

Libros y Cuadernos de Matemática  
de la Escuela Politécnica Nacional

Holger Capa Santos

---

---

Investigación por muestreo

fundamentos y aplicaciones

---

---



# Índice general

1	Definiciones y nociones estadísticas básicas	1
1.1	Experimento aleatorio	1
1.2	Espacio muestral	1
1.3	Variable aleatoria (v. a.)	1
1.4	Esperanza matemática y varianza	2
1.5	Propiedades de la esperanza y la varianza	2
1.6	Muestra	3
1.7	Media y varianza muestrales (o empíricas)	3
1.8	Propiedades de $\bar{X}$ y $S^2$	3
1.9	Teorema central de límite (TCL)	4
1.10	Ley de los grandes números (LGN)	4
1.11	Estimación puntual	4
1.12	Estimación por intervalos de confianza	5
1.13	Pruebas de hipótesis	7
1.14	Comparación de medias poblacionales	8
	Ejercicios propuestos	14
2	Introducción a los sondeos	17
2.1	Definiciones básicas	1 7
2.2	Muestreo aleatorio simple	20
2.3	Sondeo en dos etapas	20
2.4	Errores en el muestreo	22
2.5	Etapas en la ejecución de una encuesta por muestreo	23
	Ejercicios propuestos	31
3	Muestreo aleatorio simple con probabilidades iguales	33
3.1	Muestreo aleatorio simple con reposición (MASCOR)	33
3.2	Muestreo aleatorio simple sin reposición (MASSR)	34
3.3	Estimación de una proporción poblacional $p$	35
3.4	Un caso con dependencia	38
	Ejercicios propuestos	40
4	Cálculo del tamaño de la muestra	43
4.1	Tamaño de la muestra para la media poblacional con MASCOR	43
4.2	Caso de una proporción $p$	44

4.3	Caso de varias categorías . . . . .	45
4.4	Caso de poblaciones pequeñas . . . . .	46
4.5	Caso de múltiples variables relevantes . . . . .	47
	Ejercicios propuestos . . . . .	49
5	Muestreo con probabilidades proporcionales al tamaño . . . . .	51
5.1	Estimador del total poblacional con MASCR . . . . .	51
5.2	Un estimador general: El estimador de Horvitz-Thompson . . . . .	55
5.3	Diseño de MASSR con probabilidades de inclusión dadas . . . . .	62
	Ejercicios propuestos . . . . .	67
6	Muestreo aleatorio estratificado . . . . .	69
6.1	Deducción de fórmulas poblacionales . . . . .	69
6.2	Deducción de estimadores . . . . .	72
6.3	Estimadores para proporciones . . . . .	76
6.4	Asignación de la muestra en cada estrato . . . . .	77
6.5	Estimadores para T . . . . .	82
	Ejercicios propuestos . . . . .	91
7	Muestreos por conglomerados y muestreo sistemático . . . . .	93
7.1	Muestreo por conglomerados . . . . .	93
7.2	Muestreo sistemático . . . . .	99
7.3	Complementos . . . . .	103
	Ejercicios propuestos . . . . .	111
8	Corrección del muestreo . . . . .	113
8.1	Estimador de razón (o cociente) . . . . .	113
8.2	Estimación por regresión . . . . .	122
8.3	Estimador de posestratificación . . . . .	124
	Ejercicios propuestos . . . . .	126
9	Muestreo multietápico . . . . .	129
9.1	Muestreo bietápico . . . . .	129
9.2	Muestreo trietápico . . . . .	133
9.3	Probabilidades de inclusión y factores de expansión . . . . .	134
9.4	Introducción a las muestras complejas con SPSS (tomado de SPSS Complex Sample) . . . . .	138
10	Ejemplos prácticos . . . . .	157
10.1	Encuesta de victimización y percepción de inseguridad (EVPI) en el DMQ 2011 . . . . .	157
10.2	La encuesta de ingresos y gastos de hogares urbano rural (ENIGHUR) 2011 . . . . .	161
	Referencias bibliográficas . . . . .	177

---

Anexos	179
Anexo A: Funciones de distribución univariantes más utilizadas . . . . .	179
A.1 Distribuciones discretas . . . . .	79
A.2 Distribuciones continuas . . . . .	84
Anexo B: Codificación de datos y medición de percepciones . . . . .	190
B.1 Codificación de datos . . . . .	190
B.2 Medición de percepciones . . . . .	193
Índice alfabético	199



# Índice de figuras

1.1	Representación gráfica del cuantil $1 - \frac{\alpha}{2}$ de la distribución $N(0, 1)$	6
4.1	Función $f(p) = p(1 - p)$	44
6.1	Una población con dos estratos homogéneos.	71
9.1	Idea gráfica de un muestreo bietápico	130
9.2	Creación de la variable pesos para realizar el MAS con SPS	142
9.3	Asistente de muestreo	142
9.4	Asistente de muestreo: Variables de diseño	143
9.5	Asistente de muestreo: Método de muestreo	144
9.6	Asistente de muestreo: Tamaño de la muestra	144
9.7	Asistente de muestreo: Variables de resultado	145
9.8	Asistente de muestreo: Resumen del diseño	145
9.9	Asistente de muestreo: Opciones de selección	146
9.10	Asistente de muestreo: Archivos de resultados	146
9.11	Asistente de muestreo: Finalización	147
9.12	Base de datos resultado luego de aplicar el procedimiento	147
9.13	Asistente de muestreo: Variables de diseño en la segunda etapa	149
9.14	Asistente de muestreo: Tamaño de la muestra en la segunda etapa	150
9.15	Base de datos que resulta luego de aplicar el muestreo bietápico	150
9.16	Base de datos con el tamaño de cada sector	152
9.17	Asistente de muestreo: Método de muestreo (probabilidad proporcional al tamaño)	153
A.1	Distribución uniforme discreta (10)	179
A.2	Distribución Bernoulli $B(0, 7)$	180
A.3	Representación gráfica de la distribución binomial con diferentes valores de $p$	180
A.4	Distribución de Poisson $P(3)$	181
A.5	Representación gráfica de la distribución geométrica con diferentes valores de $p$	182
A.6	Representación gráfica de la distribución binomial negativa con $r = 5$ y diferentes valores de $p$	183
A.7	Distribución hipergeométrica $H(1,000; 200; 10)$	184
A.8	Distribución uniforme $U(0, 1)$	184

A.9 Distribución beta con diferentes parámetros . . . . .	185
A.10 Distribución normal para la media de la distribución. . . . .	185
A.11 Distribuciones: normal (0,1) y T Student (1) . . . . .	186
A.12 Distribuciones: normal (0,1) y T Student (30) . . . . .	186
A.13 Distribución gamma con parámetros diferentes . . . . .	187
A.14 Distribución $\chi^2$ con parámetros diferentes . . . . .	188
A.15 Distribución exponencial E (0, 1) . . . . .	188
A.16 Distribución de Fisher con diferentes parámetros . . . . .	189
A.17 Distribución de Cauchy C(1) . . . . .	189