Índice

1. Tema 1. Concepto de población, marco y muestra. Muestreo probabilístico. Distribución de un estimador en el muestreo. Error cuadrático medio y sus componentes. Intervalos de confianza: Estimadores insesgados y sesgados. Métodos de selección. Probabilidad de la unidad de pertenecer a la muestra y propiedades. Comparación con el muestreo no probabilístico: Muestreo por cuotas. 2

1.1. Selección sin reemplazamiento. 2

1.2. Selección con reemplazamiento. 3

2. Tema 2. Muestreo con probabilidades iguales. Estimadores lineales. Varianzas de los estimadores y sus estimaciones. Comparación entre el muestreo con y sin reposición. Consideraciones sobre el tamaño de la muestra. 3

2.1. Estimadores lineales. 3

2.2. Varianza de los estimadores lineales. 4

2.3. Estimadores de la varianza de los estimadores lineales. 5

2.4. Covarianza de los estimadores y su estimación. 5

3. Tema 3. Muestreo con probabilidades desiguales. Estimadores lineales. Varianza de los estimadores y sus estimaciones. Probabilidades óptimas de selección. Métodos de selección con reposición y sin reposición y probabilidades proporcionales al tamaño. 6

3.1. Estimadores lineales. 6

3.2. Varianza de los estimadores. 6

4. Tema 4. Estimadores no lineales. Método general de linealización para estimación de varianzas. Aplicación al cociente de estimadores. El estimador de razón: sesgo, varianza y sus estimaciones. 6

4.1. Linearización para la estiamción de varianzas. 6

4.2. Estimador de razón. 7

5. Tema 5. Estimador de regresión en el muestreo aleatorio simple. Sesgo, varianza y sus estimaciones. Comparaciones con el estimador de razón y con el de expansión. El estimador diferencia. 7

5.1. Estimador de regresión. 7

5.2. Estimador Diferencias. 7

6. Tema 6. Muestreo estratificado: Estimadores lineales, varianzas y sus estimaciones. Principios básicos de la estratificación. Construcción de los estratos. Afijación de la muestra con una característica. Referencia al caso de afijación con más de una característica. Unidades que entran con certeza en la muestra. Tamaños muestrales para medias y proporciones. 8

6.1. Estimadores lineales, varianzas y sus estimaciones. 8

6.2. Afijación de la muestra. 8

7. Tema 7. Muestreo estratificado: Estimador de razón separado y combinado. Sesgo, varianza y sus estimaciones. Comparación de precisiones. Postestraficación. Estimador y comparación con el muestreo estratificado. 8

7.1. Estimador de razón estratificado. 8

7.2. Postestratificación. 9

8. Tema 8. Muestreo de conglomerados de igual tamaño sin submuestreo. Estimadores, varianzas y sus estimaciones. Coeficiente de correlación intraconglomerado y su interpretación. Efecto de diseño. Utilización de estimadores de razón en el caso de conglomerados de distinto tamaño. 10

9. Tema 9. Muestreo sistemático de unidades elementales con probabilidades iguales: estimadores y varianzas. Relación con el muestreo de conglomerados. Relación con el muestreo aleatorio simple. Problemática de la estimación de varianzas. Muestreo sistemático de conglomerados con probabilidades proporcionales al tamaño. 10

10. **Tema 10. Muestreo de conglomerados con submuestreo. Estimadores lineales insesgados. Muestras autoponderadas. Varianzas de los estimadores.** **10**

11. **Tema 11. Estimación de varianzas de estimadores lineales en el muestreo de conglomerados con submuestreo. Teoremas I y II de Durbin. Aplicación al muestreo sin reposición y probabilidades desiguales en primera etapa. Estimación de la varianza en el muestreo con reposición y probabilidades desiguales.** **10**

12. **Tema 12. Métodos indirectos de estimación de varianzas. Método de los grupos aleatorios. Método de los conglomerados últimos. Método de las semimuestras reiteradas. Método jackknife. Método bootstrap.** **10**

13. **Tema 13. Estimador lineal de regresión generalizado (GREG). Definición. Expresiones alternativas del estimador de regresión. Varianza y sus estimaciones. GREG como caso particular de estimador calibrado.** **10**

14. **Tema 14. Muestreo en ocasiones sucesivas. Estimadores del cambio y del nivel. Estimadores de mínima varianza. Rotación de la muestra con solapamiento parcial: Aplicación en la Encuesta de Población Activa.** **10**

15. **Tema 15. Técnicas especiales de muestreo y estimación: Muestreo doble o bifásico. Muestreo de captura y recaptura. Estimación en dominios: Estimador directo, sintético y compuesto.** **10**

16. **Tema 16. Errores ajenos al muestreo I: Marcos imperfectos. El problema de las unidades vacías. Estimación del total y de la media. Cálculo de la varianza y comparación con la varianza en el caso de marco depurado. El problema de las unidades repetidas.** **10**

17. **Tema 17. Errores ajenos al muestreo II: Falta de respuesta y sus efectos. Tratamiento de la falta de respuesta: Imputación y técnicas de reponderación: Ajuste por clases, postestratificación y otros estimadores calibrados.** **10**

18. **Tema 18. El modelo de error total en censos y encuestas. Formulación del modelo. Estimación del sesgo y de la varianza de respuesta. Medida del efecto del entrevistador. Submuestras interpenetrantes.** **10**

1. Tema 1. Concepto de población, marco y muestra. Muestreo probabilístico. Distribución de un estimador en el muestreo. Error cuadrático medio y sus componentes. Intervalos de confianza: Estimadores insesgados y sesgados. Métodos de selección. Probabilidad de la unidad de pertenecer a la muestra y propiedades. Comparación con el muestreo no probabilístico: Muestreo por cuotas.

- **Sesgo:** $B(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta$.
- **Error Cuadrático Medio:** $ECM(\hat{\theta}) = E\left[(\theta - \hat{\theta})^2\right] = V(\hat{\theta}) + B(\hat{\theta})$.

1.1. Selección sin reemplazamiento.

Variable aleatoria a sociada:

$$e_i = \begin{cases} 1 & \text{con probabilidad } \pi_i \\ 0 & \text{con probabilidad } 1 - \pi_i \end{cases}$$

$$e_i \sim B(1, \pi_i)$$

$$e_i e_j = \begin{cases} 1 & \text{con probabilidad } \pi_{ij} \\ 0 & \text{con probabilidad } 1 - \pi_{ij} \end{cases}$$

- $E(e_i) = \pi_i$.
- $V(e_i) = \pi_i(1-\pi_i)$.
- $Cov(e_i, e_j) = \pi_{ij} - \pi_i\pi_j$.
- $\sum_{i=1}^N \pi_i = n$.
- $\sum_{j\neq i}^N \pi_{ij} = (n-1)\pi_i$.
- $\sum_{j\neq i}^N (\pi_i\pi_j - \pi_{ij}) = \pi_i(1-\pi_i)$.
- **Con probabilidades iguales:** $\pi_i = \frac{n}{N}$.
- **Con probabilidades iguales:** $\pi_{ij} = \frac{n(n-1)}{N(N-1)}$.
- **Con probabilidades iguales:** $E(e_i) = \frac{n}{N}$.
- **Con probabilidades iguales:** $V(e_i) = \frac{n}{N}(1-\frac{n}{N})$.
- **Con probabilidades iguales:** $Cov(e_i, e_j) = \frac{n(n-1)}{N(N-1)} - \frac{n^2}{N^2}$.

1.2. Selección con reemplazamiento.

Variable aleatoria a sociada: e_i es el número de veces que u_i aparece en a muestra.

$$(e_1, e_2, \ldots, e_N) \sim MN(n; P_1, P_2, \ldots, P_N)$$

P_i: probabilidad de la unidad u_i de ser escogida en cada extracción.

- $E(e_i) = nP_i$.
- $V(e_i) = nP_i(1-P_i)$.
- $Cov(e_i, e_j) = -nP_iP_j$.
- **Con probabilidades iguales:** $P_i = \frac{1}{N}$.
- **Con probabilidades iguales:** $E(e_i) = \frac{n}{N}$.
- **Con probabilidades iguales:** $V(e_i) = n\frac{1}{N}(1-\frac{1}{N})$.
- **Con probabilidades iguales:** $Cov(e_i, e_j) = -\frac{n}{N^2}$.
- **Con probabilidades desiguales:** $P_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^N P_i = 1$.

2. Tema 2. Muestreo con probabilidades iguales. Estimadores lineales. Varianzas de los estimadores y sus estimaciones. Comparación entre el muestreo con y sin reposición. Consideraciones sobre el tamaño de la muestra.

2.1. Estimadores lineales.

Sin reemplazamiento:

- **Total:** $\hat{X} = \frac{N}{n}\sum i = 1^n X_i$

- **Media:** $\hat{X} = \dfrac{1}{n} \sum i = 1^n X_i$
- **Total de clase:** $\hat{A} = \dfrac{N}{n} \sum i = 1^n X_i = Np$
- **Proporción de clase:** $\hat{P} = \dfrac{1}{n} \sum i = 1^n X_i = p$

Con reemplazamiento:

- **Total:** $\hat{X} = \dfrac{N}{n} \sum i = 1^n X_i$
- **Media:** $\hat{\bar{X}} = \dfrac{1}{n} \sum i = 1^n X_i$
- **Total de clase:** $\hat{A} = \dfrac{N}{n} \sum i = 1^n X_i = Np$
- **Proporción de clase:** $\hat{P} = \dfrac{1}{n} \sum i = 1^n X_i = p$

2.2. Varianza de los estimadores lineales.

Sin reemplazamiento:

- **Total:** $V(\hat{X}) = N^2(1-f)\dfrac{S^2}{n}$
- **Media:** $V(\hat{\bar{X}}) = (1-f)\dfrac{S^2}{n}$
- **Total de clase:** $V(\hat{A}) = N^2 \dfrac{N-n}{N-1} \dfrac{PQ}{n}$
- **Proporción de clase:** $V(\hat{P}) = \dfrac{N-n}{N-1} \dfrac{PQ}{n}$

Con reemplazamiento:

- **Total:** $V(\hat{X}) = N^2 \dfrac{\sigma^2}{n}$
- **Media:** $V(\hat{\bar{X}}) = \dfrac{\sigma^2}{n}$
- **Total de clase:** $V(\hat{A}) = N^2 \dfrac{PQ}{n}$
- **Proporción de clase:** $V(\hat{P}) = \dfrac{PQ}{n}$

Errores de muestreo:

- **Error absoluto:** $\sigma(\hat{\theta}) = \sqrt{V(\hat{\theta})}$
- **Error relativo:** $CV(\hat{\theta}) = \dfrac{\sigma(\hat{\theta})}{\theta}$

2.3. Estimadores de la varianza de los estimadores lineales.

Sin reemplazamiento:

- **Total:** $\hat{V}(\hat{X}) = N^2(1-f)\dfrac{s^2}{n}$
- **Media:** $\hat{V}(\hat{\bar{X}}) = (1-f)\dfrac{s^2}{n}$
- **Total de clase:** $\hat{V}(\hat{A}) = N^2(1-f)\dfrac{pq}{n-1}$
- **Proporción de clase:** $\hat{V}(\hat{P}) = (1-f)\dfrac{pq}{n-1}$

Con reemplazamiento:

- **Total:** $\hat{V}(\hat{X}) = N^2\dfrac{s^2}{n}$
- **Total:** $\hat{V}(\hat{X}) = N^2\dfrac{s^2}{n}$
- **Media:** $\hat{V}(\hat{\bar{X}}) = \dfrac{s^2}{n}$
- **Total de clase:** $\hat{V}(\hat{A}) = N^2\dfrac{pq}{n-1}$
- **Proporción de clase:** $\hat{V}(\hat{P}) = \dfrac{pq}{n-1}$

2.4. Covarianza de los estimadores y su estimación.

Sin reemplazamiento:

- **Total:** $Cov(\hat{X}, \hat{Y}) = N^2(1-f)\dfrac{S_{XY}}{n}$
- **Total:** $\hat{Cov}(\hat{X}, \hat{Y}) = N^2(1-f)\dfrac{s_{XY}}{n}$
- **Media:** $Cov(\hat{\bar{X}}, \hat{\bar{Y}}) = (1-f)\dfrac{S_{XY}}{n}$
- **Media:** $\hat{Cov}(\hat{\bar{X}}, \hat{\bar{Y}}) = (1-f)\dfrac{s_{XY}}{n}$

Con reemplazamiento:

- **Total:** $Cov(\hat{X}, \hat{Y}) = N^2\dfrac{\sigma_{XY}}{n}$
- **Total:** $\hat{Cov}(\hat{X}, \hat{Y}) = N^2\dfrac{s_{XY}}{n}$
- **Media:** $Cov(\hat{\bar{X}}, \hat{\bar{Y}}) = \dfrac{\sigma_{XY}}{n}$
- **Media:** $\hat{Cov}(\hat{\bar{X}}, \hat{\bar{Y}}) = \dfrac{s_{XY}}{n}$

3. Tema 3. Muestreo con probabilidades desiguales. Estimadores lineales. Varianza de los estimadores y sus estimaciones. Probabilidades óptimas de selección. Métodos de selección con reposición y sin reposición y probabilidades proporcionales al tamaño.

3.1. Estimadores lineales.

- **Estimadores lineales insesgados:** $\hat{X} = \sum_{i=1}^{n} \dfrac{X_i}{E(e_i)}$.
- **Sin reemplazamiento:** $\hat{X} = \sum_{i=1}^{n} \dfrac{X_i}{\pi_i}$ estimador de **Horvitz-Thompson**.
- **Con reemplazamiento:** $\hat{X} = \sum_{i=1}^{n} \dfrac{X_i}{nP_i}$ estimador de **Hansen-Hurwitz**.

3.2. Varianza de los estimadores.

Sin reemplazamiento:

- **Varianza:** $V(\hat{X}) = \sum_{i=1}^{N} \left(\dfrac{X_i}{\pi_i}\right)^2 \pi_i(1-\pi_i) + \sum_{i\neq j}^{N} \dfrac{X_i}{\pi_i}\dfrac{X_j}{\pi_j}(\pi_{ij} - \pi_i\pi_j)$.
- **Estimación:** $\hat{V}(\hat{X}) = \sum_{i=1}^{n} \left(\dfrac{X_i}{\pi_i}\right)^2 (1-\pi_i) + \sum_{i\neq j}^{n} \dfrac{X_i}{\pi_i}\dfrac{X_j}{\pi_j}\dfrac{(\pi_{ij} - \pi_i\pi_j)}{\pi_i j}$.

Con reemplazamiento:

- **Varianza:** $V(\hat{X}) = \dfrac{1}{n} \sum_{i=1}^{N} \left(\dfrac{X_i}{P_i} - X\right)^2 P_i$.
- **Estimación:** $\hat{V}(\hat{X}) = \dfrac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{N} \left(\dfrac{X_i}{P_i} - \hat{X}_{HH}\right)^2$.

4. Tema 4. Estimadores no lineales. Método general de linealización para estimación de varianzas. Aplicación al cociente de estimadores. El estimador de razón: sesgo, varianza y sus estimaciones.

4.1. Linearización para la estiamción de varianzas.

- **Desarrollo en serie de Taylor:** En el entorno de $(\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k)$:

$$\varphi(z_1, z_2, \ldots, z_k) = \varphi(\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k) + \frac{1}{1!}\sum_{r=1}^{k}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\theta_r}\right)(z_r - \theta_r) + s$$

- Si $\theta = \varphi(\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k)$ y $(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \ldots, \hat{\theta}_k)$ son estimadores insesgados y definimos$\hat{\theta} = \varphi(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \ldots, \hat{\theta}_k)$, aplicando Taylor:

$$\hat{\theta} = \theta + \sum_{r=1}^{k}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\theta_r}\right)(\hat{\theta}_r - \theta_r) + s$$

- Despreciando s nos queda:

$$\hat{\theta} \approx \theta + \sum_{r=1}^{k}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\theta_r}\right)(\hat{\theta}_r - \theta_r)$$

- $E(\hat{\theta}) \approx \theta$.

- $V(\hat{\theta}) \approx \sum_{r=1}^{k} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \theta_r}\right)^2 V(\hat{\theta}_r) + \sum_{r \neq s}^{k} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \theta_r}\right)\left(\frac{\partial \varphi}{\partial \theta_s}\right) Cov(\hat{\theta}_r, \hat{\theta}_s)$

4.2. Estimador de razón.

- **Estimador de razón:** $\hat{R} = \frac{\hat{X}}{\hat{Y}}$, $\hat{X}_R = \hat{R}Y$, $\hat{\bar{X}}_R = \hat{R}\bar{Y}$.
- Aplicando linearización, $E(\hat{R}) \approx R$, $V(\hat{R}) \approx R^2 \left[CV^2(\hat{X}) + CV^2(\hat{Y}) - 2C(\hat{X}, \hat{Y})\right]$.
- **Sesgo del estimador:** $B(\hat{R}) = E(\hat{R}) - R = -\frac{1}{Y} Cov(\hat{R}, \hat{Y})$.
- **Acotación del sesgo:** $\left|\frac{B(\hat{R})}{\sigma(\hat{R})}\right| \leq CV(\hat{Y})$.
- **Aproximación del sesgo:** $B(\hat{R}) \approx R\left[CV^2(\bar{y}) - C(\bar{x}, \bar{y})\right]$
- **Estimación del sesgo:** $\hat{B}(\hat{R}) \approx R\left[\hat{CV}^2(\bar{y}) - \hat{C}(\bar{x}, \bar{y})\right]$, $\hat{CV}^2(\bar{y}) = \frac{1-f}{n}\frac{s_y^2}{\bar{y}^2}$, $\hat{C}^2(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{1-f}{n}\frac{s_{xy}}{\bar{x}\bar{y}}$.
- Si el sesgo es despreciable, $V(\hat{R}) \approx \frac{1-f}{n}\frac{1}{\bar{Y}^2}\left[S_X^2 + R^2 S_Y^2 - 2RS_{XY}\right]$,
  $\hat{V}(\hat{R}) \approx \frac{1-f}{n}\frac{1}{\bar{y}^2}\left[s_X^2 + \hat{R}^2 s_Y^2 - 2\hat{R}s_{XY}\right]$.

5. Tema 5. Estimador de regresión en el muestreo aleatorio simple. Sesgo, varianza y sus estimaciones. Comparaciones con el estimador de razón y con el de expansión. El estimador diferencia.

5.1. Estimador de regresión.

- **Estimador de regresión:** $\hat{X}_{rg} = \hat{X} + b(Y - \hat{Y})$, $\hat{\bar{X}}_{rg} = \hat{\bar{X}} + b(\bar{Y} - \hat{\bar{Y}})$.
- **Sesgo del estimador:** $B(\hat{X}_{rg}) = E(\hat{X}_{rg}) - X = -Cov(b, \hat{Y})$. SI haceos $b = b_0$ constante, es insesgado.
- **Varianza:** $V(\hat{X}_{rg}) = N^2 \frac{1-f}{n}\left[S_X^2 + b_0^2 S_Y^2 - 2b_0 S_{XY}\right]$, $\hat{V}(\hat{X}_{rg}) = N^2 \frac{1-f}{n}\left[s_X^2 + b_0^2 s_Y^2 - 2b_0 s_{XY}\right]$.
- si $b_0 = \frac{S_{XY}}{S_Y^2}$ (coeficiente de regresión lineal de X sobre Y), $V_{min}(\hat{X}_{rg}) = N^2 \frac{1-f}{n} S_X^2 \left[1 - \rho^2\right]$

5.2. Estimador Diferencias.

- Caso particular si $b_0 = 1$.
- $\hat{D} = \bar{x} - \bar{y}$, insesgado.
- $V(\hat{D}) = V(\bar{x}) - V(\bar{y}) - 2Cov(\bar{x}, \bar{y}) =$
- **Varianza:** $V(\hat{D}) = \frac{1-f}{n}\left[S_X^2 + S_Y^2 - 2S_{XY}\right]$, $\hat{V}(\hat{D}) = \frac{1-f}{n}\left[s_X^2 + s_Y^2 - 2s_{XY}\right]$.

6. Tema 6. Muestreo estratificado: Estimadores lineales, varianzas y sus estimaciones. Principios básicos de la estratificación. Construcción de los estratos. Afijación de la muestra con una característica. Referencia al caso de afijación con más de una característica. Unidades que entran con certeza en la muestra. Tamaños muestrales para medias y proporciones.

6.1. Estimadores lineales, varianzas y sus estimaciones.

Total poblacional.

- $\hat{X}_{st} = \sum_{h=1}^{L} \hat{X}_h = \sum_{h=1}^{L} \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} X_{hi}$.
- $V(\hat{X}_{st}) = \sum_{h=1}^{L} N_h^2(1-f_h)\frac{S_h^2}{n_h}$.
- $\hat{V}(\hat{X}_{st}) = \sum_{h=1}^{L} N_h^2(1-f_h)\frac{s_h^2}{n_h}$.

Media poblacional.

- $\hat{\bar{X}}_{st} = \sum_{h=1}^{L} \frac{N_h}{N} \hat{\bar{X}}_h =$.
- $V(hat\bar{X}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{h=1}^{L} N_h^2(1-f_h)\frac{S_h^2}{n_h}$.
- $\hat{V}(\hat{\bar{X}}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{h=1}^{L} N_h^2(1-f_h)\frac{s_h^2}{n_h}$.

6.2. Afijación de la muestra.

- **Uniforme:** $n_h = \frac{n}{L}$.
- **Proporcional:** $n_h = nW_h = n\frac{N_h}{N}$.
- **Óptima (de Neyman):** $n_h = n\frac{W_h S_h}{\sum_{i=1}^{L} W_i S_i}$.
- **Óptima según costes:** $n_h = n\frac{W_h S_h/\sqrt{C_h}}{\sum_{i=1}^{L} W_i S_i/\sqrt{C_h}}$.

7. Tema 7. Muestreo estratificado: Estimador de razón separado y combinado. Sesgo, varianza y sus estimaciones. Comparación de precisiones. Postestraficación. Estimador y comparación con el muestreo estratificado.

7.1. Estimador de razón estratificado.

Estimador de razón separado.

- $\hat{X}_{RS} = \sum_{h=1}^{L} \hat{R}_h Y_h = \sum_{h=1}^{L} \frac{\hat{X}_h}{\hat{Y}_h} Y_h$.
- $B(\hat{X}_{RS}) = -\sum_{h=1}^{L} Cov(\hat{R}_h, \hat{Y}_h)$. Sesgos acumulados.
- **Cota superior del sesgo:** $\left|\frac{B(\hat{R}_h)}{\sigma(\hat{R}_h)}\right| \leq CV(\hat{Y}_h)$.

- **Varianza:** $V(\hat{X}_{RS}) = \sum_{h=1}^{L} N_h^2 \dfrac{1-fh}{n_h}\left[S_{Xh}^2 + R_h^2 S_{Yh}^2 - 2R_h S_{XYh}\right]$, si $\hat{R}_h$ es insesgado para R_h.

Estimador de razón combinado.

- $\hat{X}_{RC} = \hat{R}_{st} Y = \dfrac{\hat{X}_{st}}{\hat{Y}_{st}} Y$.
- $B(\hat{X}_{RC}) = -Cov(\hat{R}_{st}, \hat{Y}_{st})$.
- **Cota superior del sesgo:** $\left|\dfrac{B(\hat{X}_{RC})}{\sigma(\hat{X}_{RC})}\right| = \dfrac{\left|Cov(\hat{R}_{st}, \hat{Y}_{st})\right|}{\sigma(\hat{R}_{st})Y} \leq CV(\hat{Y}_{st})$.
- **Varianza:** $V(\hat{X}_{RC}) = \sum_{h=1}^{L} N_h^2 \dfrac{1-fh}{n_h}\left[S_{Xh}^2 + R^2 S_{Yh}^2 - 2R S_{XYh}\right]$, si el tamaño de muestra es grande.

7.2. Postestratificación.

- $V(\hat{\hat{X}}_{post}) = \dfrac{1-f}{n} \sum_{h=1}^{L} W_h S_h^2 + \dfrac{1}{n^2} \sum_{h=1}^{L} (1-W_h) S_h^2$.
- **Estimación en subpoblaciones:** Si los N_{hj} son conocidos, se aplica postestratificación.
- N_{hj} **desconocidos:** $\hat{X}_j = \sum_{h=1}^{L} \dfrac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_hj} X_{hi}$.
- $\hat{N}_j = \sum_{h=1}^{L} \dfrac{N_h}{n_h} n_{hj}$, $\hat{\hat{X}}_j = \dfrac{\hat{X}_j}{\hat{N}_j}$, que es un estimador de razón, y por tanto será sesgado.

8. Tema 8. Muestreo de conglomerados de igual tamaño sin submuestreo. Estimadores, varianzas y sus estimaciones. Coeficiente de correlación intraconglomerado y su interpretación. Efecto de diseño. Utilización de estimadores de razón en el caso de conglomerados de distinto tamaño.

9. Tema 9. Muestreo sistemático de unidades elementales con probabilidades iguales: estimadores y varianzas. Relación con el muestreo de conglomerados. Relación con el muestreo aleatorio simple. Problemática de la estimación de varianzas. Muestreo sistemático de conglomerados con probabilidades proporcionales al tamaño.

10. Tema 10. Muestreo de conglomerados con submuestreo. Estimadores lineales insesgados. Muestras autoponderadas. Varianzas de los estimadores.

11. Tema 11. Estimación de varianzas de estimadores lineales en el muestreo de conglomerados con submuestreo. Teoremas I y II de Durbin. Aplicación al muestreo sin reposición y probabilidades desiguales en primera etapa. Estimación de la varianza en el muestreo con reposición y probabilidades desiguales.

12. Tema 12. Métodos indirectos de estimación de varianzas. Método de los grupos aleatorios. Método de los conglomerados últimos. Método de las semimuestras reiteradas. Método jackknife. Método bootstrap.

13. Tema 13. Estimador lineal de regresión generalizado (GREG). Definición. Expresiones alternativas del estimador de regresión. Varianza y sus estimaciones. GREG como caso particular de estimador calibrado.

14. Tema 14. Muestreo en ocasiones sucesivas. Estimadores del cambio y del nivel. Estimadores de mínima varianza. Rotación de la muestra con solapamiento parcial: Aplicación en la Encuesta de Población Activa.

15. Tema 15. Técnicas especiales de muestreo y estimación: Muestreo doble o bifásico. Muestreo de captura y recaptura. Estimación en dominios: Estimador directo, sintético y compuesto.

16. Tema 16. Errores ajenos al muestreo I: Marcos imperfectos. El problema de las unidades vacías. Estimación del total y de la media. Cálculo de la varianza y comparación con la varianza en el caso de marco depurado. El problema de las unidades