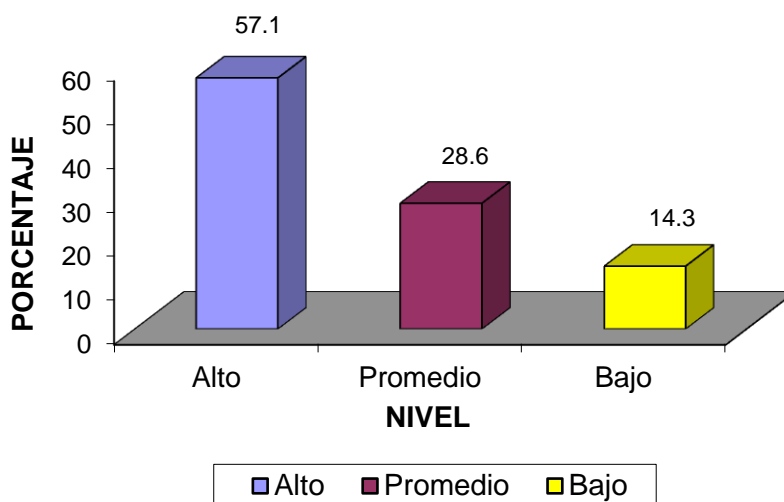
Nivel	Número	%	% acumulado
Alto	20	57,1	57.1
Promedio	10	28,6	85.7
Bajo	5	14,3	100.0
Total	35	100	

Fuente: Resultados de test aplicado a los estudiantes

GRÁFICA DE BARRAS

Cada barra representa una categoría, puede representarse en forma absoluta o porcentual; de la tabla 2 obtenemos la siguiente gráfica de barras.

Gráfico N° 3. Nivel de comprensión lectora del tercer grado de la I.E. Trujillo

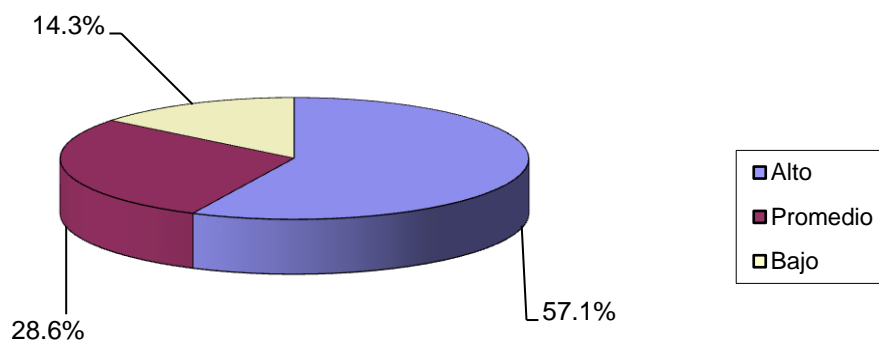


Fuente: Resultados de test aplicado a los estudiantes

GRÁFICA CIRCULAR

Llamada también de sectores o de pastel, resulta útil para representar una distribución de frecuencias porcentuales. Se puede preferir al gráfico de barras, cuando el n° de categorías no es muy grande. A partir de la tabla 2, se obtiene el siguiente gráfico circular.

Gráfico N° 4. Nivel de comprensión lectora del tercer grado de la I.E. Trujillo



Fuente: Resultados de test aplicado a los estudiantes

EJERCICIOS DE REPASO N° 1-A

1. Las edades de los 50 integrantes de un programa social municipal son:

75	92	65	64	82
94	74	83	78	51
80	78	44	88	84
60	65	63	76	68
51	72	40	83	70
56	60	91	61	45
66	67	51	64	50
75	62	85	69	48
42	41	88	95	70
53	55	71	80	43

- Construir distribuciones de frecuencias con 7 clases y calcular los porcentajes simples y acumulados.
- Graficar los histogramas de frecuencias absolutas y porcentuales simples y los polígonos correspondientes.
- Interpretar la segunda frecuencia absoluta simple, el tercer % simple.
- Interpretar los porcentajes acumulados tercero, cuarto y quinto.

2. El número de minutos que les toma a 30 empleados de una institución en llegar desde su casa a su centro de trabajo son:

40.3	40.1	41.6	25.4	26.3
20.5	28.3	35.5	38.2	40.2
50.5	48.5	28.0	42.5	39.5
35.7	14.0	50.2	50.0	20.3
30.4	17.2	30.3	41.7	17.2
25.2	20.8	36.5	38.5	40.5

- A partir de los datos elabore una distribución de frecuencias con intervalos de clases iguales.
- Calcular los porcentajes simples y acumulados.
- Interpretar dos porcentajes simples y dos acumulados.
- Graficar el histograma y polígono de frecuencias

3. Los siguientes datos representan los tamaños de 40 familias que residen en la ciudad.

4, 7, 10, 8, 10, 6, 7, 5, 6, 10, 3, 2, 4, 3, 5, 4, 5, 6, 6, 4,

12, 6, 8, 9, 3, 5, 8, 4, 5, 3, 7, 5, 10, 4, 6, 3, 12, 8, 4, 5.

- a) Construya una tabla de frecuencias para estos datos.
- b) Representar la información mediante el gráfico de barras.

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

MEDIA ARITMÉTICA

La media aritmética es la suma de los valores observados dividido entre el número de observaciones.

La media aritmética de una muestra se obtiene mediante

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad \text{datos no tabulados(I)}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi fi}{n} \quad \text{datos tabulados(II)}$$

X_i : valores de la variable o puntos medios

f_i : frecuencia absoluta simple

Debe tenerse presente que cuando se calcula la media aritmética con la fórmula (II) y los datos están agrupados en clases, el promedio que se obtiene es aproximado.

MODA

Moda es el valor más común en una distribución. Si se trata de una tabla de datos agrupados en clases, también se puede hallar la clase modal.

La fórmula para calcular la moda en forma aproximada, cuando los datos están agrupados en clase es la siguiente:

$$Mo = L_1 + \frac{a(d_1)}{d_1 + d_2}, \quad \text{datos tabulados}$$

$$d_1 = f_i - f_{i-1} = 6$$

$$d_2 = f_i - f_{i+1} = 4$$

f_i = frecuencia absoluta simple de la clase modal

L_1 = Límite inferior de la clase modal

a = amplitud del intervalo

El verdadero o los verdaderos valores modales se obtienen a partir de los datos originales o no tabulados.

MEDIANA

Se ubica en la posición central que ocupa el orden de su magnitud, dividiendo la información en dos partes iguales, dejando igual número de datos por encima y por debajo de la mediana.

Cuando los datos no están tabulados y teniendo la información ordenada en forma ascendente o descendente, la mediana es:

1. El promedio de los dos valores centrales, cuando el número de datos es par.
2. El valor central, cuando el número de datos es impar.

Si la información está agrupada en clases.

$$M_e = L_i + a \frac{\left(\frac{n}{2} - F_{i-1}\right)}{f_i}$$

L_i : Límite inferior de la clase de la mediana

F_i : Frecuencia absoluta acumulada de la clase que contiene a la mediana.

f_i : Frecuencia absoluta simple de la clase que contiene a la mediana.

a : Amplitud del intervalo.

CUARTILES

Son tres valores posicionales que dividen a la distribución o conjunto de datos ordenado en cuatro partes iguales

Los cuartiles para datos tabulados se pueden calcular mediante la siguiente fórmula:

$$Q_K = L_i + a \frac{\frac{Kn}{4} - F_{i-1}}{f_i} \quad K = 1,2,3$$

L_i : Límite inferior de la clase cuartílica K

F_i : Frecuencia absoluta acumulada de la clase que contiene al cuartil K.

f_i : Frecuencia absoluta simple de la clase que contiene al cuartil K.

a : Amplitud del intervalo.

Ejemplo 3:

Las puntuaciones obtenidas en una muestra de 10 participantes en un torneo de ajedrez en base a 100 puntos como máximo son:

70, 80, 50, 95, 75, 65, 90, 85, 60, 90

a) La puntuación promedio es:

$$\bar{x} = \frac{760}{10} = 76 \text{ puntos}$$

b) El puntaje que se presenta con mayor frecuencia es 90 puntos que representa la moda.

c) ¿Cuál es la mediana?

Ordenando los datos en forma ascendente se obtiene:

50; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 90; 95

Como el tamaño de muestra es 10 (n par) la mediana es:

$$Me = \frac{75+80}{2} = 77,5$$

El 50% de los participantes en el torneo de ajedrez obtuvieron puntajes menores de 77.5 .

Ejemplo 4:

La información siguiente presenta las horas de trabajo adicionales de 40 empleados (muestra) en una empresa de producción.

Horas	Xi	fi	Fi	Xifi	$(xi-\bar{x})^2 fi$
17 a menos de 20	18,5	8	8	148	
20 a menos de 23	21,5	10	18	215	
23 a menos de 26	24,5	14	32	343	
26 a menos de 29	27,5	6	38	165	
29 a menos de 32	30,5	2	40	61	
		40		932	446,4

$$\bar{x} = \frac{932}{40} = 23,3$$

El número promedio aproximado de horas adicionales que los empleados trabajan en la empresa es 23,3.

La clase modal es 23 – 26 (porque le corresponde la mayor frecuencia). El valor aproximado o referencial de la moda de los datos es

$$Mo = 23 + \frac{3(4)}{4+8} = 24$$

Los empleados trabajaron en su mayoría 24 horas adicionales.

$$Me = 23 + \frac{3(20-18)}{14} = 23,43$$

El 50% de los empleados trabajan menos de 23,43 horas adicionales.

$$\text{Si } K = 1, Q_1 = 20 + \frac{3(10-8)}{10}$$

$$Q_1 = 20,6$$

El 25% de los empleados de la empresa han trabajado menos de 20,6 horas adicionales.

Si $K = 2$, Q_2 es igual al valor de la mediana

Si $K = 3$

$$Q_3 = 25,57$$

El 75% de los empleados de la empresa han trabajado menos de 25,57 horas adicionales.

MEDIDAS DE DISPERSIÓN

RANGO O RECORRIDO

Es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la distribución:

$$R = \max - \min.$$

VARIANZA

Es la media de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto a la media aritmética.

Varianza Poblacional:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X_i - \mu)^2}{N}$$

La varianza muestral es:

$$S^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}, \text{ para datos no tabulados}$$

$$S^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2 f_i}{n-1}, \text{ para datos tabulados}$$

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Es la raíz cuadrada positiva de la varianza.

La desviación estándar muestral es:

$$S = \sqrt{S^2}$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El coeficiente de variación considera la desviación estándar con la media aritmética para establecer un valor relativo que hace comparable el grado de dispersión entre dos o más variables o distribuciones de una misma variable. Se utiliza con frecuencia para medir el grado de homogeneidad o heterogeneidad de un conjunto de datos.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Para los datos del ejemplo 4:

$$S^2 = \frac{446,4}{29} = 11,446$$

$$S = \sqrt{11,446} = 3,383$$

$$CV = \frac{2,283}{23,3} = 0,145$$

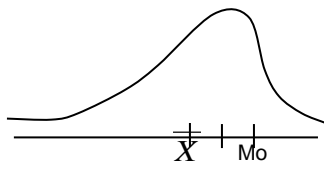
La dispersión de horas adicionales trabajadas por los empleados de la empresa es aproximadamente 3 horas.

La variación relativa es 14,5%. Según este resultado se puede considerar que los datos del ejemplo 4 son homogéneos.

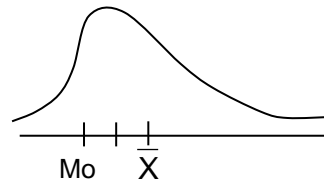
MEDIDAS DE ASIMETRÍA

La asimetría o sesgo en una distribución ocurre cuando los valores de la media aritmética, la moda y la mediana no son iguales por la presencia de algunos datos muy

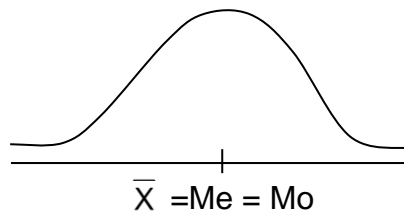
diferenciados. Una medida para evaluar el sesgo o asimetría de la distribución se denomina coeficiente de asimetría (C.A.)



Asimetría negativa



Asimetría positiva



Distribución simétrica

Coeficiente de Asimetría

Teniendo en cuenta la media aritmética y moda el coeficiente de asimetría es:

$$CA = \frac{(\bar{X} - Mo)}{s}$$

Si se considera la media aritmética con la mediana, el coeficiente de asimetría es:

$$CA = \frac{3(\bar{X} - Me)}{s}$$

Si $CA < 0$ la distribución tiene asimetría negativa.

Si $CA > 0$, la distribución tiene asimetría positiva.

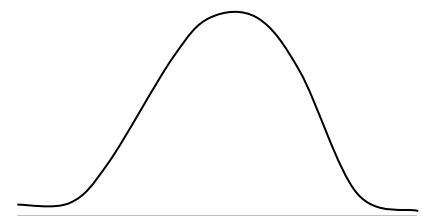
Si $CA = 0$, la distribución es simétrica.

CURTOSIS

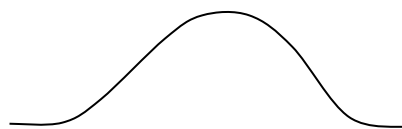
Mide el grado de apuntamiento de una distribución en relación con la distribución normal.



Platicúrtica



Leptocúrtica



Mesocúrtica
Normal

Coeficiente De Curtosis

El coeficiente de curtosis para analizar el apuntamiento en una muestra es:

$$C = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^4 / n}{(S^2)^2}$$

Si:

$C < 3$ La distribución es Platicúrtica.

$C = 3$ La distribución es Mesocúrtica.

$C > 3$ La distribución es Leptocúrtica.

Ejemplo 5

Una institución investiga los tiempos en minutos por llamadas telefónicas que hace cada oficina durante un día de trabajo. En una muestra de 40 oficinas obtiene lo siguiente:

Tiempo	Xi	N° de llamadas (fi)	Fi	Xifi
10 a menos de 13	11,5	3	3	34,5
13 a menos de 16	14,5	11	14	159,5
16 a menos de 19	17,5	12	26	
19 a menos de 22	20,5	9	35	
22 a menos de 25	23,5	5	40	
		40		70,6

$(xi - \bar{x})^2 fi$	$(xi - \bar{x})^4 fi$
113,47	4291,62
109,15	1083,02
467,1	11824,319

Las medidas estadísticas necesarias para calcular los coeficientes de asimetría y curtosis son:

$$\bar{x} = \frac{706}{40}, \bar{x} = 17,65$$

$$S^2 = \frac{467,1}{39}, S^2 = 11,977$$

$$S = 3,46$$

$$Mo = 16 + \frac{3(1)}{1+3}$$

$$Mo = 16,75$$

$$Me = 16 + 3 \frac{(20-14)}{12}$$

$$Me = 17,5$$

El coeficiente de asimetría según la Moda es:

$$CA = \frac{17,65-16,75}{3,46}$$

$$CA = 0,26$$

El coeficiente de asimetría según la mediana es

$$CA = 3 \frac{(17,65-17,5)}{3,46}$$

$$CA = 0,13$$

Luego los dos coeficientes de asimetría nos indica que la distribución tiene una asimetría positiva.

El coeficiente de curtosis es

$$C = \frac{(11824,319)/40}{(11,977)^2}$$

$$C = 2,06$$

El valor 2,06 nos indica que la distribución tiene forma platicurtica.

EJERCICIOS DE REPASO N° 1-B

1. Los siguientes datos (en miles de nuevos soles) representan las rentas netas anuales de una muestra de 32 trabajadores de una institución.

15; 23; 18; 15; 20; 22; 19; 18; 16; 30; 25; 18; 17; 16; 37; 19

25; 28; 40; 35; 22; 21; 17; 21; 36; 30; 19; 26; 35. 20; 15; 35

- a) Representa un histograma de frecuencias absolutas relativas con 5 intervalos de clase.
 - b) Cuál es la renta promedio de los contribuyentes. Cuál su dispersión.
 - c) Dividir, a partir de datos tabulados la distribución en 2 categorías.
 - d) Es la distribución simétrica?
2. Los datos siguientes se refieren al período de atención (en minutos) y la puntuación en un test de inteligencia (IQ) de 14 niños en edad escolar.

Período de atención (minutos)	Puntuación IQ
3,0	88
5,2	94
4,9	90
6,3	105
5,4	108
6,6	112
7,0	116
6,5	122
7,2	110
5,5	118
5,4	128
3,8	130
2,7	140
2,2	142

- a) ¿Cuáles son los promedios del período de atención y del coeficiente de inteligencia? .
 - b) Calcular e interpretar comparativamente las dispersiones absolutas y relativas para cada variable.
 - c) Calcular e interpretar el coeficiente de asimetría.
3. Una empresa que vende computadoras recopiló datos con respecto al número de entrevistas que requerían cada uno de los 40 vendedores para iniciar una venta. La tabla siguiente representa la distribución de frecuencias absolutas.

N° de entrevistas	N° de vendedores
0 – 4	6
5 – 9	10
10 – 14	12
15 – 19	8
20 -25	4
	40

- a) Graficar el polígono de frecuencias porcentuales simples.
 - b) Cuál es el número promedio de entrevistas que necesitaron los vendedores para iniciar su venta.
 - c) Cuál es su variación absoluta y cuál su variación relativa. Interpretar.
 - d) Cuál es el número de entrevistas que la mayoría requirió.
 - e) Calcular e interpretar el coeficiente de asimetría.
4. La siguiente distribución de frecuencias representa el tiempo en segundos que los cajeros de un banco necesitan para servir a una muestra de clientes en el mes de diciembre.

Tiempo (segundos)	N° de clientes
20 -29	6
30 – 39	15
40 – 49	20
50 – 59	30
60 – 69	25
70 – 79	22
80 – 89	11
90 – 99	6
100 – 109	4
110 – 119	0
120 -129	2

Hacer el análisis estadístico descriptivo.

CAPÍTULO 2

PROBABILIDAD

PROBABILIDAD

INTRODUCCIÓN

La mente humana posiblemente esté pensando sobre la ocurrencia de un evento a futuro como por ejemplo cual será la probabilidad de que el siguiente proyecto sea rentable o cual será la probabilidad de que en mis estudios este ciclo termine con éxito.

En las investigaciones en las que se utiliza muestras aleatorias, se busca que las estimaciones realizadas sean lo más precisas posibles y confiables, es decir que los valores obtenidos están próximos a los parámetros.

La probabilidad está presente en la toma de decisiones y constituye la base de la inferencia estadística, es decir de la estimación de parámetros y la contrastación de hipótesis.

EXPERIMENTO ALEATORIO

Un experimento aleatorio es un proceso de medición u observación en el que los resultados no se pueden predecir. Por ejemplo el lanzamiento de una moneda y observar si el resultado es cara o sello, se fabrican artículos en una línea de producción y se cuentan el número de artículos defectuosos producidos diariamente; observar el tiempo de servicio útil en horas de una computadora.

ESPACIO MUESTRAL

Es el conjunto de todos los resultados posibles de un experimento aleatorio. A cada elemento, se denomina punto muestral, se nombra por

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$$

Ejemplo 1

Se lanzan dos monedas simultáneamente, el espacio muestral correspondiente es

$$S = \{cc, cs, sc, ss\}$$

Ejemplo 2

Se entrevista a 10 personas preguntándoles la preferencia por determinado diario de circulación nacional. Se reporta el número de personas que leen el diario. El espacio muestral es:

$$S = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

EVENTO ALEATORIO

Es un posible resultado o una combinación de resultados de un experimento aleatorio. Es un subconjunto del espacio muestral S , se conoce también como suceso aleatorio.

Ejemplo 3

Sea el experimento: lanzar un dado y observar el número que aparece en la cara superior. El espacio muestral correspondiente es

$$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

De este experimento podemos definir los siguientes eventos:

A : Obtener exactamente el número 3

$$A = \{3\}$$

B : Obtener un número menor que 5

$$B = \{1, 2, 3, 4\}$$

C : Obtener un número par

$$C = \{2, 4, 6\}$$

D : Obtener un número mayor o igual que 4.

$$D = \{4, 5, 6\}$$

Evento simple. Consta de un elemento, llamado también evento elemental, cada resultado está definido por la aparición de un elemento sencillo, como muestra en el evento A del ejemplo 3.

Evento compuesto. Está formado por más de un elemento o punto muestral. Los eventos B, C y D del ejemplo 3 son eventos compuestos.

Eventos Incompatibles. Se llama también mutuamente exclusivos, no pueden suceder al mismo tiempo, como ejemplo, considere obtener un número par e impar al tirar un solo dado una vez; si ocurre uno de estos eventos no es posible que el otro evento ocurra.

Evento Complementario. Dos eventos aleatorios son complementarios si los resultados que no están contenidos en uno están contenidos en el otro evento. En el

ejemplo 3, el evento complementario de D: obtener un número mayor o igual que 4 es D': obtener un número menor que 4.

$$D' = \{1, 2, 3\}$$

Eventos Colectivamente Exhaustivos. Son los eventos que conjuntamente tienen todos los resultados posible en el espacio muestral. Considere el evento de sacar un número par y sacar un número impar al tirar un solo dado una vez; estos dos eventos son mutuamente exclusivos, pero también son colectivamente exhaustivos, conjuntamente cubren todo el espacio muestral.

Probabilidad de un Evento Aleatorio

Para determinar la probabilidad de un evento A en el espacio muestral S se divide el número de resultados o elementos del evento A entre el número de resultados posibles del espacio muestral S. Es decir

$$P(A) = \frac{\text{Número de resultados favorables al evento A}}{\text{Número de resultados posibles en S}}$$

La probabilidad de un evento A, es un número real P(A) que cumple las siguientes propiedades.

- i) $P(A) \geq 0$
- ii) $P(S) = 1$
- iii) Si A, A_2, \dots, A_n son eventos mutuamente excluyente de S, entonces

$$P\bigcup_{i=1}^n A_i = \sum_{i=1}^n P(A_i)$$

Propiedades de la probabilidad

1. Para cualquier evento A
 $0 \leq P(A) \leq 1$
2. Si A y A' son eventos complementarios del espacio muestral S, entonces
 $P(A') = 1 - P(A)$
3. Si ϕ es un evento imposible o conjunto vacío, $P(\phi) = 0$ para cualquier espacio muestral S.
4. Si A, B son eventos de un espacio muestral S y $A \subset B$, entonces $P(A) \leq P(B)$.
5. Regla de adición
Si A, B dos eventos cualesquiera del espacio muestral S, entonces

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

6. Si A, B, C son tres eventos cualesquiera de un espacio muestra S, entonces

$$P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A \cap B) - P(A \cap C) - P(B \cap C) + P(A \cap B \cap C)$$

7. Si A, B eventos mutuamente excluyentes, entonces

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

Ejemplo 4

De 100 profesionales que solicitaron empleo en una institución 50 tenían experiencia profesional, 20 tenían maestría y 10 tenían experiencia profesional y maestría. Cuál es la probabilidad que un profesional aleatoriamente elegido tenga experiencia profesional o maestría.

Solución:

Sea E el evento que el profesional elegido tenga experiencia profesional.

Sea M el evento que el profesional elegido tenga maestría.

$$P(E \cup M) = P(E) + P(M) - P(E \cap M)$$

$$= \frac{50}{100} + \frac{20}{100} - \frac{10}{100}$$

$$= \frac{60}{100} = 0.60$$

PROBABILIDAD CONDICIONAL

Una medida de probabilidad en el espacio muestral S de que ocurra el evento A, dado el evento B ha ocurrido se llama probabilidad condicional para dos eventos, se denota $P(A/B)$.

Definición

Si A, B dos eventos cualesquiera del espacio muestral S y $P(B) > 0$. La probabilidad condicional de A dado B es

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$P(A \cap B)$ se llama probabilidad conjunta de los eventos A y B, se simboliza también $P(AB)$.

Ejemplo 5

La probabilidad que una computadora tenga alta selectividad y alta resolución es 0.25 y la probabilidad que tenga alta resolución es 0.70. . ¿Cuál es la probabilidad de que una computadora tenga alta selectividad dado que tiene alta resolución? .

Solución:

Sean los eventos:

A: La computadora tiene alta selectividad

B: La computadora tiene alta resolución

$(A \cap B)$: La computadora tiene alta selectividad y alta resolución.

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{0.25}{0.70} = 0.40$$

Ejemplo 6

Una empresa estudia dos grupos de industrias para invertir en sus acciones y clasifica como industrias de alto costo o de costo moderado y de alimentos o de servicios.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de industria	Costo moderado	Alto costo	Total
Alimentos	12	9	21
Servicios	15	14	29
Total	27	23	50

Si se elige al azar una empresa.

- Cuál es la probabilidad que sea de alimentos dado que es de costo moderado.
- Cuál es la probabilidad que sea de servicios dado que es de alto costo.

Solución:

Sea: A el evento de elegir una empresa de alimentos.

B el evento de elegir una empresa de servicios.

C el evento de elegir una empresa de costo moderado.

C' el evento de elegir una empresa de alto costo.

Entonces:

$$a) P(A/C) = \frac{P(A \cap C)}{P(C)} = \frac{12/50}{27/50} = \frac{0.24}{0.54} = 0.44$$

$$b) P(S/C') = \frac{0.28}{0.46} = 0.61$$

REGLA DE MULTIPLICACIÓN**Definición:**

Si A, B dos eventos cualesquiera del espacio muestral y $P(A) > 0$, entonces

$$P(A \cdot B) = P(A) P(B/A)$$

Esta regla se conoce a veces como el teorema de multiplicación y se aplica al cálculo de la probabilidad de la ocurrencia simultánea de dos eventos A y B.

Se puede generalizar la regla o teorema de la multiplicación para n eventos del espacio muestral S.

PROPIEDAD

Si A_1, A_2, \dots, A_n son eventos del espacio muestral S y

$$P(A_1 \cap A_2 \dots \cap A_{A-1}) \neq \phi \text{ para } (i \neq j)$$

Entonces:

$$P(A_1 \cdot A_2 \dots A_n) = P(A_1) P(A_2/A_1) P(A_3/A_1A_2) \dots P(A_n/A_1A_2 \dots A_{n-1})$$

Ejemplo 7

Si se eligen al azar en sucesión dos gaseosas de determinada marca de un lote de 240 gaseosas de los cuales 12 tienen premio ¿Cuál es la probabilidad de que las dos gaseosas estén premiadas?

Solución:

Supongamos A, el evento de que la primera gaseosa tenga premio y B, el evento de que la segunda gaseosa tenga premio.

La probabilidad de obtener dos gaseosas con premio es

$$P(A.B) = \frac{12}{240} \cdot \frac{11}{239} = 0.0023$$

Ejemplo 8

Una caja de USB tiene 15 unidades de los cuales 5 están con virus informático. Si selecciona al azar tres USB sin reemplazo. Cuál es la probabilidad de que los tres USB estén con virus?

Solución:

Si A es el evento de que el primer USB esté con virus, B el evento de que el segundo USB esté con virus y C el evento de que el tercer USB también esté con virus, entonces

$$P(A) = 5/15, P(A/B) = 4/14, P(C/A.B) = 3/13$$

$$P(A.B.C) = \frac{5}{15} \cdot \frac{4}{14} \cdot \frac{3}{13} = 0.022$$

PROBABILIDAD DE BAYES

TEOREMA

Sean A_1, A_2, \dots, A_n eventos que forman una partición del espacio muestral S y sea B un evento cualquiera en S, entonces.

$$P(A_j/B) = \frac{P(A_j)P(B/A_j)}{P(B)}$$

Ejemplo 9

El departamento de crédito de una empresa comercial informó que 20% de sus ventas son en efectivo, 50% se pagan con cheque en el momento de la adquisición y 30% son a crédito. Se sabe que el 40% de las ventas en efectivo, 80% en cheques y 70% de las ventas a crédito son artículos nacionales. Se elige aleatoriamente un cliente de la empresa y resulta que el artículo vendido es nacional ¿Cuál es la probabilidad que la venta haya sido a crédito?

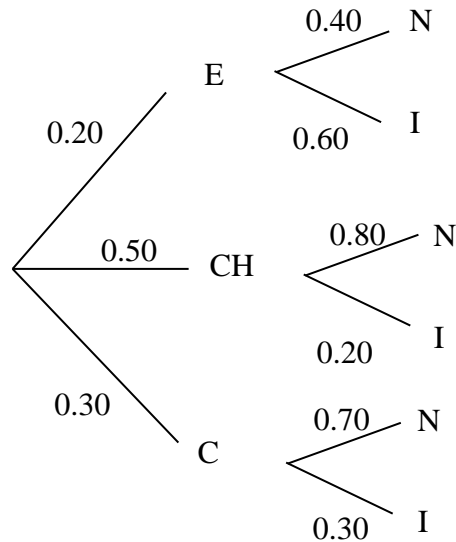
Solución:

Sean los eventos de las ventas:

E: efectivo, CH: cheque, C: a crédito

N: artículo nacional

I: artículo importado



$$\begin{aligned} P(N) &= P(EN + CHN + CN) \\ &= P(E) P(N/E) + P(CH) P(N/CH) + P(C) P(N/C) \\ &= 0.20 (0.40) + 0.50(0.80) + 0.30(0.70) \\ &= 0.69 \end{aligned}$$

Ahora se calcula mediante el teorema de Bayes.

$$\begin{aligned} P(C/N) &= \frac{P(C)P(N/C)}{P(N)} \\ &= \frac{0.30(0.70)}{0.69} = 0.3043 \end{aligned}$$

EJERCICIOS DE REPASO N° 2

1. Un encuesta a ejecutivos reveló que 65% leen con regularidad la revista A, 45% leen la Revista B y 30% leen ambas revistas.
 - a) Cuál es la probabilidad que un ejecutivo específico lea con regularidad la revista A o la revista B.

- b) Como se le denomina a la probabilidad 0,30.
- c) Los eventos son mutuamente excluyentes? Explique la respuesta.
2. Explique la diferencia entre un evento colectivamente exhaustivo y uno mutuamente excluyente. De un ejemplo de cada uno.
3. En los últimos años una compañía de tarjetas de crédito ha desarrollado una estrategia para atraer nuevas cuentas a profesionales recién egresados de la Universidad. Una muestra de 200 profesionales se entrevistó para ver si poseía una tarjeta de crédito bancaria o una tarjeta de débito obteniendo la siguiente información:

Tarjeta de crédito	Tarjeta de débito	
	SI	NO
SI	70	60
NO	40	30

- a) De un ejemplo de evento simple.
- b) De un ejemplo de evento conjunto.
- c) Cuál es el complemento de tener una tarjeta de crédito.
- d) Si se sabe que el profesional tiene una tarjeta de crédito bancaria ¿Cuál es la probabilidad de que tenga una tarjeta de débito?
- e) Si se sabe que el profesional no tiene tarjeta de débito ¿Cuál es la probabilidad que tenga una tarjeta de crédito?
4. Una caja de 10 CD, 6 son marca A y 4 marca B, todos están en sobres de igual color.
Si se seleccionan 2 CD aleatoriamente de la caja sin reemplazo:
- a) Cuál es la probabilidad de que ambos CD sean de la marca A.
- b) Cuál es la probabilidad que un CD sea marca A y el otro CD marca B.
5. Un director de una organización de seguros distribuyó solicitudes de afiliación a nuevos trabajadores durante una reunión de orientación 55% de los que recibieron estas solicitudes eran hombres y el 45% mujeres. Posteriormente el 8% de los

hombres y el 10% de las mujeres que recibieron la solicitud se afilió a la organización.

- a) Cuál es la probabilidad de que un nuevo trabajador elegido al azar que recibe la solicitud se afilie a la organización.
- b) Cuál es la probabilidad de que un nuevo trabajador elegido al azar que se afilia a la organización después de recibir la solicitud sea hombre.

CAPITULO 3
DISTRIBUCIONES DE
PROBABILIDAD

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

VARIABLE ALEATORIA

Una variable aleatoria es una función que asigna un número real a cada resultado de un experimento aleatorio.

VARIABLE ALEATORIA DISCRETA

Distribución de probabilidad

Sea X una variable aleatoria discreta que puede tomar n resultados posibles a los que se les asigna una probabilidad. El conjunto de estos resultados se denomina distribución de probabilidad de variable aleatoria discreta. Se sabe que

- a) $p(x) \geq 0$
- b) $\sum p(x_i) = 1$

Valor Esperado

Es un promedio poblacional.

Si X es una variable aleatoria discreta, el valor esperado se define por

$$E(x) = \mu = \sum X_i p(X_i)$$

Varianza

Si X es una variable aleatoria discreta con valor esperado μ , la varianza de X se define.

$$V(X) = \sigma^2 = \sum (X_i - \mu)^2 p(X_i)$$

Ejemplo 1.

La demanda diaria de cierto producto promocionado por una empresa tiene la siguiente distribución de probabilidad empírica.

X	0	1	2	3	4
p(X)	0,15	0,25	0,30	0,20	0,10

Calcular el valor esperado y su varianza.

X_i	$X p(X_i)$	$(X_i - \mu)^2 p(X_i)$
0	0,0	0,5134
1	0,25	0,1806
2	0,60	0,0068

3	0,60	0,2645
4	0,40	0,4622
	1,85	1,4275

$$E(x) = \mu = 1,85$$

$$V(x) = \sigma^2 = 1,428$$

$$\sigma = 1,19$$

La demanda esperada es de aproximadamente 2 productos por día.

La variación es de aproximadamente un producto por día.

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD TEÓRICAS

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

La distribución binomial se ocupa de experimentos aleatorios donde cada resultado puede tomar solo uno de las dos formas: éxito (E) o fracaso (F), con $P(E) = p$ y $P(F) = 1 - p = q$.

La variable aleatoria X que corresponde al número de éxitos sigue una distribución binomial definida por:

$$P(X = x) = C_x^n p^x q^{n-x};$$

x : valor de la variable.

n : tamaño de muestra

p : probabilidad

Características:

$$E(x) = u = np$$

$$V(x) = \sigma^2 = npq$$

Propiedades:

a) $p(x) \geq 0$

b) $\sum p(x) = 1$

Ejemplo 2.

En una librería, la probabilidad de venta diaria de una colección especializada de libros es 0,4, si se tienen 8 colecciones, cuál es la probabilidad que:

- a) Ninguna sea vendida
- b) Solo una sea vendida
- c) A lo más tres sean vendidas
- d) Por lo menos cinco sean vendidas

Solución:

Si $p = 0,4$ $q = 0,6$ $n = 8$

- a) $P(x = 0) = C_0^8 (0,4)^0 (0,6)^8 = 0,017$
- b) $P(x = 1) = C_1^8 (0,4)^1 (0,6)^7 = 0,090$
- c) $P(x \leq 3) = P(x = 0) + P(x = 1) + P(x = 2) + P(x = 3) = 0,595$
- d) $P(x \geq 5) = P(x=5) + P(x=6) + P(x=7) + P(x=8) = 0,1738$

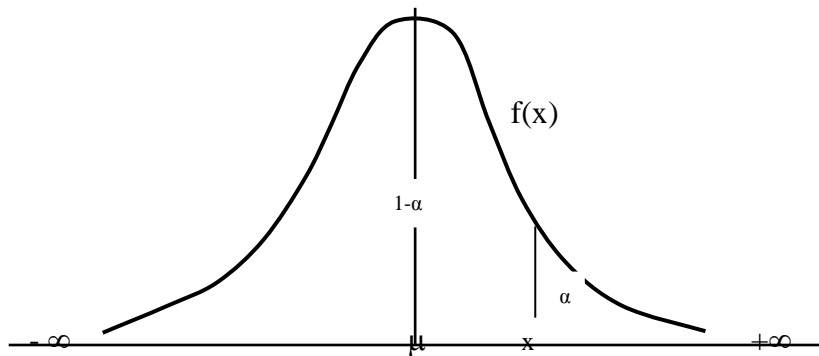
Para el cálculo de estas probabilidades puede usar la Tabla N° 1 del Anexo.

DISTRIBUCIÓN NORMAL.

Es una distribución de variable continua. Es una de las distribuciones teóricas más importantes de la estadística. Con frecuencia se realizan pruebas para verificar si el conjunto de datos de una variable se distribuyen aproximadamente como una distribución normal.

Su función de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad -\infty < X < +\infty$$



Los parámetros de la distribución son: μ, σ^2

Características

1. $E(x) = \mu, V(x) = \sigma^2$
2. Es una distribución simétrica.

3. Es asintótica con respecto al eje X.
4. El área bajo esta función o curva es 1 ó 100%.

DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTÁNDAR

Es una distribución a la cual se le ha modificado la escala original; esta modificación se logra restando la media μ al valor de la variable original y dividiendo este resultado por σ , la nueva variable se denota por Z y recibe el nombre de **variable estandarizada**.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

La función de densidad de la variable estandarizada es:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2}$$

El promedio (valor esperado) y la varianza de Z son:

$$E(Z) = 0 \quad , \quad V(Z) = 1$$

Notación:

Si X es v.a. continua distribuida normalmente con media μ y varianza σ^2 , la denotamos por: $X \rightarrow N(\mu, \sigma^2)$.

Aplicando esta notación a la variable normal estandarizada Z , escribimos:

$Z \rightarrow N(0, 1)$, esto se interpreta como, Z tiene distribución normal con media 0 y varianza 1.

Uso de tabla:

Cuando la variable aleatoria X tiene distribución, para calcular las diferentes probabilidades se tiene que estandarizar la variable, luego utilizar la tabla de la distribución normal estándar (Tabla N° 3 del Anexo)

Estandarizaciones frecuentes

$$a. P(x \leq a) = P\left(\frac{x - \mu}{\sigma} \leq \frac{a - \mu}{\sigma}\right) = P\left(Z \leq \frac{a - \mu}{\sigma}\right)$$

$$b. P(x \geq a) = 1 - P(x \leq a) = 1 - P\left(Z \leq \frac{a - \mu}{\sigma}\right)$$

$$c. P(a \leq x \leq b) = P\left(\frac{a - \mu}{\sigma} \leq Z \leq \frac{b - \mu}{\sigma}\right) = P\left(Z \leq \frac{b - \mu}{\sigma}\right) - P\left(Z \leq \frac{a - \mu}{\sigma}\right)$$

Ejemplo 3.

El tiempo necesario para desarrollar un examen en una institución educativa se distribuye aproximadamente como una normal con media 55 minutos y desviación estándar 6 minutos. ¿Cuál es la probabilidad que un estudiante seleccionado, al azar, desarrolle el examen en: a) menos de 50 minutos, b) menos de 60 minutos, c) más de 70 minutos?

Solución:

a)

$$\begin{aligned} P(X < 50) &= P\left(Z < \frac{50 - 55}{6}\right) \\ &= P(Z < -0,83) \\ &= 0.2033 \end{aligned}$$

$$\text{b) } P(X < 60) = P(Z < (60-55)/6) = P(Z < 0.83) = 0.7967$$

$$\text{c) } P(X > 70) = P(Z > (70-55)/6) = P(Z > 2.5) = 1 - P(Z < 2.5) = 1 - 0.9938 = 0.0062$$

APROXIMACIÓN NORMAL A LA BINOMIAL

Cuando el número de observaciones o ensayos n es grande y la variable aleatoria x sigue una distribución binomial, teniendo en cuenta $np \geq 5$ y $n(1 - p) \geq 5$, se puede utilizar la distribución normal para aproximar probabilidades binomiales considerando

$$u = np$$

$$\sigma^2 = npq$$

Factor de corrección. Como la distribución binomial es de variable discreta y se aproxima mediante la distribución normal, se debe usar el valor 0,5 como factor de corrección por continuidad.

Ejemplo 4.

Se sabe que el 75% de los estudiantes que van a preguntar a una academia pre universitaria, se matriculan. Se toma una muestra de 60 estudiantes, ¿Cuál es la probabilidad de que por lo menos 50 estudiantes que van a preguntar a la academia se matriculen?

Solución:

$$p = 0,75 \quad n = 60$$

$$E(X) = \mu = np = 45$$

$$\sigma^2 = 60 (0,75) (0,25) = 11,25$$

$$\sigma = \sqrt{11,25} = 3,35$$

$$P = (x \geq 50) = P\left(z \geq \frac{50 - 0,5 - 45}{3,35}\right)$$

$$= P(z \geq 1,34)$$

$$= 1 - P(z < 1,34)$$

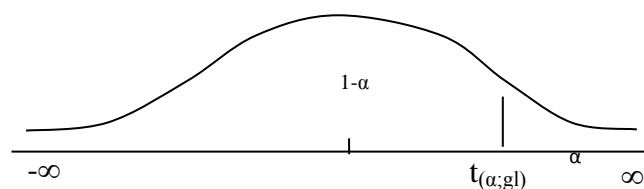
$$= 1 - 0,9099 = 0,0901$$

DISTRIBUCIÓN T

Es una distribución de variable continua, relacionada con muestras aleatorias que se obtienen de una distribución normal.

En inferencia estadística, para calcular un valor de T, se requiere conocer el nivel de significación (α) y el número de grados de libertad (gl).

La distribución T es muy importante en la investigación científica, especialmente para la contrastación de hipótesis sobre promedios, considerando que generalmente no se conoce la varianza o desviación estándar poblacional.



Uso de tabla

a) Determinar el punto o valor crítico

$$t_{(0,05 ; 12)} = 1,782$$

- b) Si $X \rightarrow t_{(20)}$ determinar
 $P(X \leq 2,086)$

Solución:

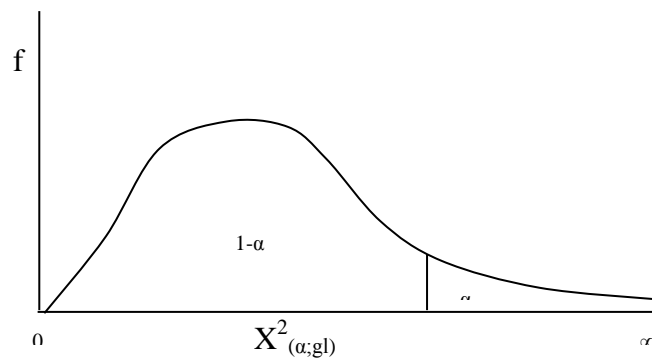
$$P(X \leq 2,086) = 0,975$$

DISTRIBUCIÓN JI-CUADRADO

Esta distribución está relacionada con muestras aleatorias obtenidas de una distribución normal.

En inferencia estadística, para calcular un valor de X^2 , se requiere conocer el nivel de significación (α) y el número de grados de libertad (gl).

Esta distribución, también es muy importante en la investigación científica. Una de las aplicaciones frecuentes es para analizar la relación entre variables cualitativas.



Uso de Tabla

- a) Determinar el punto o valor crítico.

$$X^2(0,05 ; 10) = 18,31$$

- b) Si $X \rightarrow X^2_{(25)}$ determine

$$P(X \leq 14,61)$$

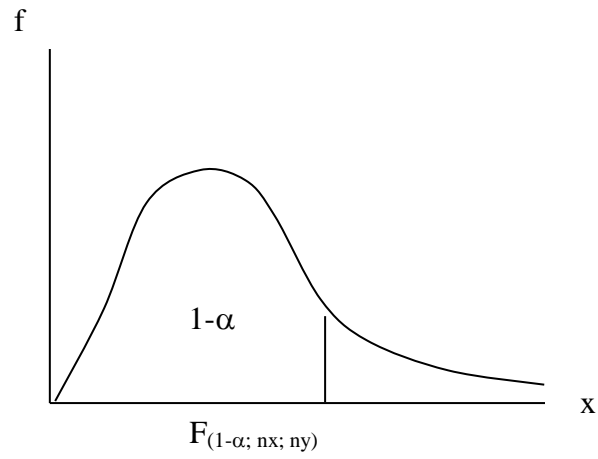
Solución:

$$P(X \leq 14,61) = 0,05$$

DISTRIBUCIÓN F

Es una distribución de variable continua, está relacionada con inferencias sobre dos varianzas poblacionales.

Los tamaños de muestra n_x y n_y se denominan grados de libertad.



Uso de tabla

a) Determinar el valor crítico

$$F_{(0,05; 12; 15)} = 2,48$$

b) Si $X \rightarrow F_{(9;10)}$ determinar

$$P(X \leq 2,347)$$

Solución:

$$P(X \leq 2,35) = 0,90$$

EJERCICIOS DE REPASO N° 3

1. Supongamos que se extraen aleatoriamente 2 calculadoras que una caja que contiene 10 calculadoras: 7 en buen estado y 3 defectuosas. X denota el número de calculadoras defectuosas elegidas. Determine los posibles valores de X junto con sus respectivas probabilidades.
2. El dueño de un establecimiento comercial debe decidir el número de patines que va a almacenar. En el establecimiento se compran los patines por \$ 20 y se venden por \$ 50. Los patines que no se venden por pasan de moda y no tienen utilidad alguna. El dueño del establecimiento estima que la distribución de probabilidad de la demanda de patines es la siguiente:

Cantidad demandada	800	1000	1200
Probabilidad	0,3	0,5	0,2

- Determine el beneficio esperado por el dueño del establecimiento comercial si almacenas:
- a) 800 patines
 - b) 1000 patines
 - c) 1200 patines
3. Un examen tipo test de elección múltiple tiene 3 respuestas para cada una de las 5 preguntas ¿Cuál es la probabilidad de que un estudiante conteste bien a 4 o más preguntas si marca las respuestas al azar.
 4. Cada CD producido por una compañía es defectuoso con una probabilidad de 0,05 de un CD a otro. La compañía vende los CD en paquetes de 10 y ofrece una garantía de devolución del dinero su algún CD del paquete resulta defectuoso. Si todos los compradores ejercieran la garantía.
 - a) ¿Cuál es la probabilidad de que un paquete sea devuelto.
 - b) Si una persona comprara tres paquetes ¿Cuál es la probabilidad de que exactamente devuelva uno de ellos?
 5. Las puntuaciones obtenidas de un determinado test se distribuye según una normal con media 75 y desviación estándar 25.

- a) ¿Cuál es la probabilidad que un alumno elegido al azar tenga más de 90 puntos?
 - b) ¿Cuál es el porcentaje de alumnos que obtienen una puntuación mayor que 70 y menor que 85.
6. El tiempo de vida de una televisión es una variable aleatoria normal con media 8.5 años y desviación típica 1.5 años. Calcule el porcentaje de televisores que duran:
- a) Más de 10 años
 - b) Menos de 5 años
 - c) Entre 4 y 9 años
7. Sobre la base de la experiencia pasada, los supervisores en una empresa se han dado cuenta de que 5% de la producción no pasa la inspección anual. Utilizando la aproximación normal a la distribución binomial, calcular la probabilidad que entre 10 y 18 de los siguientes 200 productos que lleguen a la estación de supervisión no pasen la inspección.

CAPITULO 4
PRUEBA DE HIPÓTESIS,
REGRESIÓN Y
CORRELACIÓN LINEAL

PRUEBA DE HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

Mediante una prueba de hipótesis se puede decidir, a partir de la información que proporciona una muestra aleatoria, si lo que se afirma respecto a un parámetro es verdadero o no.

El planteamiento y prueba de hipótesis son partes muy importantes del diseño metodológico de una investigación cuantitativa.

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

La hipótesis estadística es un supuesto para tomar decisiones estadísticas referidas a uno o más parámetros poblacionales.

Hipótesis Nula y Alternativa

Hipótesis Nula: Se denomina hipótesis nula y se representa por H_0 a la hipótesis que es aceptada provisionalmente y cuya validez será sometida a comprobación.

Hipótesis Alternativa: Se designa por H_a y constituye una alternativa en caso que la hipótesis nula no sea aceptada. En investigación, generalmente corresponde a la hipótesis de investigación.

Ejemplo

Para probar si el rendimiento promedio de los alumnos de una institución educativa es mayor que 14, se toma una muestra aleatoria de los alumnos de la institución y de acuerdo a la información que ésta proporciona se aceptará o rechazará una de las siguientes afirmaciones.

H_0 : El rendimiento académico promedio de los alumnos de la institución educativa no es mayor a 14.

H_a : El rendimiento académico promedio de los alumnos de la institución educativa es mayor a 14.

ERRORES TIPO I Y TIPO II

En toda prueba de hipótesis se puede cometer los siguientes errores:

Error tipo I. Es el error que se comete al rechazar la hipótesis nula cuando ésta realmente es verdadera.

Error tipo II. Es el error que se comete al aceptar la hipótesis nula cuando ésta en realidad es falsa.

Región de aceptación y Región crítica

Prueba unilateral de cola a la izquierda.

Cuando la hipótesis alternativa es planteada usando la relación menor que ($<$). Dado un nivel de significación α , $1-\alpha$ es la probabilidad de aceptar H_0 . Se rechaza H_0 si el valor calculado de la estadística de la prueba es menor que el valor tabular.

Prueba unilateral de cola a la derecha.

Cuando la hipótesis alternativa es planteada usando la relación mayor que ($>$). Dado un nivel de significación α , $1-\alpha$ es la probabilidad de aceptar H_0 . Se rechaza H_0 si el valor calculado de la estadística de la prueba es mayor que el valor tabular.

Prueba bilateral

Cuando la hipótesis alternativa es planteada usando la relación diferente (\neq). Dado un nivel de significación α , $1-\alpha$ es la probabilidad de aceptar H_0 . Se acepta H_0 si el valor calculado de la estadística de la prueba está entre los valores tabulares.

Procedimiento

El procedimiento general en una prueba de hipótesis es:

1. Formular la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_a .
2. Especificar el nivel de significación α .
3. Determinar la estadística de la prueba a usar.
4. Determinar la región de aceptación y la región crítica o de rechazo.
5. Calcular el valor de la estadística a partir de los datos de la muestra.
6. Tomar la decisión: rechazar H_0 si el valor calculado de la estadística está en la región de rechazo de H_0 y por lo tanto, aceptar H_a . En caso contrario no rechazar H_0 y por lo tanto no aceptar H_a .

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA MEDIA DE UNA POBLACIÓN

$H_0: \mu \geq \mu_0$ $H_0: \mu \leq \mu_0$ $H_0: \mu = \mu_0$

$H_a: \mu < \mu_0$ $H_a: \mu > \mu_0$ $H_a: \mu \neq \mu_0$

1. Cuando se conoce la varianza poblacional.

La estadística para la prueba es:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

que tiene distribución normal estándar.

2. Cuando no se conoce la varianza poblacional.

Para una muestra pequeña, la estadística para la prueba es:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

que tiene distribución t con n-1 grados de libertad.

Ejemplo 1.

El director de una institución educativa afirma que el ingreso mensual promedio de las familias de los alumnos de su institución es mayor de S/. 850. Para probar esta afirmación selecciona una muestra aleatoria de 25 familias y calcula que el ingreso promedio es S/. 870 con una desviación estándar de S/. 50. Con un nivel de significación del 5%, ¿Cuál es su conclusión?

Solución:

$$H_0: \mu \leq 850$$

$$H_a: \mu > 850$$

$$\alpha = 0,05$$

La muestra es pequeña y no se conoce la varianza poblacional, por lo tanto , la estadística para la prueba es:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

$$t_{(0,05;19)} = 1,729$$

$$t_c = \frac{870 - 850}{50 / \sqrt{25}} = 2$$

Como t_c es mayor que el valor tabular, es decir, se encuentra en la región de rechazo de H_0 , entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a . Se concluye que la afirmación del director se acepta, al nivel de significación del 5% o 0.05 .

Ejemplo 2.

El jefe de la oficina local de servicio contra el desempleo creyó que el tiempo medio de 25 minutos en la fila de espera para tramitar una solicitud era demasiado. Por tanto se instauró una serie de cambios para agilizar el proceso. Quince días después se seleccionó una muestra de 120 personas desempleadas que llegó a la oficina para tramitar una solicitud, se calculó que el tiempo medio de espera fue de 23,5 minutos y la desviación estándar fue 6 minutos. ¿Cuál es su conclusión para un nivel de significación de 0.05?

Solución:

$$H_0: \mu \geq 25 \qquad H_a: \mu < 25$$

$$\alpha = 0.05$$

Considerando que no se conoce σ^2 , se aplicará la prueba T. Por lo tanto la estadística para la prueba es:

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

Con $n-1 = 119$ grados de libertad. El valor tabular de T es: $T_{(0.05, 119)} = 2.61$

$$T_C = \frac{23.5 - 25}{6 / \sqrt{120}}$$

$$T_C = -2.74$$

El valor de T calculado pertenece a la región de rechazo. Por lo tanto, los cambios hechos por el jefe de la oficina aminoraron el tiempo promedio de espera.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE DOS POBLACIONES

Caso 1. Las varianzas de las poblaciones σ_x^2, σ_y^2 se conocen

$$\text{Ho: } \mu_x \geq \mu_y \quad \text{Ho: } \mu_x \leq \mu_y \quad \text{Ho: } \mu_x = \mu_y$$

$$\text{Ha: } \mu_x < \mu_y \quad \text{Ha: } \mu_x > \mu_y \quad \text{Ha: } \mu_x \neq \mu_y$$

La estadística para la prueba es:

$$Z = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_x} + \frac{\sigma_y^2}{n_y}}}$$

que tiene una distribución normal estándar.

Caso 2. Las varianzas de las poblaciones σ_x^2, σ_y^2 no se conocen

$$\text{Ho: } \mu_x \geq \mu_y \quad \text{Ho: } \mu_x \leq \mu_y \quad \text{Ho: } \mu_x = \mu_y$$

$$\text{Ha: } \mu_x < \mu_y \quad \text{Ha: } \mu_x > \mu_y \quad \text{Ha: } \mu_x \neq \mu_y$$

A. Varianzas desconocidas iguales: $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma^2$

La estadística para la prueba, para muestras pequeñas, es

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2} \left[\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right]}}$$

que tiene distribución t con $n_x + n_y - 2$ grados de libertad.

B. Varianzas desconocidas diferentes: $\sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$

La estadística para la prueba, para muestras pequeñas, es

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}}$$

que tiene distribución t con gl grados de libertad, donde

$$gl = \frac{\left[\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y} \right]^2}{\frac{\left[\frac{S_x^2}{n_x} \right]^2}{n_x - 1} + \frac{\left[\frac{S_y^2}{n_y} \right]^2}{n_y - 1}}$$

Ejemplo 3.

En un sistema educativo se aplican dos métodos de enseñanza X, Y. En el primer grupo de 120 alumnos se aplicó el método X y en el segundo grupo de 250 alumnos se aplicó el método Y. Las medias de las calificaciones obtenidas fueron $\bar{X} = 12$ y $\bar{Y} = 12,2$ respectivamente ¿Puede admitirse que los métodos de enseñanza no difieren en los resultados y que las diferencias encontradas en las muestras se deben al azar? Por experiencias anteriores se conoce que las varianzas poblacionales son $\sigma_x^2 = 4$ y $\sigma_y^2 = 4,12$ respectivamente. Use $\alpha = 0,05$.

Solución:

$$H_0: \mu_x = \mu_y$$

$$H_a: \mu_x \neq \mu_y$$

$$\alpha = 0,05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_x} + \frac{\sigma_y^2}{n_y}}}$$

$$Z_{0,975} = 1,96$$

$$Z_c = \frac{12 - 12,2}{\sqrt{\frac{4}{120} + \frac{4,12}{250}}}$$

$$Z_o = 0,896$$

El valor de Z calculado (Z_c) no cae en la región de rechazo, podemos considerar que la diferencia observada entre los valores promedios no es significativo al nivel 0,05.

PRUEBA DE HIPÓTESIS CON DATOS PAREADOS

$$H_0: \mu_D \geq 0$$

$$H_0: \mu_D \leq 0$$

$$H_0: \mu_D = 0$$

$$H_a: \mu_D < 0$$

$$H_a: \mu_D > 0$$

$$H_a: \mu_D \neq 0$$

La estadística para la prueba es::

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{sd}{\sqrt{n}}}$$

que tiene distribución t con $n - 1$ gl

Ejemplo 4

Dos muestras pareadas de 20 profesionales, a quienes se les evaluó en dos oportunidades, reportaron una diferencia media de 30,5 puntos con una desviación estándar de las diferencias de 12,7 puntos ¿Hay diferencia significativa entre las medias a un nivel del 5%?

Solución:

Ho: $\mu_D = 0$

Ha: $\mu_D \neq 0$

La estadística para la prueba es:

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{sd}{\sqrt{n}}}$$

La región crítica o de rechazo es:

$T < -2,093$ o $T > 2,093$

$$tc = \frac{30,5}{\frac{12,7}{\sqrt{n}}} = 10,74$$

Como t_c pertenece a la región crítica, por tanto existe diferencia significativa entre los puntajes promedios de las dos muestras.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA PROPORCIÓN DE UNA POBLACIÓN

Ho: $P \geq P_0$

Ho: $P \leq P_0$

Ho: $P = P_0$

Ha: $P < P_0$

Ha: $P > P_0$

Ha: $P \neq P_0$

La estadística para la prueba es:

$$Z = \frac{p - P}{\sqrt{\frac{PQ}{n}}}$$

que tiene distribución normal estándar, por aproximación.

Ejemplo 5.

Un profesor de educación secundaria acusó a una editorial diciendo que más del 15% de los textos que publica la editorial tienen algún defecto. Para continuar con la investigación se tomó una m.a. de 50 textos de la producción en circulación de la editorial y se encontró que 10 de los textos tenían por lo menos un defecto (falla) ¿Cuál es su conclusión? Use $\alpha = 0,05$

Solución:

$$p = \frac{10}{50} = 0,20$$

$$H_0: P \leq 0,15$$

$$H_a: P > 0,15$$

$$\alpha = 0,10$$

$$Z = \frac{p - P}{\sqrt{\frac{PQ}{n}}}$$

$$Z_{0,05} = 1,645$$

$$Z_c = \frac{0,20 - 0,15}{\sqrt{\frac{(0,15)(0,85)}{50}}} = 0,99$$

El valor de Z calculado es menor que el valor tabular por lo tanto la acusación del profesor no se acepta al nivel de 5% de significación.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA COMPARACIÓN DE PROPORCIONES DE DOS POBLACIONES

$$H_0: P_x \geq P_y$$

$$H_0: P_x \leq P_y$$

$$H_0: P_x = P_y$$

$$H_a: P_x < P_y$$

$$H_a: P_x > P_y$$

$$H_a: P_x \neq P_y$$

La estadística para la prueba es:

$$Z = \frac{P_x - P_y}{\sqrt{\frac{P_x Q_x}{n_x} + \frac{P_y Q_y}{n_y}}}$$

tiene distribución normal estándar.

Considerando el estimador de la proporción común (\bar{p})

$$Z = \frac{P_x - P_y}{\sqrt{\bar{p} \bar{q} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}}$$

donde:
$$\bar{p} = \frac{x + y}{n_x + n_y} = \frac{n_x P_x + n_y P_y}{n_x + n_y}$$

Ejemplo 6.

Un escritor que promociona su novela afirma que su obra representa un atractivo igual para los hombres que para las mujeres, pero el equipo de prensa piensa que es mayor el porcentaje de hombres al de mujeres que leen la novela. En una muestra aleatoria de 200 hombres y 250 mujeres reveló que 110 hombres y 110 mujeres leen la novela ¿Puede considerarse que la proporción de lectores hombres es mayor que la proporción de lectoras mujeres, para un nivel de significación del 5%?

Solución:

Ho: $P_x \leq P_y$

P_x : proporción de lectores hombres

Ha: $P_x > P_y$

P_y : proporción de lectoras mujeres

$\alpha = 0,05$

$$Z = \frac{P_x - P_y}{\sqrt{\bar{p} \bar{q} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}}$$

$Z_{0,975} = 1,96$

$p_x = \frac{110}{200} = 0,55$ $p_y = \frac{110}{250} = 0,44$

$\bar{p} = \frac{110 + 110}{200 + 250} = 0,49$

$$Z_c = \frac{0,55 - 0,44}{\sqrt{(0,49)(0,51) \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{250} \right)}} = 2,32$$

El valor calculado Z_c pertenece a la región crítica por lo tanto, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , es decir, la proporción de lectores hombres es mayor que la proporción de lectoras mujeres, al nivel de 5%..

PRUEBA DE INDEPENDENCIA.

La prueba de independencia se utiliza en investigaciones donde interesa analizar la relación o la independencia de dos variables cualitativas X e Y.

Cada variable se divide en categorías o niveles de acuerdo a un criterio de clasificación y los datos se presentan en una tabla bidimensional o **tabla de contingencia** con **r** filas y **c** columnas. Las hipótesis se suelen presentar de dos formas:

1) H_0 : La variable X no está relacionada con la variable Y.

H_a : La variable X está relacionada con la variable Y, o

2) H_0 : La variable X e Y son independientes.

H_a : La variable X e Y no son independientes.

La estadística para la prueba es

$$X^2 = \sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

que tiene distribución **chi cuadrado** con **gl** grados de libertad (**gl = (r-1)(c-1)**) .

O_{ij} = valores observados, E_{ij} = valores esperados, $E_{ij} = r_i c_j / n$, r_i : total de la fila i, c_j : total de la columna j, n : número de datos

Ejemplo 6.

Se aplicó una encuesta a una muestra de 400 trabajadores de una empresa. Después de procesar los datos se obtuvo la siguiente tabla de contingencia para las variables género y opinión sobre como avanzar en el trabajo. ¿Al nivel de $\alpha = 0,05$ existe relación entre la opinión de los trabajadores y el género?.

Género	Opinión			Total
	Trabajo duro	Trabajo duro y suerte	Suerte	
Hombre	145	48	40	233
Mujer	115	32	20	167
Total	260	80	60	400

Solución:

Ho: **No** existe relación entre la opinión de los trabajadores y el género.

Ha: Existe relación entre la opinión de los trabajadores y el género.

$$\alpha = 0,05$$

$$X^2 = \sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$$gl = (2-1)(3-1) = (1)(2) = 2$$

$$X^2_{(2; 0,05)} = 5.99$$

Calculando los E_{ij} :

$$E_{11} = 233 \times 260 / 400 = 151.45$$

$$E_{21} = 167 \times 260 / 400 = 108.55$$

$$E_{12} = 233 \times 80 / 400 = 46.6$$

$$E_{22} = 167 \times 80 / 400 = 33.4$$

$$E_{13} = 233 \times 60 / 400 = 34.95$$

$$E_{23} = 167 \times 60 / 400 = 25.05$$

$$X^2_c = (145-151.45)^2 / 151.45 + (48-46.6)^2 / 46.6 + (40-34.95)^2 / 34.95 + \\ (115-108.55)^2 / 108.55 + (32-33.4)^2 / 33.4 + (20-25.05)^2 / 25.05$$

$$X^2_c = 2.5$$

Considerando que el valor calculado de $X^2 = 2.5$, es menor que el valor tabular 5.99, es decir cae en la región de aceptación de H_0 , no se puede rechazar H_0 , es decir, se puede concluir que no existe relación entre la opinión de los trabajadores y el género al nivel de significación $\alpha = 0,05$.

REGRESIÓN Y CORRELACIÓN LINEAL

INTRODUCCIÓN

Mediante la regresión lineal se desarrolla una ecuación para predecir el valor de la variable dependiente (Y) dado el valor de una variable independiente (X) y para medir el grado en que la variable dependiente puede ser explicada por la variable independiente. Mediante la correlación se mide el grado de asociación entre las variables.

Por ejemplo, un investigador desea estimar la relación existente entre los ingresos familiares y sus gastos familiares en 30 profesores de la ciudad de Trujillo. Aplicando la correlación se medirá en que medida están correlacionadas estas variables. Asimismo, si

se halla una relación funcional que se ajuste a los datos de las variables, será posible medir en que medida la variable dependiente explica el comportamiento de la variable dependiente.

REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

Consideremos una variable dependiente (Y) y una variable independiente (X)

La forma general de la ecuación de regresión poblacional es:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + E_i$$

donde:

α : ordenada en el origen

β : pendiente de la ecuación de regresión lineal

E : error

Diagrama de dispersión:

Es la gráfica de los datos muestrales en el plano XY. Indica el patrón de comportamiento de los datos. A partir de este gráfico se puede tener una idea de la asociación entre las variables y la posible relación funcional entre ellas.

Estimación de la Ecuación de Regresión Lineal:

Se utiliza el método de mínimos cuadrados. Este método consiste en calcular los estimadores a y b de manera que la suma de los cuadrados de las distancias entre los valores verdaderos y los valores estimados sea mínima.

La estimación de la ecuación de regresión poblacional o ecuación de regresión muestral es:

$$y^{\wedge}_i = a + b X_i \quad \text{ó} \quad y^{\wedge}_i = \alpha^{\wedge} + \beta^{\wedge} x_i$$

donde

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} - b \frac{\sum X_i}{n}$$

$$= \bar{Y} - b \bar{X}$$

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN

El coeficiente de variación R^2 es la proporción de variación de la variable dependiente que se explica por la variación de la variable independiente.

Se puede describir en términos de la variación total en Y comparada con la variación no explicada en la variable dependiente (Y).

$$R^2 = 1 - \frac{\text{Variación de los errores que no es explicada mediante la línea de regresión}}{\text{Variación total de los valores de y}}$$

$$= 1 - \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}$$

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}$$

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA β

Ho: $\beta = 0$, Ha: $\beta \neq 0$

Prueba estadística:

$$t = \frac{b}{\sigma_b^{\wedge}}$$

tiene distribución t con n-2 grados de libertad.

La varianza estimada de b es:

$$\sigma_b^{\wedge 2} = \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - 2}{\sum(x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - 2}{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2}$$

CORRELACIÓN LINEAL

La correlación lineal mide el grado de asociación o relación entre dos variables X, Y.

Si al aumentar X aumenta Y la correlación lineal es directa.

Si al aumentar X disminuye Y la correlación lineal es inversa.

Si no existe ninguna relación entre los datos graficados, las variables no están correlacionadas.

Coefficiente de Correlación Lineal.

El coeficiente de correlación lineal(r) de la muestra según Pearson es:

$$r = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \sqrt{n\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}} \quad -1 \leq r \leq 1$$

$r = \pm 1$: correlación perfecta

$r = 0$: correlación nula

Criterios para interpretar r

r	interpretación
± 0.80 á ± 0.99	Muy alta
± 0.60 á ± 0.79	Alta
± 0.40 á ± 0.59	Moderada
± 0.20 á ± 0.39	Baja
± 0.01 á ± 0.19	Muy baja

Cuando r es positivo, la relación entre las variables es directa.

Cuando r es negativo, la relación entre las variables es inversa.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA CORRELACIÓN

Ho: $\rho = 0$: No existe correlación

Ha: $\rho \neq 0$: Existe correlación

Para contrastar la hipótesis se aplica la prueba T de Student. El estadístico para la prueba es:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \text{ gl} = n - 2$$

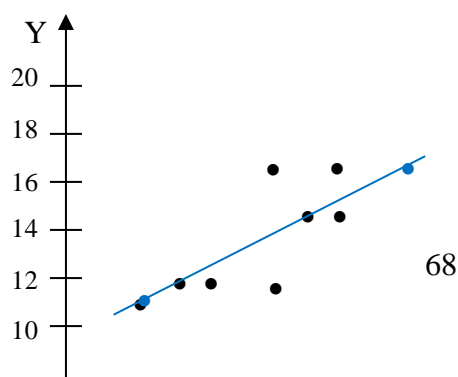
Ejemplo 1.

La información siguiente corresponde a puntajes obtenidos por 8 estudiantes en su examen parcial de unidad y su nota promedio de unidad.

- Determinar la ecuación de regresión lineal. Hacer su gráfica.
- Calcular los coeficientes de determinación y correlación lineal.
- Hacer una prueba de hipótesis para β .

Examen Parcial	10	16	15	14	12	11	17	14
Nota Promedio de unidad	11	15	14	12	12	12	16	15

Solución:



Ex. Parcial X	Pro. Unidad Y	XY	X ²	Y ²
10	11	110	100	121
16	15	240	256	225
15	14	210	225	196
14	12	168	196	144
12	12	144	144	144
11	12	132	121	144
17	16	272	289	256
14	15	210	196	225
109	107	1486	1527	1455

$$b = \frac{8(1486) - (109)(107)}{8(1527) - (109)^2}$$

$$b = 4,224$$

$$a = \frac{107}{8} - (4,224) \frac{109}{8}$$

$$a = 0,672$$

La ecuación de regresión lineal es:

$$\hat{Y}_i = 4,224 + 0,672 X_i$$

$$R^2 = 0,7912$$

El 79% de la variación en la nota promedio de unidad se explica está determinada mediante su relación lineal con el examen parcial. También se puede decir que la nota promedio de la unidad se explica en un 79% por la nota del examen parcial.

El coeficiente de correlación lineal es:

$$r = \frac{8(1486) - (109)(107)}{\sqrt{8(1527) - (109)^2} \sqrt{8(1455) - (107)^2}}$$

$$r = 0,8895$$

Las variables presentan una correlación directa positiva, es decir, a mayor puntaje o nota en el examen parcial, mayor puntaje o nota en el promedio de la unidad.

Prueba de hipótesis para β

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_a: \beta \neq 0$$

$$t = \frac{b}{\widehat{\sigma}_b}$$

$$t_{(0,05; 6)} = 2,447$$

$$t_o = \frac{0,672}{0,141} = 4,77$$

Se rechaza H_0 .

Se concluye que existe una relación lineal entre los puntajes del examen parcial y la nota promedio de unidad.

Prueba de hipótesis para ρ

$$H_0: \rho = 0 \quad H_a: \rho \neq 0$$

$$T_o = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0.8895 \sqrt{6}}{\sqrt{1-0.8895^2}} = \frac{2.1788}{0.4569} = 4.77, \quad t_{(0,05; 6)} = 2,447$$

Se concluye que el coeficiente de correlación calculado es significativo, es decir es diferente de cero. Como se puede observar las pruebas para el coeficiente de regresión β y para el coeficiente de correlación ρ son equivalentes.

REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

La regresión múltiple estudia la relación de una variable dependiente con dos o más variables independientes.

El modelo de regresión múltiple es:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K + \epsilon$$

donde:

X_1, X_2, \dots, X_K son variables independientes

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_K$ parámetros

ϵ error aleatorio

El modelo de regresión múltiple estimado, denominado también ecuación de regresión múltiple estimada es:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_K X_K$$

Donde:

b_0, b_1, \dots, b_k son los estimadores de los parámetros.

Mediante el método de mínimos cuadrados se obtienen los coeficientes b_0, b_1, \dots, b_k de tal manera que la suma de los cuadrados de los residuos se hagan mínima.

Ejemplo 2.

El gerente de la empresa desea conocer el comportamiento de la demanda de laptops que la empresa ofrece. Considera que la publicidad y el precio son los factores determinantes de la demanda. Para ello toma información de los últimos 10 meses, la información obtenida es la siguiente:

Demanda (unidades)	Publicidad (N° de anuncios)	Precio mensual promedio (\$)
40	11	500
65	16	600
70	15	750
60	18	400
50	10	700
62	14	580
35	15	520
75	16	500
74	12	450
30	14	550

Utilizando la hoja de cálculo Excel u otro software estadístico se obtienen los coeficientes de la ecuación de regresión lineal múltiple que determina el comportamiento de la demanda con relación a la publicidad y el precio.

La ecuación es:

$$\hat{Y} = 15,92 + 2,08 x_1 + 0,02 x_2$$

Si el número de anuncio es 20 y el precio es \$ 720, la demanda esperada es aproximadamente 72 laptops.

EJERCICIOS DE REPASO N° 4

1. Un establecimiento de comida rápida tiene una venta media de \$ 2000 por día. Para contrastar si las cifras del negocio están cambiando debido al deterioro de la economía, la dirección ha decidido registrar cuidadosamente las cifras de negocio de los 8 días próximos.

Si los valores fueron:

2050; 2212; 1880; 2121; 2205; 2018; 1980; 2188.

- a) ¿Cuáles son las hipótesis nula y alternativa?
 - b) ¿Estos datos son lo suficientemente significativos para probar al nivel de 5% que se ha producido un cambio?
 - c) ¿Qué ocurre al nivel de significancia del 1%?
2. Hace 20 años, los alumnos del curso de comunicación en la universidad podían contestar en promedio 24 preguntas buenas en 60 minutos. Para ver si esto continúa igual en la actualidad se ha seleccionado una muestra de 36 alumnos del curso de comunicación. Si la media muestral resultó ser de 25,5 preguntas buenas con una desviación típica de 3,5 ¿Se puede concluir que el promedio de contestar preguntas buenas ha mejorado?. Utilice el nivel de significación de 5%.
 3. Un comercio ha recibido un envío de artículos de cierto tipo. Si se puede establecer que más de 4% de los artículos recibidos son defectuosos, se devuelve el envío. Si en una muestra de 90 artículos se encontró que 5 de ellos eran defectuosos ¿Se debería devolver el envío al proveedor? Utilice un nivel de significación de 10%. ¿Qué ocurrirá al nivel de 5%?
 4. Se recogen datos para determinar si existe una diferencia entre los resultados del test de los estudiantes de la institución A y los de la institución B. Se toma una m.a. de 100 estudiantes de la institución A, se obtuvo una puntuación media de 102,2 y una desviación estándar de 11,8. Por parte de la institución B se obtiene una m.a. de 60 estudiantes, la puntuación media fue de 105,3 con una desviación estándar de 10,6. ¿Los datos son suficientemente significativos al nivel de 5% para rechazar la hipótesis de que las puntuaciones medias de los estudiantes de las instituciones A y B son iguales?

5. Se seleccionó dos m.a. de 100 residentes en cada una de las dos ciudades (X, Y) a los que se les preguntó sobre si estaban a favor de una reciente ley. El resultado de 56 de los entrevistados de la ciudad X y 45 de los de la ciudad Y se mostraron a favor.
- ¿Son estos datos lo suficientemente fuertes como para establecer al nivel de significación del 10% que las proporciones de la población a favor de la ley son diferentes en ambas ciudades?
 - ¿Qué ocurre si el nivel es de 5%?
6. Una agencia de publicidad pretende determinar la composición demográfica del mercado para un nuevo producto. Selecciona al azar una m.a., de 120 de los diferentes grupos de edad según su actitud de compra. Los resultados de la encuesta son los siguientes:

Actitud	Grupo de Edad		
	18 – 29	30 – 39	40 – 50
Compra frecuente	12	15	10
Compra alguna vez	20	25	18
Nunca compra	8	5	7

- ¿Existe relación o independencia entre los grupos de edad y la actitud de compra, a un nivel de significación de 5%?
 - ¿Qué ocurre si el nivel es de 10%?
7. Dado el siguiente conjunto de datos:

X	12	15	14	11	18	9	13	17	18	12
Y	6,2	8,6	7,2	4,5	9,0	3,5	6,5	9,3	9,5	5,7

- Dibuje un diagrama de dispersión.
- Estime la ecuación de regresión lineal.
- Pronostique Y para X = 10; 16; 20.
- Calcular el coeficiente de correlación lineal de la muestra.

8. Una empresa capacita a sus vendedores en venta antes de salir a trabajar.

La administración de la empresa está interesada en determinar la relación entre las calificaciones de la prueba y las ventas logradas de estos vendedores al final de un año de trabajo. Se recolectan los siguientes datos de 10 agentes de ventas que han estado en el campo un año.

N° de vendedor	Calificación de la prueba	N° de unidades vendidas
1	2,6	95
2	3,7	140
3	2,4	85
4	4,5	180
5	2,6	100
6	5,0	195
7	2,8	115
8	3,0	136
9	4,0	175
10	3,4	150

- Calcular la recta de regresión lineal.
- Graficar la E.R.L. sobre la dispersión de los puntos.
- En cuanto se incrementa el número esperado de unidades vendidas por cada incremento de un punto en una calificación de la prueba?
- Utilice la E.R.L. para predecir el número de unidades que venderá un trabajador capacitado que obtuvo una calificación promedio en la prueba.
- Calcular el coeficiente de determinación.
- Calcular el coeficiente de correlación lineal.
- Hacer una prueba de hipótesis para β .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, Pablo. (2000). *Probabilidad y Estadística*. Pearson Educación de Colombia, Ltda. Colombia.
- ARON, A. y ARON, E. (2001). *Estadística para Psicología*. Pearson. Sao Paulo.
- BACCHINI, R. y VAZQUEZ, L. (2007). *Estadística. Probabilidad e Inferencia Utilizando Excel y SPSS*. Ed. Omicron System. Argentina.
- BLACK, Ken. (2005). *Estadística en los Negocios para la toma de decisiones*. Compañía Editorial Continental. México.
- CASTILLO, I. y GUIJARRO, M. (2006). *Estadística descriptiva y cálculo de probabilidades*. Ed. Pearson Educación S.A. España.
- FREUND, J. y SIMON, G. (2000). *Estadística Elemental*. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México.
- GÓMEZ, D; CONDADO, J.; ADRIANZOLA, Y. y SOLANO, O. (2006). *Introducción a la Inferencia Estadística para Administración*. Ed. Pearson. México.
- HERNÁNDEZ, R.- FERNÁNDEZ, C.-BAPTISTA, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Tercera Edición. McGraw Hill. México.
- LEVIN, R y RUBIN, D. (2010). *Estadística para la administración y Economía*. Ed. Pearson. México.
- LEVINE, D; KREHBIEL, T y BERENSON, M. (2006). *Estadística para Administración*. Ed. Pearson Educación. México.
- LÓPEZ, Paulo. (2000). *Probabilidad y Estadística*. Ed. Pearson. Colombia
- MARQUES, Felicidad (2010). *Estadística descriptiva a través de Excel*. Ed. Alfaomega. México.

MARTINEZ, Cirto. (2012). *Estadística básica aplicada*. Ecoe Ediciones. Colombia.

MC MILLAN, J. y SCHUMACHER, S. (2007). *Investigación Educativa*. Ed. Pearson. España.

MENDENHALL, W.; BEAVER, R. y BEAVER, B. (2008). *Introducción a la Probabilidad y Estadística*. Cengage Learning. México.

PAGANO, Roberto. (2005). *Estadística para las Ciencias del Comportamiento*. Ed. Thomson. México.

RITCHEY, Ferris. (2008). *Estadística para las Ciencias Sociales*. Ed. Mc Graw Hill. México.

RODRIGUEZ, F.; PIERDANT, A. y RODRIGUEZ, E. (2011). *Estadística para Administración*. Grupo Editorial Patria. México.

RITCHEY, Rerris. (2008). *Estadística para las Ciencias Sociales*. Ed. Mc GrawHill. México

STEVENSON, William. (2004). *Estadística para Administración y Economía*. Ed. Alfaomega. México.

TRIOLA, Mario. (2000). *Estadística Elemental*. Ed. Pearson. México.

ANEXOS

FORMATO PARA INFORME ESTADISTICO

DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN

PRUEBAS DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICAS PARA MEDIAS

TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS

TABLAS DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

TABLA N° 1: DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

TABLA N° 2: DISTRIBUCIÓN BINOMIAL ACUMULADA

TABLA N°32: DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTÁNDAR

TABLA N° 4: DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT

TABLA N° 5: DISTRIBUCIÓN CHI - CUADRADO

TABLA N° 6: DISTRIBUCIÓN F

Anexo 1

INFORME ESTADÍSTICO

El presente Informe incluye los principales procesos metodológicos que se utilizarán para el diseño de ejecución de la tesis. El resumen de este diseño se debe presentar en un cuadro que incluya: Título de la investigación, Diseño de Investigación, Población- Muestra e Hipótesis.

A continuación se presenta el modelo de Informe Estadístico que se ha considerado desarrollar en la presente experiencia curricular:

TÍTULO:			
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN - MUESTRA	HIPÓTESIS	
		PLANTEAMIENTO	CONTRASTACIÓN

Anexo 2

DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN

El término “diseño” se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación (Christensen, 1980). El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contestar las interrogantes que se han planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular. En la literatura sobre investigación podemos encontrar diferentes clasificaciones de tipos de diseños existentes. Se adoptará la siguiente clasificación: investigación experimental e investigación no experimental.

1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

En estudios experimentales, el investigador manipula intencionalmente una o más variables independientes (causas o factores) para evaluar las consecuencias sobre una o más variables dependientes (efecto o variables respuestas). El carácter intencional de la manipulación del tratamiento es el aspecto más importante que diferencia a la investigación experimental de la observacional (Hernández et al., 2010; Schreiber & Asner, 2011).

Los métodos experimentales, a diferencia de las investigaciones observacionales, son vistos como la forma más eficaz de determinar la causalidad, pero la determinación de la causalidad no siempre es fácil. Al respecto, Malhotra y Birks (2007) indican que para hacer inferencias causales, o asumir causalidad, se debe cumplir tres condiciones:

1. Variación concomitante de la causa y el efecto.
2. El orden del tiempo de aparición de las variables, la causa debe ocurrir antes que el efecto.
3. Eliminación de otros posibles factores causales, debiendo el factor o variable investigada ser la única explicación causal posible (aunque la Estadística puede aislar el efecto de los otros factores cuando esto no es posible).

Las condiciones anteriores son necesarias pero no suficientes para demostrar causalidad; es decir, ninguna de las tres condiciones, ni las tres condiciones combinadas, pueden demostrar de manera decisiva la existencia de una relación causal.

En experimentos que se llevan a cabo en escenarios naturales, tales como hospitales, escuelas y empresas, la tarea de elaborar las conclusiones de causa-efecto a menudo se hace aún más difícil, ya que los nuevos problemas surgen cuando un investigador sale de los confines del laboratorio para hacer experimentos en entornos naturales; siendo una de las principales razones para estos experimentos el poner a prueba la validez externa de un hallazgo de laboratorio (Shaughnessy et al., 2011).

La presentación de los diseños experimentales se inicia con los experimentos verdaderos o “puros”. Aquí se inicia por orden de complejidad.

En los diseños experimentales, usualmente se emplean los siguientes símbolos:

- R Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales.
- X Exposición a un tratamiento, estímulo o condición experimental de las unidades experimentales.
- O Observación o medición de la variable dependiente o respuesta.

1.1. EXPERIMENTOS “VERDADEROS” O “PUROS”

Los experimentos “verdaderos” son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna:

1. Grupos de comparación (manipulación de una o varias variables independientes).
2. Equivalencia de grupos. Los diseños “auténticamente” experimentales pueden abarcar una o más variables independientes y una o más dependientes. Así mismo, pueden utilizar pre pruebas y post pruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamientos experimental; desde luego, no todos los diseños experimentales utilizan pre prueba, pero la post prueba es necesaria para determinar los efectos de las condiciones experimentales (Wiersma, 1986).

a. Diseño con post prueba únicamente y grupo de control

En este diseño, la única diferencia entre los grupos debe ser la presencia-ausencia de la variable independiente. Éstos son inicialmente equivalentes y para asegurar que durante el experimento continúen siendo equivalentes, salvo por la presencia o ausencia de dicha manipulación, el experimentador debe observar que no ocurra algo que afecte sólo a un grupo. Debe recordarse que la hora en que se efectúa el experimento debe ser la misma para ambos grupos (o ir mezclando a un sujeto de un grupo con un sujeto del otro grupo cuando la participación es individual), lo mismo que las condiciones ambientales y demás factores que fueron ventilados, al hablar de equivalencias de grupos.

R G1	X	O1
R G2	--	O2

b. Diseño con pre prueba - post prueba y grupo de control

Este diseño incorpora la administración de pre pruebas a los grupos que componen el experimento. Los sujetos son asignados al azar a los grupos, después a éstos se les administra simultáneamente la pre prueba, un grupo recibe el tratamiento

experimental y otro no (es el grupo de control); y finalmente se les administra también simultáneamente un post prueba. El diseño puede diagramarse como sigue:

R G1	O1	X	O2
R G2	O3	--	O4

c. Diseño de cuatro grupos de Solomon

Este diseño es la mezcla de los dos anteriores obteniéndose cuatro grupos: dos experimentales que reciben el mismo tratamiento experimental y dos de control que no reciben tratamiento. Sólo a uno de los grupos experimentales y a uno de los grupos de control se les administra la preprueba; a los cuatro grupos se les aplica la posprueba. El diagrama del diseño es el siguiente:

R G1	O1	X	O2
R G2	O3	--	O4
R G3	--	X	O5
R G4	--	--	O6

d. Diseños experimentales de series de series cronológicas múltiples

En este tipo de diseños las observaciones o mediciones experimentales se realizan a través del tiempo a mediano o largo plazo, a diferencia de los diseños anteriores que se aplican para analizar los efectos inmediatos o a corto plazo. El diagrama de un diseño de series cronológicas con pre prueba, con varias pospruebas y grupo de control es el siguiente:

R G1	01	X1	02	03	04
R G5	05	X2	06	07	08
R G3	09	X3	010	011	012
R G4	013	--	014	015	016

e. Diseños factoriales

Estos diseños se caracterizan por la manipulación de dos o más variables independientes y consideran dos o más niveles o modalidades de presencia en cada una de las variables independientes. El diseño factorial más simple, 2x2, manipula dos variables independientes, cada una con dos niveles.

1.2. DISEÑOS PRE EXPERIMENTALES, CUASI EXPERIMENTALES Y DE SERIES CRONOLÓGICAS

1.2.1. DISEÑOS PRE EXPERIMENTALES

Se caracterizan por la ausencia de aleatorización y un mínimo grado de control sobre las variables. No presenta grupo de control, como puede verse en los diseños que se presentan.

a. Estudio de caso con una sola medición

G X O₁

Este diseño no resulta convincente para un estudio concluyente debido a diversas razones: no proporciona bases para comparar las unidades experimentales del grupo con el estímulo **X** frente a unidades que no lo tienen, y las mediciones pueden verse afectadas por variables extrañas de invalidación interna, no siendo posible aislar su efecto.

b. Diseño de preprueba-posprueba con un solo grupo

En este diseño, el grupo de unidades experimentales se mide dos veces. Se evalúa antes del estímulo, la cual constituye un punto de referencia inicial para analizar el efecto del tratamiento, y después del estímulo. El efecto de tratamiento se calcula como las diferencias **O₂ - O₁** pero la validez de su conclusión es cuestionable, debido a la falta de control, siendo posible que actúen las variables extrañas entre ambos períodos.

G O₁ X O₂

1.2.2. DISEÑOS CUASI - EXPERIMENTALES

Los diseños cuasi - experimentales también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes, solamente que difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi - experimentales los sujetos no son asignados al azar a los grupos, ni emparejados; sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento, son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron fueron independientes o aparte del experimento).

a. Diseño con post prueba únicamente y grupos intactos

Este primer diseño utiliza a dos grupos, uno recibe el tratamiento experimental y el otro no. Los grupos son comparados en la post prueba para analizar si el tratamiento experimental tuvo un efecto sobre la variable dependiente (O₁ con O₂). El diseño puede diagramarse del siguiente modo:

G1	X	O1
G2	--	O2

Este diseño puede extenderse e incluir a más de dos grupos.

b. Diseño con pre prueba - post prueba y grupos intactos (uno de ellos de control)

Este diseño es similar al de con post prueba únicamente y grupos intactos, solamente que a los grupos se les administra una pre prueba. La cual puede servir para verificar la equivalencia inicial de los grupos (si son equiparables no debe haber diferencias significativas entre las pre pruebas de los grupos). Su esquema más sencillo sería el siguiente:

G1	O1	X	O2
G2	O3	--	O4

1.2.3. DISEÑO SERIES CRONOLÓGICAS

En ocasiones el investigador puede pretender analizar efectos al mediano y largo plazo o a efectos de administrar varias veces el tratamiento experimental, y no cuenta con la posibilidad de asignar al azar a los sujetos a los grupos del experimento. En este caso, pueden utilizarse los diseños cuasi - experimentales salvo que los grupos son intactos. En ambos tipos de diseños se aplican mediciones repetidas de la variable dependiente y se inserta el tratamiento experimental entre dos de esas mediciones en al menos un Grupo, mientras que a otro grupo no se le aplica ningún tratamiento en el período de experimentación.

a. Series cronológicas de un solo grupo

A un único grupo se le administran varias pre-pruebas, después se le aplica el tratamiento experimental y finalmente varias post-pruebas. El diseño podría diagramarse así:

G	O1	O2	O3	X	O4	O5	O6
---	----	----	----	---	----	----	----

b. Series cronológicas cuasi experimentales con repetición del estímulo

Estas series son similares a sus correspondientes experimentales, pero con grupos intactos. Así tendremos los siguientes diagramas para ilustrarlas:

G1 O1 O2 **X1** O3 O4 **X1** O5 O6 O7 **X1** O8 O9 O10
G2 O11 O12 --- O13 O14 --- O15 O16 O17 --- O18 O19 O20
G1 O1 **X1** O2 **X1** O3 **X1** O4 **X1** O5 O6
G2 O7 **X2** O8 **X2** O9 **X2** O10 **X2** O11 O12
G3 O13 --- O14 --- O15 --- O16 --- O17 O18

c. Series cronológicas cuasi experimentales con tratamientos múltiples

Al igual que en los casos anteriores, estas series son similares a sus correspondientes experimentales sólo que con grupos intactos. Por lo tanto podríamos tener diagramas como éstos:

G1 **X1** O1 O2 **X2** O3 O4 **X3** O5 O6 O7
G2 **X2** O8 O9 **X1** O10 O11 **X3** O12 O13 O14
G3 **X3** O15 O16 **X2** O17 O18 **X1** O19 O20 O21
G4 **X2** O22 O23 **X3** O24 O25 **X1** O26 O27 O28
G5 **X1** O29 O30 **X3** O31 O32 **X2** O33 O34 O35
G6 **X3** O36 O37 **X1** O38 O39 **X2** O40 O41 O42

2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL

Este tipo de investigación implica la observación del hecho en su condición natural sin intervención del investigador. Este tipo de investigación se clasifica en transversales y longitudinales.

2.1. DISEÑOS TRANSVERSALES

Los diseños transversales recolectan los datos en un solo momento en el tiempo, su propósito es describir variables o relaciones entre ellas.

a. Diseños exploratorios

Se aplican a problemas de investigación nuevos o poco conocidos, donde una comunidad o fenómeno de interés se empieza a conocer (Hernández et al. 2010). El propósito de los estudios exploratorios es la formulación más precisa de problemas de investigación que se pueden abordar en futuras investigaciones (Neuman, 2007), la flexibilidad de los mismo permite variar ligeramente algunos aspectos durante la investigación, y en la recolección de los datos utilizan instrumentos no estructurados (Kothari, 2004). Las investigaciones exploratorias tienen por objeto diversos propósitos, proporcionando un panorama general del fenómeno en estudio pero no tienen carácter concluyente.

b. Diseños descriptivos

Se ocupan de describir las características de una población o fenómeno de interés, debiéndose tener claro lo que desea investigar, disponer de métodos adecuados para la medición de las variables y la población debe ser bien definida (Kothari, 2004). A diferencia de la investigación exploratoria, la investigación descriptiva se caracteriza por la formulación clara de la interrogante de investigación, en algunos casos tiene una hipótesis descriptiva, donde la información necesaria para la investigación está claramente definida y su recolección es planificada de antemano (Malhotra & Birks, 2007). En la investigación descriptiva, los instrumentos que se emplean en la recolección de datos son estructurados, como: cuestionarios, escalas o guías de observación, entre otros.

c. Diseño descriptivo simple.

El investigador busca y recoge información relacionada con el objeto de estudio, no presentándose la administración o control de un tratamiento.

M --- O

Donde:

M: Muestra con quien(es) vamos a realizar el estudio.

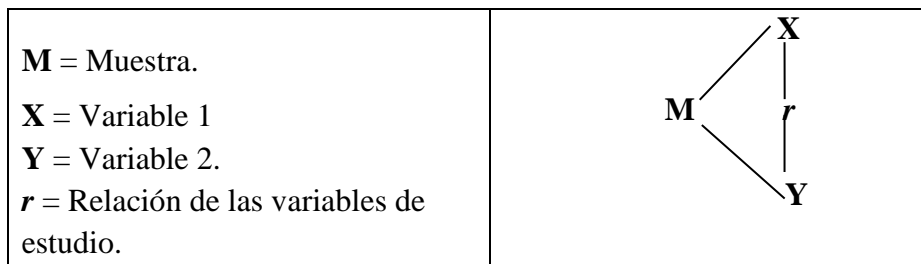
O: Información (observaciones) relevante o de interés que recogemos de la muestra.

d. Diseños correlacionales - causales

Los diseños correlacionales - causales describen relaciones entre dos o más conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales o en función de la relación causa - efecto, incluso pueden abarcar modelos o estructuras más complejas (Hernández et al. 2010).

Una correlación es una interrelación o asociación entre dos variables, de manera que la variación en una de las variables se relaciona con la variación en otra variable (Polit & Tatano, 2010). Pero, observar que los cambios en una variable tienden a estar asociados con cambios en la otra variable, no es suficiente para establecer que la relación entre ellas sea causal; únicamente se sabe que existe una relación entre ellas, pero no significa necesariamente que una de las variables ejerza influencia sobre la otras (Bordens & Abbott, 2008).

Esquema:



2.2. DISEÑOS LONGITUDINALES

Los diseños longitudinales a diferencia de los transversales, son utilizados para examinar las características de la población en estudio en más de una ocasión, de manera que pueda estudiarse los cambios que se producen en la población en estudio a través del tiempo. Los diseños analíticos longitudinales empleados en estudios epidemiológicos, como los diseños de cohorte, y los diseños de casos y controles son desarrollados en Argimon y Jiménez (2004) y Webb y Brain (2011).

Por lo general, los diseños longitudinales son más complejos y costosos que los diseños transversales pero también son más potentes e informativos.

a. Diseño de tendencia: Los diseños de tendencia analizan los cambios a través del tiempo en una población sobre un tema de interés. La población definida es la misma, pero los sujetos que la conforman pueden ser otros.

- b. De evolución de grupo o diseño de cohorte:** Estos diseños examinan cambios a través del tiempo en sub-poblaciones o sub-grupos específicos en el tema de investigación, formados por una característica común. La cohorte es la misma, a menos que con el tiempo vayan perdiéndose o “muriendo”, siempre se trabajará con los sobrevivientes.
- c. Diseño de papel:** En estos diseños se observa a la misma gente, grupo u organización a través de múltiples puntos en el tiempo (Neuman, 2007). Usualmente el panel consiste en una serie de encuestados, por lo general familias, que han accedido a proporcionar información de carácter general o específico a intervalos fijos durante un período prolongado, siendo posible recoger cantidades de datos relativamente grandes.

Anexo 3

PRUEBAS DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICAS PARA MEDIAS

N° DE POBLACIONES (grupos)	PRUEBA	FÓRMULA (estadístico para la prueba)	EJEMPLOS (hipótesis alternativas)
Una población	1. T de Student (varianza desconocida)	$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}, \quad gl = n - 1$	1. El puntaje promedio de la sección A es diferente de 15 (HB)
	2. Z Normal (varianza conocida, muestra grande)	$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$	2. El puntaje promedio de la sección B es mayor que 15 (HUD) 3. El puntaje promedio de la sección C es menor de 15 (HUI)
Dos poblaciones	3. T de Student (muestras Independientes, varianzas desconocidas iguales)	$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / s \left(\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \right)$ $s = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}, \quad gl = n_1 + n_2 - 2$	1. Los puntajes promedios de los grupos experimental y control del pretest son diferentes . (HB)
	4. T de Student (muestras Independientes, varianzas desconocidas diferentes)	$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$ $gl = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{(s_1^2/n_1)^2/(n_1-1) + (s_2^2/n_2)^2/(n_2-1)}$	2. El puntaje promedio del grupo experimental post test es mayor que el puntaje promedio del grupo control post test. (HUD)
	5. Z Normal (varianzas conocidas, muestras grandes)	$Z = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$	3. El puntaje promedio del grupo control pos test es menor que el puntaje promedio del grupo experimental post test. (HUI)
	6. T de Student (muestras Relacionadas)	$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}, \quad gl = n - 1$	1. El puntaje promedio del grupo experimental , obtenido en el pos test, es superior al puntaje promedio obtenido en el pre test. (HUD) 2. El puntaje promedio del grupo experimental , obtenido en el pos test, es menor que el puntaje promedio obtenido en el pre test. (HUI)

NOTAS: (1) HB: Hipótesis bilateral / HUD: Hipótesis unilateral derecha / HUI: Hipótesis unilateral izquierda

(2) Cuando se trata de prueba de hipótesis sobre medias, cualquiera sea el tamaño de la muestra, puede aplicar la prueba T de Student. Para aplicar la prueba Z normal las muestras deben ser grandes y deben ser conocidas las varianzas.

Anexo 4

TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS

	00-04	05-09	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
00	49317	61129	89131	29072	80328	28430	78219	60095	04875	30641
01	07046	86793	60292	56275	32920	27352	55677	34884	87794	22116
02	56428	89199	96669	95523	00874	01737	08316	00882	56108	34900
03	68900	32909	98886	85352	20112	46277	62505	69155	07346	92641
04	65662	92876	33167	85630	60153	25658	04163	81487	59085	33576
05	30626	89793	89030	39186	62672	34096	79259	15484	82961	86128
06	08944	92260	71141	63269	05390	42740	02812	98612	58029	78535
07	53490	30321	64325	57140	95602	92005	05120	24503	74878	21816
08	33484	23794	22548	16752	78833	64716	14800	69177	26377	02784
09	16467	95532	29912	12393	74101	24446	45482	55675	59413	91906
10	35648	85681	27823	00756	75951	51803	04182	35073	89864	78820
11	73724	25186	66154	26528	02112	53109	15320	44726	02152	14321
12	61085	53289	05080	77312	79142	58556	45233	37393	60769	37304
13	23284	89012	94167	81623	59675	85151	78454	84486	31295	94858
14	81334	97145	27866	93469	02050	99518	30914	79136	89952	51563
15	70229	95039	36517	04863	14328	71347	16221	92383	90054	08118
16	84379	45707	36649	43629	61046	93738	36678	57640	90478	50696
17	91202	42142	73277	70202	61335	18636	27563	02650	45680	24077
18	69071	10757	67521	59631	22410	24987	37794	12790	97416	19615
19	42822	63339	34940	43796	83207	39270	98714	70333	82408	52589
20	86633	11146	47855	13344	43564	53166	42681	00803	37026	44351
21	61596	11753	08231	18109	94006	35433	01043	39224	38726	13111
22	86215	20972	18304	21153	17059	12093	69457	56257	84432	05259
23	98688	73108	70887	75456	83201	93243	38804	66203	59053	90063
24	32796	91274	53344	24202	18083	07536	04096	55453	15316	11471
25	15977	05506	18654	22614	91478	64332	51332	63110	76297	19613
26	17925	59081	74018	14369	24886	19808	61363	19310	58818	99851
27	67049	15491	35555	35341	35698	97895	39569	07110	49428	50891
28	75900	74079	27038	77422	29686	24769	88667	16058	21021	04819
29	48659	92532	93316	11508	82066	12347	35076	23829	11305	48093
30	23159	60432	40676	89822	36698	69157	38945	01148	44429	78018
31	37587	46602	28947	12981	14217	76012	04095	04679	23535	31867
32	09754	64860	72470	18049	67372	37792	85406	05552	06024	27259
33	89173	97364	23088	43273	31372	23748	50282	89728	03484	80002
34	34997	55750	50195	60033	87970	94694	98383	47484	77607	53880
35	68498	33841	10761	73957	29175	19068	76619	60242	12495	44883
36	99127	03990	54471	01563	50411	63460	85032	53959	74689	78264
37	44161	42863	30138	21892	91664	93233	07974	44475	52732	21112
38	15269	95676	29448	72868	62829	44748	67316	21874	31629	92205
39	98973	40380	26128	53541	02008	12446	44222	22946	05278	12020

(CONTINUACION)

	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99
00	03424	74864	11746	77342	24970	15430	76369	08232	05402	66087
01	01677	84988	35246	15095	08838	31175	20982	30309	18096	84899
02	57939	08859	48441	57896	84319	83283	14811	97076	89291	35910
03	27552	57307	58843	38377	02136	59389	82338	26309	28637	68452
04	97565	86873	98942	00360	64645	46932	71799	09485	09314	51819
05	84800	50323	33396	46177	09149	02865	00588	46994	99550	40506
06	52914	13681	23381	38797	28428	48170	03086	32809	75236	00058
07	54951	66790	09596	29427	05105	92584	45968	12386	07806	40655
08	80362	43955	61191	47628	11426	99325	69607	28305	73922	89271
09	62421	70476	37258	31697	61109	18333	91701	95563	46201	12514
10	33012	34971	29595	09899	95259	51098	16799	89517	09909	48352
11	93937	10140	85341	57364	65055	85239	68144	72578	85758	20926
12	47343	53008	64554	77142	54813	94272	13220	93276	12028	05842
13	36728	89534	32162	58174	07438	49352	68648	65773	47769	73026
14	54192	52552	94695	93188	69058	53322	86416	18973	95293	10967
15	73243	63347	17348	17122	59731	57994	34753	97620	20537	42766
16	38748	95561	20099	98539	36899	30760	28145	60312	83863	96312
17	95047	14426	44302	54731	18933	19080	72952	57627	56855	34859
18	77174	73993	06339	33863	27247	70802	72386	35801	43204	07923
19	75687	63671	09641	21688	19629	77186	34847	76911	77754	74082
20	65318	93663	57336	82518	72106	38375	45361	17294	32214	77321
21	39689	65062	26294	06957	28051	32978	04044	19522	00154	07399
22	86917	30252	02536	28503	08677	89051	37121	30540	24812	33251
23	87081	02290	11567	64665	52242	44974	06450	82159	86458	35857
24	20029	12125	22239	70058	66242	78416	53416	76656	37235	37497
25	41343	01619	68185	65843	30455	16122	43529	99837	08684	56947
26	48802	86690	70360	61800	96292	54364	27178	39817	58175	64075
27	00201	53674	62822	14069	80581	45643	92836	46278	82670	37519
28	96157	13631	45042	85158	13973	67170	14192	72897	13882	68487
29	66903	83523	64279	09547	78335	40315	74289	05578	98707	68894
30	77037	12096	69134	13504	00181	31991	79227	67942	70880	37872
31	07666	49845	86053	94798	83079	50421	68467	76689	02028	55555
32	60628	11373	54477	41349	96997	02999	16166	57749	13288	05359
33	08193	10440	76553	44186	83076	05119	31491	82985	61346	08473
34	64368	14947	82460	06619	79026	51058	65457	59765	09322	71875
35	17654	34052	30839	63725	84414	76157	74516	53829	88846	77860
36	73333	12388	33682	35931	08861	84952	54744	06407	28523	22183
37	71375	07499	20422	92949	04918	90317	23064	83117	82547	17584
38	46163	11272	64918	50711	54539	23970	17133	55776	16550	91313
39	49910	95947	81477	20980	47258	33546	64109	68526	73100	49610

Anexo 5

TABLA N° 1: DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

$$P(X = x)$$

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
1	0	0.9500	0.9000	0.8500	0.8000	0.7500	0.7000	0.6500	0.6000	0.5500	0.5000
	1	0.0500	0.1000	0.1500	0.2000	0.2500	0.3000	0.3500	0.4000	0.4500	0.5000
2	0	0.9025	0.8100	0.7225	0.6400	0.5625	0.4900	0.4225	0.3600	0.3025	0.2500
	1	0.0950	0.1800	0.2550	0.3200	0.3750	0.4200	0.4550	0.4800	0.4950	0.5000
	2	0.0025	0.0100	0.0225	0.0400	0.0625	0.0900	0.1225	0.1600	0.2025	0.2500
3	0	0.8574	0.7290	0.6141	0.5120	0.4219	0.3430	0.2746	0.2160	0.1664	0.1250
	1	0.1354	0.2430	0.3251	0.3840	0.4219	0.4410	0.4436	0.4320	0.4084	0.3750
	2	0.0071	0.0270	0.0574	0.0960	0.1406	0.1890	0.2389	0.2880	0.3341	0.3750
	3	0.0001	0.0010	0.0034	0.0080	0.0156	0.0270	0.0429	0.0640	0.0911	0.1250
4	0	0.8145	0.6561	0.5220	0.4096	0.3164	0.2401	0.1785	0.1296	0.0915	0.0625
	1	0.1715	0.2916	0.3685	0.4096	0.4219	0.4116	0.3845	0.3456	0.2995	0.2500
	2	0.0135	0.0486	0.0975	0.1536	0.2109	0.2646	0.3105	0.3456	0.3675	0.3750
	3	0.0005	0.0036	0.0115	0.0256	0.0469	0.0756	0.1115	0.1536	0.2005	0.2500
	4	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016	0.0039	0.0081	0.0150	0.0256	0.0410	0.0625
5	0	0.7738	0.5905	0.4437	0.3277	0.2373	0.1681	0.1160	0.0778	0.0503	0.0313
	1	0.2036	0.3281	0.3915	0.4096	0.3955	0.3602	0.3124	0.2592	0.2059	0.1563
	2	0.0214	0.0729	0.1382	0.2048	0.2637	0.3087	0.3364	0.3456	0.3369	0.3125
	3	0.0011	0.0081	0.0244	0.0512	0.0879	0.1323	0.1811	0.2304	0.2757	0.3125
	4	0.0000	0.0005	0.0022	0.0064	0.0146	0.0284	0.0488	0.0768	0.1128	0.1563
	5	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0024	0.0053	0.0102	0.0185	0.0313
6	0	0.7351	0.5314	0.3771	0.2621	0.1780	0.1176	0.0754	0.0467	0.0277	0.0156
	1	0.2321	0.3543	0.3993	0.3932	0.3560	0.3025	0.2437	0.1866	0.1359	0.0938
	2	0.0305	0.0984	0.1762	0.2458	0.2966	0.3241	0.3280	0.3110	0.2780	0.2344
	3	0.0021	0.0146	0.0415	0.0819	0.1318	0.1852	0.2355	0.2765	0.3032	0.3125
	4	0.0001	0.0012	0.0055	0.0154	0.0330	0.0595	0.0951	0.1382	0.1861	0.2344
	5	0.0000	0.0001	0.0004	0.0015	0.0044	0.0102	0.0205	0.0369	0.0609	0.0938
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0018	0.0041	0.0083	0.0156
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0	0.6983	0.4783	0.3206	0.2097	0.1335	0.0824	0.0490	0.0280	0.0152	0.0078
	1	0.2573	0.3720	0.3960	0.3670	0.3115	0.2471	0.1848	0.1306	0.0872	0.0547
	2	0.0406	0.1240	0.2097	0.2753	0.3115	0.3177	0.2985	0.2613	0.2140	0.1641
	3	0.0036	0.0230	0.0617	0.1147	0.1730	0.2269	0.2679	0.2903	0.2918	0.2734
	4	0.0002	0.0026	0.0109	0.0287	0.0577	0.0972	0.1442	0.1935	0.2388	0.2734
	5	0.0000	0.0002	0.0012	0.0043	0.0115	0.0250	0.0466	0.0774	0.1172	0.1641
	6	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0036	0.0084	0.0172	0.0320	0.0547
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0016	0.0037	0.0078
8	0	0.6634	0.4305	0.2725	0.1678	0.1001	0.0576	0.0319	0.0168	0.0084	0.0039
	1	0.2793	0.3826	0.3847	0.3355	0.2670	0.1977	0.1373	0.0896	0.0548	0.0313
	2	0.0515	0.1488	0.2376	0.2936	0.3115	0.2965	0.2587	0.2090	0.1569	0.1094
	3	0.0054	0.0331	0.0839	0.1468	0.2076	0.2541	0.2786	0.2787	0.2568	0.2188
	4	0.0004	0.0046	0.0185	0.0459	0.0865	0.1361	0.1875	0.2322	0.2627	0.2734
	5	0.0000	0.0004	0.0026	0.0092	0.0231	0.0467	0.0808	0.1239	0.1719	0.2188
	6	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0038	0.0100	0.0217	0.0413	0.0703	0.1094
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0012	0.0033	0.0079	0.0164	0.0313
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0017	0.0039
9	0	0.6302	0.3874	0.2316	0.1342	0.0751	0.0404	0.0207	0.0101	0.0046	0.0020
	1	0.2985	0.3874	0.3679	0.3020	0.2253	0.1556	0.1004	0.0605	0.0339	0.0176

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL (CONTINUACION)

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
10	2	0.0629	0.1722	0.2597	0.3020	0.3003	0.2668	0.2162	0.1612	0.1110	0.0703
	3	0.0077	0.0446	0.1069	0.1762	0.2336	0.2668	0.2716	0.2508	0.2119	0.1641
	4	0.0006	0.0074	0.0283	0.0661	0.1168	0.1715	0.2194	0.2508	0.2600	0.2461
	5	0.0000	0.0008	0.0050	0.0165	0.0389	0.0735	0.1181	0.1672	0.2128	0.2461
	6	0.0000	0.0001	0.0006	0.0028	0.0087	0.0210	0.0424	0.0743	0.1160	0.1641
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0012	0.0039	0.0098	0.0212	0.0407	0.0703
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0035	0.0083	0.0176
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0020
	0	0.5987	0.3487	0.1969	0.1074	0.0563	0.0282	0.0135	0.0060	0.0025	0.0010
	1	0.3151	0.3874	0.3474	0.2684	0.1877	0.1211	0.0725	0.0403	0.0207	0.0098
2	0.0746	0.1937	0.2759	0.3020	0.2816	0.2335	0.1757	0.1209	0.0763	0.0439	
3	0.0105	0.0574	0.1298	0.2013	0.2503	0.2668	0.2522	0.2150	0.1665	0.1172	
4	0.0010	0.0112	0.0401	0.0881	0.1460	0.2001	0.2377	0.2508	0.2384	0.2051	
5	0.0001	0.0015	0.0085	0.0264	0.0584	0.1029	0.1536	0.2007	0.2340	0.2461	
6	0.0000	0.0001	0.0012	0.0055	0.0162	0.0368	0.0689	0.1115	0.1596	0.2051	
7	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0031	0.0090	0.0212	0.0425	0.0746	0.1172	
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0014	0.0043	0.0106	0.0229	0.0439	
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016	0.0042	0.0098	
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	
11	0	0.5688	0.3138	0.1673	0.0859	0.0422	0.0198	0.0088	0.0036	0.0014	0.0005
	1	0.3293	0.3835	0.3248	0.2362	0.1549	0.0932	0.0518	0.0266	0.0125	0.0054
	2	0.0867	0.2131	0.2866	0.2953	0.2581	0.1998	0.1395	0.0887	0.0513	0.0269
	3	0.0137	0.0710	0.1517	0.2215	0.2581	0.2568	0.2254	0.1774	0.1259	0.0806
	4	0.0014	0.0158	0.0536	0.1107	0.1721	0.2201	0.2428	0.2365	0.2060	0.1611
	5	0.0001	0.0025	0.0132	0.0388	0.0803	0.1321	0.1830	0.2207	0.2360	0.2256
	6	0.0000	0.0003	0.0023	0.0097	0.0268	0.0566	0.0985	0.1471	0.1931	0.2256
	7	0.0000	0.0000	0.0003	0.0017	0.0064	0.0173	0.0379	0.0701	0.1128	0.1611
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0037	0.0102	0.0234	0.0462	0.0806
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0018	0.0052	0.0126	0.0269
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0021	0.0054
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005	
12	0	0.5404	0.2824	0.1422	0.0687	0.0317	0.0138	0.0057	0.0022	0.0008	0.0002
	1	0.3413	0.3766	0.3012	0.2062	0.1267	0.0712	0.0368	0.0174	0.0075	0.0029
	2	0.0988	0.2301	0.2924	0.2835	0.2323	0.1678	0.1088	0.0639	0.0339	0.0161
	3	0.0173	0.0852	0.1720	0.2362	0.2581	0.2397	0.1954	0.1419	0.0923	0.0537
	4	0.0021	0.0213	0.0683	0.1329	0.1936	0.2311	0.2367	0.2128	0.1700	0.1208
	5	0.0002	0.0038	0.0193	0.0532	0.1032	0.1585	0.2039	0.2270	0.2225	0.1934
	6	0.0000	0.0005	0.0040	0.0155	0.0401	0.0792	0.1281	0.1766	0.2124	0.2256
	7	0.0000	0.0000	0.0006	0.0033	0.0115	0.0291	0.0591	0.1009	0.1489	0.1934
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0024	0.0078	0.0199	0.0420	0.0762	0.1208
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0015	0.0048	0.0125	0.0277	0.0537
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0025	0.0068	0.0161
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0029
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	
13	0	0.5133	0.2542	0.1209	0.0550	0.0238	0.0097	0.0037	0.0013	0.0004	0.0001
	1	0.3512	0.3672	0.2774	0.1787	0.1029	0.0540	0.0259	0.0113	0.0045	0.0016

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL (CONTINUACION)

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
14	2	0.1109	0.2448	0.2937	0.2680	0.2059	0.1388	0.0836	0.0453	0.0220	0.0095
	3	0.0214	0.0997	0.1900	0.2457	0.2517	0.2181	0.1651	0.1107	0.0660	0.0349
	4	0.0028	0.0277	0.0838	0.1535	0.2097	0.2337	0.2222	0.1845	0.1350	0.0873
	5	0.0003	0.0055	0.0266	0.0691	0.1258	0.1803	0.2154	0.2214	0.1989	0.1571
	6	0.0000	0.0008	0.0063	0.0230	0.0559	0.1030	0.1546	0.1968	0.2169	0.2095
	7	0.0000	0.0001	0.0011	0.0058	0.0186	0.0442	0.0833	0.1312	0.1775	0.2095
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0011	0.0047	0.0142	0.0336	0.0656	0.1089	0.1571
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0034	0.0101	0.0243	0.0495	0.0873
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0022	0.0065	0.0162	0.0349
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0012	0.0036	0.0095
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	15	0	0.4877	0.2288	0.1028	0.0440	0.0178	0.0068	0.0024	0.0008	0.0002
1		0.3593	0.3559	0.2539	0.1539	0.0832	0.0407	0.0181	0.0073	0.0027	0.0009
2		0.1229	0.2570	0.2912	0.2501	0.1802	0.1134	0.0634	0.0317	0.0141	0.0056
3		0.0259	0.1142	0.2056	0.2501	0.2402	0.1943	0.1366	0.0845	0.0462	0.0222
4		0.0037	0.0349	0.0998	0.1720	0.2202	0.2290	0.2022	0.1549	0.1040	0.0611
5		0.0004	0.0078	0.0352	0.0860	0.1468	0.1963	0.2178	0.2066	0.1701	0.1222
6		0.0000	0.0013	0.0093	0.0322	0.0734	0.1262	0.1759	0.2066	0.2088	0.1833
7		0.0000	0.0002	0.0019	0.0092	0.0280	0.0618	0.1082	0.1574	0.1952	0.2095
8		0.0000	0.0000	0.0003	0.0020	0.0082	0.0232	0.0510	0.0918	0.1398	0.1833
9		0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0018	0.0066	0.0183	0.0408	0.0762	0.1222
10		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0014	0.0049	0.0136	0.0312	0.0611
11		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010	0.0033	0.0093	0.0222
12		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0019	0.0056
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0009	
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	
15	0	0.4633	0.2059	0.0874	0.0352	0.0134	0.0047	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.3658	0.3432	0.2312	0.1319	0.0668	0.0305	0.0126	0.0047	0.0016	0.0005
	2	0.1348	0.2669	0.2856	0.2309	0.1559	0.0916	0.0476	0.0219	0.0090	0.0032
	3	0.0307	0.1285	0.2184	0.2501	0.2252	0.1700	0.1110	0.0634	0.0318	0.0139
	4	0.0049	0.0428	0.1156	0.1876	0.2252	0.2186	0.1792	0.1268	0.0780	0.0417
	5	0.0006	0.0105	0.0449	0.1032	0.1651	0.2061	0.2123	0.1859	0.1404	0.0916
	6	0.0000	0.0019	0.0132	0.0430	0.0917	0.1472	0.1906	0.2066	0.1914	0.1527
	7	0.0000	0.0003	0.0030	0.0138	0.0393	0.0811	0.1319	0.1771	0.2013	0.1964
	8	0.0000	0.0000	0.0005	0.0035	0.0131	0.0348	0.0710	0.1181	0.1647	0.1964
	9	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0034	0.0116	0.0298	0.0612	0.1048	0.1527
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0030	0.0096	0.0245	0.0515	0.0916
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0024	0.0074	0.0191	0.0417
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0016	0.0052	0.0139
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0032	
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Anexo 6

TABLA N° 2: DISTRIBUCIÓN BINOMIAL ACUMULADA $P(X \leq x)$

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
2	0	0.9801	0.9025	0.8100	0.7225	0.6400	0.5625	0.4900	0.4225	0.3600	0.3025	0.2500
	1	0.9999	0.9975	0.9900	0.9775	0.9600	0.9375	0.9100	0.8775	0.8400	0.7975	0.7500
3	0	0.9703	0.8574	0.7290	0.6141	0.5120	0.4219	0.3430	0.2746	0.2160	0.1664	0.1250
	1	0.9997	0.9928	0.9720	0.9393	0.8960	0.8438	0.7840	0.7183	0.6480	0.5748	0.5000
	2	1.0000	0.9999	0.9990	0.9966	0.9920	0.9844	0.9730	0.9571	0.9360	0.9089	0.8750
4	0	0.9606	0.8145	0.6561	0.5220	0.4096	0.3164	0.2401	0.1785	0.1296	0.0915	0.0625
	1	0.9994	0.9860	0.9477	0.8905	0.8192	0.7383	0.6517	0.5630	0.4752	0.3910	0.3125
	2	1.0000	0.9995	0.9963	0.9880	0.9728	0.9492	0.9163	0.8735	0.8208	0.7585	0.6875
	3	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9984	0.9961	0.9919	0.9850	0.9744	0.9590	0.9375
5	0	0.9510	0.7738	0.5905	0.4437	0.3277	0.2373	0.1681	0.1160	0.0778	0.0503	0.0313
	1	0.9990	0.9774	0.9185	0.8352	0.7373	0.6328	0.5282	0.4284	0.3370	0.2562	0.1875
	2	1.0000	0.9988	0.9914	0.9734	0.9421	0.8965	0.8369	0.7648	0.6826	0.5931	0.5000
	3	1.0000	1.0000	0.9995	0.9978	0.9933	0.9844	0.9692	0.9460	0.9130	0.8688	0.8125
	4	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9990	0.9976	0.9947	0.9898	0.9815	0.9688
6	0	0.9415	0.7351	0.5314	0.3771	0.2621	0.1780	0.1176	0.0754	0.0467	0.0277	0.0156
	1	0.9985	0.9672	0.8857	0.7765	0.6554	0.5339	0.4202	0.3191	0.2333	0.1636	0.1094
	2	1.0000	0.9978	0.9842	0.9527	0.9011	0.8306	0.7443	0.6471	0.5443	0.4415	0.3438
	3	1.0000	0.9999	0.9987	0.9941	0.9830	0.9624	0.9295	0.8826	0.8208	0.7447	0.6563
	4	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9984	0.9954	0.9891	0.9777	0.9590	0.9308	0.8906
	5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	0.9993	0.9982	0.9959	0.9917	0.9844
7	0	0.9321	0.6983	0.4783	0.3206	0.2097	0.1335	0.0824	0.0490	0.0280	0.0152	0.0078
	1	0.9980	0.9556	0.8503	0.7166	0.5767	0.4449	0.3294	0.2338	0.1586	0.1024	0.0625
	2	1.0000	0.9962	0.9743	0.9262	0.8520	0.7564	0.6471	0.5323	0.4199	0.3164	0.2266
	3	1.0000	0.9998	0.9973	0.9879	0.9667	0.9294	0.8740	0.8002	0.7102	0.6083	0.5000
	4	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9953	0.9871	0.9712	0.9444	0.9037	0.8471	0.7734
	5	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9987	0.9962	0.9910	0.9812	0.9643	0.9375
	6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	0.9994	0.9984	0.9963	0.9922
8	0	0.9227	0.6634	0.4305	0.2725	0.1678	0.1001	0.0576	0.0319	0.0168	0.0084	0.0039
	1	0.9973	0.9428	0.8131	0.6572	0.5033	0.3671	0.2553	0.1691	0.1064	0.0632	0.0352
	2	0.9999	0.9942	0.9619	0.8948	0.7969	0.6785	0.5518	0.4278	0.3154	0.2201	0.1445
	3	1.0000	0.9996	0.9950	0.9786	0.9437	0.8862	0.8059	0.7064	0.5941	0.4770	0.3633
	4	1.0000	1.0000	0.9996	0.9971	0.9896	0.9727	0.9420	0.8939	0.8263	0.7396	0.6367
	5	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9958	0.9887	0.9747	0.9502	0.9115	0.8555
	6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9987	0.9964	0.9915	0.9819	0.9648
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	0.9993	0.9983	0.9961
9	0	0.9135	0.6302	0.3874	0.2316	0.1342	0.0751	0.0404	0.0207	0.0101	0.0046	0.0020
	1	0.9966	0.9288	0.7748	0.5995	0.4362	0.3003	0.1960	0.1211	0.0705	0.0385	0.0195
	2	0.9999	0.9916	0.9470	0.8591	0.7382	0.6007	0.4628	0.3373	0.2318	0.1495	0.0898
	3	1.0000	0.9944	0.9917	0.9661	0.9144	0.8343	0.7297	0.6089	0.4826	0.3614	0.2539
	4	1.0000	1.0000	0.9991	0.9944	0.9804	0.9511	0.9012	0.8283	0.7334	0.6214	0.5000
	5	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9969	0.9900	0.9747	0.9464	0.9006	0.8342	0.7461
	6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	0.9957	0.9888	0.9750	0.9502	0.9102
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9986	0.9962	0.9909	0.9805
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9992	0.9980
10	0	0.9044	0.5987	0.3487	0.1969	0.1074	0.0563	0.0282	0.0135	0.0060	0.0025	0.0010

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL ACUMULADA (CONTINUACION)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
10	1	0.9957	0.9139	0.7361	0.5443	0.3758	0.2440	0.1493	0.0860	0.0464	0.0233	0.0107
	2	0.9999	0.9885	0.9298	0.8202	0.6778	0.5256	0.3828	0.2616	0.1673	0.0996	0.0547
	3	1.0000	0.9990	0.9872	0.9500	0.8791	0.7759	0.6496	0.5138	0.3823	0.2660	0.1719
	4	1.0000	0.9999	0.9984	0.9901	0.9672	0.9219	0.8497	0.7515	0.6331	0.5044	0.3770
	5	1.0000	1.0000	0.9999	0.9986	0.9936	0.9803	0.9527	0.9051	0.8338	0.7384	0.6230
	6	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9965	0.9894	0.9740	0.9452	0.8980	0.8281
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9984	0.9952	0.9877	0.9726	0.9453
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9983	0.9955	0.9893
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9990
11	0	0.8953	0.5688	0.3138	0.1673	0.0859	0.0422	0.0198	0.0088	0.0036	0.0014	0.0005
	1	0.9948	0.8981	0.6974	0.4922	0.3221	0.1971	0.1130	0.0606	0.0302	0.0139	0.0059
	2	0.9998	0.9848	0.9104	0.7788	0.6174	0.4552	0.3127	0.2001	0.1189	0.0652	0.0327
	3	1.0000	0.9984	0.9815	0.9306	0.8389	0.7133	0.5696	0.4256	0.2963	0.1911	0.1133
	4	1.0000	0.9999	0.9972	0.9841	0.9496	0.8854	0.7897	0.6683	0.5328	0.3971	0.2744
	5	1.0000	1.0000	0.9997	0.9973	0.9883	0.9657	0.9218	0.8513	0.7535	0.6331	0.5000
	6	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9980	0.9924	0.9784	0.9499	0.9006	0.8262	0.7256
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9957	0.9878	0.9707	0.9390	0.8867
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9980	0.9941	0.9852	0.9673
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9993	0.9978	0.9941
10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9995	
12	0	0.8864	0.5404	0.2824	0.1422	0.0687	0.0317	0.0138	0.0057	0.0022	0.0008	0.0002
	1	0.9938	0.8816	0.6590	0.4435	0.2749	0.1584	0.0850	0.0424	0.0196	0.0083	0.0032
	2	0.9998	0.9804	0.8891	0.7358	0.5583	0.3907	0.2528	0.1513	0.0834	0.0421	0.0193
	3	1.0000	0.9978	0.9744	0.9078	0.7946	0.6488	0.4925	0.3467	0.2253	0.1345	0.0730
	4	1.0000	0.9998	0.9957	0.9761	0.9274	0.8424	0.7237	0.5833	0.4382	0.3044	0.1938
	5	1.0000	1.0000	0.9995	0.9954	0.9806	0.9456	0.8822	0.7873	0.6652	0.5269	0.3872
	6	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9961	0.9857	0.9614	0.9154	0.8418	0.7393	0.6128
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9972	0.9905	0.9745	0.9427	0.8883	0.8062
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9983	0.9944	0.9847	0.9644	0.9270
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9992	0.9972	0.9921	0.9807
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9989	0.9968
11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	
13	0	0.8775	0.5133	0.2542	0.1209	0.0550	0.0238	0.0097	0.0037	0.0013	0.0004	0.0001
	1	0.9928	0.8646	0.6213	0.3983	0.2336	0.1267	0.0637	0.0296	0.0126	0.0049	0.0017
	2	0.9997	0.9755	0.8661	0.6920	0.5017	0.3326	0.2025	0.1132	0.0579	0.0269	0.0112
	3	1.0000	0.9969	0.9658	0.8820	0.7473	0.5843	0.4206	0.2783	0.1686	0.0929	0.0461
	4	1.0000	0.9997	0.9935	0.9658	0.9009	0.7940	0.6543	0.5005	0.3530	0.2279	0.1334
	5	1.0000	1.0000	0.9991	0.9925	0.9700	0.9198	0.8346	0.7159	0.5744	0.4268	0.2905
	6	1.0000	1.0000	0.9999	0.9987	0.9930	0.9757	0.9376	0.8705	0.7712	0.6437	0.5000
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9944	0.9818	0.9538	0.9023	0.8212	0.7095
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9990	0.9960	0.9874	0.9679	0.9302	0.8666
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9975	0.9922	0.9797	0.9539
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9987	0.9959	0.9888
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9983
12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL ACUMULADA (CONTINUACIÓN)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
14	0	0.8687	0.4877	0.2288	0.1028	0.0440	0.0178	0.0068	0.0024	0.0008	0.0002	0.0001
	1	0.9916	0.8470	0.5846	0.3567	0.1979	0.1010	0.0475	0.0205	0.0081	0.0029	0.0009
	2	0.9997	0.9699	0.8416	0.6479	0.4481	0.2811	0.1608	0.0839	0.0398	0.0170	0.0065
	3	1.0000	0.9958	0.9559	0.8535	0.6982	0.5213	0.3552	0.2205	0.1243	0.0632	0.0287
	4	1.0000	0.9996	0.9908	0.9533	0.8702	0.7415	0.5842	0.4227	0.2793	0.1672	0.0898
	5	1.0000	1.0000	0.9985	0.9885	0.9561	0.8883	0.7805	0.6405	0.4859	0.3373	0.2120
	6	1.0000	1.0000	0.9998	0.9978	0.9884	0.9617	0.9067	0.8164	0.6925	0.5461	0.3953
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9976	0.9897	0.9685	0.9247	0.8499	0.7414	0.6047
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9996	0.9978	0.9917	0.9757	0.9417	0.8811	0.7880
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9983	0.9940	0.9825	0.9574	0.9102
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9989	0.9961	0.9886	0.9713
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9978	0.9935
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9991
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
15	0	0.8601	0.4633	0.2059	0.0874	0.0352	0.0134	0.0047	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.9904	0.8290	0.5490	0.3186	0.1671	0.0802	0.0353	0.0142	0.0052	0.0017	0.0005
	2	0.9996	0.9638	0.8159	0.6042	0.3980	0.2361	0.1268	0.0617	0.0271	0.0107	0.0037
	3	1.0000	0.9945	0.9444	0.8227	0.6482	0.4613	0.2969	0.1727	0.0905	0.0424	0.0176
	4	1.0000	0.9994	0.9873	0.9383	0.8358	0.6865	0.5155	0.3519	0.2173	0.1204	0.0592
	5	1.0000	0.9999	0.9978	0.9832	0.9389	0.8516	0.7216	0.5643	0.4032	0.2608	0.1509
	6	1.0000	1.0000	0.9997	0.9964	0.9819	0.9434	0.8689	0.7548	0.6098	0.4522	0.3036
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9994	0.9958	0.9827	0.9560	0.8868	0.7869	0.6535	0.5000
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992	0.9958	0.9848	0.9578	0.9050	0.8182	0.6964
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992	0.9963	0.9876	0.9662	0.9231	0.8491
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9972	0.9907	0.9745	0.9408
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9981	0.9937	0.9824
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9989	0.9963
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995
14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
16	0	0.8515	0.4401	0.1853	0.0743	0.0281	0.0100	0.0033	0.0010	0.0003	0.0001	0.0000
	1	0.9891	0.8108	0.5147	0.2839	0.1407	0.0635	0.0261	0.0098	0.0033	0.0010	0.0003
	2	0.9995	0.9571	0.7892	0.5614	0.3518	0.1971	0.0994	0.0451	0.0183	0.0066	0.0021
	3	1.0000	0.9930	0.9316	0.7899	0.5981	0.4050	0.2459	0.1339	0.0651	0.0281	0.0106
	4	1.0000	0.9991	0.9830	0.9209	0.7982	0.6302	0.4499	0.2892	0.1666	0.0853	0.0384
	5	1.0000	0.9999	0.9967	0.9765	0.9183	0.8103	0.6598	0.4900	0.3288	0.1976	0.1051
	6	1.0000	1.0000	0.9995	0.9944	0.9733	0.9204	0.8247	0.6881	0.5272	0.3660	0.2272
	7	1.0000	1.0000	0.9999	0.9989	0.9930	0.9729	0.9256	0.8406	0.7161	0.5629	0.4018
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9985	0.9925	0.9743	0.9329	0.8577	0.7441	0.5982
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9984	0.9929	0.9771	0.9417	0.8759	0.7728
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9984	0.9938	0.9809	0.9514	0.8949
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	0.9951	0.9851	0.9616
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9991	0.9965	0.9894
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9979
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL ACUMULADA (CONTINUACION)

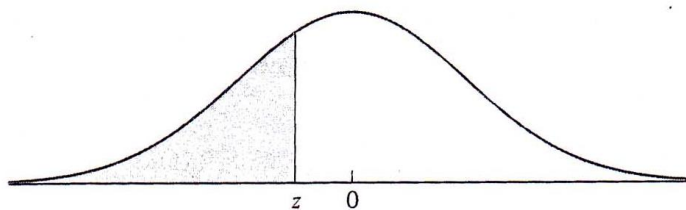
n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
17	0	0.8429	0.4181	0.1668	0.0631	0.0225	0.0075	0.0023	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000
	1	0.9877	0.7922	0.4818	0.2525	0.1182	0.0501	0.0193	0.0067	0.0021	0.0006	0.0001
	2	0.9994	0.9497	0.7618	0.5198	0.3096	0.1637	0.0774	0.0327	0.0123	0.0041	0.0012
	3	1.0000	0.9912	0.9174	0.7556	0.5489	0.3530	0.2019	0.1028	0.0464	0.0184	0.0064
	4	1.0000	0.9988	0.9779	0.9013	0.7582	0.5739	0.3887	0.2348	0.1260	0.0596	0.0245
	5	1.0000	0.9999	0.9953	0.9681	0.8943	0.7653	0.5968	0.4197	0.2639	0.1471	0.0717
	6	1.0000	1.0000	0.9992	0.9917	0.9623	0.8929	0.7752	0.6188	0.4478	0.2902	0.1662
	7	1.0000	1.0000	0.9999	0.9983	0.9891	0.9598	0.8954	0.7872	0.6405	0.4743	0.3145
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9974	0.9876	0.9597	0.9006	0.8011	0.6626	0.5000
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9969	0.9873	0.9617	0.9081	0.8166	0.6855
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9968	0.9880	0.9652	0.9174	0.8338
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9970	0.9894	0.9699	0.9283
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9975	0.9914	0.9755
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9981	0.9936
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9988
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
18	0	0.8345	0.3972	0.1501	0.0536	0.0180	0.0056	0.0016	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.9862	0.7735	0.4503	0.2241	0.0991	0.0395	0.0142	0.0046	0.0013	0.0003	0.0001
	2	0.9993	0.9419	0.7338	0.4797	0.2713	0.1353	0.0600	0.0236	0.0082	0.0025	0.0007
	3	1.0000	0.9891	0.9018	0.7202	0.5010	0.3057	0.1646	0.0783	0.0328	0.0120	0.0038
	4	1.0000	0.9985	0.9718	0.8794	0.7164	0.5187	0.3327	0.1886	0.0942	0.0411	0.0154
	5	1.0000	0.9998	0.9936	0.9581	0.8671	0.7175	0.5344	0.3550	0.2088	0.1077	0.0481
	6	1.0000	1.0000	0.9988	0.9882	0.9487	0.8610	0.7217	0.5491	0.3743	0.2258	0.1189
	7	1.0000	1.0000	0.9998	0.9973	0.9837	0.9431	0.8593	0.7283	0.5634	0.3915	0.2403
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9957	0.9807	0.9404	0.8609	0.7368	0.5778	0.4073
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9946	0.9790	0.9403	0.8653	0.7473	0.5927
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9939	0.9788	0.9424	0.8720	0.7597
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9986	0.9938	0.9797	0.9463	0.8811
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9986	0.9942	0.9817	0.9519
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	0.9951	0.9846
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9990	0.9962
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
19	0	0.8262	0.3774	0.1351	0.0456	0.0144	0.0042	0.0011	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.9847	0.7547	0.4203	0.1985	0.0829	0.0310	0.0104	0.0031	0.0008	0.0002	0.0000
	2	0.9991	0.9335	0.7054	0.4413	0.2369	0.1113	0.0462	0.0170	0.0055	0.0015	0.0004
	3	1.0000	0.9868	0.8850	0.6841	0.4551	0.2631	0.1332	0.0591	0.0230	0.0077	0.0022
	4	1.0000	0.9980	0.9648	0.8556	0.6733	0.4654	0.2822	0.1500	0.0696	0.0280	0.0096
	5	1.0000	0.9998	0.9914	0.9463	0.8369	0.6678	0.4739	0.2968	0.1629	0.0777	0.0318
	6	1.0000	1.0000	0.9983	0.9837	0.9324	0.8251	0.6655	0.4812	0.3081	0.1727	0.0835
	7	1.0000	1.0000	0.9997	0.9959	0.9767	0.9225	0.8180	0.6656	0.4878	0.3169	0.1796
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9992	0.9933	0.9713	0.9161	0.8145	0.6675	0.4940	0.3238
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9984	0.9911	0.9674	0.9125	0.8139	0.6710	0.5000

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL ACUMULADA (CONTINUACIÓN)

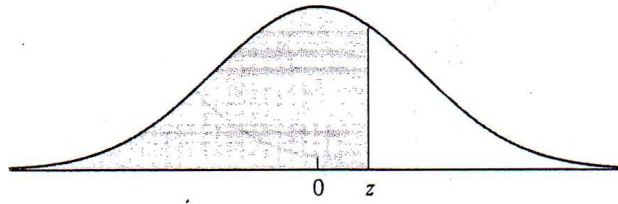
<i>n</i>	<i>X</i>	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
20	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9977	0.9895	0.9653	0.9115	0.8159	0.6762
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9972	0.9886	0.9648	0.9129	0.8204
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9969	0.9884	0.9658	0.9165
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9969	0.9891	0.9682
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9972	0.9904
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9978
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	0	0.8179	0.3585	0.1216	0.0388	0.0115	0.0032	0.0008	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9831	0.7358	0.3917	0.1756	0.0692	0.0243	0.0076	0.0021	0.0005	0.0001	0.0000
	2	0.9990	0.9245	0.6769	0.4049	0.2061	0.0913	0.0355	0.0121	0.0036	0.0009	0.0002
	3	1.0000	0.9841	0.8670	0.6477	0.4114	0.2252	0.1071	0.0444	0.0160	0.0049	0.0013
	4	1.0000	0.9974	0.9568	0.8298	0.6296	0.4148	0.2375	0.1182	0.0510	0.0189	0.0059
	5	1.0000	0.9997	0.9887	0.9327	0.8042	0.6172	0.4164	0.2454	0.1256	0.0553	0.0207
	6	1.0000	1.0000	0.9976	0.9781	0.9133	0.7858	0.6080	0.4166	0.2500	0.1299	0.0577
	7	1.0000	1.0000	0.9996	0.9941	0.9679	0.8982	0.7723	0.6010	0.4159	0.2520	0.1316
	8	1.0000	1.0000	0.9999	0.9987	0.9900	0.9591	0.8867	0.7624	0.5956	0.4143	0.2517
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9974	0.9861	0.9520	0.8782	0.7553	0.5914	0.4119
10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9994	0.9961	0.9829	0.9468	0.8725	0.7507	0.5881	
11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9949	0.9804	0.9435	0.8692	0.7483	
12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9987	0.9940	0.9790	0.9420	0.8684	
13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9985	0.9935	0.9786	0.9423	
14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9984	0.9936	0.9793	
15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9985	0.9941	
16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	
17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	
18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

Anexo 7

TABLA N° 3: DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTÁNDAR



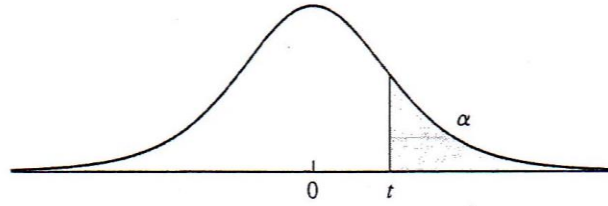
z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.6	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
-3.5	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998
3.5	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998
3.6	.9998	.9998	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999

Anexo 8

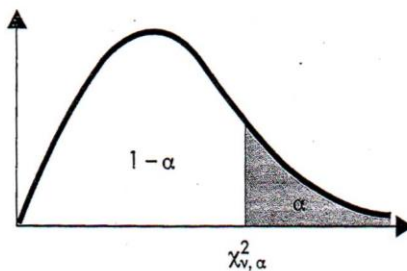
TABLA N° 4: DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT



ν	α								
	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
35	0.255	0.682	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	3.591
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
∞	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

Anexo 9

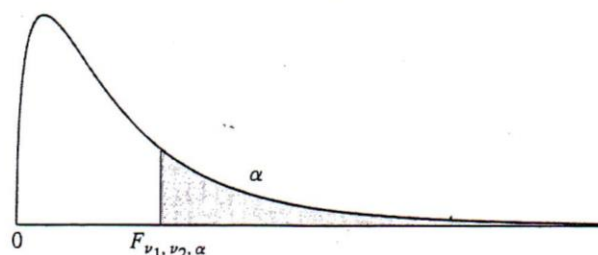
TABLA N° 5: DISTRIBUCIÓN CHI - CUADRADO



ν	α									
	0,995	0,990	0,975	0,950	0,900	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	0,0 ⁴ 393	0,0 ³ 157	0,0 ³ 982	0,0 ² 393	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	0,211	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	0,676	0,872	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	0,989	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	1,34	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	21,96
9	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27
17	5,70	6,41	7,56	8,67	10,09	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72
18	6,26	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
19	6,84	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58
20	7,43	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
21	8,03	8,90	10,28	11,59	13,24	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40
22	8,64	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80
23	9,26	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18
24	9,89	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
25	10,52	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93
26	11,16	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29
27	11,81	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	49,64
28	12,46	13,56	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99
29	13,12	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34
30	13,79	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
40	20,71	22,16	24,43	26,51	29,05	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
50	27,99	29,71	32,36	34,76	37,69	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49
60	35,53	37,48	40,48	43,19	46,46	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95
70	43,28	45,44	48,76	51,74	55,33	85,53	90,53	95,02	100,4	104,2
80	51,17	53,54	57,15	60,39	64,28	96,58	101,9	106,6	112,3	116,3
90	59,20	61,75	65,65	69,13	73,29	107,6	113,1	118,1	124,1	128,3
100	67,33	70,06	74,22	77,93	82,36	118,5	124,3	129,6	135,8	140,2

Anexo 10

TABLA N° 6: DISTRIBUCIÓN F



v_2	α	v_1								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.100	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86
	0.050	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
	0.010	4052.18	4999.50	5403.35	5624.58	5763.65	5858.99	5928.36	5981.07	6022.47
	0.001	405284	500012	540382	562501	576405	585938	592874	598144	603040
2	0.100	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38
	0.050	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
	0.010	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39
	0.001	998.50	999.00	999.17	999.25	999.30	999.33	999.36	999.37	999.39
3	0.100	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24
	0.050	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
	0.010	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35
	0.001	167.03	148.50	141.11	137.10	134.58	132.85	131.58	130.62	129.86
4	0.100	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94
	0.050	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
	0.010	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66
	0.001	74.14	61.25	56.18	53.44	51.71	50.53	49.66	49.00	48.47
5	0.100	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32
	0.050	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
	0.010	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16
	0.001	47.18	37.12	33.20	31.09	29.75	28.83	28.16	27.65	27.24
6	0.100	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96
	0.050	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
	0.010	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
	0.001	35.51	27.00	23.70	21.92	20.80	20.03	19.46	19.03	18.69
7	0.100	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72
	0.050	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
	0.010	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
	0.001	29.25	21.69	18.77	17.20	16.21	15.52	15.02	14.63	14.33
8	0.100	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56
	0.050	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
	0.010	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
	0.001	25.41	18.49	15.83	14.39	13.48	12.86	12.40	12.05	11.77
9	0.100	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44
	0.050	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
	0.010	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
	0.001	22.86	16.39	13.90	12.56	11.71	11.13	10.70	10.37	10.11

ν_2	α	ν_1								
		10	12	15	20	25	30	40	50	60
1	0.100	60.19	60.71	61.22	61.74	62.05	62.26	62.53	62.69	62.79
	0.050	241.88	243.91	245.95	248.01	249.26	250.10	251.14	251.77	252.20
	0.010	6055.85	6106.32	6157.29	6208.73	6239.83	6260.65	6286.78	6302.52	6313.03
	0.001	606316	611276	616292	621362	624430	626486	659725	660511	6610390
2	0.100	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.47
	0.050	19.40	19.41	19.43	19.45	19.46	19.46	19.47	19.48	19.48
	0.010	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.48
	0.001	999.40	999.42	999.43	999.45	999.46	999.47	999.47	999.48	999.48
3	0.100	5.23	5.22	5.20	5.18	5.17	5.17	5.16	5.15	5.15
	0.050	8.79	8.74	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58	8.57
	0.010	27.23	27.05	26.87	26.69	26.58	26.50	26.41	26.35	26.32
	0.001	129.25	128.32	127.37	126.42	125.84	125.45	124.96	124.66	124.47
4	0.100	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.80	3.79
	0.050	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.69
	0.010	14.55	14.37	14.20	14.02	13.91	13.84	13.75	13.69	13.65
	0.001	48.05	47.41	46.76	46.10	45.70	45.43	45.09	44.88	44.75
5	0.100	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.15	3.14
	0.050	4.74	4.68	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.44	4.43
	0.010	10.05	9.89	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.24	9.20
	0.001	26.92	26.42	25.91	25.39	25.08	24.87	24.60	24.44	24.33
6	0.100	2.94	2.90	2.87	2.84	2.81	2.80	2.78	2.77	2.76
	0.050	4.06	4.00	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.75	3.74
	0.010	7.87	7.72	7.56	7.40	7.30	7.23	7.14	7.09	7.06
	0.001	18.41	17.99	17.56	17.12	16.85	16.67	16.44	16.31	16.21
7	0.100	2.70	2.67	2.63	2.59	2.57	2.56	2.54	2.52	2.51
	0.050	3.64	3.57	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.32	3.30
	0.010	6.62	6.47	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.86	5.82
	0.001	14.08	13.71	13.32	12.93	12.69	12.53	12.33	12.20	12.12
8	0.100	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34
	0.050	3.35	3.28	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.02	3.01
	0.010	5.81	5.67	5.52	5.36	5.26	5.20	5.12	5.07	5.03
	0.001	11.54	11.19	10.84	10.48	10.26	10.11	9.92	9.80	9.73
9	0.100	2.42	2.38	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.22	2.21
	0.050	3.14	3.07	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.80	2.79
	0.010	5.26	5.11	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.52	4.48
	0.001	9.89	9.57	9.24	8.90	8.69	8.55	8.37	8.26	8.19

ν_2	α	ν_1								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.100	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35
	0.050	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
	0.010	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
	0.001	21.04	14.91	12.55	11.28	10.48	9.93	9.52	9.20	8.96
11	0.100	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27
	0.050	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
	0.010	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
	0.001	19.69	13.81	11.56	10.35	9.58	9.05	8.66	8.35	8.12
12	0.100	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21
	0.050	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
	0.010	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39
	0.001	18.64	12.97	10.80	9.63	8.89	8.38	8.00	7.71	7.48
13	0.100	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16
	0.050	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
	0.010	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19
	0.001	17.82	12.31	10.21	9.07	8.35	7.86	7.49	7.21	6.98
14	0.100	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12
	0.050	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
	0.010	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03
	0.001	17.14	11.78	9.73	8.62	7.92	7.44	7.08	6.80	6.58
15	0.100	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09
	0.050	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
	0.010	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89
	0.001	16.59	11.34	9.34	8.25	7.57	7.09	6.74	6.47	6.26
16	0.100	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06
	0.050	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
	0.010	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78
	0.001	16.12	10.97	9.01	7.94	7.27	6.80	6.46	6.19	5.98
17	0.100	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03
	0.050	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
	0.010	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68
	0.001	15.72	10.66	8.73	7.68	7.02	6.56	6.22	5.96	5.75
18	0.100	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00
	0.050	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
	0.010	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60
	0.001	15.38	10.39	8.49	7.46	6.81	6.35	6.02	5.76	5.56
19	0.100	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98
	0.050	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
	0.010	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52
	0.001	15.08	10.16	8.28	7.27	6.62	6.18	5.85	5.59	5.39
20	0.100	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96
	0.050	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
	0.010	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46
	0.001	14.82	9.95	8.10	7.10	6.46	6.02	5.69	5.44	5.24

ν_2	α	ν_1								
		10	12	15	20	25	30	40	50	60
10	0.100	2.32	2.28	2.24	2.20	2.17	2.16	2.13	2.12	2.11
	0.050	2.98	2.91	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.64	2.62
	0.010	4.85	4.71	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.12	4.08
	0.001	8.75	8.45	8.13	7.80	7.60	7.47	7.30	7.19	7.12
11	0.100	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.03
	0.050	2.85	2.79	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.49
	0.010	4.54	4.40	4.25	4.10	4.01	3.94	3.86	3.81	3.78
	0.001	7.92	7.63	7.32	7.01	6.81	6.68	6.52	6.42	6.35
12	0.100	2.19	2.15	2.10	2.06	2.03	2.01	1.99	1.97	1.96
	0.050	2.75	2.69	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.40	2.38
	0.010	4.30	4.16	4.01	3.86	3.76	3.70	3.62	3.57	3.54
	0.001	7.29	7.00	6.71	6.40	6.22	6.09	5.93	5.83	5.76
13	0.100	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.92	1.90
	0.050	2.67	2.60	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.31	2.30
	0.010	4.10	3.96	3.82	3.66	3.57	3.51	3.43	3.38	3.34
	0.001	6.80	6.52	6.23	5.93	5.75	5.63	5.47	5.37	5.30
14	0.100	2.10	2.05	2.01	1.96	1.93	1.91	1.89	1.87	1.86
	0.050	2.60	2.53	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.24	2.22
	0.010	3.94	3.80	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.22	3.18
	0.001	6.40	6.13	5.85	5.56	5.38	5.25	5.10	5.00	4.94
15	0.100	2.06	2.02	1.97	1.92	1.89	1.87	1.85	1.83	1.82
	0.050	2.54	2.48	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.18	2.16
	0.010	3.80	3.67	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.08	3.05
	0.001	6.08	5.81	5.54	5.25	5.07	4.95	4.80	4.70	4.64
16	0.100	2.03	1.99	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79	1.78
	0.050	2.49	2.42	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12	2.11
	0.010	3.69	3.55	3.41	3.26	3.16	3.10	3.02	2.97	2.93
	0.001	5.81	5.55	5.27	4.99	4.82	4.70	4.54	4.45	4.39
17	0.100	2.00	1.96	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.76	1.75
	0.050	2.45	2.38	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.08	2.06
	0.010	3.59	3.46	3.31	3.16	3.07	3.00	2.92	2.87	2.83
	0.001	5.58	5.32	5.05	4.78	4.60	4.48	4.33	4.24	4.18
18	0.100	1.98	1.93	1.89	1.84	1.80	1.78	1.75	1.74	1.72
	0.050	2.41	2.34	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04	2.02
	0.010	3.51	3.37	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.78	2.75
	0.001	5.39	5.13	4.87	4.59	4.42	4.30	4.15	4.06	4.00
19	0.100	1.96	1.91	1.86	1.81	1.78	1.76	1.73	1.71	1.70
	0.050	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98
	0.010	3.43	3.30	3.15	3.00	2.91	2.84	2.76	2.71	2.67
	0.001	5.22	4.97	4.70	4.43	4.26	4.14	3.99	3.90	3.84
20	0.100	1.94	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.71	1.69	1.68
	0.050	2.35	2.28	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97	1.95
	0.010	3.37	3.23	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.64	2.61
	0.001	5.08	4.82	4.56	4.29	4.12	4.00	3.86	3.77	3.70

ν_2	α	ν_1								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	0.100	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95
	0.050	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
	0.010	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40
	0.001	14.59	9.77	7.94	6.95	6.32	5.88	5.56	5.31	5.11
22	0.100	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93
	0.050	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
	0.010	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
	0.001	14.38	9.61	7.80	6.81	6.19	5.76	5.44	5.19	4.99
23	0.100	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92
	0.050	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
	0.010	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30
	0.001	14.20	9.47	7.67	6.70	6.08	5.65	5.33	5.09	4.89
24	0.100	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91
	0.050	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
	0.010	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26
	0.001	14.03	9.34	7.55	6.59	5.98	5.55	5.23	4.99	4.80
25	0.100	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89
	0.050	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
	0.010	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
	0.001	13.88	9.22	7.45	6.49	5.89	5.46	5.15	4.91	4.71
26	0.100	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88
	0.050	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
	0.010	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18
	0.001	13.74	9.12	7.36	6.41	5.80	5.38	5.07	4.83	4.64
27	0.100	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87
	0.050	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
	0.010	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
	0.001	13.61	9.02	7.27	6.33	5.73	5.31	5.00	4.76	4.57
28	0.100	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87
	0.050	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
	0.010	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12
	0.001	13.50	8.93	7.19	6.25	5.66	5.24	4.93	4.69	4.50
29	0.100	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86
	0.050	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
	0.010	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
	0.001	13.39	8.85	7.12	6.19	5.59	5.18	4.87	4.64	4.45
30	0.100	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85
	0.050	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
	0.010	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
	0.001	13.29	8.77	7.05	6.12	5.53	5.12	4.82	4.58	4.39

ν_2	α	ν_1								
		10	12	15	20	25	30	40	50	60
21	0.100	1.92	1.87	1.83	1.78	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66
	0.050	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.92
	0.010	3.31	3.17	3.03	2.88	2.79	2.72	2.64	2.58	2.55
	0.001	4.95	4.70	4.44	4.17	4.00	3.88	3.74	3.64	3.58
22	0.100	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.64
	0.050	2.30	2.23	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89
	0.010	3.26	3.12	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.53	2.50
	0.001	4.83	4.58	4.33	4.06	3.89	3.78	3.63	3.54	3.48
23	0.100	1.89	1.84	1.80	1.74	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62
	0.050	2.27	2.20	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.88	1.86
	0.010	3.21	3.07	2.93	2.78	2.69	2.62	2.54	2.48	2.45
	0.001	4.73	4.48	4.23	3.96	3.79	3.68	3.53	3.44	3.38
24	0.100	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.61
	0.050	2.25	2.18	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86	1.84
	0.010	3.17	3.03	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.44	2.40
	0.001	4.64	4.39	4.14	3.87	3.71	3.59	3.45	3.36	3.29
25	0.100	1.87	1.82	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.61	1.59
	0.050	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.82
	0.010	3.13	2.99	2.85	2.70	2.60	2.54	2.45	2.40	2.36
	0.001	4.56	4.31	4.06	3.79	3.63	3.52	3.37	3.28	3.22
26	0.100	1.86	1.81	1.76	1.71	1.67	1.65	1.61	1.59	1.58
	0.050	2.22	2.15	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.82	1.80
	0.010	3.09	2.96	2.81	2.66	2.57	2.50	2.42	2.36	2.33
	0.001	4.48	4.24	3.99	3.72	3.56	3.44	3.30	3.21	3.15
27	0.100	1.85	1.80	1.75	1.70	1.66	1.64	1.60	1.58	1.57
	0.050	2.20	2.13	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79
	0.010	3.06	2.93	2.78	2.63	2.54	2.47	2.38	2.33	2.29
	0.001	4.41	4.17	3.92	3.66	3.49	3.38	3.23	3.14	3.08
28	0.100	1.84	1.79	1.74	1.69	1.65	1.63	1.59	1.57	1.56
	0.050	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.77
	0.010	3.03	2.90	2.75	2.60	2.51	2.44	2.35	2.30	2.26
	0.001	4.35	4.11	3.86	3.60	3.43	3.32	3.18	3.09	3.02
29	0.100	1.83	1.78	1.73	1.68	1.64	1.62	1.58	1.56	1.55
	0.050	2.18	2.10	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.77	1.75
	0.010	3.00	2.87	2.73	2.57	2.48	2.41	2.33	2.27	2.23
	0.001	4.29	4.05	3.80	3.54	3.38	3.27	3.12	3.03	2.97
30	0.100	1.82	1.77	1.72	1.67	1.63	1.61	1.57	1.55	1.54
	0.050	2.16	2.09	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76	1.74
	0.010	2.98	2.84	2.70	2.55	2.45	2.39	2.30	2.25	2.21
	0.001	4.24	4.00	3.75	3.49	3.33	3.22	3.07	2.98	2.92