

LD
9930
g.5

SEMINARIO INTERNACIONAL DE CALIDAD ESTADISTICA

MEMORIAS

JUNIO 1,2Y3 DE 1994
SANTAFE DE BOGOTAD.C. - COLOMBIA

Donación / Dinec / 19950100 / \$ 2.000 -

REPUBLICA DE COLOMBIA

Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Director Rodolfo Uribe Uribe

Dirección Sistemas Estadístico Nacional y Territorial (SENT)
Director Técnico Carlos Enrique Pardo Hoyos

División de Calidad e Interventoría Estadística
Jefe de División Edgar Sardi P.
Martha Poveda Gómez
Luis alejandro Montenegro Ramírez

Comité organizador

Carlos Enrique Pardo Hoyos
Edgar Sardi
María Eugenia Ferreira Cortés
Martha Poveda Gómez
Alejandro Montenegro Ramírez

Agradecimientos a la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Matemáticas y Estadística por su colaboración en la preparación y realización del evento.

Presentación

Dentro de la estructura institucional adoptada por el DANE a partir del Decreto 2118 de 1992, se confiere un espacio especial a los problemas de la calidad de las estadísticas por medio de una división dedicada a la atención de tales tópicos.

En efecto, con dicho decreto se crea la División de Calidad e Interventoría Estadística, dentro de la Dirección del Sistema Estadístico Nacional y Territorial SENT. Tal iniciativa no puede ser más oportuna. Desde los comienzos de la discusión en Colombia sobre los problemas de las estadísticas, uno de los temas ventilados resultó ser el de la coordinación y planeación de la generación de las mismas y del control de la calidad del producto estadístico como condición clara del proceso de coordinación. En tal sentido, sería imposible pensar la dirección del SENT, sin la capacidad de orientar y evaluar la calidad de las estadísticas generadas en el país.

El tema, sin embargo, ofrece sus retos. Para nosotros, su atención correspondía a cada una de las investigaciones estadísticas realizadas y, una vez terminada su fase inicial y obtenidos resultados aceptables, la calidad se relegaba a un factor de archivo, como elemento del diseño de la investigación, sin señalar prácticas regulares de control de la misma en la vida de la investigación. Un sondeo preliminar nos mostró que la situación no era muy distinta en la mayoría de los países latinoamericanos e inclusive en el mundo. La realidad es que dicho tema sólo en algunos institutos de estadística ha logrado un espacio propio.

La necesidad de profundizar en los aspectos metodológicos, operativos e institucionales de la calidad estadística nos llevó a la búsqueda de un mecanismo que nos permitiera acceder a la discusión que sobre tales aspectos se adelanta en el mundo. De ahí, la realización del Seminario Internacional de Calidad Estadística.

Sus resultados no pueden ser más alentadores, las ponencias que en este ejemplar ofrecemos a los participantes y al público en general así lo señalan.

Con gusto los invitamos a su lectura y consulta.

Contenido

	Pág. No.
Presentación	7
Discurso de instalación	11
Control de calidad y discriminación estadística	13
Calidad de la información en las encuestas	41
La calidad de las estadísticas vitales en América Latina	55
Conceptos básicos y condicionantes de la calidad de la información estadística con énfasis en la información generada mediante encuestas por muestreo.	79
Encuesta por muestreo sobre imagen satelital: una solución para mejorar la observación de poblaciones citadinas.	
Control de calidad en las encuestas agropecuarias	143
Aseguramiento de la calidad en las operaciones estadísticas en «Statistics Canada».	155
Las oficinas nacionales de estadística: criterios de calidad y difusión de datos	199
Conclusiones	217

**DISCURSO DE INSTALACION DEL SEMINARIO INTERNACIONAL
SOBRE CALIDAD ESTADISTICA**

a cargo del Doctor Rodolfo Uribe Uribe,
Director del DANE

Santafé de Bogotá, D.C., Hotel Bogotá Plaza
1, 2 y 3 de junio de 1994

Señoras y señores,

Los cambios que el país ha experimentado en los últimos años han tenido manifestas repercusiones sobre la totalidad de las actividades de la vida social, económica y política de la nación.

La modernización del Estado exige la existencia de un sistema Estadístico Nacional y Territorial que garantice la disponibilidad de las estadísticas necesarias para la planeación estratégica y la toma de decisiones sobre los destinos de la nación a nivel privado y público. Por otra parte, la acelerada dinámica del cambio técnico en materia informática, el diverso tipo de información que, adicional a la estadística, resulta fundamental para un adecuado proceso de orientación son materias que merecen una atención especial.

Así lo entendió el DANE cuando se expidió el Decreto 2118, mediante el cual se crearon las Direcciones Técnicas del Sistema de Información Nacional y Territorial y del Sistema Estadístico Nacional y Territorial, encargada, la primera, de identificar, mantener y difundir la información estratégica, mediante la actualización permanente de las tecnologías apropiadas para tal fin; y la segunda, de ofrecer el acceso oportuno a las estadísticas estratégicas, buscando las mejores condiciones de calidad y cobertura para las mismas.

La apertura y la globalización económica señalan en el mundo nuevos derroteros para la información que deberá ser no sólo legítima, creíble, oportuna, confiable y representativa sino de gran calidad.

La oportunidad de las cifras de comercio exterior, los indicadores de transporte y fletes y los costos de los servicios vinculados a las operaciones de intercambio internacional son aspectos de central importancia sobre los cuales el DANE debe continuar trabajando. Satisfacer las necesidades locales presentes y futuras para el proceso de descentralización política y administrativa, por el cual las entidades territoriales se convertirán en rectores de sus propios destinos, es una misión del DANE que tiene un compromiso ineludible con las entidades territoriales para acompañarlas en la tarea de consolidar una infraestructura eficiente y oportuna para la generación y administración de estadísticas tales como comportamiento poblacional y político, población y conflicto, población y desarrollo económico regional.

Indudablemente, dentro del nuevo panorama que deben abordar las estadísticas en Colombia, la calidad de las mismas se convierte en un aspecto definitivo. Con este propósito, se ha detectado que el control de la calidad estadística se ha venido centrando en revisión manual de formularios, crítica, captura inteligente, y detección de inconsistencias por medio de programas de computador, las reentrevistas y evaluación de fuentes de información externas.

La definición de criterios para la evaluación de la calidad de los datos estadísticos es un proceso en el cual juega

un papel decisivo la perspectiva científica del estadístico y a pesar de que en el momento se encuentra en ejecución un ejercicio piloto sobre una de las investigaciones del DANE, con el propósito de identificar la metodología idónea para hacer la evaluación con agilidad y la altura requerida, y para determinar las pautas para la ejecución de las actividades de interventoría de la calidad en las investigaciones estadísticas, resulta, como ya todos ustedes han podido constatar, de inocultable oportunidad y pertinencia la realización del presente Seminario Internacional de Calidad Estadística, primero en su género en Latinoamérica y que agrupa lo más representativo de la vanguardia en investigación y aplicación de los aspectos referidos al tema.

Señores conferencistas, estamos aquí para aprender de su experiencia. Los presentes no sólo pertenecen al DANE sino que provienen del ámbito público, privado e investigativo, con el propósito de enriquecer aún más este ejercicio académico.

El presente seminario no hubiera podido realizarse sin el concurso del CELADE de Chile, la FAO, con sede en Roma y el apoyo especial de la Universidad Nacional por intermedio de la Facultad de Ciencias y el Departamento de Estadística. A todos ellos quiero expresarles mis agradecimientos.

El temario es profundo y variado. Inicialmente, el Doctor Lebart, Director de investigaciones de la Escuela Nacional Superior de Telecomunicaciones de Francia, nos ofrece una visión sobre la utilización de las técnicas de análisis multivariado para el control de calidad de las encuestas. Su presentación, junto con la del profesor Weber, de la Universidad de Mainz, ofrece una aproximación a la utilización de las herramientas matemáticas para el control de la calidad en investigaciones estadísticas.

Los Doctores Jaspers de CELADE, Chile y Luis Carlos Gomez, Colombiano, consultor internacional hablarán sobre la calidad de las estadísticas vitales y de población. Las encuestas bajo imágenes satelitales y calidad en las estadísticas agropecuarias estarán a cargo, la primera, de los Doctores Barbary y Dureau, y la segunda del doctor Dee Baker, conocedor de los problemas estadísticos del campo Colombiano.

El componente institucional de la calidad estadística estará a cargo de los Doctores Gosselin de Canadá y Blancas de México.

En nuestro país hay muchos colombianos trabajando con calidad y enalteciendo el nombre de Colombia, en artes, Fernando Botero el pintor, Martha Senn la mezzo-soprano, César Rincón el torero; en letras, García Márquez, en política internacional, nuestro Presidente César Gaviria y nuestra Canciller Noemí Sanín; en investigación, el Doctor Elkin Patarroyo; en deportes nuestra selección de fútbol y hasta la mujer colombiana con su belleza.

Aprendamos también nosotros a hacer estadísticas con calidad.

Así, señoras y señores damos inicio a este Seminario Internacional.

Gracias por su asistencia.

Santafé de Bogotá, D.C., 2 de junio de 1994.

CONTROL DE CALIDAD Y DISCRIMINACION ESTADISTICA

SIEGFRIED WEBER

**Doctor en Estadística y Doctor en Matemáticas. Profesor investigador
Universidad de Mainz - Alemania. Investigador Asociado Universidad
Nacional de Colombia**

1. Introducción

En este capítulo introductorio, se presentarán algunos ejemplos que deben ilustrar la problemática en diferentes situaciones cuando se quiere “modelar” y/o “controlar” la calidad estadística, sea de productos industriales (como la calidad de tabaco en 1.1), sea de un proceso de producción (como la calidad de agua en 1.2), sea del manejo de datos (como la calidad de una estratificación socio-económica en 1.3).

Por su interés particular dentro del presente Seminario, se había planeado tratar esta última situación más detalladamente en el capítulo 3. Pero debido a dificultades que se presentaron en el suministro de los respectivos datos, de esto es poco lo que se puede hacer en esta ponencia. Por eso se modificó el contenido del capítulo 3, al incluir algunas ilustraciones correspondientes al ejemplo 1.2.

1.1 Ejemplo: Control de calidad de una entrega de tabaco

En la tesis de doctorado de U. KREUTER (1975), escrita en la Universidad de Berna, Suiza, sobre “Control multivariado en el mando de calidad” (en alemán), se encuentra la siguiente aplicación.

Se analiza una producción de tabaco mediante las siguientes variables, sin entrar en los detalles y significados exactos.

X_1	condensado seco	X_5	contenido de alcaloide
X_2	contenido de nicotina	X_6	contenido reducido de azúcar
X_3	índice de aspiración	X_7	valor ph del tabaco
X_4	velocidad libre de quemada		

Como base se tienen los datos de 79 entregas de tabaco de buena calidad. Estas sirven como “grupo de referencia” para el control de la calidad de “entregas nuevas”. En la siguiente tabla se encuentran reportadas las “medias” con sus “errores estándar”.

(en paréntesis) del grupo de referencia, y los datos de una nueva entrega.

Variable	Media	Error estándar	Valor de una nueva entrega
X_1	33.68	(4.380)	48.70
X_2	1.42	(0.196)	2.22
X_3	9.77	(1.600)	10.50
X_4	59.50	(9.500)	52.80
X_5	0.69	(0.172)	0.92
X_6	18.32	(1.460)	19.80
X_7	5.81	(0.160)	5.70

Comparando los valores de esta nueva entrega con las medias del grupo de referencia, a través de métodos univariados, es decir, por cada variable separadamente, fácilmente se puede llegar a una decisión errónea de rechazo o no, ya que no se consideran posibles interacciones entre las variables.

Aplicando el método multivariado del “análisis de identificación” de 2.5, se rechaza realmente la nueva entrega y, además, resultan responsables de este rechazo las variables X_2 , X_4 , X_6 , lo que no es tan obvio al mirar los datos de manera univariada. Naturalmente, se sospecha (y se puede investigar) que la variable X_1 , que parece muy significativa, tiene mucha “correlación” con X_2 y X_4 , y por eso no aparece como “responsable directa” en el análisis de identificación...

El ejemplo 1.1. representa una situación típica para el control de la calidad de productos que pueden ser caracterizados por cierto número de variables.

Esencial es el empleo de las técnicas resumidas en el capítulo 2, es decir, del *análisis de identificación* (2.5) y de la *reducción de variables* (2.2); habiendo establecido con anterioridad bien el grupo de referencia usando el *análisis de discriminación* (2.1) junto con el *análisis de clasificación* (2.3), estos últimos dos métodos bien conocidos y usados con frecuencia.

Aplicaciones similares, entre muchas otras, se mencionan brevemente a continuación.

El control de calidad de billetes: en un estudio en Suiza se han analizado billetes de mil francos por medio de 6 variables, donde se usaron 2 grupos de referencia: uno de billetes auténticos del Banco Nacional y otro de billetes falsos, con el fin de poder identificar un billete como auténtico o como falso; en este último caso, verificar si es del mismo falsificador o de otro.

El control de calidad de hojas de papel: haciendo copias en una impresora hace pocos días, me dí cuenta de que el papel era demasiado ancho, lo que producía muchas copias defectuosas. Sería simple hacer un control ya durante la producción, basándose en algunas variables características incluyendo el ancho...

1.2 Ejemplo: Control de calidad del agua en Girardot

En la tesis de Magister en Matemáticas de E. CEPEDA (1993), escrita bajo mi dirección en la Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá, sobre "Modelos lineales y logísticos - aplicaciones al análisis de variables en el tratamiento de agua en Girardot", se encuentra, entre otras, la siguiente aplicación.

Se analiza el procesamiento de agua mediante las siguientes variables, sin entrar en los detalles y significados exactos.

TURB	turbiedad	PH	valor ph
COL	color verdadero	TEMP	temperatura
ALCA	alcalinidad	DCAL	dosis óptima de cal

En la siguiente tabla se encuentran reportados (así leibles por SAS) los valores correspondientes a 33 mediciones, de las cuales las primeras 20 sin aplicación de cal, y las siguientes 13 con la dosis anotada.

data agua;

input turb col alca ph temp dcal @@;

cards;

300	100	49	8.33	25	0.0	500	120	48	8.01	27	0.0
250	100	43	7.64	27	0.0	150	75	45	7.71	27	0.0
190	50	51	7.62	28	0.0	200	50	52	7.66	26	0.0
160	70	52	7.62	26	0.0	390	140	52	8.09	27	0.0
560	200	44	8.19	25	0.0	380	120	39	8.17	26	0.0
150	100	48	7.9	26	0.0	140	50	54	8.16	25	0.0
160	100	55	7.60	26	0.0	170	110	52	7.58	27	0.0
270	70	43	8.07	24	0.0	1110	100	51	8.06	23	0.0
450	130	56	7.53	27	0.0	140	80	55	7.51	27	0.0
210	100	51	7.72	27	0.0	150	90	50	7.56	27	0.0
1000	200	42	7.42	27	25	550	250	38	7.75	26	20
1000	150	43	7.10	26	20	420	100	46	7.9	26	10
870	150	49	7.6	27	20	390	200	50	7.62	26	10
430	200	47	7.68	26	15	330	100	60	7.50	27	10
550	250	65	7.68	27	20	550	250	53	7.96	26	15
350	200	54	7.7	27	10	720	200	44	8.18	23	15
1200	250	43	7.93	26	20						

run;

Para algunos detalles del análisis estadístico ver el capítulo 3. Además de los análisis mencionados al final de 1.1 y detallados en el capítulo 2, se usaron *modelos logísticos* (2.4).

1.3 Ejemplo: Control de calidad de una estrategia socioeconómica

Existen muchos estudios sobre estratificación socio-económica.

En el capítulo 3 se darán algunos detalles con respecto a datos de un municipio en Colombia, facilitados hace un día por el DANE en cooperación con el DNP.

Lamentablemente, no fue posible obtener los datos antes y, además, no con más información.

Entre las 45 variables se encuentran, también, algunas que se refieren a aparatos electrodomésticos. En las 6.155 observaciones del archivo de datos en cuestión, hay poca información particularmente sobre estas variables.

Recientemente se hizo un estudio en NIELSEN en el cual, en cambio, se ha concentrado, primordialmente, en aparatos electrodomésticos.

Me parece interesante, continuar tales estudios bajo el marco del siguiente capítulo, para complementar los resultados obtenidos.

2. Análisis de discriminación y clasificación

En este capítulo se repasa una parte de la teoría del análisis estadístico que se usará como herramienta en el siguiente capítulo 3 y que, además puede ser útil para investigaciones posteriores.

2.1 Discriminación lineal entre 2 grupos

Se trata del problema de ver si y cómo se puede “discriminar” entre 2 grupos (por ahora fijos), en el sentido de que estadísticamente se puede distinguir entre estos grupos.

2.1.1 Función de discriminación

En muchas situaciones, se pueden “discriminar” entre 2 grupos por medio de una función lineal:

$$Z = b_1X_1 + \dots + b_KX_K ,$$

usando variables $X_1, \dots, X_K$ que sean observables y que deben caracterizar el problema.

Se toma una muestra de tamaño total $n = n_1 + n_2$ de las X_k y se obtienen así las observaciones:

$$Z_i = b_1 X_{1i} + \dots + b_K X_{Ki}; \quad i = 1, \dots, n_1; \quad \text{para el grupo 1};$$

$$Z_i = b_1 X_{1i} + \dots + b_K X_{Ki}; \quad i = n_1 + 1, \dots, n_1 + n_2; \quad \text{para el grupo 2.}$$

Entonces se determina el vector de los coeficientes $b = (b_1, \dots, b_K)'$ de tal manera que:

$$T^2 = T^2(z^{(1)}, z^{(2)}) = \frac{n_1 n_2}{n} \cdot \frac{(\bar{z}^{(1)} - \bar{z}^{(2)})^2}{S^2} = \text{máxima};$$

siendo respectivamente:

$\bar{z}^{(1)}, \bar{z}^{(2)}$ las "medias (muestrales)" dentro de los grupos 1 y 2,

$$S^2 = \left(\sum_{i=1}^{n_1} (z_i - \bar{z}^{(1)})^2 + \sum_{i=n_1+1}^n (z_i - \bar{z}^{(2)})^2 \right) / (n-2)$$

la "varianza compuesta (muestral)".

La solución está dada por múltiples del vector de los *coeficientes de discriminación* $\hat{b}_1, \dots, \hat{b}_K$:

$$\hat{b} = c^{-1} \cdot (\bar{x}^{(1)} - \bar{x}^{(2)});$$

siendo:

$$\bar{x}^{(1)} = (\bar{x}_1^{(1)}, \dots, \bar{x}_K^{(1)})', \quad \bar{x}^{(2)} = (\bar{x}_1^{(2)}, \dots, \bar{x}_K^{(2)})', \quad \text{las "medias"}$$

dentro de los grupos 1 y 2,

$$C = \left(S(x^{(1)}) + S(x^{(2)}) \right) / (n-2)$$

la “matriz compuesta” (pooled) de las “matrices de covarianzas muestrales” dentro de los grupos 1 y 2, que sea definida positiva.

La *función de discriminación* está dada por:

$$\hat{Z} = \hat{b}_1 X_1 + \dots + \hat{b}_K X_K = \hat{Z}(X_1, \dots, X_K).$$

El valor máximo de T^2 , al remplazar b por $\hat{b}$, es igual a: $T^2 = \frac{n_1 n_2}{n} D^2$; siendo:

$$D^2 = D^2(1,2) = (\bar{x}^{(1)} - \bar{x}^{(2)})' \cdot C^{-1} \cdot (\bar{x}^{(1)} - \bar{x}^{(2)}) = \hat{Z}(\bar{x}^{(1)}) - \hat{Z}(\bar{x}^{(2)})$$

el cuadrado de la *distancia de Mahalanobis* (muestral) D entre los dos grupos, es decir:

- entre más grande D^2 o T^2 , mejor la discriminación.

2.1.2 Método de FISHER de “pseudorregresión”

La idea de FISHER fue la de partir de un modelo de “pseudorregresión”.

$$y_i = \delta + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_K x_{Ki} + e_i,$$

asociado al problema de discriminación, introduciendo las codificaciones/“pseudovariables”/variables dummy:

$$y_i = n_2 / n \quad \text{para } i = 1, \dots, n_1; \quad \text{del grupo 1};$$

$$y_i = -n_1 / n \quad \text{para } i = n_1 + 1, \dots, n; \quad \text{del grupo 2}.$$

El vector $\hat{\beta}$ de los coeficientes estimados de tal "pseudorregresión" resulta ser un múltiplo c de $\hat{b}$ y se cumplen las relaciones con 2.1.1 :

$$R^2/(1-R^2) = T^2/(n-2) = \frac{n_1 n_2}{n(n-2)} \cdot D^2 ;$$

$$\hat{Y} = \hat{\delta} + \hat{\beta}_1 X_1 + \dots + \hat{\beta}_K X_K = \hat{Y}(X_1, \dots, X_K) = \hat{\delta} + c \hat{Z} ;$$

siendo:

$$R^2 = \hat{Y}(\bar{x}^{(1)}) - \hat{Y}(\bar{x}^{(2)})$$

el coeficiente de correlación múltiple del modelo de "pseudorregresión". Es decir:

- entre más grande R^2 , mejor la discriminación.

2.1.3 Prueba de la bondad de la discriminación

Bajo la normalidad conjunta de las dos submuestras y suponiendo igual matriz de covarianzas, se rechaza la hipótesis H_0 : "igualdad de las dos medias (poblacionales)" para valores "grandes" de la estadística de prueba:

$$F = \frac{n-K-1}{K \cdot (n-2)} \cdot T^2 \sim \mathcal{F}(K, n-K-1), \quad \text{bajo } H_0.$$

Hay otras pruebas que no requieren de la homogeneidad entre las matrices de covarianzas.

En muchas situaciones, no es justificado el supuesto de normalidad conjunta, ni siquiera normalidad marginal de cada una de las variables X_k , por ejemplo, si algunas son variables dicotómicas. A pesar de esto, muchas veces la variable de discriminación $\hat{Z}$ resulta aproximadamente normal en cada grupo, por lo cual parece justificado tomar el resultado de una prueba para la igualdad de las dos medias como un fuerte indicio, es decir:

- interpretar un rechazo de H_0 como una discriminación suficiente entre los dos grupos.
- interpretar los valores de F o T^2 o R^2 o D^2 como un grado de discriminación.

2.2 Reducción de variables

Si se ha podido discriminar suficientemente entre los dos grupos, interesa:

- si todas las variables son realmente necesarias para llegar a esta discriminación , y en tal caso
- cuáles variables son las responsables para esta discriminación.

Se llega a una solución bajo estos dos aspectos de la siguiente manera:

Se eliminan en el modelo de "pseudoregresión" paso a paso tales regresores que individualmente aportan menos al modelo. Se para el proceso de eliminación si todas las variables sí aportan significativamente al modelo y si el submodelo todavía es capaz de discriminar entre los 2 grupos.

Se puede visualizar todo este proceso al hacer las gráficas de los valores de F ; T^2 R^2 o/y D^2 .

Finalmente, se escribe la función de la discriminación así simplificada.

2.3 Clasificación de observaciones

En los párrafos anteriores 2.1 y 2.2, se ha llegado a una "discriminación" entre las medias de 2 grupos, expresada por la distancia de Mahalanobis D , o una de las estadísticas equivalentes. Ahora se trata del problema de ver si y cómo se "clasifican" bien las observaciones en cada uno de estos 2 grupos.

Se espera, naturalmente, que hayan pocas observaciones mal clasificadas, para que la discriminación encontrada anteriormente no sólo permita distinguir bien entre las medias sino entre las observaciones.

Se presenta de una vez la clasificación en $L \geq 2$ grupos.

2.3.1 Criterio general de clasificación

Se tiene una muestra de tamaño total n de observaciones $(x_{1i}, \dots, x_{Ki})'$; $i=1, \dots, n$; donde las primeras n_1 observaciones corresponden al grupo $l=1, \dots$, las últimas n_L observaciones corresponden al grupo $l=L$; siendo así $n=n_1+\dots+n_L$.

Se denotan en cada grupo l por:

$$\begin{aligned} \bar{x}^{(l)} & \text{ el vector de medias,} \\ C^{(l)} &= S(x^{(l)}) / (n_l - 1) \quad \text{la matriz de covarianzas.} \end{aligned}$$

Se supone, además, en cada grupo una "probabilidad a priori" Π_l .

Se *clasifica* entonces una observación $x = (x_1, \dots, x_K)'$ en tal grupo j para el cual la *distancia generalizada* (estimada):

$$D_j^2(x) = (x - \bar{x}^{(j)})' \cdot (C^{(j)})^{-1} \cdot (x - \bar{x}^{(j)}) + \ln(\det C^{(j)}) - 2 \ln \Pi_j = \text{mínima.}$$

2.3.2 Criterios particulares de clasificación

Bajo el supuesto adicional de *homogeneidad de las matrices de covarianza*, se simplifica la clasificación de la observación x en tal grupo j para el cual:

$$D_j^2(x) = (x - \bar{x}^{(j)})' \cdot C^{-1} \cdot (x - \bar{x}^{(j)}) - 2 \ln \Pi_j = \text{mínima};$$

siendo:

$$C = (S(x^{(1)}) + \dots + S(x^{(L)})) / (n - L) \text{ la "matriz compuesta" (pooled).}$$

Si, además, todas las *probabilidades a priori se suponen iguales*, entonces se clasifica la observación x en tal grupo j para el cual la distancia de Mahalanobis entre x y el grupo j :

$$D_j^2(x) = (x - \bar{x}^{(j)})' \cdot C^{-1} \cdot (x - \bar{x}^{(j)}) = \text{mínima}.$$

Esta es una función cuadrática (K-dimensional) en x . Pero el término cuadrático $x' \cdot C^{-1} \cdot x$ no depende de j , por lo tanto puede ser cancelado en el criterio.

Así se clasifica la observación x en tal grupo j para el cual la función lineal:

$$(\bar{x}^{(j)})' \cdot C^{-1} \cdot \bar{x}^{(j)} - 2 \cdot x' \cdot C^{-1} \cdot \bar{x}^{(j)} = \text{mínima}.$$

Si se multiplica todo con (-0.5) y usando las abreviaciones:

para el escalar $\hat{a}^{(j)} = -0.5 \cdot (\bar{x}^{(j)})' \cdot C^{-1} \cdot \bar{x}^{(j)}$,

para el vector $\hat{b}^{(j)} = C^{-1} \cdot \bar{x}^{(j)}$ con sus componentes $\hat{b}_1^{(j)}, \dots, \hat{b}_K^{(j)}$,

entonces se obtiene, finalmente, la *clasificación de la observación x en el grupo j* para el cual la función de discriminación:

$$\hat{a}^{(j)} + \hat{b}_1^{(j)} \cdot x_1 + \dots + \hat{b}_K^{(j)} \cdot x_K = \text{máxima}.$$

2.3.3 Criterio particular de clasificación bajo normalidad

Bajo los supuestos de 2.3.2 (por simplicidad) y bajo el supuesto adicional de *normalidad* (conjunta), en cada grupo l , del vector X cuyo valor es la observación x , se clasifica x en el grupo j para el cual la "probabilidad a posteriori" estimada:

$$\hat{P}(j | x) = \text{máxima};$$

siendo:

$$\hat{P}(j | x) = \frac{\exp(-0.5 \cdot D_j^2(x))}{\sum_{l=1}^L \exp(-0.5 \cdot D_l^2(x))}$$

$$= \frac{\exp(\hat{a}^{(j)} + \hat{b}_1^{(j)} \cdot x_1 + \dots + \hat{b}_K^{(j)} \cdot x_K)}{\sum_{l=1}^L \exp(\hat{a}^{(l)} + \hat{b}_1^{(l)} \cdot x_1 + \dots + \hat{b}_K^{(l)} \cdot x_K)}$$

2.4 Discriminación y clasificación logística

En los párrafos anteriores, se ha visto que el supuesto de normalidad (conjunta) de las variables $X_1, \dots, X_K$ es crucial para obtener resultados exactos y, particularmente, para obtener el criterio de clasificación con base en las probabilidades a posteriori.

Con vista en una mejor aplicabilidad también en situaciones generales, se puede partir, como alternativa, de un modelo logístico generalizado que esencialmente puede caracterizarse por el supuesto "muy natural" de que las probabilidades pueden escribirse en una forma como la del final del párrafo 2.3.

2.4.1 El modelo logístico generalizado

Este es caracterizado por el supuesto "natural":

$$P(j | x) = \frac{\exp(a^{(j)} + b_1^{(j)} \cdot x_1 + \dots + b_K^{(j)} \cdot x_K)}{\sum_{l=1}^L \exp(a^{(l)} + b_1^{(l)} \cdot x_1 + \dots + b_K^{(l)} \cdot x_K)},$$

para cada grupo $j=1, \dots, J$.

Dentro de éste, se pueden estimar todos los coeficientes, llegando así a las estimaciones $\hat{P}(j | x)$.

Nótese: estas estimaciones en general difieren de las obtenidas en los párrafos anteriores.

Para el caso de $J=2$ grupos, el supuesto del *modelo logístico* puede reescribirse como:

$$\begin{aligned}\text{logit } P(1 | x) &= \ln \frac{P(1 | x)}{1 - P(1 | x)} \\ &= \left(a^{(1)} + b_1^{(1)} \cdot x_1 + \dots + b_K^{(1)} \cdot x_K \right) - \left(a^{(2)} + b_1^{(2)} \cdot x_1 + \dots + b_K^{(2)} \cdot x_K \right);\end{aligned}$$

más breve:

$$\text{logit } P(1 | x) = a + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_K \cdot x_K ,$$

abreviando:

$$a = a^{(1)} - a^{(2)} , \quad b_k = b_k^{(1)} - b_k^{(2)} \quad \text{para cada } k=1,\dots,K .$$

2.4.2 Criterio de clasificación

Se clasifica la observación x en tal grupo j para el cual:

$\hat{P}(j | x) = \text{máxima}$ para las probabilidades a posteriori estimadas, o equivalentemente,

$$\hat{a} + \hat{b}_1 \cdot x_1 + \dots + \hat{b}_K \cdot x_K = \text{máxima} \quad \text{para las funciones de discriminación.}$$

Para el caso de $J=2$ grupos, este criterio puede reescribirse de la siguiente manera.

Se clasifica x en el grupo si y sólo si:

$$\hat{P}(1 | x) > \hat{P}(2 | x) , \text{ o equivalentemente,}$$

$$\hat{a}^{(1)} + \hat{b}_1^{(1)} \cdot x_1 + \dots + \hat{b}_K^{(1)} \cdot x_K > \hat{a}^{(2)} + \hat{b}_1^{(2)} \cdot x_1 + \dots + \hat{b}_K^{(2)} \cdot x_K .$$

2.5 Discriminación entre un grupo de referencia y una observación(identificación)

Se supone que se haya determinado bien un grupo que pueda servir como “grupo de referencia”. Entonces se trata del problema de ver si o no se puede “identificar” una nueva observación como miembro de este grupo.

Nótese que una "clasificación" como la descrita en párrafos anteriores se basa en una discriminación ya realizada anteriormente.

Mientras una "identificación" consiste en hacer una nueva discriminación.

2.5.1 Discriminación entre un grupo y una observación

Se especifica en el capítulo 2, como grupo 1 un *grupo de referencia* / de testigo, del cual se tiene una muestra de tamaño $n_1 = n-1$, cuyas observaciones se reúnen en la matriz:

$$x^{(1)} = \begin{pmatrix} x_{11}, \dots, x_{1n_1} \\ \vdots \\ x_{K1}, \dots, x_{Kn_1} \end{pmatrix};$$

y como grupo 2 una sola observación adicional (la n -ésima): $x^{(2)} = \begin{pmatrix} x_{1n} \\ \vdots \\ x_{Kn} \end{pmatrix}$,

o sea una muestra de tamaño $n_2=1$.

En 2.1 vale todo con:

$$\bar{x}^{(2)} = x^{(2)}, \quad S(x^{(2)}) = \sigma, \quad C = S(x^{(1)}) / (n-2).$$

$y_i = 1/n$ para el grupo de referencia ($i=1, \dots, n-1$);

$y_i = -(n-1)/n$ para la observación adicional ($i=n$).

2.5.2 Un método multivariado de control de calidad

Se quiere "controlar" si la observación adicional tiene la misma "calidad" como el grupo de referencia. Entonces interesa probar la hipótesis H_0 : "las dos medias son iguales", es decir, para el grupo de referencia y para el grupo del cual se ha sacado la observación.

Crucial es tener una *buena calidad del grupo de referencia*. Porque si no, un rechazo de la hipótesis H_0 no puede ser interpretado como mala calidad de la observación adicional, y un no rechazo de H_0 no puede ser interpretado como buena calidad.

Una posibilidad de verificar la calidad del grupo de referencia es: tomar otra muestra, del mismo tamaño y bajo circunstancias semejantes, hacer la discriminación entre estos dos grupos, con el fin de que *no se puede discriminar* entre estos dos grupos.

Teniendo pues un grupo de referencia de buena calidad, entonces puede interpretarse el resultado de la identificación de 3.1.1. de la siguiente manera.

- Si F (o R^2 o D^2) es suficientemente *pequeño*, es decir el p-valor es suficientemente grande (digamos: mayor que 10%), no se rechaza H_0 , o en otras palabras, no se duda de la *buena calidad* de la observación $x^{(2)}$.
- Si, en cambio, F (o R^2 o D^2) es *grande*, es decir con un p-valor pequeño, se rechazaría H_0 . Cuanto más pequeño sea el p-valor, más significativo es el rechazo de H_0 , *más dudas* se deben tener de la *calidad* de la observación $x^{(2)}$.

Entre más grande D mejor la discriminación entre el grupo de referencia y la observación adicional en cuyo caso la calidad de la observación difiere más de la calidad del grupo de referencia.

Las consecuencias de un rechazo de H_0 , estadísticamente más o menos significativo, dependen del tipo del problema.

Si se trata, por ejemplo, de una producción, puede tener la consecuencia de pararla temporalmente: aumentar la frecuencia de tomar observaciones nuevas $x^{(2)}$, chequear la maquinaria o la gente,...

Si la prueba de calidad lleva a un rechazo, se puede hacer una "reducción de variables", hasta que R^2 haya bajado tanto que ya no se podría rechazar H_0 . Así se puede

identificar las variables, que quedan todavía en el modelo simplificado, como las responsables del rechazo.

Esto puede dar una mejor idea sobre posibles causas del rechazo / de la mala calidad de $x^{(2)}$, es decir de la producción.

3. Ilustraciones

para el ejemplo 1.2 : ver comentarios durante la ponencia

(i) Eliminación de variables en regresión

Step	Variable		Number In	Partial		Model C(p)	F	Prob>F
	Removed			R**2	R**2			
1	TEMP		4	0.0006	0.7547	4.0584	0.0584	0.8110
2	ALCA		3	0.0024	0.7523	2.3064	0.2573	0.6163
3	TURB		2	0.0829	0.6693	8.7762	9.0367	0.0057
4	PH		1	0.1163	0.5531	18.6537	9.8463	0.0040
5	COL		0	0.5531		73.1461	35.8849	0.0001

(ii) Eliminación de variables en discriminación

Step	Variable		Number In	Partial R**2	F		Wilks' Lambda	Prob < Lambda
	Removed				Statistic	Prob > F		
0			5				0.36693827	0.0001
1	ALCA		4	0.0036	0.089	0.7676	0.36824788	0.0001
2	TURB		3	0.0225	0.598	0.4464	0.37671446	0.0001
3	TEMP		2	0.0616	1.773	0.1941	0.40145428	0.0001
4	PH		1	0.1597	5.323	0.0287	0.47777146	0.0001
5	COL		0	0.5222	31.698	0.0001		

Variable	Number	Squared Canonical	Prob >
Step Removed	In	Correlation	ASCC
0	5	0.63306173	0.0001
1 ALCA	4	0.63175212	0.0001
2 TURB	3	0.62328554	0.0001
3 TEMP	2	0.59854572	0.0001
4 PH	1	0.52222854	0.0001
5 COL	0		

(iii) *Discriminación con todas las variables*

Number of Observations and Percent Classified into D_CAL:

From D_CAL	0	1	Total
0	17 89.47	2 10.53	19 100.00
1	2 16.67	10 83.33	12 100.00
Total Percent	19 61.29	12 38.71	31 100.00

(iv) *Discriminación con col ph*

Number of Observations and Percent Classified into D_CAL:

From D_CAL	0	1	Total
0	18 94.74	1 5.26	19 100.00
1	2 16.67	10 83.33	12 100.00
Total Percent	20 64.52	11 35.48	31 100.00

(v) *Clasificación de obs 1 y 33 con todas las variables o con solo col ph*

From D_CAL	0	1	Total
0	1 100.00	0 0.00	1 100.00
1	0 0.00	1 100.00	1 100.00
Total Percent	1 50.00	1 50.00	2 100.00

(vi) *Eliminación de variables en discriminación de obs 1 vs. 21_32*

Variable	Number	Squared Canonical Correlation	Prob > ASCC
Step Removed	In		
0	5	0.51102266	0.3117
1 TURB	4	0.50926305	0.1761
2 ALCA	3	0.50349654	0.0852
3 TEMP	2	0.49529978	0.0327
4 COL	1	0.32407471	0.0423
5 PH	0		

(vii) *Identificación de obs 1 vs. 21_32 con todas las variables o con col ph*

From D_CAL	0	1	Total
0	1 100.00	0 0.00	1 100.00
1	0 0.00	12 100.00	12 100.00
Total Percent	1 7.69	12 92.31	13 100.00

(viii) Modelo logístico con todas las variables

Effect	Parameter	Estimate	Standard Error	Chi-Square	Prob
INTERCEPT	1	-54.6470	62.1908	0.77	0.3796
TURB	2	-0.00323	0.00366	0.78	0.3765
COL	3	-0.0411	0.0163	6.39	0.0115
ALCA	4	0.00745	0.1749	0.00	0.9660
PH	5	7.0228	5.4146	1.68	0.1946
TEMP	6	0.2796	0.8945	0.10	0.7546
LIKELIHOOD RATIO			27	15.79	0.9569

(ix) Modelo logístico con col

Effect	Parameter	Estimate	Standard Error	Chi-Square	Prob
INTERCEPT	1	5.9124	1.7926	10.88	0.0010
COL	2	-0.0397	0.0128	9.69	0.0019
LIKELIHOOD RATIO			11	7.91	0.7218

para el ejemplo 1.3 : ver comentarios durante la ponencia

(i) Descripción de las variables

La información recolectada para la estratificación del municipio de ***** está en formato SAS versión 604 y la descripción de variables y estados corresponden al formulario anexo.

Por comodidad el archivo se encuentra comprimido en un ejecutable que descomprime al dar la palabra clave AURI, queda un poco extenso debido a que todas las variables tienen formato numérico.

CONTENTS PROCEDURE

Data Set Name: AURI Type:
Observations: 6155 Record Len: 364
Variables: 45
Label:

-----Alphabetic List of Variables and Attributes-----

Variable Type Len Pos Format Label

II. Preguntas 2 - 9

1.	P2	Num	8	4	1. GARAJES
2.	P3	Num	8	12	1. JARDIN
3.	P4	Num	8	20	1. FACHADAS
4.	P5	Num	8	28	1. PUERTAS
5.	P6	Num	8	36	1. VIVIENDAS
6.	P7	Num	8	44	1. ANDEN
7.	P8	Num	8	52	1. VIAS
8.	P9A	Num	8	60	1. AGUAS NEGRAS
9.	P9B	Num	8	68	1. MATADERO O PLAZA DE MERCADO
10.	P9C	Num	8	76	1. CANTINAS BILLARES...
11.	P9D	Num	8	84	1. VIAS DE ALTO TRANSITO
12.	P9E	Num	8	92	1. NINGUNA DE LAS ANTERIORES

III. Preguntas 10 - 11

13	P10A	Num	8	100	1. AGUA
14	P10B	Num	8	108	1. ALCANTARILLADO
15	P10C	Num	8	116	1. ALUMBRADO
16	P10D	Num	8	124	1. NINGUNO
17	P11	Num	8	132	2. HABITAT

V. Preguntas 12 - 15

18	P12	Num	8	140	1. PISOS
19	P13	Num	8	148	1. BAÑOS
20	P14	Num	8	156	1. COCINA
21	P15A	Num	8	164	1. ESTUFA GAS
22	P15B	Num	8	172	1. ESTUFA ELECTRICA
23	P15C	Num	8	180	1. ESTUFA PETROLEO
24	P15D	Num	8	188	1. ESTUFA CARBON
25	P15E	Num	8	196	1. LICUADORA
26	P15F	Num	8	204	1. AUXILIAR DE COCINA
27	P15G	Num	8	212	1. ASPIRADORA
28	P15H	Num	8	220	1. BRILLADORA
29	P15I	Num	8	228	1. NEVERA
30	P15J	Num	8	236	1. LAVADORA
31	P15K	Num	8	244	1. SECADORA
32	P15L	Num	8	252	1. LAVAPLATOS
33	P15M	Num	8	260	1. HORNO ELECTRICO
34	P15N	Num	8	268	1. HORNO MICROHONDAS
35	P15O	Num	8	276	1. TELEVISOR
36	P15P	Num	8	284	1. BETAMAX
37	P15Q	Num	8	292	1. EQUIPO SONIDO
38	P15R	Num	8	300	1. AIRE ACONDICIONADO

VI. Preguntas 16 - 20

39	P16	Num	8	308	2. HOGARES EN LA VIVIENDA
40	P17	Num	8	316	2. PERSONAS MAYORES DE 18 AÑOS
41	P18	Num	8	324	2. PERSONAS MENORES DE 18 AÑOS
42	P19	Num	8	332	4. GASTOS POR MES EN EL HOGAR
43	P20	Num	8	340	4. INGRESO POR MES DEL HOGAR

VII. Preguntas 21 - 22

44	P21	Num	8	348	1. NUMERO DE VISITAS
45	P22	Num	8	356	1. CALIDAD DE LA INFORMACION

(ii) Primer chequeo de las variables

300 OBS entre 2921 y 3220

P P P P P P P P P P
 O P P P P P 1 1 1 1 P P P P 1 1 1 1
 B P P P P P P 9 9 9 9 9 0 0 0 0 1 1 1 1 5 5 5 5 5
 S 2 3 4 5 6 7 8 A B C D E A B C D 1 2 3 4 A B C D E

1 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 2 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 3 1 2 3 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 4 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 5 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 6 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 7 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 8 1 2 4 6 3 2 4 0 0 0 1 0 1 1 1 0 6 4 3 3 1 0 0 0 1
 9 1 2 4 1 3 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 4 2 3 1 0 0 0 1
 10 1 2 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 4 3 2 1 0 0 0 1
 11 1 2 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 4 3 2 1 0 0 0 0
 12 1 2 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 4 2 2 1 0 0 0 1

13 1 2 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 4 2 3 1 0 0 0 1
 14 1 2 4 2 3 2 2 0 0 1 0 0 1 1 1 0 3 4 3 2 1 0 0 0 1
 15 1 2 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 0 1 0 0 6 4 3 3 1 0 1 0 1
 16 1 1 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 1 1 0 0 6 4 3 2 1 0 0 0 1
 17 1 2 4 2 3 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 0 6 2 3 3 1 0 0 0 1
 18 1 3 4 2 3 2 3 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 4 3 2 1 0 0 0 1
 19 1 3 4 2 3 2 3 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 2 2 5 1 0 0 0 1
 20 1 3 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 4 3 2 1 0 0 0 1
 21 1 3 4 2 3 2 4 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 4 2 2 1 0 0 0 1
 22 1 3 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 4 3 2 1 0 0 0 1
 23 1 2 4 2 3 2 4 0 0 0 0 1 1 1 1 0 3 4 2 2 1 1 1 0 1

P P P P P P P P P P P P P
 O 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 P P P P P P P
 B 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1 1 2 2 2
 S F G H I J K L M N O P Q R 6 7 8 9 0 1 2

1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 2 0 80 98 1 2
 2 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 3 1 99 150 1 3
 3 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 4 2 145 190 1 3
 4 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 5 2 300 360 1 2
 5 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 3 2 200 300 1 2
 6 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 3 3 200 200 1 2
 7 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 2 3 150 120 1 2
 8 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 2 3 320 360 1 2
 9 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 6 3 120 130 1 3
 10 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 5 2 105 120 2 2

.....

212 0 0 0 0 0 3 0
 213 0 0 0 0 0 3 0
 214 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 2 63 120 1 2
 215 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 3 1 95 100 1 2

Lo que se puede observar (mirando todas las observaciones y, particularmente, a la primera tercera parte de las observaciones) es, entre otros:

- Hay muchos missing values en las preguntas P12 - P15
- Hay mucha deficiencia en lo que va detrás de P10, P15
- Hay poca confiabilidad de la calidad de la información obtenida, ver P21 y P22.

(iii) Empezando un análisis

Como una primera ilustración, se define una nueva variable *CONF* (confiabilidad) con valores 0 (poca) si P22=3, 1 (suficiente) en otros casos.

Se hizo una eliminación de variables en discriminación con respecto a *CONF* para obtener una primera idea del porque:

		Squared			
		Variable Numb	Canonical Prob >		
Step	Removed	In	Correlation	ASCC	Label
0		20	0.16407696	0.0003	
1	P2	19	0.16407429	0.0002	GARAJES
2	P17	18	0.16401941	0.0001	PERSONAS MAYORES DE 18 AÑOS
3	P18	17	0.16382778	0.0001	PERSONAS MENORES DE 18 AÑOS
4	P13	16	0.16364543	0.0001	BAÑOS
5	P15A	15	0.16302810	0.0001	ESTUFA GAS
6	P15E	14	0.16252624	0.0001	LICUADORA
7	P8	13	0.16098427	0.0001	VIAS
8	P14	12	0.15825267	0.0001	COCINA
9	P7	11	0.15463119	0.0001	ANDEN
10	P3	10	0.15093942	0.0001	JARDIN

11 P5	9	0.14733514	0.0001	PUERTAS
12 P19	8	0.14392500	0.0001	GASTOS POR MES EN EL HOGAR
13 P21	7	0.13890510	0.0001	NUMERO DE VISITAS
14 P15O	6	0.13330701	0.0001	TELEVISOR
15 P16	5	0.12450620	0.0001	HOGARES EN LA VIVIENDA
16 P20	4	0.10660977	0.0001	INGRESO POR MES DEL HOGAR
17 P12	3	0.08643264	0.0001	PISOS
18 P4	2	0.07744661	0.0001	FACHADAS
19 P6	1	0.05924579	0.0001	VIVIENDAS
20 P11	0			HABITAT

Después se corrieron modelos logísticos con respecto a CONF , eliminando variable tras variable *para complementar, chequear, corroborar el anterior resultado, llegando a la siguiente explicación:*

Effect	Parameter	Estimate	Standard Error	Chi-Square	Prob
P20	1	-0.00703	0.00131	28.96	0.0000
LIKELIHOOD RATIO			35	30.22	0.6979

.....

Como ya se había mencionado en la introducción, para un análisis más a fondo no se tenían los datos suficientes.

.....

Espero que se pueda continuar con esta evaluación y obtener así una mejora en la calidad de la información y de las conclusiones y decisiones que se quieren y deben hacer con respecto a este problema actual de Colombia.

CALIDAD DE LA INFORMACION EN LAS ENCUESTAS

LUDOVIC LEBART

**Doctor en Estadística. Director investigaciones Ecole Nationale
Supérieure des Telecommunications. Presidente L'associations pour
Statistique et ses Utilisations**

-
1. **Introducción**
 2. **Concepción del cuestionario**
 3. **Diseño muestral**
 4. **Tipo de entrevista**
 5. **Trabajo de campo y entrevista**
 6. **Tratamiento de la información**
-

1. Introducción

Vamos hablar de los problemas de calidad de la información en las encuestas. Para iniciar, quisiera presentar el campo de actividades del que se ocupa el control estadístico, en dos áreas.

El área del Centro de Estudios de Soporte a la Publicidad (CESP), se trata de una asociación encargada de controlar todas las encuestas de audiencia , de televisión, radio, prensa, revistas, diarios, películas, en términos generales, de publicidad, que se realizan en Francia.

La segunda área de actividad se refiere a las encuestas de calidad de la Escuela Nacional Superior de Telecomunicaciones (ENST). Se trata de una empresa que pertenece al sector público (será así por un año más). Esta empresa realiza más de 900 mil entrevistas por año con el fin de medir la calidad de los servicios que presta.

Ahora, las encuestas por muestreo que conozco no son de tipo administrativo; son encuestas privadas y por lo general de mercadeo. Las muestras van de 1.000 hasta 20.000 personas; estas encuestas alimentan las estadísticas oficiales, la contabilidad nacional y es lo que realiza precisamente el Instituto Nacional de Estadísticas en Francia (INSEE). Sirven también las encuestas de muestreo para los estudios de imagen; observan la opinión pública y la aplicación más popular, tal vez, se refiere a las encuestas políticas, los índices de popularidad, las encuestas preelectorales, etc..

Además permiten estudios de audiencia, utilización de los medios de comunicación y sirven con frecuencia como instrumentos de gestión y de control, por ejemplo, medición de la satisfacción de la clientela con respecto a los servicios públicos, es lo que sucede en el caso de ENST, la Empresa de Energía o de la Sociedad Nacional de Ferrocarriles de Francia prácticamente son ellos quienes solicitan este tipo de estudios.

Lo último pero no lo menos importante, estas encuestas sirven para nutrir y alimentar la investigación científica de tipo socio-económico, demográfico y epidemiológico.

El proyecto o el plan de mi exposición es: primero explicaré un poco la concepción de los cuestionarios, el diseño de los mismos y luego, en cuanto al diseño muestral seré muy específico sobre todo por razones internas que corresponden a la legislación francesa, es decir, que este segundo punto lo trataré en forma breve. A continuación, hablaré del tipo de entrevista; enseguida, del terreno de la entrevista y por último, el tratamiento y procesamiento de la información.

2. Concepción del cuestionario

2.1 Naturaleza y homogeneidad del contenido

La concepción, el diseño y la naturaleza misma del cuestionario están ligados a la calidad de la información; quienes investigan saben bastante de ello. Un contenido homogéneo, coherencia, lógica y cierta discreción son cualidades necesarias con el fin de obtener una verdadera colaboración del entrevistado y una buena encuesta; podríamos hacer la similitud: cuando se realiza una buena consulta médica se presenta un diálogo específico que requiere la colaboración de la persona interrogada. Por ejemplo, el medio utilizado para la encuesta con respecto al SIDA, llevada a cabo en Francia, fue una encuesta telefónica que proporcionó mejores resultados que la entrevista frente a frente, porque hasta cierto punto, para el encuestado era más fácil expresarse por teléfono.

Otro caso, es una técnica con una especie de cajoncitos, cada uno contiene un segmento de las posibilidades de respuesta: de acuerdo, poco de acuerdo, en unas hojitas que contienen las frases. La persona deposita en la cajita la respuesta, por lo tanto existe cierta confidencialidad, esto es clásico en las encuestas de tipo político sobre todo.

2.2 Redacción de preguntas

La redacción de preguntas abiertas o cerradas es muy importante para obtener calidad. La experiencia sobre el tema, es amplia, por ejemplo, existen obras de Schuman que tratan

específicamente la calidad de la información en las encuestas, también las obras de Groves sobre los errores de medición en las encuestas, igualmente los trabajos de Jean-Paul Grémy sobre el orden de las preguntas, y una obra titulada *Calidad de Información en las Encuestas*, basada en un estudio que hice en París hace dos años, publicada en inglés y francés, precisamente voy realizar un resumen de ella.

Aquí, tenemos ejemplos típicos de variación de respuestas en función del orden de redacción del cuestionario, existen numerosas experiencias sobre las preguntas abiertas o cerradas en las obras de Schuman, como el de la pregunta sobre la violencia en los Estados Unidos, dos encuestas comparables con una pregunta cerrada, una abierta y lo que se obtiene.

A la pregunta ¿Cuál es el problema más importante que debe enfrentar actualmente los Estados Unidos?. El ítem violencia obtuvo 16% cuando la pregunta era abierta y 32% cuando la pregunta era cerrada.

Lo mismo sucedió en Francia, referente al estudio de inmigración, cuando se hacen preguntas indiscretas, las preguntas abiertas dan resultados muy bajos mientras que las preguntas cerradas, cuando se menciona el término inmigrantes dan resultados más importantes, lo cual se verificó en diferentes encuestas.

¿Qué pasa cuando la pregunta es abierta?. Las personas no siempre consideran el ítem de respuesta, como permitido y cuando la pregunta es cerrada saben que es una de las posibilidades, por eso fundamentalmente este tipo de reacciones y respuestas son muy diferentes.

La utilización de preguntas abiertas para el control de las encuestas, es importante debido a que éstas permiten, hasta cierto punto, complementar las preguntas cerradas y dar mayores ideas.

Otro aspecto clásico, en la medición de audiencias las preguntas abiertas dan resultados más bajos si se comparan con las preguntas cerradas, pero lo que ocurre es que las preguntas abiertas son tal vez más prácticas y menos costosas. Por ejemplo en Francia, tenemos 2000

títulos de revistas diferentes, aun si sólo estudiamos las 150 más frecuentes, de todas formas son 150 preguntas, 150 logotipos que vamos a mostrar y la entrevista tendría una duración de 20 o 25 minutos, las preguntas abiertas suministran una información diferente pero mucho más rápida en la mayoría de los casos.

2.3 Orden de las preguntas y modalidades de respuesta

El orden de las preguntas es un factor esencial. En una encuesta que dirigí en una empresa de investigaciones en Francia, había preguntas relacionadas con el entorno ambiental planteadas por el Ministerio del Medio Ambiente y preguntas relacionadas con la actividad nuclear, hechas por la Empresa de Energía de Francia que es el organismo que administra las centrales nucleares. Cuando las preguntas sobre actividad nuclear se ubicaban después de las del medio ambiente los franceses se manifestaban antinucleares, porque habían creído comprender que el espíritu del cuestionario era pro medio ambiente y cuando lo nuclear iba antes del medio ambiente el resultado era que los franceses parecían más neutros, algo pro nucleares.

Ven ustedes entonces cómo el orden de los factores es importante.

2.4 Duración total

La duración es otro factor de calidad importante y todos lo sabemos, en las encuestas del Centro de Estudios de Soporte a la Publicidad, la disminución de audiencia siempre es fuerte; por ejemplo en las revistas o los medios que aparecen al final del cuestionario.

2.5 Principales modalidades de control

- Permutación de los temas en los cuestionarios, con el fin de evitar los efectos que acabo de mencionar relacionados con el orden de las preguntas y la duración total.

- El cronometraje de la entrevista, es útil como variable de control.
- La pregunta abierta por qué es importante desde el punto de vista semántico, con el fin de saber y conocer las explicaciones de cómo las personas han entendido las preguntas, además proporcionan información complementaria con respecto a los efectos de contaminación.

3. Diseño muestral

En cuanto al diseño muestral, seré breve debido a la legislación, de hecho en Francia tenemos una ley que prohíbe la utilización de listas con nombres desde un punto de vista informático, esto quiere decir que fuera del Instituto Nacional de Estadísticas no hay ningún organismo que pueda hacer estudios aleatorios frente a frente.

3.1 Muestreo por cuotas

El muestreo por cuotas es el método más frecuente utilizado en Francia por los institutos privados de investigación. Fácil de ejecutar, poco costoso, posee numerosas ventajas prácticas. Sus desventajas son bien conocidas: posibilidad de sesgos debido a una selección de unidades muestrales que se deja al criterio de los encuestadores en el terreno, ausencia de posibilidad de tratar, la no respuesta, necesidad de una información externa para fijar las cuotas. Este método es un modelo de regresión generalizada de análisis de varianza, en el que se piensa que algunos predictores tienen poder sobre las variables que se quieren medir edad, sexo, actividad o profesión en la mayoría de las encuestas.

El Software llamado SPAD es un procedimiento que permite controlar la forma en que se desarrolla el trabajo en el terreno.

3.2 Rectificación

Existe dentro de este diseño muestral una fase que podríamos llamar de rectificación que consiste en darle a cada individuo su peso con el fin de compensar la muestra en distribucio-

nes que se conozcan. Es usual, en procesamiento de encuestas tomar la información externa a partir de datos obtenidos por el censo, los cuales permiten ver el comportamiento real de la muestra.

Ahora desde el punto de vista de la calidad esta rectificación o calibración es un instrumento de validación, quiere decir que los datos que se rectifican deben acercarse a los objetivos específicos; cuando los datos compensados varían mucho con respecto a los datos en bruto es, prácticamente, un índice de desequilibrio de la muestra, por lo tanto se debe tener mucho cuidado y hasta cierto punto tomar precauciones, los datos rectificados no son considerados como los datos reales. Existe toda una metodología de rectificación.

3.3 Principales modalidades de control

- Controles telefónicos y visitas de control que son muy comunes en todos los institutos de investigación estadística.
- Seguimiento longitudinal del desarrollo de la encuesta mediante los sistemas CATI (entrevista telefónica asistida por computador) y CAPI (entrevista personal asistida por computador).
- Control específico por días señalados. Particularmente cuando se mide audiencia, es fundamental determinar lunes, martes, miércoles en forma muy equilibrada.
- Histogramas de los pesos de rectificación que por lo general deben ser de una baja amplitud, es decir, que debe haber máximo un coeficiente entre el peso más pequeño y el peso más grande con el fin de que sea adecuado; es un dato realmente empírico.

4. Tipo de entrevista

A continuación mostraré un cuadro resultado de uno de los artículos que aparece en el libro («Data Quality in Mail, Telephone, and Face - To - Face Surveys: A Meta-analysis», 1991

submitted), de Edith de Leeuw, socióloga estadística. La señora Leeuw hizo este cuadro basado en resultados de cierto número de encuestas para dar una clasificación en función del tipo de entrevista: por correspondencia, teléfono o frente a frente.

Ordenamiento de los modos de entrevista según indicadores de calidad

Indicador de calidad de los datos	Modo de interrogación		
	Correo	Teléfono	Frente a frente
Tasa de respuesta	3	2	1
Item (No) respuesta	3	2	1
Cantidad de información	sin dato	2	1
Aceptación y validación de información (respuesta válida)	1	2 ó 3	2 ó 3
Ausencia de sesgo	1	3	2
Distribución de respuestas similares	1	3	2

Fuente: Resultados del «Meto-Análisis» Edith de Leeuw, 1991.

En cuanto, a las tasas de respuesta, vemos que el tipo de entrevista frente a frente ocupa el primer lugar, teléfono el segundo y cuando se hacen encuestas por correspondencia en tercera posición, lo cual ya no es cierto, pues es una información que data de 4 años atrás. Probablemente, en Bogotá como en las demás grandes ciudades, el crecimiento urbano, generalmente se presenta en bloques de edificios y conjuntos cerrados, lo que ocasiona que la entrevista sea más difícil. Por tal motivo, las tasas de respuesta para las encuestas frente a frente se ven afectadas, porque se presentan problemas de accesibilidad que no son fáciles de resolver. Como consecuencia de lo anterior, el teléfono está desplazando, por lo menos en Francia, a la entrevista personalizada.

En las tasas de no respuesta dentro del cuestionario tenemos prácticamente el mismo orden y siempre es válido:

Las encuestas por correspondencia presentan efectos que hacen que algunas personas dejen de lado grupos enteros de preguntas.

En la entrevista telefónica a veces la gente duda en responder.

En la entrevista frente a frente sí existe una especie de presión por parte del encuestador para que la persona responda.

La cantidad de información para la entrevista telefónica y frente a frente se mantiene igual, pero frente a frente se puede hacer una entrevista más rica que por teléfono.

La validación de la entrevista por correspondencia, es colocada por la señora Leeuw, en primer lugar y prácticamente el mismo lugar ocupan la telefónica y la entrevista frente a frente, es decir que cuando alguien contesta por correo, responde más conscientemente porque dispone del tiempo necesario.

La ausencia de sesgo, medida a través del deseo que tiene el encuestado de darle gusto al encuestador en la entrevista por correo, ocupa el primer lugar, curiosamente, puesto que es evidente la mayor aceptación de la entrevista telefónica.

La similitud con las distribuciones teóricas y estabilidad hasta cierto punto según la señora Leeuw, se comporta igual que el anterior.

Esta es una breve descripción de los tres modos de interrogación o de realización de encuestas.

Otra forma de interrogación que se desarrolla ampliamente son las terminales telemáticas. Existe una experiencia de recopilación permanente de información de compras en los hogares por telemática, son encuestas que se hacen en los hogares y a cada uno de éstos se le da una terminal con la posibilidad de leer los códigos de barras, de los productos adquiridos y su información se transmite al centro de investigaciones; son procedimientos muy interesantes, que actualmente se están experimentando.

En Estados Unidos y en Alemania los desarrollos de este tipo de encuestas son mucho más importantes, son encuestas, repito, que se hacen en los hogares, no se realizan en el supermercado propiamente.

5. Trabajo de campo y entrevista

En el terreno, hay efectos de encuestas que son conocidos y que vamos a poder medir con las modalidades de control que se describen más adelante. Existe un efecto de interacción social que es evidente en los países donde la inmigración es importante; es decir, cuando existen lenguas o razas diferentes. Naturalmente se requiere adaptar una red de encuestadores para que, precisamente en el momento de llevar a cabo la encuesta, puedan comunicarse en las lenguas requeridas, por ejemplo en Bélgica los encuestadores hablan flamenco y francés.

También, hay efectos relacionados con la forma en que se hace y se administra el cuestionario que puede ser corregido con efectos de carácter individual debido a la personalidad misma del encuestador. Las siguientes variables pueden ser tenidas en cuenta: circunstancias de la entrevista, hora y lugar de su realización, en la calle, en la cocina, en la sala de estar.

Además, es muy importante la remuneración y capacitación de los encuestadores. Desafortunadamente este aspecto de remuneración es uno de los rubros del presupuesto en los que siempre se quiere hacer economía y quizás es la única variable que está realmente relacionada con la calidad, pero como no es una variable muy interesante, entonces por lo general se ignora.

5.1 Principales modalidades de control

El archivo de control comprende:

- Nombre, edad, sexo del encuestador y otras características pertinentes, tales como el nivel de instrucción, nivel de educación, región de procedencia. En algunos países, como Estados Unidos, se anota inclusive la raza del encuestador; esto lo impide la legislación francesa.
- Igualmente, las personas que asisten a la entrevista, cuando uno hace preguntas con respecto a la familia, sobre actividad sexual para encuestas epidemiológicas, es muy diferente si el cónyuge está o no presente; por eso cada vez se hace más necesario realizar las entrevistas por teléfono.

- La hora y el día también son importantes.
- Lo mismo que las observaciones del encuestador con respecto a la cooperación, al entorno, al clima general de la entrevista, las dificultades que se presentaron, más las observaciones libres hechas por las personas encuestadas, al igual que la información suministrada en las preguntas abiertas al final de una encuesta, tales como: ¿Qué piensa usted...?, ¿Cómo le pareció la encuesta?, ¿Piensa que hubo preguntas que faltaron?, este tipo de información es supremamente útil y se acostumbra a formularlas siempre porque nos suministra información para conocer como el encuestado ha percibido la encuesta.

6. Tratamiento de la información

Del procesamiento normal de la encuesta no voy a hablar, porque esto es un aspecto clásico que todos conocemos. Hablaré sobre todo del procesamiento de la información del llamado fichero o archivo de control que se hace a propósito en la encuesta.

El archivo de control tiene una serie de preguntas cerradas, preguntas normales, usuales, variables nominales, variables categóricas, variables ordinales. También hay variables que permiten ver la permutación de los temas para cada cuestionario, mediante un número que nos indica en qué orden aparecen las preguntas con el fin de controlar después los resultados. La duración de las entrevistas es una variable continua, por lo general se calcula en minutos, los pesos de rectificación para cada individuo es una variable continua, número, la edad, el código del encuestador, la variable encuestador que es una variable nominal.

Si se tiene en cuenta los encuestadores entonces vamos a tener 60 categorías y ahí se pueden hacer test que por lo general dan respuestas importantes, número del encuestador, la edad, sexo, el tiempo que lleva trabajando en la institución que hace el estudio y es una variable que hemos visto muy interesante para determinar la calidad de la información; está ligada con la edad además de otras variables; personas que asisten a la entrevista es una variable nominal: cónyuge, hijos, amigos, etc.. Las observaciones del encuestador, cooperación, clima de la entrevista, dificultades que son datos nominales. En las preguntas abiertas tenemos los textos

donde aparecen los comentarios por parte de la persona interrogada, las observaciones libres efectuadas por el encuestador y las preguntas abiertas por qué, que se hacen después de ciertas preguntas de tipo cerrado.

Por eso aún sin haber realizado el procesamiento de la encuesta misma, ya se tiene mucho trabajo que desarrollar, puesto que se va a analizar también este tipo de información.

6.1 Ejemplos de procesamiento de la información

Estimaciones que se pueden hacer de datos faltantes: un ejemplo es la tipología de opiniones, los datos que faltan en las variables nominales son modalidades como las demás y, por lo tanto, pueden entrar en el procesamiento de datos multidimensionales y hacerse estimaciones de tales datos.

En problemas muy precisos se pueden hacer descripciones, como saber quién no responde a tal o cual pregunta, hablo de datos que faltan no de cuestionarios rechazados. La situación del cuestionario que ha sido rechazado también es importante pero muy difícil de resolver y administrar.

Efecto encuestador: el ejemplo de una encuesta de tipo industrial que se lleva a cabo en el sector de las telecomunicaciones en la cual se hace seguimiento en tiempo real mediante los sistemas CATI y CAPI, gracias a ello se puede transmitir continuamente al centro de investigaciones y comenzar el procesamiento, la explotación y verificación sobre todo de la variable encuestador que es bastante fácil de realizar.

Significado de la información y pruebas de coherencia: son prácticamente los métodos de análisis descriptivo que permiten obtener modelos y verificar la coherencia de ciertos datos.

Comentarios con respecto a la entrevista: a continuación mostraré un ejemplo referido a la pregunta siguiente: ¿Después de haber sido interrogado mucho tiempo sobre su nivel de vida, su medio ambiente, la energía, etc., piensa usted que en este cuestionario hay preguntas que puedan incluirse?, ¿Qué piensa usted de esta encuesta?.

Se obtuvieron respuestas según las características de las estadísticas. Las personas poco instruidas por lo general quedan satisfechas con la encuesta; si pasamos a los hombres obreros sin hijos naturalmente hay una técnica de selección de las categorías pero, si tomamos a los hombres obreros con hijos, dicen que hay muchas preguntas, que hay injusticia respecto a la repartición de los subsidios familiares, etc..

Si vamos al grupo de las amas de casa, el cuestionario también incluía nivel de vida, medio ambiente, etc.. Las amas de casa de nivel modesto dicen, se hubiera podido abordar el tema del ama de casa para tenerla más en cuenta porque sólo se habla de la mujer trabajadora; otra mujer dice este cuestionario fue hecho por mujeres parisienses activas y no se tuvieron en cuenta las amas de casa que viven en provincia y que no trabajan. Este grupo critica el cuestionario pero las personas que hicieron el cuestionario no habían pensado en ese tipo de aspecto.

Entre las jóvenes, las mujeres activas bien acomodadas, ricas con hijos por el contrario critican el cuestionario por ser muy lento, muy detallado, no me gusta hablar de mi vida privada, bueno toda una serie de críticas. Entonces lo que pasa es que gracias a esta pregunta relativa a la encuesta vemos que el instrumento de observación fue percibido de una manera completamente diferente en los distintos niveles de la escala social.

En otras palabras, hay una actitud muy crítica por parte de las personas instruidas y otras categorías tienen una actitud muy reivindicativa. Esto nos permite ver que la percepción del instrumento de observación es variable.

La pregunta que nos hacemos entonces es: ¿Si un termómetro funciona mejor en agua caliente que en agua fría, sería un termómetro que permitirá medir la temperatura?. Si la temperatura cambia la calidad del termómetro, entonces ya no es un termómetro. Con las encuestas pasa algo similar, cuando se introduce información de control muy rica, preguntas abiertas, etc., vemos que hay 5 a 10 encuestas diferentes según el tipo de población; ello nos permite reflexionar sobre lo que constituye una encuesta, que no es siempre en realidad el instrumento científico; si observamos muy cerca este tipo de problemas no se ven y si los vemos es con cierta distancia.

LA CALIDAD DE LAS ESTADISTICAS VITALES EN AMERICA LATINA

DIRK JASPERS FAIJER

**Doctor en Demografía. Secretario Docente CELADE. Experto
Internacional Naciones Unidas en Aspectos de Población.**

-
1. **Introducción** 1
 2. **Características de las Estadísticas vitales en América Latina** 7
 3. **Algunas anotaciones finales** 11

1. Introducción

Cada vez que las estadísticas vitales son abordadas en reuniones internacionales, resalta un común denominador: la evaluación de su calidad y el consenso acerca de la necesidad de acelerar su mejoramiento.

Esta preocupación por la calidad de las estadísticas vitales es absolutamente comprensible si se considera que, en cuanto al registro de las defunciones, por ejemplo, únicamente cinco de los veinte países latinoamericanos tienen una cobertura superior al 90%. Si, por otra parte, se analiza la calidad misma de la información disponible (por ejemplo en cuanto a información sobre causas de muerte), esa preocupación se hace aún más patente.

A pesar de los muchos intentos para mejorar la calidad de los registros de hechos vitales, no se han observado mejoras en los últimos 30 años. Incluso, es muy probable que la situación haya empeorado en los últimos años debido a las reformas económicas y estatales puestas en práctica en la región, que podrían haber afectado la continuidad de las estadísticas.

Por otra parte, el interés por contar con estadísticas oportunas y de buena calidad es creciente, debido a la necesidad de diseñar, focalizar y evaluar de manera informada las políticas y programas sociales, todo esto en un contexto de limitados recursos financieros y dentro de un marco de descentralización de la gestión pública.

Lo anterior viene a significar que, por falta de estadísticas oportunas y de buena calidad, muchos países deberán recurrir -tanto para el diseño de las políticas así como para la asignación de recursos- a indicadores «out-of-date», generalmente basados en datos censales o provenientes de encuestas, y a proyecciones. Es obvio que, de esta forma, el impacto de los programas no puede ser óptimo, y además se incurre el riesgo de pérdida de recursos ya de por sí limitados.

Sin embargo, y la experiencia lo ha mostrado, lograr una mejora en la cobertura y calidad^{1/} de las estadísticas vitales^{2/} no es una tarea simple, debido a los múltiples factores intervinientes. Los problemas de las estadísticas vitales se originan, principalmente, de la operación de dos tipos de factores:

- los relacionados con la declaración, o no, de un fallecimiento o nacimiento por parte de los interesados (por ejemplo, padres y familiares); y,
- los relacionados con el propio sistema de registro.

Los primeros pueden considerarse como «ambientales», mientras que los segundos son de tipo administrativo-institucional.

Los factores de índole «ambiental» son un reflejo de las características que asume el desarrollo social y económico y de las condiciones culturales de un país; en otras palabras, mientras no existan razones o incentivos para declarar un nacimiento (por ejemplo, la percepción de asignaciones familiares, seguro médico, educación gratuita, etc.) o una defunción (por ejemplo, pensiones o seguros de vida, autorización de entierro), difícilmente se podrá conseguir que tales hechos se declaren únicamente para cumplir con un requisito legal. Existen excepciones en este sentido, ya que otros factores pueden influir en la decisión de inscribir un hecho vital, tales como, por ejemplo, los de tipo religioso. Adicionalmente, existen factores relacionados con aspectos de carácter administrativo-institucional, que pueden influir, en forma negativa, en la decisión de inscribir un hecho. Por ejemplo, dificultades de acceso a los lugares de registro, el tiempo que se gastará en efectuar los trámites, así como sus eventuales costos. En este último caso habrá, por parte de los interesados, una evaluación de los costos de inscripción respecto a los posibles beneficios que de ese registro pudieran derivarse.

Por otra parte están los factores de tipo administrativo-institucional. Debe tenerse presente que las estadísticas vitales implican un sistema de gran envergadura dentro del aparato estatal, con cobertura nacional (que va desde el lugar donde se registra el hecho -sea en la municipalidad, notaría, hospital u otro lugar autorizado-, el envío o recolección de la información a niveles administrativos superiores, hasta la centralización de toda la información a nivel nacional, incluido además el tiempo que va desde el procesamiento de la información hasta su publicación). Por lo cual existen muchas instancias donde pueden surgir errores.

Así mismo, dado que el sistema de las estadísticas vitales opera en forma conjunta con el registro civil, no existe una única instancia estatal responsable, sino que esa responsabilidad es compartida entre las oficinas pertinentes (generalmente entre la oficina encargada de las estadísticas y la oficina nacional del registro nacional, aunque en varios países también los ministerios de salud - como uno de los principales usuarios- tiene responsabilidades, por ejemplo, en el tema de causas de muerte).

De lo anterior se desprende que los problemas que se encuentran en las estadísticas pueden tener varias posibles fuentes de error. Mientras que los factores llamados «ambientales» afectan en forma directa la cobertura de los hechos, los factores de tipo administrativo-institucional pueden causar deficiencias tanto en la cobertura como en la calidad de información.

Las posibilidades de mejoramiento de las estadísticas vitales dependen de la situación de partida. Es decir, mientras mayores sean las deficiencias en la cobertura y calidad de la información más difícil será su mejoramiento a corto plazo, dado que los orígenes de los problemas (desarrollo social y económico, así como el funcionamiento del aparato estatal) son de carácter estructural. Sin embargo, se estima que países cuyos registros tienen cobertura de sus hechos vitales superiores al 80%, como por ejemplo Colombia, deban estar en condiciones de mejorar sus estadísticas en un plazo relativamente breve y a bajo costo (ONU, 1991).

En las siguientes secciones se enseñarán algunos de los tipos de errores que presentan las estadísticas vitales en América Latina, así como su intensidad. En particular, se hará referencia a la cobertura de los registros de defunciones y nacimientos, así como a los problemas que surgen con las causas de muerte.

Finalmente se presentarán algunas reflexiones sobre las posibilidades y necesidades de mejorar la cobertura y la calidad de las estadísticas vitales.

2. Características de las estadísticas vitales en América Latina

Uno de los primeros problemas con que se encuentra un interesado en estudiar la mortalidad basándose en las estadísticas vitales, es la falta de la disponibilidad y accesibilidad de información básica actualizada, ya que muy pocos países publican oportunamente sus estadísticas, y otros ni siquiera las publican (aunque puedan estar disponibles en la oficina de estadística, como el caso de Costa Rica) o lo hacen con mucho atraso. Por otra parte, es difícil encontrar información detallada necesaria para cualquier estudio de cierta profundidad. Así, por ejemplo, en los últimos anuarios de estadística de Colombia, no hay información sobre las defunciones según grupos quinquenales de edad, ni sobre nacimientos según edad de la madre. Tampoco hay una explicación sobre qué representan los números de nacimientos, es decir, si corresponden a los registrados en un año determinado o a los nacidos y registrados en ese año.

Incluso si se pudiera tener acceso a los microdatos, es muy posible encontrarse con sorpresas. Por ejemplo, guiados por el contenido de los formularios de registro pueden surgir temas de investigación de particular interés; sin embargo, al analizar la base de datos puede encontrarse que no todas las variables fueron transcritas a la base de datos.

En lo que sigue se analizará la cobertura de las estadísticas vitales en América Latina (limitándose a las estadísticas de nacimientos y defunciones), así como algunos indicadores de la calidad de la información, enfatizando los problemas del registro de defunciones, sobre el que se cuenta con mayores antecedentes (Jaspers Faijer y Orellana, 1991)

Cobertura de los registros.

La primera característica (y acaso la más importante) que debe ser abordada es la cobertura¹ de las estadísticas vitales. Tal como se señaló en la introducción, las fuentes de error de cobertura pueden ser varias y, de tal manera, aun cuando se haya inscrito en forma legal un nacimiento o una defunción, esto no implica necesariamente que el acontecimiento quede reflejado adecuadamente en las cifras que se publican finalmente.

Las estimaciones del subregistro de las estadísticas de nacimientos y defunciones que se presentan a continuación han sido obtenidas a través de la comparación de las cifras registradas con las estimaciones del número de nacimientos y defunciones implícitas en las estimaciones (y proyecciones) oficiales de población de cada país.

Cobertura del registro de defunciones

El grado de cobertura del sistema de estadísticas vitales, en lo que se refiere al registro de las defunciones, es muy variable en América Latina: hay países que registran casi todas sus muertes (y publican los resultados) y otros donde ni siquiera se conoce el número de defunciones registradas, o en los que solamente un 50% de ellas quedan inscritas.

Si se agrupan los países de acuerdo con el criterio (subjetivo) que considera una cobertura superior al 90% como «buena», entre 80 y 89% como «satisfactoria», «regular» cuando es del 70 al 79% y «deficiente» aquella inferior al 70%, se obtienen los resultados que se presentan en el cuadro 1.

En el período 1980-1985, menos de la mitad de los países latinoamericanos contaban con estadísticas que pudieran ser calificadas como buenas o satisfactorias (con un subregistro inferior al 20%). Además, es notorio que entre 1960 y 1985 esta situación no cambió sustancialmente y que aún hay ocho países con subregistro superior al 30%.

Ningún país de la región ha logrado una mejoría notable en su cobertura durante tal período (véase el cuadro 2), excepto Venezuela, que entre 1960 y 1980 bajó el subregistro de 25 a menos de 10 por ciento, aun cuando en el siguiente quinquenio aumentó 13 por ciento. Un caso similar es el de Cuba, que cuenta con una muy buena tradición en el campo de las estadísticas. El elevado porcentaje de subregistro que presenta en el período 1960-1965 debería considerarse como una excepción, atribuible a que este período cubre también los años cercanos a la revolución de 1959 (Chackiel, 1987).

Cuadro 1

América Latina. Número de países, según grado de cobertura de las estadísticas de defunciones

Clasificación según grado de cobertura	Grandes grupos de edad, 1980-1985								
	Total				0-14			15 y más	
	1960- 1965	1975- 1980	1980- 1985a/ b/	1987 b/	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres Mujeres
Buena (superior al 90%)	3	7	5	3	3	3	2	8	10 7
Satisfactoria(entre 80 y 89%)	5	3	4	2	2	3	3	4	1 4
Regular(entre el 70 y el 79%)	4	2	4	2	5	4	5	2	4 3
Deficiente(inferior al 70%)	7	8	5	-	7	7	7	3	2 3
Sin información	1	-	3	13	3	3	3	3	3 3

a/ Según la base de datos de la OPS.

b/ La base de datos de la OPS para este año sólo contiene información para siete países. Estas estimaciones de la cobertura de las defunciones registradas son muy aproximadas, dado que las defunciones provienen de las proyecciones de población (lo que, para el período 1985-1990, significa, en la mayoría de los casos, una proyección de la mortalidad).

En el caso de Colombia se observó un deterioro importante entre 1960 y 1980, ya que pasó de un subregistro de 10% a 26%. Estimaciones más recientes indican un posible mejoramiento, situando el subregistro en 20%.⁴

Lo dicho hasta ahora se refiere a totales nacionales y, por tanto, puede esconder varios problemas de mayor envergadura. Una primera aproximación para profundizar puede estar en el análisis de la cobertura según grandes *tramos de edades*. Así, al estudiar el subregistro en las defunciones adultas (15 años y más), se observa que es muy inferior al promedio nacional en todos los países, salvo Cuba. Esto implica que hay más países donde puede analizarse la mortalidad adulta con estadísticas de cierta confiabilidad (12 países presentan subregistros inferiores al 20% para la mortalidad adulta; véanse los cuadros 1 y 2).

Al mismo tiempo, queda en evidencia que las investigaciones sobre la mortalidad de menores de 15 años se ven mucho más limitadas, ya que existen únicamente tres países con menos del 10% de subregistro en las defunciones correspondientes a este período. Además, cabe señalar que existe, aun en países con buenas estadísticas, la tendencia a que los niños nacidos vivos pero fallecidos en los primeros días no aparezcan en las estadísticas, por haber sido declarados como muertes fetales (Guzmán y Orellana, 1987). Este sesgo no afecta solamente la cobertura de las defunciones, sino también el registro de nacimientos.

En Colombia, por ejemplo, mientras que el subregistro en las defunciones menores de 5 años (según Pabón y Ruiz, 1986) en el período 1979-1981 alcanzaba el 33%, en los mayores de 5 años fue de apenas 17%. Cabe señalar además que dentro del grupo de menores de cinco años se observó mejor cobertura en los menores de un año (69%) que en los de 1 a 4 años (61%), lo que pudiera explicarse por el hecho de que parte importante de la mortalidad infantil haya ocurrido en hospitales y haber redundado así en un mejor registro.

Por otra parte, aunque a niveles totales no se observan grandes y sistemáticas diferencias *por sexo* en el subregistro en América Latina, sí se observa una clara tendencia a un mejor registro de las muertes adultas masculinas que de las femeninas; Brasil es el caso extremo, donde se omite el registro de solamente el 6% de las defunciones masculinas y, en cambio, el subregistro asciende al 26% en el caso de las femeninas (véase el cuadro 3). En Colombia también puede observarse este hecho, con un subregistro que llega casi al doble en las defunciones femeninas (véase cuadro 3).

Cabe señalar que en varios países se ha observado que este diferencial en la cobertura por sexo es más marcado en edades reproductivas jóvenes lo que, conjuntamente con una menor precisión de las causas de muerte en las mujeres en esas edades, hace sospechar un posible vínculo con la mortalidad materna, la cual, como se sabe, queda subregistrada en todos los países.

Otros problemas con el subregistro de las estadísticas se observan al analizarlas a niveles geográficos menores. Aun países con buena cobertura a nivel nacional, pueden tener divisiones administrativas, en particular aquellas de carácter rural, donde hay subregistro de importancia. Es el caso por ejemplo de Argentina, donde ciertas provincias aisladas tienen coberturas

Cuadro 2

América Latina:

Porcentaje de subregistros de defunciones, causas mal definidas y total sin información, 1960-1988

Países	Subregistro			Causas mal definidas			Total sin información					
	1960- 1965a/	1975- 1980b/	1980-1985 b/	1987d/ d/	1965a/ a/	1978a/ a/	1980- 1985d/	1987- 1988	1960- 1965	1978	1980- 1985	
Argentina	5.8	2.1	5.2	4.1	—	12.4	4.3	3.2	—	17.5	6.3	7.2
Bolivia	64.1	62.7	64.7	—	—	23.2	—	—	—	72.4	—	—
Brasil	34.4	19.6	23.5	29.0	—	39.7	—	21.4	—	60.4	—	44.2
Colombia c/	10.1	26.5	24.1	14.9	—	13.5	8.6	6.5	—	22.2	32.8	20.4
Costa Rica c/	11.7	13.7	7.5	7.5	1.1	9.2	8.0	5.7	2.3	19.8	20.6	12.8
Cuba	26.4	4.3	6.3	6.4	-0.6	1.6	0.0	0.3	0.2	27.6	4.3	6.7
Chile c/	3.7	6.3	1.4	1.5	10.6	7.7	10.8	8.7	8.1	11.1	16.4	10.1
Ecuador	12.8	18.9	22.5	22.4	28.1	21.7	16.5	15.7	15.0	31.7	32.3	34.6
El Salvador c/	28.3	31.4	33.6	34.0	—	34.4	28.5	21.5	—	53.0	51.0	48.2
Guatemala	12.7	4.9	6.8	10.7	—	16.0	18.2	12.4	—	26.7	22.2	21.8
Haití	—	79.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Honduras	49.8	51.0	40.4	48.5	—	41.0	34.0	36.2	—	70.4	67.7	67.1
México	11.3	9.3	12.2	12.5	—	18.6	8.9	5.4	5.2	27.8	17.4	17.2
Nicaragua	56.4	39.0	—	—	—	19.9	27.0	—	—	65.1	55.5	—
Panamá	25.2	25.2	25.7	25.7	21.1	18.6	10.8	9.6	8.2	39.1	33.3	32.8
Paraguay	58.5	31.1	47.6	43.2	—	25.8	19.4	21.6	—	69.2	44.5	55.5
Perú	42.6	35.7	—	52.5	—	13.7	8.4	7.7	—	50.5	41.1	56.2
República Dominicana.c/	54.6	44.8	41.3	41.4	—	32.1	31.9	17.5	—	69.2	62.4	51.7
Uruguay	6.0	2.9	1.2	3.5	0.4	6.7	6.9	7.9	6.2	12.3	9.6	11.1
Venezuela	24.8	9.4	13.3	12.7	17.0	25.0	14.2	12.2	13.2	43.6	22.3	23.4

a/ Chackiel, J., «La investigación sobre causas de muerte en América Latina». Notas de población No. 44.

CELADE (excepto los países indicados con c/).

b/ Información proveniente de anuarios de estadísticas vitales y del Demographic Yearbook (excepto los países indicados con c/).

c/ Información proveniente de los informes sobre proyecciones de cada país.

d/ Información proveniente de la base de datos de la OPS (Novena revisión).

inferiores al 70 % (INDEC, 1988). Parte de estas diferenciales puede explicarse por problemas de calidad de la información sobre lugar de residencia habitual del difunto, ya sea que se sospecha que se declare como residencia habitual el lugar de ocurrencia (por ejemplo, el lugar de ubicación del hospital donde el fallecido recibió su última atención médica).

El «Estudio Nacional de Salud» (Pabón y Ruiz, 1986) muestra claramente los problemas de cobertura en Colombia a nivel de regiones y secciones, encontrando desde secciones con cobertura de 100%, hasta inferiores al 40%. Este estudio encontró, además, que parte de los problemas de cobertura en 1981 se explicó por no haber grabado toda la información.

Cobertura del registro de nacimientos

Un análisis similar para las estadísticas de nacimientos es una labor más compleja, debido a las diferentes formas en que los países publican esta información. Algunos publican los nacimientos que han sido registrados en un año determinado y, por tanto, incluyen las inscripciones tardías (es decir, nacidos en años anteriores), otros presentan únicamente los registrados y ocurridos en el año, no considerando así los que fueron inscritos tardíamente. Finalmente, unos pocos países publican también los nacimientos ocurridos realmente en un año determinado (y registrados en un intervalo superior a los 15 meses, que es el que generalmente se considera). En este sentido, cualquier comparación podría conducir a interpretaciones erróneas.

De todas maneras cabe señalar que la cobertura del registro de nacimientos es superior al de defunciones. Sin embargo, si sólo se consideran los nacimientos ocurridos y registrados en el mismo año (incluyendo generalmente los inscritos en los primeros tres meses del año siguiente), la cobertura puede ser inferior, debido a la inscripción tardía. Este es el caso, por ejemplo, de Chile en la década de los ochenta, donde se estima que el porcentaje de inscripción tardía es cercano al 10% (considerando las inscripciones hasta 7 años después del de nacimiento) (Pérez, 1990). Lo anterior se refleja en las estimaciones de subregistro, correspondientes a 1975-1980, es decir hace unos 15 años, que se presentan en el cuadro 4 (proveniente de OPS, *Las condiciones de salud en las Américas*, 1990).

La situación de Colombia se inscribe dentro de este marco. Los números de nacimientos registrados y publicados (nota: la última cifra encontrada corresponde al año 1987) en los anuarios no explicitan cuáles nacimientos se consideran. De esta manera, es difícil de emitir un juicio sobre la diferencia en el porcentaje de subregistro calculado para los quinquenios 1975-80 y 1980-85, 16% y 0%, respectivamente (DANE, *Proyecciones nacionales de población, 1950-2025*). Es difícil suponer que en ese último quinquenio no hubo subregistro en los nacimientos y, por tanto, cabe pensar que las estadísticas publicadas se refieren a los nacimientos registrados sin considerar el año de ocurrencia.

Cuadro 3

América Latina. Porcentaje de subregistro, causas mal definidas y total de sin información, por sexo y grandes grupos de edad, 1980-1985

	% de subregistro						% de causas mal definidas						% sin información					
	0-14 años			15 y más años			0-14 años			15 y más años			0-14 años			15 y más años		
	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T
Argentina	14.4	16.3	15.0	2.4	3.5	2.6	6.5	6.6	6.5	2.7	2.5	2.6	20.0	21.8	20.5	5.0	5.9	5.1
Bolivia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brasil	52.8	44.7	49.5	5.9	26.1	15.4	24.6	26.0	25.2	19.7	21.1	20.3	64.4	59.1	62.2	24.4	41.7	32.6
Colombia	25.7	21.6	24.0	8.7	15.0	11.5	5.6	6.1	5.8	5.8	7.9	6.7	29.9	26.4	28.4	14.0	21.7	17.4
Costa Rica	19.7	21.1	20.3	2.7	5.3	3.9	4.9	4.7	4.8	5.5	6.5	5.9	23.6	24.8	24.1	8.1	11.5	9.6
Cuba	4.5	4.2	4.4	7.1	6.2	6.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	5.0	4.7	4.9	7.4	6.5	7.0
Chile	5.7	5.1	5.4	0.5	3.0	1.1	7.9	8.0	7.9	8.0	9.9	8.8	13.1	12.7	12.9	7.5	12.6	9.8
Ecuador	37.2	31.8	34.8	11.5	18.2	14.6	11.4	12.6	12.0	16.2	21.3	18.5	44.4	40.4	42.6	25.8	35.6	30.4
El Salvador	54.9	53.8	54.4	21.1	11.8	18.0	11.6	12.9	12.2	19.3	36.2	25.3	60.1	59.8	60.0	36.3	43.7	38.7
Guatemala	13.7	13.2	13.5	0.4	17.2	7.7	11.2	11.4	11.3	11.3	16.9	13.5	23.4	23.1	23.3	11.7	31.2	20.2
Haití	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Honduras	63.5	62.7	63.1	28.4	35.0	31.4	32.7	33.1	32.9	34.7	44.3	38.9	75.4	75.0	75.2	53.2	63.8	58.1
México	28.7	28.0	28.4	3.6	4.9	4.2	5.0	5.5	5.2	4.8	6.4	5.5	32.3	32.0	32.1	8.2	11.0	9.5
Nicaragua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Panamá	29.6	29.2	29.4	22.5	27.3	24.6	11.3	11.6	11.5	8.4	9.5	8.9	37.6	37.4	37.5	29.0	34.2	31.3
Paraguay	57.1	56.0	56.6	36.9	30.9	34.1	20.3	20.7	20.5	19.9	23.9	21.9	65.8	65.1	65.5	49.5	47.4	48.5
Perú	58.7	57.3	58.0	48.3	45.1	46.8	5.7	5.7	5.7	7.2	8.9	8.1	61.1	59.7	60.4	52.0	50.0	51.1
República Dominicana	55.9	56.2	56.0	29.4	29.4	29.4	11.5	11.8	11.7	21.8	26.3	23.8	61.0	61.4	61.1	44.8	48.0	46.2
Uruguay	7.0	10.7	8.6	1.0	5.5	3.1	8.9	9.5	9.1	7.7	6.1	7.0	15.3	19.2	16.9	8.6	11.3	9.9
Venezuela	24.8	21.2	23.3	8.4	7.5	8.0	11.9	12.9	12.3	11.1	13.4	12.1	33.7	31.4	32.7	18.6	19.9	19.1

Fuente: Cálculos elaborados con información disponible en la base de datos de la OPS (Novena revisión).

Cuadro 4**Nacimientos registrados y estimados, según característica del registro en países seleccionados, 1975-1980**

Características del registro y países	Nacimientos (miles)		% de discrepancia
	Registrados	Estimados	
Nacimientos registrados en un año sin conside- rar año de ocurrencia			
Brasil	2.485	3.671	32,4
Cuba	163	162	0,0
Honduras	146	148	1,3
Jamaica	59	59	0,0
México	2.343	2.279	-2,8
Nicaragua	110	118	6,5
Perú	557	617	9,7
República Dominicana	177	187	5,3
Uruguay	57	58	1,2
Venezuela	471	476	1,1
Nacimientos ocurridos y registrados en el año			
Argentina	666	677	1,6
Bolivia	140	235	40,4
Canadá	361	379	4,7
Costa Rica	63	67	6,0
Chile	225	255	11,8
Ecuador	227	290	21,7
El Salvador	171	178	4,0
Estados Unidos de América	3.340	3.621	8,0
Panamá	53	56	4,8
Trinidad y Tobago	28	28	0,0

FUENTE: OPS Las condiciones de salud en las Américas, 1990

Calidad de la información de las estadísticas vitales

Además de los problemas con la cobertura, que pueden tener varios orígenes, la calidad de la información recolectada también está sujeta a diferentes sesgos. Ya hemos comentado, algunos de ellos, tal como el hecho de que el lugar de residencia del difunto (o de la madre de un recién nacido) no siempre queda bien registrado (al cambiarlo, por ejemplo, por lugar de ocurrencia). Otras variables que muestran con frecuencia deficiencias son: actividad económica (del difunto o de los padres en caso de un nacimiento), nivel de instrucción, edad (en particular cuando se pregunta tanto por año de nacimiento como por años cumplidos, o por la edad de los fallecidos en el primer año de vida cuando se requiere información sobre el número de días, semanas o meses vividos), estado civil, etc. (véase, por ejemplo, R. Alvarado, 1991).

A su vez, las fuentes de error pueden ser varias (partiendo de la información suministrada por el informante), pero también se aprecian con frecuencia errores de procesamiento (codificación, transcripción y tabulación). Se sospecha que una porción de los errores originados en el momento del registro, se debe a una mala preparación por parte del responsable de diligenciarlo, quien considera que sólo está cumpliendo una función meramente administrativa.

Muchos de los errores mencionados en el párrafo anterior no salen a la luz con frecuencia, dado que no se hacen las evaluaciones necesarias, y por otra parte, no todas estas variables se utilizan para la publicación de los resultados. Sin embargo, hay un dato que sí es de preocupación general: la causa básica de muerte en el registro de defunciones.

Este es un dato de suma importancia dado que generalmente constituye la fuente para obtener mayor información sobre la morbilidad de la población y la transición epidemiológica que, a su vez, es un insumo esencial para la formulación de programas y políticas de salud.

Causas de muerte

Dadas sus características especiales, el tema de las causas de muerte casi puede considerarse como un tópico separado. La calidad de la información depende, en primera instancia, de la

competencia de la persona que llene esta parte del formulario; generalmente lo hace un médico, pero también hay muchos casos en que el formulario es diligenciado por otro funcionario. Si bien es cierto que es el médico el llamado a cumplir este trámite, muchas veces delega tal función en un subalterno con menor capacitación. Esta situación ha podido ser comprobada en varios países (véase, por ejemplo, Alvarado, 1991). Incluso se dan casos en los que el médico cumple con esta función como un mero trámite administrativo utilizando además una letra de difícil legibilidad.

Por otra parte, el proceso de codificación de las causas suele dar lugar a equívocos, ya que dada la existencia de un gran número de enfermedades (de acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades), esta etapa requiere la concurrencia de personal capacitado para tal fin. Así, existen algunos estudios de evaluación de calidad de la información sobre causas de muerte que muestran serios problemas en el llenado y en el proceso de codificación. Por ejemplo, Puffer y Wynne (1968) en una de sus conclusiones indicaban que sólo el 67 por ciento de las causas de muerte de adultos urbanos en varios países de América Latina en la década de los sesenta, estaban correctamente clasificadas. En el caso de Colombia, Pabón y Ruiz mostraron claramente en su estudio (Pabón y Ruiz, 1986) los problemas con las causas de muerte en las estadísticas correspondientes a 1981, al establecer, por ejemplo, que el 31% de los formularios que recogieron información sobre causa de muerte hubo errores de codificación.

Por otra parte, suelen surgir problemas de codificación de las causas de muerte, después de la introducción de una nueva revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades, algo que debe tenerse presente en los próximos años al tener disponible ahora la décima revisión.

Para indagar en forma general sobre la calidad de la información sobre causas de muerte, suelen usarse dos indicadores: el porcentaje de causas mal definidas y el porcentaje de defunciones registrado con certificación médica.

Causas mal definidas

Además de los problemas mencionados arriba, debe recordarse que la precisión de la información sobre las causas de muerte depende, en gran parte, de si los fallecidos han podido o no contar con

asistencia médica antes de su muerte. Por lo tanto, el grado de buena definición de las causas es también una medida indirecta y aproximada del nivel de disponibilidad y accesibilidad a los servicios de salud pública y es un factor de peso en la «mala definición».

El grado de conocimiento de las respectivas causas básicas del total de las defunciones registradas es, al igual que el subregistro, bastante variable de un país a otro (véase cuadro 2). En todo caso, la variabilidad es de menor grado que la cobertura del registro, lo que podría explicarse por el hecho de que gran parte de los fallecidos que se registran viven en zonas urbanas y pertenecen a los estratos socio-económicos más favorecidos, y que, por consiguiente, tuvieron la posibilidad de contar con asistencia médica en el período previo a su muerte.

Si bien en el caso de los porcentajes de subregistro se indicó que la situación general no había cambiado mayormente desde 1960, en el caso de las causas de muerte mal definidas podemos ser algo más positivos. Entre 1960 y 1985 se observaron mejoras sustanciales en la gran mayoría de países, que disminuyeron el porcentaje de causas de muerte mal definidas en forma notable (véase el cuadro 2).

Aunque anteriormente se comentó que las defunciones adultas fueron notoriamente mejor registradas que las correspondientes al grupo 0-14 años, en el caso de las causas de muerte mal definidas no se observa un patrón generalizado. Las diferencias en los porcentajes de causas mal definidas según los diversos grupos de edades son generalmente pequeñas, con una tendencia generalizada a un leve aumento con la edad, para alcanzar valores máximos en el grupo abierto final de 80 y más años.

Por otra parte, en la gran mayoría de los países, las causas de las defunciones masculinas quedan mejor registradas que las causas de las femeninas.

Las mayores diferencias entre los sexos se dan principalmente en las edades reproductivas, en tanto que en las edades avanzadas las diferencias son mínimas. Parte de esta diferencia podría tener su explicación en la relativamente importante incidencia de las muertes por «accidente» -que es una causa fácilmente identificable- entre la población masculina. Sin embargo, si conside-

ramos además el significativo subregistro de la mortalidad femenina en este grupo de edades en varios países de la región, surge de inmediato, tal como ya se comentó anteriormente, un vínculo entre ese comportamiento y la mortalidad materna, cuyo subregistro es de sobra conocido; allí podría estar una posible explicación de la diferencia observada entre sexos. En todo caso, cabe hacer presente la necesidad de análisis de mayor profundidad sobre el tema.

Finalmente, si recordamos que varios países, además de no contar siempre con información correcta sobre la causa de muerte de las defunciones registradas, muestran deficiencias en la cobertura del registro, queda claro que los estudios sobre causas de muerte son muy limitados, puesto que solamente cuentan con la información necesaria de una parte de las personas fallecidas (véanse las columnas «sin información» en cuadro 2). Por ejemplo, en el caso de Colombia para 1978, no se sabía la causa de muerte de una de cada tres personas fallecidas (siendo el resultado de un subregistro de 26.5% y de 8.6% de causas mal definidas).

Así mismo, cabe señalar que, dado el mayor subregistro en los menores de 15 años, los estudios sobre causas de muerte de la población adulta pueden contar con información más completa (más aun para la población adulta masculina, que tiene mejor cobertura y menor porcentaje de causas mal definidas, véase cuadro 3). Este último hecho ha permitido llevar a cabo estudios sobre causas de muerte, con todas las reservas del caso (Ruiz y Rincón, 1991).

Certificación médica

El porcentaje de causas mal definidas, puede considerarse como un primer indicador sobre la calidad de la información. Sin embargo, para tener una manifestación más directa de la calidad de la información, cabe también examinar la proporción de las causas de muerte certificadas por un médico, pues debe suponerse que en estos casos el diagnóstico de la enfermedad que produjo la muerte será más certero, aun considerando los comentarios expuestos anteriormente.

En el cuadro 5 se presentan los porcentajes de las defunciones registradas con certificación médica de algunos años seleccionados. Cabe señalar, en primera instancia, que esa información es muy escasa en muchos países de la región. De todas maneras, puede observarse nuevamente gran heterogeneidad, pues se registran valores extremos que van de 100 a 38 por ciento en los años

más recientes. Asimismo se puede comprobar que los países de menor mortalidad y de menor subregistro son los que tienen los mejores índices. A semejanza de lo señalado respecto a las causas mal definidas, también en este caso existe una tendencia a mejorar la calidad de la información con el transcurso del tiempo.

Efectuar un análisis de este indicador por tramos de edades es, por falta de información para la gran mayoría de los países, una labor necesariamente muy limitada. La única información disponible se refiere a Colombia, Costa Rica, Chile (Castillo y Mardones, 1986a y 1986b) y Panamá. En los países de mayor mortalidad y subregistro (Colombia y Panamá) se observó un porcentaje más elevado de certificación médica en las defunciones adultas, en ambos casos con niveles superiores al 80% (en el grupo 0-14 años este porcentaje es inferior al 75%). En Chile y Costa Rica no se observan diferencias tan claras pero, en todo caso, van en la misma dirección. Finalmente, como ya se señaló anteriormente con relación a las causas mal definidas, el porcentaje sin certificación médica es también en este caso más elevado en el grupo abierto, por lo menos en estos cuatro países.

La falta de información sobre certificación médica en muchos países hace interesante el análisis de la relación entre el porcentaje de causas de muerte mal definidas y el de sin certificación médica, ya que con dicho análisis se conocería con mayor exactitud «la capacidad» del porcentaje de causas mal definidas, para ser empleado como indicador de la calidad de la información. Al analizar los porcentajes de causas mal definidas y los sin certificación médica por grupos de edades de algunos países, así como a niveles subnacionales, se confirma la estrecha relación existente entre ambos indicadores; en general, se cumple la regla de que a un menor porcentaje de causas mal definidas corresponde un mayor porcentaje de certificación médica.

Cuadro 5**América Latina. Porcentaje de certificación médica para algunos países.****1960, 1985**

País	Años					Ultimo año disponible
	1960	1970	1975	1980	1985	
Argentina	-	—	—	98.9	—	99.3 (82)
Colombia	47.5	65.7	72.1	80.9	83.6	88.6 (88)
Costa Rica	48.5	56.7	61.0	62.2	74.7(*)	76.0 (88)(*)
Cuba	=	-	-	100.0	-	100.0 (83)
Chile	72.1	72.6	83.4	89.6	91.0	93.6 (88)
República Dominicana	48.6	48.6	36.8	-	-	38.9 (76)
Ecuador	34.1	43.6	49.6	64.5	76.4	77.1 (87)
El Salvador	-	35.7	37.1	51.3	46.5	46.5 (84)
Guatemala	-	21.8	-	37.9	-	37.9 (80)
México	-	75.8	78.5	87.0	-	87.9 (81)
Panamá	46.9	-	69.3	77.5	81.1	83.3 (88)
Paraguay	-	-	36.2	-	-	36.2 (74)
Perú	44.2	-	-	-	-	66.6 (78)
Uruguay	-	99.7	-	-	-	99.8 (78)
Venezuela	-	79.4	-	-	-	83.1 (77)

Fuente: anuarios de estadísticas vitales o anuarios estadísticos correspondientes.

(*) Porcentajes que corresponden a «con asistencia médica»; los porcentajes «con certificación médica debieran ser 94.0 y 96.5, respectivamente.

Nota: los porcentajes para cada país responden a la información disponible; en algunos casos se tomó directamente el año a que se refiere el cuadro (o alrededor de este), y en otros un promedio de dos a tres años alrededor del presentado en el cuadro.

3. Algunas anotaciones finales

Tal como se mostró en las secciones anteriores, las estadísticas vitales muestran una variada gama de problemas en América Latina, tanto en cuanto a la cobertura como en la calidad de la información.

Por otra parte, también se señaló la importancia de las estadísticas vitales para el diseño, seguimiento y evaluación de los programas y políticas de desarrollo, así como la necesidad y posibilidades del mejoramiento de las estadísticas.

En particular, aquellos países que ya tienen una cobertura relativamente elevada, tal como es el caso de Colombia, están en condiciones de mejorar sus estadísticas con medidas sencillas y de bajo costo. Por ejemplo, solamente algunos esfuerzos para lograr una presentación de las estadísticas más adecuada, más oportuna y de fácil acceso, conducirían a un mayor uso de ellas y, finalmente, a mayores exigencias en su calidad.

Por otra parte, los funcionarios vinculados con la recolección y procesamiento de la información se verán estimulados, al ver que su trabajo tiene utilidad práctica y que es algo más significativo que una mera rutina administrativa.

Una de las preocupaciones principales de los organismos encargados del registro civil y las estadísticas vitales debe estar en asegurar que cada nacimiento y defunción registrado quede incorporado en las publicaciones finales. Es más, considerando que en varios países la exigencia de documentos legales (de nacimiento y de defunción) está creciendo, se estima que el registro de los hechos ha ido en aumento, pero que las estadísticas aún no lo reflejan debido a los problemas de tipo administrativo-institucional.

En el entre tanto, se requiere, tal como señalaron Pabón y Ruíz (1986) -que detectaron entre otros problemas que no se había grabado toda la información disponible-, una mejor supervisión y control de calidad en las diferentes fases de recolección y procesamiento del dato.

La evaluación y el mejoramiento de los sistemas de las estadísticas vitales en los años próximos parece tener oportunidad también por otras razones. Por una parte, muchas oficinas de estadísti-

cas están en proceso de descentralización de sus actividades hacia divisiones administrativas menores, lo que implica la necesidad de reflexionar sobre su estructura y funcionamiento institucional, dentro de lo cual se debe considerar necesariamente lo referente a las estadísticas vitales. Además, y dentro del contexto del proceso general de reestructuración del aparato estatal en varios países de la región, las oficinas públicas están obligadas a incrementar su eficiencia, que ya por sí sola requiere una evaluación detallada de su funcionamiento actual. Respecto a este último punto, ha de cuidarse que no ocurra lo inverso, ya que hay indicios que en algunos países se ha deteriorado la cobertura y calidad de las estadísticas vitales.

Por otra parte, estamos alcanzando una época que a veces se ha calificado como de «revolución tecnológica», la cual está ofreciendo muchas posibilidades para superar una gran cantidad de los problemas administrativo-institucionales que afectan actualmente a las estadísticas vitales, y contribuiría también a mejorar la eficiencia de los trabajos, así como a promover un mejor uso de las estadísticas. Aunque esto no debe llevar al descuido del control de calidad de la información.

Notas:

^{1/} Aunque en el título de este documento se utiliza la expresión «calidad» en forma genérica, al interior de él se distingue entre cobertura y la calidad misma de la información registrada.

^{2/} El análisis de las estadísticas vitales se restringue en este documento al registro de nacimientos y defunciones.

^{3/} Cabe señalar que en el tema de las estadísticas vitales tradicionalmente suele hablarse de cabalidad y alcance en lugar de cobertura - término utilizado prioritariamente al referirse a censos de población. Entonces, lo convencional es entender por cabalidad la medida en que se da cuenta de los nacimientos y defunciones, en los lugares donde se aplica el sistema de inscripción. En cambio, alcance se refiere a la medida en que el sistema de inscripción se aplica a toda la población. Dado que las estadísticas, generalmente no especifican el alcance de sus registros, se prefiere utilizar aquí el término cobertura, aunque en la práctica también podría emplearse cabalidad, ya que en teoría el registro civil se aplica a toda la población. Por otra parte, para indicar la importancia de la falta de registro, se utilizará la expresión subregistro.

^{4/} Según el cuadro, el subregistro en Colombia habría bajado de un 27% a un 15% entre 1975 y 1985. Sin embargo, este resultado se debe a que en la base de datos de la OPS solamente se cuenta con información para los años 1981, 1984 y 1985.

Bibliografía de referencia

ALVARADO, Ricardo (1991), «Hacia una evaluación sistemática y mejoramiento permanente de la calidad de las estadísticas sobre hechos vitales», documento presentado al Taller latinoamericano sobre estrategias para acelerar el mejoramiento de los sistemas de registro civil y estadísticas vitales, 2-6 de diciembre de 1991, Buenos Aires, Argentina.

CASTILLO, Berta y MARDONES, G. (1986a), «Defunciones por causas mal definidas en los servicios de salud en Chile», *Revista Médica de Chile*, vol. 114, No. 4, abril 1986, Santiago, Chile.

——— (1986b), Certificación médica en los servicios de salud de Chile, *Revista Médica de Chile*, vol 114, No. 7, Santiago, Chile.

CELADE (1990), *REDATAM Informa*, vol. N° 2, Serie OI, N°54, Santiago, Chile.

CHACKIEL, Juan (1987), La investigación sobre causas de muerte en la América Latina, *Notas de Población*, CELADE No. 44, agosto 1987, Santiago, Chile.

DIAZ, Erwin (1987), *Causas de muerte en Guatemala, 1960-1979*, CELADE, Serie OI, No.1001, noviembre 1987, San José, Costa Rica.

GARCÍA, Víctor (1990), *Mortalidad y características socio-económicas de la tercera edad*, CELADE, UCR, DGEC. Serie OI, No. 1004, enero 1990, San José, Costa Rica.

GUZMAN, J.M. y ORELLANA, H. (1987), «Mortalidad infantil, neonatal y postneonatal en algunos países de América Latina», *Notas de Población*, CELADE.

INDEC (1988), *Tablas de mortalidad 1980-1981, total y jurisdicciones*, Estudios INDEC, No.10, Buenos Aires.

JASPERS, Faijer, D. y ORELLANA, H. (1991), «Evaluación de las estadísticas vitales para estudios de causas de muerte en América Latina», documento presentado al Seminario sobre causas de muerte y prevención de la mortalidad en los países en desarrollo, CELADE/IUSSP/OPS, Santiago de Chile, 7-11 de octubre 1991.

MUÑOZ, Claudia y ZULUAGA, F. (1991), «Informe sobre el estado actual de los sistemas de estadísticas vitales y de registro civil de Colombia», documento presentado al Taller latinoamericano sobre estrategias para acelerar el mejoramiento de los sistemas de registro civil y estadísticas vitales, 2-6 de diciembre de 1991, Buenos Aires, Argentina.

OMS (1978), «Manual de clasificación estadística internacional de enfermedades, traumatismos y causas de defunción», vol.I, Publicación Científica N°353, Washington.

OPS (1990), «Las condiciones de salud en las Américas». Volumen I, Publicación Científica, N°524, edición 1990, Washington.

ORELLANA, Hernán y VILLALON, G.(1990), «Compatibilidad de las revisiones séptima, octava y novena de la clasificación internacional de enfermedades. Aplicación a Chile, 1960-1985». INE-CELADE, Serie OI, No. 43, Fascículo F/CHI.8, Santiago, Chile.

PABON, Aurelio y RUIZ,M. (1986) La mortalidad en Colombia, Volumen V: Niveles ajustados de mortalidad por secciones del país 1973-1985, y análisis de causas por sexo y edad 1979-1981, Instituto Nacional de Salud, Bogotá.

PEREZ, Juan Carlos (1990), «Chile: Estimación de la oportunidad de inscripción de los nacimientos, 1955-1988», Instituto Nacional de Estadísticas de Chile y CELADE.

PUFFER, Ruth y WYNNE, G. G. (1968), «Características de la mortalidad urbana», Informe de la Investigación Interamericana de la Mortalidad en la Niñez, Publicación Científica No. 151, OPS/OMS, Washington D.C.

PUFFER, Ruth y SERRANO, C. (1973), «Características de la mortalidad en la niñez», *Informe de la Investigación Interamericana de la Mortalidad en la Niñez*, Publicación Científica No. 262, OPS/OMS, Washington D.C.

RUIZ, Magda y RINCÓN, M. (1991), *Accidentes y muertes violentas en Colombia. Un estudio sobre las características y las consecuencias demográficas. 1965-1988*, Instituto Nacional de Salud/CELADE, San José, Costa Rica.

VALLIN, Jacques (1988), *Seminario sobre causas de muerte*. INED-CELADE, Serie-E, No. 31, abril 1988, Santiago, Chile.

**CONCEPTOS BASICOS Y CONDICIONANTES DE LA CALIDAD DE LA
INFORMACION ESTADISTICA CON ENFASIS EN LA INFORMACION
GENERADA MEDIANTE ENCUESTAS POR MUESTREO**

LUIS CARLOS GOMEZ

**Estadístico-Administrativo. Especialización en Bioestadística y Encuestas
por Muestreo. Master en Sociología. Experto en Planeación e investigación
en Salud y Población. Consultor Internacional y Nacional en Encuestas
por Muestreo y Sistemas de Información en Salud y Población**

-
1. **Presentación**
 2. **Conceptos básicos**
 3. **Condicionantes de la validez y la confiabilidad**
 4. **Bibliografía seleccionada**
-

1. Presentación

Los enormes avances de los últimos años en la ciencia cibernética han dado lugar a una renovación revolucionaria en los sistemas de información estatales y privados, afectando profundamente los métodos de captación de los datos básicos, de transmisión de los mismos, de procesamiento y almacenamiento, y de análisis, y produciendo ganancias en versatilidad, tiempo y costos relativos que eran difíciles de imaginar no hace muchos años.

En nuestro país, grandes han sido los avances en la generación de datos básicos de los sistemas estadísticos y de investigación, aunque debe reconocerse las muchas limitaciones vigentes, particularmente en los sistemas estatales, en materia de eficiencia y de calidad de la información producida. Esta situación, sin embargo, no es de extrañar, pues la evolución histórica de los sistemas de producción de información nos ilustra que el mejoramiento de la calidad de la información es una segunda fase del proceso, cuando se adquiere cierto desarrollo consistente en la capacidad de generación de los datos básicos.

Afortunada, entonces, la decisión del DANE de promover este Seminario Internacional de Calidad Estadística, dentro del marco de las actividades iniciales de su muy nueva División de Calidad e Interventoría Estadística, la cual se verá grandemente enriquecida con las ponencias y discusiones que servirán para fijar el marco de referencia metodológico y normativo de su importante actividad.

Precisamente para contribuir en la definición del citado marco de referencia, esta presentación discutirá algunos conceptos básicos sobre calidad y sobre los condicionantes más importantes de la misma, y realizará sus comentarios en función de la información generada en las encuestas por muestreo.

El documento parte de una presentación, continúa con la conceptualización básica y termina con la exposición de las condiciones de la validez y la confiabilidad. Se incluye al final una bibliografía clásica sobre el tema que además, permitirá una ampliación y profundización de la discusión sintéticamente realizada en este documento.

2. Conceptos básicos

La calidad de la información estadística, como ha sido concebida implícitamente por quienes titularon este seminario, es un atributo global de amplio ámbito que incluye todas aquellas características positivas o cualidades deseables del producto de un sistema de información ideado para sustentar decisiones y revaluaciones políticas y gerenciales.

Echando mano de principios y conceptos definidos por los expertos en ciencias del comportamiento a través de un largo recorrido y que hoy en día son de aceptación universal no sólo en el campo de la investigación psico-social, sino también en la investigación biológica, económica y física, considero que las características esenciales que tipifican la calidad estadística son la *validez* y la *confiabilidad* de la información producida (1, 2, 3, 4 y 5, entre otros):

2.1 Información válida

Se entiende por información válida, aquella que refleja objetivamente las cualidades o características reales del fenómeno estudiado. Ello significa que las diferencias observadas en los resultados acerca del fenómeno expresan verdaderas diferencias en los individuos medidos y en los grupos estudiados.

En función del tipo de problemas que la condicionan, la información válida es la que está libre de errores sistemáticos, vale decir, los errores que se repiten en todas las unidades de observación, ya sea durante el proceso de medición, o en el procesamiento o en el análisis; este tipo de errores se denominan también sesgos. A manera de ejemplo, afectan la validez de la información los errores, las imprecisiones conceptuales, las deficiencias en el diseño de las investigaciones, en el instrumento de medición, o en la capacitación de los recolectores (ejemplo: entrevistadores), los errores en los programas de procesamiento automático, el deficiente manejo de las estrategias de análisis explicativos mediante métodos estadísticos multivariados, y las inexactitudes en las predicciones de comportamiento humano hechas con base en los datos obtenidos.

Evaluación de la validez de la información

No hay formas directas de establecer la validez. Se juzga comparando los resultados con los de otra evidencia relevante.

- Validez pragmática concurrente

Se denomina así, la que se verifica mediante cotejo con información generada por otras fuentes confiables de información

Los censos de población, los registros de estadísticas vitales, los registros institucionales de salud, pueden ser utilizados para «validar» resultados de encuestas por muestreo que incluyen variables también contempladas en estos sistemas.

- Validez pragmática predictora

El grado de precisión de predicciones, o pronósticos, o sobre comportamientos futuros, a veces pueden verificarse «a posteriori», como es el caso de las encuestas de opinión sobre preferencias por candidatos políticos, o las encuestas de opinión cuyos resultados se utilizan para proyectar demandas esperadas de diversos bienes o servicios, cuya validez se comprueba observando posteriormente los resultados de las contiendas electorales, o las demandas efectivas de tales bienes o servicios, son ejemplos de *validez pragmática predictora*. También son ejemplos de validez pragmática, los que permiten evaluar directamente las predicciones sobre características cognoscitivas o psicológicas específicas de los individuos (*rasgos*), sobre la base de *criterio único*, como es el caso de los test de habilidades o conocimientos de personas que optan a un cargo o trabajo, o los test de evaluación psiquiátrica para predecir un comportamiento determinado, y la eventual necesidad de un tratamiento, los cuales permiten una comprobación directa y específica en términos, ya sea de éxito en el trabajo asignado o del comportamiento psiquiátrico observado en el individuo. En la aproximación pragmática a la validez, el interés se centra en la utilidad del instrumento de medida como indicador o predictor de alguna conducta específica o característica de los individuos»(1).

- Validez teórica

En estudios psicosociales en los cuales se desea *inferir* el grado en que los individuos de un universo, subuniverso o grupo de análisis poseen determinadas características abstractas de criterio múltiple, que presumiblemente se reflejan en la encuesta, como es el grado de alienación, la actitud hacia la violencia, las motivaciones de superación, el grado de inteligencia, el nivel de autoritarismo, las motivaciones para votar por un determinado candidato político, etc., las evidencias se elaboran a través de un proceso de validación teórica, conceptual o constructiva (5). Dicho proceso consiste en formular series de proposiciones o conceptualizaciones acerca de las relaciones de las variables medidas con otras variables, vale decir, con otras elaboraciones teóricas, conceptualizaciones, o comportamientos directamente observables.

Este proceso de validación se denomina también validación nomológica, y se fundamenta en la teoría de variables múltiples. Preguntas como las siguientes deben ser contestadas en el proceso de validación teórica: Qué predicciones pueden hacerse sobre la base de dichas proposiciones, acerca de las relaciones con otras variables, de puntuaciones? o indicadores basados en la medida de dicha conceptualización teórica? Son las mediciones obtenidas mediante este instrumento, consistentes con las predicciones?

Las predicciones contempladas en la validación teórica, son diferentes a las señaladas en la validación pragmática predictora. En la segunda se evalúa directamente la exactitud de la predicción de un evento determinado (proporción de personas que votará por un candidato determinado, basada en la proporción de personas que dijo en una encuesta previa que iban a votar por el citado candidato); en la primera, se evalúa la exactitud de la predicción del evento en cuestión basada en una conceptualización teórica sobre los diferentes factores o variables motivantes de la decisión de votar por un determinado candidato; estos factores o variables son los que se miden previamente para fundamentar en ellos la predicción.

No obstante, es importante señalar qué tanto la validez pragmática predictora (de rasgo), como la validez teórica, conllevan una validez conceptual. En el caso de la validación de rasgo, lo que se examina son las coincidencias con otras medidas del mismo rasgo, o las diferencias con

medidas de rasgos distintos. En la validación teórica (nomológica), se examinan las relaciones con otras variables, cuyas características se basan en proposiciones o conceptualizaciones teóricas. Las evidencias de los dos tipos de validaciones son por lo tanto secuenciales y acumulativas, y deben ser totalmente coherentes.

Por otra parte, mientras en la validación pragmática, se basa en la capacidad predictora de la medida de un solo criterio o rasgo, en la validación teórica, entran en consideración todas las predicciones que se hagan con base en las distintas proposiciones conceptuales sobre el mismo tópico, y los resultados de todas estas predicciones deben ser consistentes para poder validar el análisis y conclusiones.

Además, la validación teórica, incluye también la del instrumento de medición. Para que haya validación teórica tienen que ser aceptables tanto la validación de la conceptualización teórica como la del instrumento de medición. Esto implica que un proceso de validación teórica con resultados no satisfactorios puede indicar deficiencias en la conceptualización, o en el instrumento, o en ambos. Complementariamente, para una mayor rigurosidad del proceso de validación teórica, se ha sugerido (6) evaluar primero la adecuación de la medida del concepto, y en segundo lugar, la relación con otras variables cuando la primera evaluación ha concluido satisfactoriamente. La evaluación del concepto debe incluir: (a) la evidencia de que distintas medidas del concepto producen resultados similares (validez convergente), y (b) la evidencia de que el concepto tal como ha sido medido pueda diferenciarse de otros conceptos (validez discriminante). Es importante que el concepto se mida por diferentes procedimientos, para asegurar la evidencia; igualmente, se deben medir las características de los conceptos que desean diferenciarse de nuestro concepto central, utilizando los mismos métodos de medición.

Validez asociada con el muestreo probabilístico

En las investigaciones por muestreo probabilístico, hay diseños que producen estimaciones insesgadas, es decir, totalmente válidas, si se aplican correctamente las normas de selección aleatoria probabilística. Estos diseños son los de *elementos* en cualquiera de sus modalidades clásicas, aleatorios sin restricciones, aleatorios simples, sistemáticos o estratificados, y en los muestreos de *conglomerados iguales*.

El principio teórico en que se fundamentan los diseños insesgados, proviene de las leyes del azar, y se enuncia así: la esperanza matemática de un valor muestral obtenido en un diseño probabilístico insesgado es igual al valor poblacional o del universo del cual ha sido seleccionada la muestra. En términos empíricos, verificables por experimentación, la anterior definición se puede comprobar simulando una distribución de muestreo así: a) tomando sucesivamente, con un determinado diseño, todas las muestras posibles diferentes del mismo tamaño «n». b) estimando para cada muestra el mismo parámetro (proporción p_j , promedio y_j , etc.); c) promediando las diferentes estimaciones (promedio de p_j , promedio de y_j , etc.); y d) comparando y comprobando que el resultado obtenido es igual al verdadero parámetro en la población o universo, estimado este último con base en el valor de la variable de estudio en todos los elementos del citado universo (7, 8).

Los diseños probabilísticos que producen estimaciones sesgadas, o parcialmente válidas, se pueden clasificar en dos grupos: los que cumplen las características teóricas de los mencionados antes, pero culminan después de su implementación con estimaciones sesgadas, y los muestreos de conglomerados desiguales.

Entre los primeros, que inician insesgados y terminan sesgados, están los siguientes casos: a) los que el proceso de selección no cumple con los estándares establecidos por haber sido sometidos a una manipulación inadecuada, violando, por ejemplo, la aleatoriedad prevista; b) aquellos cuyo proceso de selección es correcto, pero culminan con probabilidades desiguales (por diseño), y las estimaciones no se ajustan por el recíproco de estas probabilidades, o por un factor equivalente; c) las que habiendo tenido dificultades de implementación, y la recolección de los datos culmina con una baja cobertura de los elementos de la muestra (ejemplo: menos del 90%), y/o con altas tasas de no respuesta en algunas de sus variables, no corrigen las estimaciones; estas correcciones deben tener en cuenta, en el caso inicial (no cobertura), la variación efectiva en las probabilidades de los elementos finalmente cubiertos a nivel de subgrupos de la población de características diferentes, y en el caso segundo (no respuesta), las tasas diferenciales de no respondientes también a nivel de subgrupos de la población de características distintas en relación con los fenómenos estudiados.

En los diseños de conglomerados desiguales (municipios, barrios, hogares, fábricas, escuelas, empresas) simplemente no es posible producir estimaciones insesgadas. El sesgo está asociado con el grado de variabilidad en el tamaño de los conglomerados. Cuando la selección se realiza con muestreos aleatorios simple o sin restricción, el sesgo es de magnitud máxima; no obstante, en los muestreos sistemáticos, con ordenamiento previo de los conglomerados según tamaño, y en los muestreos estratificados según el tamaño de los conglomerados, el sesgo se puede reducir a niveles mínimos manejables.

Por otra parte, también en los muestreos de conglomerados desiguales, se pueden presentar los sesgos de implementación enunciados para los diseños insesgados, los cuales se agregarían al sesgo original del diseño.

Debe llamarse la atención sobre la enorme importancia que tiene el uso de estrategias específicas eficientes para control, y reducción a niveles mínimos manejables, de los sesgos de diseño e implementación del muestreo de conglomerados desiguales, pues es el método de muestreo por excelencia para el estudio de universos grandes y heterogéneos, vale decir para todas las investigaciones en población general o en universos institucionales de envergadura, por su ventajoso balance de costo-precisión. De hecho en los citados universos el muestreo de conglomerados es muchas veces más barato que el muestreo de elementos (insesgado), y su menor precisión (confiabilidad) se supera sin dificultad con incrementos moderados en el tamaño total de la muestra.

2.2 Información confiable

Se denomina información confiable la que estima o predice con *precisión satisfactoria* características o comportamientos de un universo o subgrupo de individuos objeto de una investigación o proceso de medición. Lo anterior quiere decir que son confiables independientes pero comparables, mediciones del mismo objeto o fenómeno que producen similares resultados. En consecuencia, las mediciones o estimaciones confiables son las que están *poco afectadas por errores aleatorios*.

Evaluación de la confiabilidad

La evaluación de la confiabilidad de los instrumentos de medición, como la de las estimaciones de las características de un universo de estudio, consiste en la determinación del grado en que la variación observada en los resultados se debe al azar o a errores casuales (1, 2, 3).

Debe aclararse, sin embargo, que si se comprueba primero la validez de las mediciones o de las estimaciones acerca de una población, lo cual es excepcional por las dificultades implicadas, tiene menos importancia la evaluación de la confiabilidad, pues se puede suponer, por definición, que ésta también es aceptable. De otro lado, en situaciones habituales, la confiabilidad de los instrumentos de medición, y hasta donde sea posible, su validez, deben ser previamente demostrados antes de su utilización en un estudio, pues ello evita riesgos de consecuencias eventualmente muy serias.

La consistencia de independientes pero comparables mediciones en los mismos individuos, grupos o situaciones, determina la confiabilidad del instrumento de medición. Aunque sería deseable tener múltiples mediciones repetidas de los mismos individuos para la estimación de los errores aleatorios, ello no es usualmente posible por lo cual la confiabilidad se deduce incrementando el número de individuos medidos. El procedimiento habitual de evaluación implica el cálculo de un indicador de coincidencia entre los resultados de las mediciones repetidas. Los diferentes métodos de análisis de la confiabilidad se centran en las distintas fuentes de variación de los resultados.

Dos aspectos de la confiabilidad ameritan una consideración especial: la estabilidad y la equivalencia.

- Estabilidad de los resultados

La estabilidad de los resultados producidos por un instrumento de medición se determina sobre la base de la consistencia de las mediciones obtenidas, mediante aplicaciones repetidas del instrumento (difícilmente más de dos por individuo). Es importante la diferenciación entre

inconsistencias generadas por cambios reales en las características medidas en los individuos, e inconsistencias causadas por factores extraños, incluyendo la defectuosa aplicación del instrumento, o los cambios producidos por la primera medición en las características del objeto medido, u otros errores casuales en el procesamiento, el análisis o la edición de resultados. Un índice de estabilidad puede calcularse, promediando las diferencias observadas entre mediciones sucesivas y calculando la desviación estandar, o alguna otra medición de variabilidad.

- La equivalencia de los resultados

La equivalencia de los resultados de un proceso de medición, se deduce del grado de consistencia de las mediciones realizadas por diferentes investigadores, aplicando el mismo, o diferentes instrumentos, que se suponen miden lo mismo, al mismo tiempo. También aquí puede calcularse un indicador de equivalencia, mediante alguna medida de variabilidad de los resultados observados, por ejemplo el rango, o la desviación estandar. Si el interés de la evaluación se concentra en el grado de coincidencia en los resultados por los diferentes observadores, se podría calcular un coeficiente de correlación que exprese tal nivel de coincidencia.

Otro método de evaluación de la equivalencia es el de submuestreo de ítems del instrumento de medición, especialmente cuando éste ha sido creado para el estudio de opiniones o actitudes. El principio que respalda este método es el de que los ítems incluidos en un cuestionario, no son otra cosa que una muestra supuestamente balanceada, de un universo de posibles ítems muchísimo más grande, que permite obtener resultados confiables sobre el fenómeno estudiado. En consecuencia, submuestras de ítems deben producir resultados equivalentes. Dentro de esta última opción, la partición de los ítems en dos mitades equivalentes que representan separadamente el instrumento total, se considera un método muy eficiente. La correlación entre los resultados de las respectivas mediciones se considera como un coeficiente de equivalencia; a partir de esta estimación, puede calcularse, a su vez, un coeficiente de equivalencia del instrumento en su conjunto mediante la fórmula de Spearman-Brown (1):

$$r_{NN} = \frac{n_r}{1 + (n-1) r}$$

n = número de medición (muestras de ítems)

r = coeficiente de correlación entre los resultados de los procesos de medición

Una alternativa de muestreo de ítems es todavía más conveniente. Consiste en la conformación aleatoria de las dos mitades, la cual, a su vez, permite el cálculo de otro coeficiente de equivalencia, mucho más preciso, denominado «coeficiente alfa», que tiene la cualidad de ser la correlación promedio de todas las posibles maneras de dividir el instrumento en dos partes.

En el caso de que el instrumento de medición no permita, por su tamaño o enfoque, un submuestreo de ítems, una estrategia para evaluar la equivalencia, sería la de crear instrumentos gemelos para medir el mismo fenómeno. En este caso, se analizaría la correlación entre los resultados producidos por los instrumentos alternativos.

- **Confiabilidad asociada con el muestreo probabilístico**

La discusión sobre confiabilidad o precisión de las estimaciones acerca de las características de un universo de estudio, adquiere una relevancia especial, cuando éstas han sido realizadas a partir de una muestra probabilística de individuos. Sobre advertir que en los muestreos no probabilísticos, sólo se pueden producir valores confiables para los mismos elementos de la muestra, pues su inferencia estadística no es posible para un universo mayor.

El error de muestreo o error estandar es el indicador de precisión, vale decir, del efecto del azar en las estimaciones de las muestras probabilísticas.

El término confiabilidad se usa en este tipo de muestras para expresar el parámetro probabilístico (probabilidad de ocurrencia) con el cual se discuten los límites entre los cuales puede estar ubicado un valor poblacional estimado a través de un valor muestral; tales límites, se fijan cuantitativamente teniendo en cuenta, además, la magnitud del error de muestreo. Igualmente, es el parámetro probabilístico para analizar el significado estadístico de las diferencias observadas entre estimaciones muestrales, provenientes del mismo universo, teniendo en cuenta el error estandar de las diferencias y para concluir, si tales diferencias son realmente causadas por factores diferentes del azar, o por el contrario, se deben al factor aleatorio (7, 8, 9).

El error de muestreo, que mide la variabilidad del azar en las estimaciones del universo de estudio basadas en los valores muestrales, expresa, por consiguiente, aproximadamente, la distancia causada por este factor (azar) entre tales estimaciones y los valores reales del citado universo.

La magnitud del error de muestreo depende fundamentalmente del tipo de diseño muestral, del tamaño de la muestra, de la variabilidad natural del fenómeno estudiado, y del tamaño del universo de estudio.

Los diseños muestrales de elementos tienen, por definición, menor error de muestreo que los de conglomerados, pues garantizan una muestra mucho más dispersa en el universo de estudio, permitiendo captar con mayor precisión las características de éste. La diferencia en precisión entre estos dos grupos de diseños tiene que ver con la heterogeneidad en las características del universo, y con el número y tamaño de los conglomerados, así: a mayor heterogeneidad, mayor precisión de los muestreos de elementos, y mientras más numerosos y pequeños los conglomerados, más parecida la precisión de las estimaciones de ambos métodos. Se recuerda, sin embargo, que los diseños de conglomerados son mucho más baratos en universos grandes y complejos.

Entre los métodos clásicos de selección, que se aplican tanto a elementos como a conglomerados, el muestreo aleatorio sin restricciones, que acepta la repetición de elementos o conglomerados es el de menor error de muestreo (mayor precisión), precisamente por dicha repetición. Con precisión más alta, está el muestreo aleatorio simple, que no acepta repetición, y el muestreo sistemático, sin previo ordenamiento. No obstante, en universos grandes, desaparecen las diferencias en precisión entre el aleatorio sin restricciones y el aleatorio simple. Los de mayor precisión son el muestreo estratificado y el muestreo sistemático, con previo ordenamiento, que es equivalente al estratificado. La clasificación en estratos de los elementos o conglomerados del universo, en función de variables dependientes investigadas, disminuye el error de muestreo de las estimaciones, en la medida que se maximice la homogeneidad interna y la heterogeneidad entre los estratos. Debe enfatizarse aquí, no obstante, que en universos pequeños y relativamente homogéneos no son muy grandes las diferencias de costo entre estos diseños, y que estas diferencias se dramatizan en universos grandes, complejos y heterogéneos.

3. Condicionantes de la validez y confiabilidad

La validez y confiabilidad pueden verse afectadas por decisiones inadecuadas, incompletas o ineficientes en el diseño e implementación de las diferentes fases del proceso de producción de la información.

3.1 En la conceptualización del fenómeno medido o investigado, dentro de la cual se incluyen:

- La definición y delimitación del problema de estudio
- La identificación del marco teórico acerca del problema y de las variables e indicadores que lo caracterizan y explican.
- La definición de los alcances y limitaciones del proceso investigativo acerca del problema.

3.2 En el diseño e implementación del proceso de medición, incluyendo:

- La creación, prueba, ajuste y calificación de los instrumentos de medición.
- Las estrategias para:
 - La estandarización de recolectores
 - Lograr colaboración espontánea y positiva de sujetos medidos.
 - Garantizar un medio ambiente apropiado para la medición
 - Controlar la integridad de las mediciones

3.3 En el diseño e implementación de la recolección de los datos generados en el proceso de medición, lo cual incluye:

- La decisión sobre el sistema de recolección: censo o muestra; recolección continua, periódica o coyuntural.
- Las características de las muestras.

- La organización y logística de la recolección
- El sistema de información gerencial de la recolección, para el control de:
 - La cobertura de las unidades de observación
 - La integridad de la información relevante
 - La exactitud de las mediciones:
 - Precisión en la aplicación de las definiciones y normas
 - Consistencia de la información recolectada
 - La oportunidad de la recolección

3.4 En el diseño e implementación de los siguientes aspectos del procesamiento de los datos:

- La verificación de la cobertura, la integridad y la exactitud de las mediciones
- Las normas de codificación e imputación
- Los procedimientos de estimación de cifras básicas e indicadores, incluyendo:
 - Manejo de probabilidades iguales y desiguales, y de factores de expansión y ajuste.
 - Manejo y ajustes de cobertura
 - Manejo y ajustes por variables exógenas estructurales-independientes.
- La metodología para cálculo de errores de muestreo
- El sistema de información gerencial sobre el procesamiento
- La oportunidad del procesamiento

3.5 En el diseño e implementación de estrategias de inferencia estadística, y de análisis e interpretación de resultados, así:

- En el raciocinio sobre la precisión de los resultados y la inferencia estadística de los mismos
- En la conceptualización y manejo de los métodos de descripción y explicación de los resultados

4. Bibliografía seleccionada

1. SELLTIZ C., WRIGHTSMAN L.S. y COOX S.W., Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales, Cap.VI, Madrid, Ediciones Rialp, 1980
2. FESTINGER L. y KATZ D., Research Methods in The Behavioral Sciences, New York, Edit. Holt, Rinehart and Winston, 1966
3. CAMPBELL, D.T., Recommendations for APA Test Standards Regarding Construct, Trait or Discriminant Validity, American Sociologist, 1960
4. MOSER, C.A., y KALTON G., Methods in Social Investigation, Heineman, London, 1975
5. CRONBACH, L.S., y MECHEL, P.E., Construct Validity in Psychological Tests, Psychological Bulletin, 1955 (citado en (1)).
6. CAMPBELL, D.T., y FISKE, D.W., Convergent and Discriminant Validation by Multitrait-Multimethod Matrix, Psychological Bulletin, 1959
7. KISH, L., Survey Sampling, John Wiley and Sons, New York, 1965
8. COCHRAN, W., Sampling Techniques, 2nd. ed., John Wiley and Sons, New York, 1963

**ENCUESTA POR MUESTREO SOBRE IMAGEN SATELITAL:
UNA SOLUCION PARA MEJORAR LA OBSERVACION DE
POBLACIONES CITADINAS**

FRANÇOISE DUREAU

Doctora Demógrafa, ORSTOM-CEDE, Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá

OLIVIER BARBARY

**Doctor en Estadística, ORSTOM- Universidad Nacional de Colombia,
Santafé de Bogotá**

Esta comunicación ya fue objeto de una presentación en las jornadas de estudios "La Calidad de Información en las Encuestas", en París el 13 y 14 de junio de 1991, organizadas por la Asociación para la Estadística y sus Aplicaciones, por el Centro Nacional de Investigación Científica y el Colegio Nacional Superior de Telecomunicaciones (pp. 365-397 de las actas del seminario, publicadas en 1991 por ediciones DUNOD., - París).

También esta comunicación, en francés, fue reproducida, en 1993, en separata que muestra la aplicación del método en Santafé de Bogotá. Este texto en español es extraído de "La observación de las diferentes formas de movilidad, propuestas metodológicas experimentadas en la encuesta de movilidad espacial en el área metropolitana de Santafé de Bogotá (CEDE - ORSTOM, octubre de 1993), comunicación presentada en el Seminario "Nuevas modalidades y tendencias de la migración entre países fronterizos y los procesos de integración", Montevideo - Uruguay, 27 - 29 de octubre 1993, pág. 31 (F. DUREAU, con la colaboración de O. BARBARY, C.E. FLOREZ, y M.C. HOYOS).

Resumen

La observación de las poblaciones urbanas en los países en desarrollo plantea problemas específicos de observación debido a las características de la urbanización y a la deficiencia de los elementos clásicos (mapas, catastro, registros administrativos) de conocimiento en estos países. Los métodos tradicionales de recolección de datos demográficos resultan difíciles de ejecutar. Ante esta constatación, un equipo multidisciplinario de ORSTOM desarrolló un nuevo método de producción rápida de datos demográficos, adaptado a las características de la urbanización y a los medios financieros de los países en desarrollo. En este método, la selección de la muestra se basa sobre la información proporcionada por los satélites de observación de la Tierra. Se utiliza la imagen de satélite como marco muestral y como fuente de información para optimizar un muestreo de áreas aplicable a una encuesta socio-demográfica. Después de una síntesis de los trabajos relativos al uso de las fotografías aéreas e imágenes de satélite para producir datos demográficos en las ciudades, y de una presentación de los principales resultados de nuestra investigación, esta ponencia estará dedicada a la descripción del método desarrollado por ORSTOM, de sus características generales y de las etapas necesarias para su aplicación.

El estilo y las características de urbanización, las modas en viviendas de los habitantes y la deficiencia de elementos clásicos de conocimiento, tales como mapas, planos catastrales o registros administrativos, hacen particularmente difíciles las observaciones socio-demográficas de la población citadina en los países en desarrollo.

Los métodos clásicos de recolección de datos socio-demográficos, censos exhaustivos y encuestas por muestreo sobre listas, resultan difíciles de poner en funcionamiento y no satisfacen correctamente las necesidades de la investigación ni de la gestión urbana en materia de observaciones continuas y especializadas de la población citadina.

Es por esto, que desde los años cincuenta han sido desarrollados métodos de recolección de datos demográficos adaptados a las especificaciones de las ciudades de países en desarrollo: estos han mostrado que es factible utilizar con provecho la información exhaustiva sobre la morfología urbana, de manera que se puedan recoger rápidamente, por muestreo, los datos relativos a las poblaciones urbanas. Después de la mitad de la década de los ochenta, la teledetección espacial, asegurando una observación continua y relativamente precisa de la ocupación del suelo, constituye una nueva fuente de datos particularmente interesante. En el marco de un programa de investigación iniciado en 1985, un equipo pluridisciplinario de ORSTOM¹, desarrolló un método de recolección de datos demográficos en medio urbano, integrando la información sobre la morfología urbana dada por satélites de alta resolución. La idea central del método es la de utilizar la imagen satelital como marco muestral y explotar la información sobre la morfología urbana dada por la imagen para estratificar un diseño muestral espacial, permitiendo seleccionar una muestra para un estudio de objetivos demográficos o socio-económicos.

Después de haber dado una perspectiva de los trabajos relativos a la utilización de fotografías aéreas e imágenes satelitales para producir los datos socio-demográficos en medios urbanos, consagraremos esta comunicación a la exposición de ciertos elementos que justifican el método desarrollado en ORSTOM y a la presentación de su implementación.

^{1/} Equipo de investigación compuesto por: BARBARY. O. (Estadístico), DUREAU F. (Geógrafa-demógrafa), responsable del programa de investigación), LORTIC B (Teledetección), MICHEL A. (Urbanista especializado en teledetección).

1. Utilización de fotografías aéreas y de imágenes satelitales para producir datos demográficos en ciudades.

1.1 Problemas surgidos en la producción de información sobre poblaciones en ciudades de rápido crecimiento en países en desarrollo.

Para producir información sobre las poblaciones, el demógrafo dispone de dos técnicas de recolección de datos: el censo exhaustivo y la encuesta por muestreo, donde solamente se observa una muestra representativa de la población.

Los censos exigen de medios técnicos, financieros y humanos considerable que no permiten una periodicidad inferior a diez 10 años, y conducen a una reducción importante de la información recogida al momento de cada operación de recolección.

Además, el tiempo necesario para explotar los datos produce resultados caducos en ciudades para las cuales la tasa de crecimiento pueda sobrepasar el 10% anual. La ausencia de cartografía del marco en numerosas ciudades, principalmente en las zonas de extensión reciente, y los problemas de seguimiento de la masa de encuestadores que reclaman ese tipo de operación, generan repercusiones importantes sobre la calidad de los resultados.

En conclusión, la amplitud de medios a implementar para un censo conduce a una subexplotación de los datos recogidos exhaustivamente. Para aligerar el uso de la información recolectada, generalmente sólo se realiza un muestreo de cuestionarios o de una parte de las variables del cuestionario, y son publicados únicamente los resultados globales sobre la totalidad de la ciudad. La principal calidad de los censos, la exhaustividad, permite teóricamente obtener resultados para todo tipo de subdivisión geográfica, y encausada por una explotación parcial de la información recogida.

Basados en la observación de la sola fracción de la población que compone la muestra, *las encuestas por muestreo* presentan como interés el reducir los medios financieros y humanos a movilizar, y asegurar una mejor calidad de la recolección, con un menor número de

encuestadores y mejor dotados, quienes recogen la información más rica que aquellos autorizados en el marco de un censo.

Sin embargo, en numerosas ciudades de países en desarrollo, un elemento esencial hace falta para proceder a la selección de la muestra a encuestar: un marco muestral actualizado. Esta información no se halla casi nunca disponible en las ciudades del tercer mundo, o los documentos cartográficos son escasos y desactualizados. La actualización por medio de nuevas tomas en el terreno, para una base cartográfica envejecida, es frecuentemente problemática en un medio urbano afectado por modificaciones rápidas. Muy frecuentemente, la atención dada a la actualización de la cartografía queda muy por debajo de aquella reclamada por los trabajos realmente importantes.

De otra parte, los diseños muestrales clásicos impiden generalmente toda la espacialización de los resultados; ellos no permiten conocer las diferencias internas de la ciudad en materia de densidad de población, o de composición demográfica o socio-económica. Es por lo tanto, un elemento esencial de conocer tanto para los que manejan la gestión de la ciudad como para los investigadores.

En las ciudades de los países en desarrollo, la deficiencia de información cartográfica básica, y las modalidades de urbanismo se conjugan para reducir eficiencia a las técnicas clásicas de recolección de datos demográficos. En tal contexto, aquéllas no permiten realizar en buenas condiciones una observación continua y espacializada de las poblaciones citadinas. ¿Qué proponer para intentar mejorar la observación de poblaciones citadinas en el tercer mundo?.

1.2 Utilizar la morfología urbana para estimar las poblaciones citadinas: un método ya viejo practicado sobre fotografías aéreas.

Divisar una mejora en los censos exhaustivos ofrece poco interés porque aquellos serán siempre muy demorados para poner en práctica y utilizar; *parece cierto que sólo un sistema basado en la técnica de muestreo puede cumplir las condiciones de flexibilidad y rapidez necesarias en las ciudades de crecimiento demográfico rápido.*

En este contexto, *un mejor conocimiento del espacio intraurbano puede ser un elemento fundamental para el perfeccionamiento de las técnicas de encuesta por muestreo*. De una parte, un buen conocimiento cartográfico permite disponer de un marco muestral de calidad, compuesto de manzanas identificadas precisamente; de otra parte, un buen conocimiento de la morfología urbana permite estratificar la ciudad, luego de mejorar la precisión del muestreo y de obtener resultados según una subdivisión espacial significativa de la ciudad en estudio.

Este es el tipo de razonamiento que ha llevado VERNIERE, además de los diferentes estudios que han aplicado los métodos de producción de datos demográficos a partir de fotografías aéreas; en el caso de países africanos disponían de coberturas aéreas pero carecían de datos demográficos. Estos métodos encontraron allí un campo de acción privilegiado.

En efecto, desde los años treinta, los investigadores estudiando el medio urbano, se han interesado en las relaciones entre las características morfológicas de las residencias y las características demográficas y socio-económicas de los habitantes. Los trabajos de americanos, tales como KENZIE (1934) o PARK (1937), ciertamente tuvieron eco en Francia, en donde a partir de los años cincuenta se desarrollaron estudios sobre el mismo tema (CHOMBART DE LAUWE, 1952).

La evidencia de las relaciones entre la morfología urbana y las características de la población citadina establecidas por estos trabajos, fueron el origen del desarrollo de métodos de estimación de población a partir de la información sobre la ocupación del suelo dada por las fotografías aéreas (tabla 1).

Desde 1956, GREEN se sirvió de fotografías aéreas basadas en altitud (escala 1/7500), para estimar la población de la ciudad de Birmingham (USA). Las fotografías aéreas permiten enumerar las viviendas. La estimación de la población es obtenida multiplicando el número de viviendas por el promedio de personas por vivienda, dado por el último censo. Este método detallado, que se basa en la enumeración de viviendas, fue recogido por numerosos autores, y ha sido objeto de algunas aplicaciones en los países en desarrollo; la primera de ellas tuvo lugar en Liberia (PORTER, 1956).

Una experiencia llevada a los Estados Unidos permite darse cuenta del grado de precisión del método: se trata del trabajo de WATKINS (1985). La metodología y las conclusiones de éste se resumen en la tabla 2. Para la población total de las ciudades, los niveles de precisión son correctos; por el contrario, las estimaciones de WATKINS por barrio fueron objeto de errores relativos importantes. La conclusión de WATKINS es aquella que dio lugar al desarrollo de otro tipo de estimación de población a partir de fotografías aéreas: el mejoramiento de la precisión debe tener en cuenta las diferenciaciones internas de la ciudad.

Tabla 1

Utilización de fotografías aéreas para producir datos demográficos

Autor	Año	Ciudad (país)	Tipo de fotografía
Green	1956	Birmingham (USA)	N/B 1/7.500
Porter	1956	Liberia	N/B
Hadfield	1963	Chicago (USA)	N/B 1/5.000
Binsell	1967	Chicago(USA)	Colores 1/5.000
Holz y otros	1969	40 ciudades de Tennesse (USA)	Escala Media
Muret	1969	Auxerre(Francia)	N/B 1/2.000
Lindgreen	1970	Boston (USA)	IRC 1/20.000
Collins y Elbeik	1971	Leeds (Inglaterra)	N/B 1/10.000
Duerker y Horton	1971	Washington (USA)	1/50.000
HSU	1971	Atlanta(USA)	N/B 1/5.000
Anderson	1973	23 ciudades de Kansas (USA)	1/20.000
Verniere	1973	Pikine(Senegal)	N/B 1/5.000
Kraus y otros	1974	4 ciudades de California (USA)	IRC 1/60.000
Horton	1974	Washington (USA)	1/50.000
Allan y otros	1975	Wolane (Etiopía)	-
D'Alleux	1975	Lagos (Nigeria)	-
Henderson y otros	1975	Albany (USA)	N/B 1/24.000
Ogrosky	1975	18 ciudades,Puget Sound	IRC 1/135.000
Thomson	1975	Washington(USA)	Escala media
Dayal y otros	1976	Afganistán	-
Sujarto	1978	Bandung(Indonesia)	-
Henderson	1979	USA	1/25.000
Lo	1979	Hong Kong	-
Lo y Chan	1980	Sheuna Shui-Fan (H. Kong)	-
Clayton y otros	1980	Goleta Valley, Sta Barbara (USA)	IRC 1/63.360
Adeniyi	1983	Lagos(Nigeria)	1/20.000
Iaurif	1983	Niamey (Nigeria)	1/15.000
Neves de Oliveira	1984	Sao Jose Dos Campos (Brasil)	N/B 1/10.000
Clorunfemi	1984	Ilorin (Nigeria)	N/B 1/8.000
Polle	1984	Teherán(Irán) Colombo (Sri Lanka)	1/10.000 y 1/9.000
Watkins	1985	Boulder,Colorado (USA)	N/B 1/20 y 60.000
Iaurif	1986	Bouaké(Costa de Marfil)	-

(Según ADENIYI P.O, 1983, tabla 1, p. 546, e investigación bibliográfica de los autores)

La idea básica de esta segunda familia de métodos *es que existen relaciones entre las características morfológicas del medio urbano, y las características demográficas y socio-económicas de los habitantes*. El principio es utilizar la información exhaustiva provista por la cobertura aérea (ejemplo: VERNIERE, tabla 2):

- *Si es para recoger rápidamente, por muestreo, los datos relativos a poblaciones urbanas:* los diferentes trabajos realizados aplicando este método han puesto en evidencia que esta técnica de muestreo espacial, permite una disminución de la muestra, y una espacialización de los resultados. Son numerosas las oficinas de investigación que han aplicado la técnica desarrollada por VERNIERE para obtener estimaciones demográficas sobre ciudades para las cuales había que realizar un plan de disposiciones, o de programaciones de suministro; más recientemente, IAURIF probó, con éxito, este método para la estimación de las características socio-económicas de los habitantes de diferentes barrios de Niamey y Bouaké.
- *Si es para actualizar el número de habitantes de una ciudad que haya sido objeto de un censo de población:* las fotografías aéreas sirven para determinar la superficie ocupada por cada tipo de morfología urbana. Conociendo, por un censo anterior, la densidad de la población por tipo de morfología urbana, se deduce la población total efectiva para la ciudad, planteando el supuesto de la constante en el tiempo de las densidades demográficas por tipo morfológico. En el caso de Pikine, VERNIERE ha podido verificar la validez de esta hipótesis: la aplicación de coeficientes de 1970 a los años anteriores (1961, 1963, 1967) ha dado buenos resultados (tabla 2).

Finalmente, señalemos una tercera familia de métodos, que reposan en la relación entre la superficie del trazado urbano y la población total de una ciudad: el desarrollo de estos métodos está directamente ligado, a la admiración, desde el final de los años cincuenta, de los geógrafos americanos por los modelos matemáticos. Las estimaciones de población basadas en la superficie de las ciudades están todas fundadas en la aplicación de modelos matemáticos relacionando superficie y población. Por su parte, LO y WELCH (tabla 2), trabajando sobre las imágenes LANDSAT MSS, obtuvieron buenos resultados sobre las grandes ciudades chinas, utilizando tres modelos muy frecuentemente aplicados, a los de NORDBECK (ley de crecimiento alométrico), TOBLER (1969) y HUXLEY. Otros autores han tratado, sin mucho

éxito, de sofisticar el método introduciendo la teoría de las "placas centrales" en sus ecuaciones; es el caso, en 1969 de HOLZ, HUFF y MAYFIELD.

La mayoría de las estimaciones de población realizadas con este método, a partir de fotografías aéreas, permanecen muy imprecisas, por el hecho de la incertidumbre sobre la delimitación del área urbanizada; parece, en vista de los mejores resultados obtenidos por LO y WELCH, que la información muy reducida de imágenes de LANDSAT MSS, conviene más que las fotografías aéreas en estos métodos globales.

Así es que, después de alrededor de treinta años, han sido acumuladas numerosas experiencias de utilización de la morfología urbana para la producción rápida de datos demográficos. Los niveles de utilización de información morfológica son variados: desde los métodos más globales, que no retienen la morfología urbana sino el área urbanizada, hasta los métodos detallados que reposan en los conteos de viviendas, pasando por los métodos semiglobales, basados en tipologías de barrios. Estos métodos, para la mayoría de ejecuciones por parte de los científicos que trabajan sobre ciudades de países desarrollados, han encontrado, desde finales de los años sesenta, cierto eco entre los urbanistas que operan en ciudades de países en desarrollo, donde también han dado prueba de su eficacia.

Tabla 2

Algunos ejemplos de estimación de población a partir de fotografías aéreas e imágenes satelitales

Autor	Ciudad	Nivel Geográfico	Fuente de información	Referencia	Metodología	Resultados y conclusiones
Watkins (1985)	Boulder USA	3 barrios de 2.800 a 6.200 hab. en 1970 y 1980	Fotos aéreas negro y blanco 1970 1/20.000 1980 1/6.000 Censo: % de viviendas vacías. Promedio personas por vivienda. (Nivel de cálculo por habitante individual y colectivo, únicamente para los 3 barrios).	Censo demográfico 1970 y 1980	Conteo de viviendas de los 3 barrios en 2 fechas sobre fotos aéreas. Estimación de la población aplicando una ecuación lineal integrando el No. de viviendas, % de viv. vacías, promedio de personas por vivienda (por habit. individual y colectivo).	Error relativo sobre el No. de viviendas: entre -4.9% y -0.37% por barrio, y -0.79 y -3.36% para el total de 3 barrios. Error relativo sobre la población: entre -6.64% y +16.57% por barrio, y -1.98% y +8.54% para el total de los 3 barrios. Conclusiones: * Buena enumeración de viviendas sobre fotos: Hab. ind. 1/20.000 a 40.000 Hab. colect. 1/8.000 a 10.000 * para mejorar la precisión, calcular el porcentaje de viv. vacías y el promedio de personas por vivienda para cada barrio de la ciudad.
Verniere 1973	Pikine Senegal	Zonas Morfológicas homogéneas en las afueras de Dakar. Pobl. total 135.000 habitantes	Fotos aéreas blanco y negro 1/5.000 1961, 1963, 1967, 1970 encuesta demográfica sobre una muestra de 8 cuadros de muestreo 1970/71.	Censos administra- tivos OMS, ISEA. Encuesta estatal Nal.	Sectorización en espacios homogéneos sobre fotografías de 1970 (morfol. urbana). Cálculo de coef. de área de construcción habitable para 38 cuadros de muestreo, sobre fotos de 1970. Para los 8 cuadrados en donde la población es conocida, cálculo de coef. de densidad de pobl./CSBIL. Con el supuesto de que este coef. es constante en cada zona homogénea, para la estimación de las densidades y efectivos por zona en 1970, y para años anteriores.	Error relativo sobre la pob total: entre -5.6% y +3% según los años. Balance y perspectivas. Tres intereses del método: 1. Espacializar los resultados de una encuesta demográfica global. 2. Actualizar las cifras de población entre dos censos. 3. Medio de conocimiento autónomo en ausencia de otros datos, base para una encuesta por muestreo.
Lo y Welch 1977	30 ciudades Chinas	ciudades completas de 500.000 habitantes.	Imágenes MSS: composición coloreada. Mapas y censo de 150 ciudades de Taiwán: cálculo de ecuaciones lineales y log. entre pobl. y superficie de ciudades (1951-66).	Censo demográfico de 30 ciudades de China	Medida de la superficie de cada ciudad sobre la imagen MSS a escala 1/500.000. Estimación de la pobl. de cada ciudad, aplicando las 2 series de ecuaciones desarrolladas en Taiwán.	Buena concordancia entre resultados calculados con modelos y aquellos de censos demográficos. Factores de mejoramiento: * Utilizar una imagen 1/250.000. * No aplicar el modelo sino en ciudades de superficie mayor a 10Km. cuadrados. * Utilizar un modelo lineal para ciudades de más de 2.500.000 hab. y log. para las más pequeñas.

1.3 Fotografías aéreas con imágenes satelitales de alta resolución

El recurso de fotografías aéreas sobre los centros urbanos de países en desarrollo se ha vuelto cada vez más problemático. En efecto, las coberturas aéreas en ciudades de estos países son cada vez más escasas en razón de su costo y de la prioridad frecuentemente dada al medio rural; en estas ciudades, la repetitividad de la observación aérea se ha convertido en una realidad cada vez menos efectiva. Por lo tanto, es difícil utilizar las técnicas de producción de datos demográficos basados en el empleo de fotografías aéreas.

Sin embargo, y hasta mediados de los años ochenta, son escasas las experiencias de utilización de imágenes de satélite para la producción de datos demográficos; a partir de nuestra búsqueda bibliográfica, en 1985 (tabla 3), tuvimos conocimiento de cinco aplicaciones, todas basadas en el método global de estimación de la población total de una ciudad a partir de la superficie urbanizada medida sobre la imagen satelital, LANDSAT MSS en la mayoría de los casos.

Tabla 3
Utilización de imágenes satelitales para producir datos demográficos

Autor	Año	Ciudad (país)	Tipo de imagen satelital
Sabol	1968	USA	Imagen de radar
Wellar	1969	San Antonio y Houston (USA)	Imagen del satélite GEMINI
Reining	1973	NIGERIA y BURKINA FASO	Imagen LANDSAT MSS
Murai	1974	Tokyo (JAPON)	Imagen LANDSAT MSS
Lo y Welch	1977	Ciudades de 500.000 a 2.500.000 hab (CHINA)	Imagen LANDSAT MSS
Cardieri y otros	1989	Sao Paulo (BRASIL)	Imagen SPOT

Este estado de hechos se encuentra directamente ligado a la resolución de las imágenes LANDSAT MSS (80 m x 80 m), solamente disponibles desde 1985: esta resolución insuficiente frenó la utilización de la imagen satelital en el medio urbano, caracterizada por una fuerte heterogenidad y una débil dimensión de los elementos constituyentes. Con las imágenes LANDSAT MSS, no era posible observar las diferenciaciones morfológicas internas de la ciudad, y luego aplicar otros métodos de producción de datos demográficos cuando los métodos globales relacionaban la población con la superficie de la ciudad.

2. Investigaciones llevadas a cabo en Orstom

2.1 Objetivos e hipótesis

La puesta en servicio de nuevos satélites a mediados de los años ochenta cambia profundamente la situación de la teledetección espacial aplicada al medio urbano. SPOT y TM tienen una resolución suficiente, (10/20 metros, y 30 metros respectivamente) para observar detalladamente la corteza urbana. Se hace entonces posible aprovechar del medio urbano el contenido de las imágenes satelitales, lo cual permite: exhaustividad espacial, costo razonable (alrededor de 10 veces menos que las fotografías aéreas), carácter numérico de los datos, riqueza de la información registrada, con posibilidad de visión estereoscópica (SPOT).

Entonces nos ha parecido interesante probar las posibilidades de desarrollar los métodos de observación geográfica, integrando los datos morfológicos observables sobre la imagen satelital, con el fin de intentar aportar soluciones a las carencias de observación demográfica clásica o por fotografías aéreas. Se trataba de aprovechar la calidad de las imágenes de satélite, apoyándose en los aportes metodológicos constituidos por los trabajos anteriores de producción de datos demográficos a partir de fotografías aéreas.

La idea central era la misma: utilizar la información exhaustiva sobre la morfología urbana dada por las imágenes de satélite para recoger rápidamente, por muestreo, los datos relativos a las poblaciones urbanas.

La utilización de una imagen satelital como marco muestral reposa sobre dos hipótesis:

- Es posible extraer de una imagen SPOT o TM los límites de una aglomeración urbana.
- Se puede seleccionar sobre una imagen de satélite una muestra de unidades espaciales (manzanas).

En cuanto a la utilización de una imagen en materia de estratificación, se basa este concepto en las dos siguientes ideas:

- Existen ciertas relaciones entre las características morfológicas del medio urbano y las características demográficas y socio-económicas de los habitantes.
- Podemos identificar sobre las imágenes SPOT o TM las características morfológicas pertinentes para la observación demográfica.

2.2 Diferentes fases de la investigación

Al momento de comenzar con nuestro programa en 1985, la introducción de la teledetección espacial en un sistema de producción de datos demográficos constituía un campo nuevo de investigación.

Los éxitos en la teledetección urbana eran entonces escasos: se manifestaban esencialmente sobre el tratamiento periódico de la ocupación del suelo, la evaluación de la cantidad de vegetación y la observación de franjas urbanas. El análisis preciso de la información dada por los captores de alta resolución en el medio urbano y el desarrollo de métodos específicos de extracción de esta información estaban aún por hacerse.

En cuanto a los muestreos aéreos, la experiencia permanecía limitada, sobre todo en demografía, en donde la costumbre es obtener muestras de hogares o de individuos sobre listas.

Ya sea en Estados Unidos o en Francia, lo esencial de la experiencia en este campo se encuentra en la estadística agrícola: en 1985, solamente el SCEES² había obtenido resultados interesantes sobre la integración de la teledetección en el sistema de producción de estadísticas agrícolas, desarrollando métodos de muestreo aéreo.

Fue así, como la realización del objetivo del programa no podía apoyarse en un logro metodológico relativamente limitado en cada uno de los dos grandes dominios de influencia (la interpretación de imágenes de satélite de alta resolución en medios urbanos y los muestreos espaciales en la demografía urbana), y se necesitaba de trabajos profundos en estos dos campos de investigación.

Dado el objetivo del proyecto, proponer un método operacional para producir rápidamente información demográfica en la ciudad y su carácter del todo exploratorio, era un doble deseo que guiaba la concepción del programa:

- De una parte, verificar la validez de los métodos desarrollados y medir el avance de los trabajos.
- De otra parte, proponer soluciones adaptadas a los contextos material, financiero y humano de las ciudades de los países en desarrollo.

Es en función de estos dos parámetros como fueron determinados los sitios del trabajo, las diferentes fases del programa y los planes de experiencia.

Con el fin de disponer de referencias confiables, escogimos trabajar en un principio en una ciudad francesa, Marsella, disponiendo en una misma fecha (1982) de una imagen TM, de un censo recientemente disponible a nivel de distrito de censos y de una cobertura aérea a gran escala. La integración del conjunto de estas informaciones en una base de datos generada por el sistema de información geográfica SAVANE,³ nos colocaba en una situación de experimentación casi ideal. Todo el método de análisis de la imagen satelital podía ser evaluado comparando sus resultados con la información morfológica derivada de la fotointerpretación

² Central de Servicios de Estudios y Encuestas estadísticas, del Ministerio de Agricultura

³ Sistema desarrollado por la Unidad de Infogeografía de ORSTOM.

y de los controles de terreno. Los trabajos de muestreo espacial beneficiaban igualmente este contexto de información exhaustiva, permitiendo hacer la relación entre los datos morfológicos y los demográficos, y calcular las varianzas obtenidas según los diferentes diseños muestrales. Así, diferentes estrategias de muestreo pudieron ser evaluadas, sometiendo los datos exhaustivos del censo de población a un programa informático desarrollado en ORSTOM (VARECH), aplicando las fórmulas asociadas a diferentes diseños muestrales, calculan la varianza exacta de estimadores correspondientes.

Después de esta primera fase de desarrollo metodológico en la ciudad de Marsella, trabajamos en la ciudad de Quito (Ecuador), la cual disponía de imágenes de satélite SPOT y LANDSAT TM. Dos objetivos estaban asignados a esta segunda fase de la investigación en una ciudad de un país en desarrollo:

Primer objetivo: completar y verificar los resultados obtenidos en Marsella con el fin de llegar a una definición completa del método.

A este respecto, realizamos dos encuestas preliminares: la encuesta de morfología urbana (señala la ocupación precisa del suelo en una muestra de 199 manzanas de Quito) y una encuesta de población (que recoge informaciones demográficas sobre una muestra de 55 manzanas seleccionadas entre las 199 encuestadas anteriormente). Estas encuestas eran para, de una parte, desarrollar y evaluar los métodos de tratamiento de imagen SPOT y por otra, llegar a una definición completa del diseño muestral que fuera el más eficaz. La aplicación de las herramientas de análisis estadístico clásico (correlación, regresión, análisis de varianza) y de los programas de cálculo de varianza (VARECH y VAR2DEG) a los datos recogidos en el curso de las dos encuestas preliminares, permitieron verificar la estabilidad de los resultados obtenidos en Marsella y obtener resultados sobre dos puntos: probabilidad de selección de las manzanas y segunda etapa de muestreo

Segundo objetivo: realizar una primera aplicación con el fin de probar su eficacia en términos de rapidez, costo y precisión.

En el transcurso del último trimestre de 1987, efectuamos una encuesta demográfica por muestreo, sobre una muestra de manzanas obtenidas de una imagen del satélite SPOT de la ciudad de Quito. Primera aplicación de verdadera magnitud de nuestro método de recolección, esta encuesta de migración confirmó el interés del método desarrollado y permitió evaluar tanto su nivel de precisión como los costos que implicaba su ejecución.

Al final de esta segunda etapa de nuestro trabajo, en Quito, habíamos desarrollado y evaluado todas las etapas de un método de producción rápida de datos demográficos por muestreo aéreo sobre una imagen satelital. La selección de la estrategia de muestreo reposa en cierto número de resultados estadísticos que presentaremos a continuación.

3. Principales resultados relacionados con el diseño muestral

3.1 Diseño muestral espacial en la ciudad: eficacia de la estratificación sobre la densidad del área construida y probabilidades de inclusión proporcionales a la superficie de las manzanas.

En lo concerniente a la técnica de muestreo, dos preguntas se hacen al principio de la investigación:

- La eficacia de las informaciones morfológicas como criterio de estratificación del diseño muestral.
- El modo de selección de unidades primarias, es decir, las probabilidades de inclusión de las manzanas en la muestra.

En efecto, el procedimiento "natural" de selección de una muestra de unidades espaciales en un marco muestral constituido por un documento de tipo cartográfico, fotografía aérea o imagen satelital, es aquella de selección por puntos. La probabilidad de inclusión de una unidad primaria cualquiera es entonces proporcional a la superficie total del suelo. Sin em-

bargo podemos prever, aun si la puesta a punto se torna más difícil, existen otras posibilidades de inclusión: equiprobabilidad, probabilidad proporcional a la superficie construida, etc. ¿Qué consecuencias tienen esas diferentes probabilidades de selección sobre la precisión del muestreo?

Como se observará, los efectos de la estratificación y de las probabilidades de inclusión se hallan estrechamente ligados. Para escoger una técnica eficaz de selección de una muestra de manzanas, hay que responder a tres preguntas:

- ¿Qué ganancia en la precisión sobre la estimación de características socio-demográficas de la población aporta la estratificación del diseño muestral sobre los criterios de morfología urbana?
- ¿Qué consecuencias tendrán las probabilidades de inclusión sobre la precisión de las estimaciones?
- ¿Cuáles son las interacciones entre los efectos respectivos de la estratificación y las probabilidades de inclusión sobre la precisión del muestreo?

La tabla 4 está construida a partir de los resultados de la aplicación del programa VARECH, con base en datos constituidos en Marsella y Quito. Tomaremos el ejemplo de cuatro indicadores demográficos simples para mostrar la ganancia de precisión sobre las estimaciones que permiten obtener, en estas dos ciudades, diferentes estratificaciones morfológicas del marco sobre diferentes diseños muestrales. El indicador de la ganancia de precisión es la reducción de la varianza del estimador expresado en porcentaje de la varianza del mismo muestreo no estratificado (igual marco muestral, iguales probabilidades de inclusión). Los estimadores totales son los estimadores insesgados clásicos de HORVITZ-THOMPSON asociados a cada juego de probabilidades de inclusión; los cocientes son estimados con un ligero sesgo por el estimador de razón correspondiente a las mismas probabilidades.

La primera constatación que se impone, es que la introducción de una estratificación morfológica del marco permite una ganancia de precisión muy significativa: la varianza se

reduce de 20% a 75% según el caso. Constatamos también, que estas ganancias son muy variables en función de cuatro factores que entran a jugar: la ciudad (Marsella o Quito), la variable estimada, la naturaleza de la estratificación y las probabilidades de inclusión. En este estado, aparece cierto número de fenómenos interesantes y pueden reflejarse en las explicaciones de orden estadístico, geográfico (habiendo tratado las especificaciones de las relaciones entre morfología y socio-demografía en las dos ciudades consideradas) o ligadas a las técnicas de fotointerpretación y de teledetección utilizadas para construir las estratificaciones. Cualquiera que sea su explicación, estos hechos son en todo caso de una gran importancia práctica para construir un diseño muestral eficaz; he aquí algunos ejemplos.

En Marsella la estratificación morfológica en 9 clases producida de la foto-interpretación es de una eficacia comparable bajo los dos diseños muestrales enfocados: equiprobable ($p \equiv \text{cst}$) o de probabilidades proporcionales a las superficies de las manzanas ($p \equiv \text{su}$); en los dos casos, la varianza se reduce a menos del 40% (líneas 1 y 2).

Sobre el diseño $p \equiv \text{su}$, el criterio de densidad del área construida, actualmente accesible a partir de la imagen satelital, permite por sí solo una disminución de la varianza, de 20 a 30% en Marsella. Provee entonces, en este preciso caso, más de la mitad de la información útil dada por una estratificación morfológica más fina construida a partir de una foto-interpretación relativamente plena (líneas 3 y 4 comparadas con la línea 2).

Por otra parte, este mismo criterio de estratificación es mucho más eficaz en Quito, en donde se reduce la varianza de 35 a 75%, según las variables estimadas (líneas 6 y 7).

Tabla 4

Disminución de la varianza de los estimadores debido a diferentes estratificaciones morfológicas sobre diversos diseños muestrales (en % de la varianza del estimador no estratificado bajo el mismo diseño).

Muestreos:	Variables a estimar:	Población total	Población de más o igual a 5 años	Tamaño promedio de hogares	Proporción de más o igual a 5 años en la pobl. total
1.Marsella, muestreo sobre el marco del censo INSEE 1982					
	Diseño equiprobable (p=cste) 9 estratos morfológicos de acuerdo con fotointerpretación.	40%	39%	62%	62%
	Diseño de probab. proporcionales a la superficie de las manzanas (p=su) 9 estratos morfológicos, después de fotointerpretación.	43%	43%	40%	41%
	Diseño p=su 6 estratos de densidad de construcción después de fotointerpretación.	28%	29%	25%	17%
	Diseño p=su 6 estratos de densidad de construcción de acuerdo con imagen satelital TM	26%	27%	18%	11%
2.Quito, muestreo sobre el marco de encuestas preliminares 1986-87					
	Diseño p=cste 6 estratos de densidad de construcción de acuerdo con encuesta morfológica.	59%	59%	47%	44%
	Diseño p=su 6 estratos de densidad de construcción de acuerdo con encuesta morfológica.	77%	77%	52%	41%
	Diseño p=su 6 estratos de densidad de construcción de acuerdo con imagen SPOT.	75%	75%	51%	33%

Desde el punto de vista de ganancia en precisión que permiten, las estratificaciones según la densidad del área construida obtenidos de las imágenes de satélite, son prácticamente equivalentes a las estratificaciones "de referencia", construídas con el mismo criterio por foto-interpretación en Marsella, o producidas del estudio sobre el terreno en Quito.

En Quito la estratificación sobre la densidad del área construida, es claramente más eficaz asociada a las probabilidades de inclusión proporcionales a las superficies de unidades primarias que bajo un diseño equiprobable (línea 6 y 7 comparadas con la líneas 5), lo que constituye una de las mayores diferencias entre los resultados obtenidos en las dos ciudades.

La tabla 5 permite completar el análisis de la dependencia que existe entre los efectos respectivos de las estratificaciones y las probabilidades de inclusión. También está construido a partir de los resultados de la aplicación del programa VARECH, y presenta las mismas características demográficas de la tabla 4, por una parte los coeficientes de variación de las diferentes estimaciones, y de otra el efecto del diseño muestral con probabilidades de inclusión desiguales (probabilidades proporcionales a las superficies de las manzanas o en sus superficies construidas para el caso de Quito), y el mismo diseño equiprobable (mismo marco, igual estratificación). Dicho indicador está dado en porcentaje de la varianza del muestreo equiprobable, afectado del signo de la variación⁴.

En Marsella se confirma que el muestreo, estratificado o no, es poco sensible a los cambios de las probabilidades de inclusión, y menos en lo que concierne a la estimación de los totales. Por esta razón, la elección de p_{su} mejora la precisión en ausencia de estratificación, mientras que la desmejora en el caso estratificado (líneas 1 y 2, 3 y 4).

El fenómeno más interesante es el que muestra los resultados obtenidos en Quito, muy diferentes a los de Marsella. En Quito, la ausencia de estratificación, el muestreo p_{su} es poco eficaz (líneas 5 y 6), mientras que el muestreo con probabilidades proporcionales a las superficies construidas (p_{sb}), sería mucho mejor que el equiprobable (líneas 5 y 7). Pero cuando se estratifica el marco sobre un criterio de densidad de construcción, la conclusión se invierte:

⁴ Se refiere realmente al concepto de "efecto del diseño" (efecto del diseño muestral) desarrollado por L. Kish.

el muestreo $p \equiv su$ reduce sensiblemente la varianza de las estimaciones totales, y no desmejora, sino muy poco, aquéllas de razón (líneas 8 y 9), que de todas maneras se benefician mucho más de la estratificación de lo que perjudican sus probabilidades (ver tabla 4). En cuanto al muestreo $p \equiv sb$, tiene bajo esta estratificación, resultados totalmente equivalentes al muestreo $p \equiv su$ (líneas 9 y 10).

La síntesis de las observaciones hechas a partir de las dos tablas permite afirmar que, una vez estratificado el marco muestral según la densidad de construcción, el muestreo de probabilidades proporcionales a la superficie total de las unidades es la solución que se impone. De una parte, es mejor que el muestreo equiprobable estratificado y a priori no estratificado; de otra, bajo este diseño la ganancia inducida por la estratificación es importante (reducción de la varianza de 35 a 75%).

En fin, una vez retenido el principio de la estratificación sobre la densidad de construcción, el diseño $p \equiv sb$ no mejora la estimación en relación con el diseño $p \equiv su$. Resulta entonces inútil investigar un modo más profundo de selección que garantice una probabilidad aproximadamente proporcional a las superficies construidas; esta búsqueda se enfrentaría, de otra parte, a numerosas dificultades prácticas. Este último resultado encuentra una explicación intuitiva y simple: en el interior de una misma clase de densidad de construcción, superficie total y superficie construida de unidades primarias son a grosso modo, proporcionales y presentan entonces las mismas correlaciones con las características demográficas.

Tabla 5

Efectos de las probabilidades de inclusión sobre la precisión del muestreo, coeficientes de variación de los estimadores y ganancia de precisión en % de la varianza sobre un diseño equiprobable.

Muestreo:	Variables a estimar:	Población total	Población de más o igual a 5 años	Tamaño promedio de hogares	Proporción de mayores o iguales a 5 años en la población total
1. Marsella (censo INSEE 1982) muestreo no estratificado					
Diseño equiprobab. ($p \equiv cste$)					
	Coefficiente de variación	9.83	9.66	3.72	0.47
	Ganancia de precisión	0	0	0	0
Diseño de probabilidades proporcional a la superficie de la manzana ($p \equiv su$)					
	Coefficiente de variación	10.13	10.07	3.23	0.43
	Ganancia de precisión	+6%	+9%	-25%	-16%
2. Marsella (INSEE 1982) muestreo estratificado en 9 estratos morfológicos					
Diseño equiprobab. ($p \equiv cste$)					
	Coefficiente de variación	7.62	7.56	2.28	0.29
	Ganancia de precisión	0	0	0	0
Diseño de probabilidades proporcional a la superficie de la manzana ($p \equiv su$)					
	Coefficiente de variación	7.67	7.59	2.50	0.33
	Ganancia de precisión	+1%	+1%	+20%	+30%
3. Quito (encuestas preliminares 1987) muestreo no estratificado					
Diseño equiprobab. ($p \equiv cste$)					
	Coefficiente de variación	24.91	25.34	3.71	1.02
	Ganancia de precisión	0	0	0	0
Diseño de probabilidades proporcional a la superficie de la manzana ($p \equiv su$)					
	Coefficiente de variación	25.42	26.45	4.07	1.12
	Ganancia de precisión	+4%	+9%	+20%	+21%
Diseño de probabilidades proporcional a la superficie construida de la manzana ($p \equiv sb$)					
	Coefficiente de variación	15.97	16.64	3.08	0.99
	Ganancia de precisión	-59%	-57%	-31%	-6%
4. Quito (1987) muestreo estratificado en 6 clases de densidad de construcción					
Diseño equiprobab. ($p \equiv cste$)					
	Coefficiente de variación	15.92	16.14	2.68	0.83
	Ganancia de precisión	0	0	0	0
Diseño de probabilidades proporcional a la superficie de la manzana ($p \equiv su$)					
	Coefficiente de variación	12.30	12.77	2.83	0.85
	Ganancia de precisión	-40%	-37%	+12%	+5%
Diseño de probabilidades proporcional a la superficie construida de la manzana ($p \equiv sb$)					
	Coefficiente de variación	12.23	12.85	2.81	0.88
	Ganancia de precisión	41%	-37%	+10%	+12%

3.2 Efecto de la selección sistemática con la ayuda de una plantilla de puntos

Para utilizar, a partir de la imagen satelital, un muestreo estratificado sobre el criterio de la densidad del área construida con probabilidades de inclusión proporcionales a la superficie de las unidades primarias, se utiliza una técnica de selección de la muestra por elección de puntos en cada estrato materializado sobre la imagen. Entonces se puede optar por una selección de puntos en el tiraje de coordenadas aleatorias o una selección sistemática por medio de una plantilla de puntos.

Las características demográficas que buscamos estimar, no son independientes de la localización de los hogares en la aglomeración urbana; entonces la selección sistemática, es ciertamente ventajosa. Desafortunadamente, es imposible medir rigurosamente la ganancia sobre la precisión de las estimaciones porque no existe, en el marco estricto de la teoría del muestreo probabilístico, la expresión de la varianza de estimadores sobre un diseño muestral sistemático.

Para superar esta dificultad, escogimos un método de aproximación que se inspira en una proposición hecha por DESABIE, para la selección sistemática sobre lista⁵ y que adoptamos en la selección sistemática espacial. La idea es la siguiente: la selección sistemática se hace en una lista de unidades de la muestra escogida según un cierto orden; si este orden es informativo con relación a las variables que buscamos estimar, entonces podemos considerar que el muestreo beneficia una clase de estratificación implícita según los criterios que definen este orden. Por lo tanto, se autorizó utilizar una fórmula de inferencia para los estimadores y sus varianzas correspondientes en un muestreo estratificado a partir del orden en la lista. En el caso del muestreo sistemático que nos interesa, el orden que estructura el marco muestral y que juzgamos informativo es la localización geográfica de las manzanas. *El efecto de estratificación implícito puede entonces ser aproximado, considerando el marco como estratificado geográficamente, por ejemplo, según una cuadrícula de la imagen.*

Pero seguramente no hay tampoco independencia entre la localización y las características morfológicas de las manzanas. En consecuencia, esta estratificación geográfica implícita

⁵J. DESABIE, "Teoría y práctica de muestreo" (DUNOD 1966). La selección sistemática enfocada como un muestreo estratificado, capítulo 7.7.7, pág. 171.

debe ser cruzada con la verdadera estratificación morfológica, a fin de no tomar en cuenta el solo efecto de la selección sistemática, sino también los efectos acumulados de éste y de la estratificación sobre la densidad del área construida.

Una vez definidas estas estratificaciones cruzadas, es nuevamente el programa VARECH nuestra herramienta de evaluación. El número de estratos geográficos debe ser lógicamente el máximo para obtener una buena aproximación de las varianzas reales del muestreo sistemático, es entonces con la base de datos exhaustivos realizada en Marsella, que comprende un número suficiente de unidades primarias (3.534 manzanas), en que el método fue aplicado. De este hecho, los tiempos de cálculo en un microordenador correspondiente a estratificaciones geográficas muy precisas son rápidamente prohibitivos. Sin embargo, como habíamos constatado una convergencia bastante rápida de la serie de varianzas obtenida con un número de estratos aumentando hasta 15, retuvimos este número como un buen compromiso entre la precisión de la aproximación y tiempos de cálculo razonables.

La tabla 6 presenta, para tres características demográficas, los coeficientes de variación de las estimaciones y las ganancias en precisión correspondientes a dos estratificaciones morfológicas del marco (en 9 estratos morfológicos producidos de la fotointerpretación, y en 6 clases de densidad del área construida), cruzadas con la estratificación geográfica en quince clases. La ganancia de varianza es también medida en porcentaje de la varianza del mismo muestreo no estratificado: aquí el diseño muestral considerado en toda la tabla es el de probabilidades de inclusión proporcionales a la superficie de las manzanas.

Tabla 6

Coefficientes de variación⁶ y ganancia de precisión obtenida en la estimación de tres características demográficas a partir de la estratificación cruzando un criterio morfológico y uno de localización.

Muestreo:	Característica:	POPSDC (*)		(POP+5) POPTOT (**)		POPFRANC POPTOTAL (**)	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
No estratificado		10.13	0	0.43	0	3.67	0
1) Marsella: cruce con la estratificación morfológica en nueve clases después de fotointerpretación							
Estratif.morf.(9 clases)		7.67	43%	0.33	41%	2.55	52%
Morf.(9cl.) x loc.(15cl.)		6.83	55%	0.27	61%	1.72	78%
2) Marsella : cruce con la estratificación en seis clases de densidad de construcción después de fotointerpretación							
Estratif. dens (6 cl)		8.59	28%	0.39	18%	2.87	39%
Dens.(6cl.)x loc.(15cl.)		7.48	45%	0.27	48%	1.91	73%

(*): Población total (sin conteo doble), estimador insesgado

(**): Respectivamente, proporción de la población total con edad de más de cinco años y proporción de la población total de nacionalidad francesa, estimadores de razón ligeramente sesgados.

(1): Coeficiente de variación de la estimación.

(2): Ganancia de precisión, en % de la varianza del muestreo no estratificado.

⁶ Diseño con probabilidades proporcionales a las superficies de los distritos, estimación total insesgada y estimación de razón ligeramente sesgada.

Resaltamos primero, examinando la tabla, que las ganancias permitidas por la buena repartición espacial de la muestra pueden ser iguales o superiores a aquéllas obtenidas en la estratificación morfológica: varían según la característica demográfica que nos interesa, entre 25 y 55% de la varianza del estimador ya estratificado sobre el criterio morfológico. En resumen, el efecto acumulado de la estratificación y de la selección sistemática permite una disminución de la varianza comprendida entre 45 y 80%, mientras que el muestreo aleatorio con las mismas estratificaciones no la reduce sino de 20 a 50%.

Otra constatación interesante: la ganancia que aporta la "estratificación espacial" es equivalente, para una característica dada, sobre las dos estratificaciones morfológicas de partida; hemos podido verificar a propósito esta estabilidad para otras estratificaciones. *Parece entonces que las dos técnicas, estratificación y selección sistemática, permiten tener en cuenta niveles geográficos distintos de variación de las características demográficas.* La sectorización del espacio urbano en estratos morfológicos homogéneos da cuenta de una parte de las variaciones del carácter (varianza, "macro" o inter-estratos), mientras que al interior de estratos, la selección sistemática permite recoger las variaciones más locales (varianza "micro" o intraestrato). Una consecuencia práctica de este estado de hechos es que podemos pensar que *aun bajo las estratificaciones morfológicas más finas y, por lo tanto, más eficaces, el muestreo sistemático conserva su interés.*

Para terminar, en el plano metodológico, anotaremos que el método de aproximación de la varianza del muestreo sistemático espacial aquí empleado, tiene la ventaja de ser intuitivo y simple, en contrapartida es bastante tosco: puede engendrar una significativa sobreestimación de varianzas. Este defecto fue poco molesto en la fase de desarrollo del método en donde el objetivo perseguido era evaluar el interés de la técnica, pero lo fue más aun al momento de la realización de un estudio efectuado con la ayuda del método que proponemos, en donde importa medir lo más precisamente posible el error muestral. Existen otros métodos, de los cuales algunos de ellos ya fueron probados como métodos llamados remuestreo: BRR, JACKKNIFE, BOOT STRAP. Recomendamos su utilización, en la medida en que estén disponibles y su empleo lógico sea provechoso en el estudio.

3.3 Efecto de árbol en la segunda etapa de muestreo

Hasta el momento, los resultados que hemos presentado han indicado que sobre una imagen satelital estratificada según la densidad de construcción, un muestreo sistemático con ayuda de una plantilla de puntos, que conlleva una probabilidad de inclusión de manzanas proporcional a sus superficies, es una técnica eficaz de selección de unidades primarias. Para acceder a la información en los hogares, unidades de observación del estudio, hace falta una segunda etapa muestral, en donde se selecciona, en cada unidad primaria de la muestra, una submuestra. *¿Qué estrategia adoptar para esta segunda etapa?*

En un muestreo bietápico, la expresión de la varianza contempla dos términos correspondientes al muestreo de cada una de las etapas. El primer término representa el error aleatorio que sobreviene cuando seleccionamos las unidades primarias y es función de la variabilidad de la característica demográfica estimada de un grupo de viviendas a otro. El siguiente es el error debido a la segunda etapa del muestreo; proviene de la variabilidad del carácter del conjunto de hogares de una misma unidad primaria. Cada uno de estos dos términos interviene las tasas de error de la primera y segunda etapa de muestreo. *Evidentemente, si el primer término es determinante en la expresión de la varianza total, tenemos el interés en reducir esta última mientras se conserva el mismo número de hogares encuestados, aumentando la variación en la primera etapa, no encuestando una fracción de hogares en cada manzana de la muestra.*

El programa VAR2DEG ha permitido verificar esta hipótesis a partir de datos recogidos en la encuesta preliminar realizada en Quito. Este realiza la estricta aplicación de la fórmula de la estimación de la varianza total bajo un diseño muestral bietápico, separando sus dos términos: *A, varianza debida a la primera etapa o varianza entre manzanas; B, varianza debida a la segunda etapa o suma de varianzas dentro de manzanas.* Los resultados que presentamos corresponden al diseño muestral que nos interesa: en la primera etapa, las probabilidades de inclusión son proporcionales a la superficie de las unidades primarias, en la segunda etapa es equiprobable sin reposición.

Constatamos en la tabla 7 que la variabilidad de características entre unidades primarias es responsable de más del 90% de la varianza total y, luego que, el muestreo en dos etapas que

permita encuestar un gran número de manzanas es preferible a un muestreo de árbol donde las manzanas son encuestadas exhaustivamente. Debemos, entonces, escoger una tasa de la segunda etapa, la más baja posible, a fin de optimizar la precisión del muestreo; sin embargo aparecen entonces dos problemas. De una parte, debemos conservar un número suficiente de hogares en cada unidad primaria para poder estimar con precisión la varianza de los estimadores. De otra, y sobre todo, el aumento de la tasa en la primera etapa conlleva un sobre costo ligado a los gastos de transporte y a las operaciones de recolección estrictamente relacionadas con las unidades primarias: enumeración de hogares y medición de superficies.

Una solución aceptable al problema es encuestar un número constante de hogares en cada manzana. En efecto, si se descompone nuevamente el cálculo de la varianza para evaluar la contribución de grupos de manzanas que contienen el número de hogares más o menos constantes, se verifica que las manzanas más pobladas (contienen más de 40 hogares) producen, por sí solas más del 80% de la varianza total. En cambio, la contribución del grupo de manzanas pobladas con menos de diez hogares no es relevante. Luego, para la fracción de la muestra que comprende las manzanas más pobladas es importante obtener la tasa más robusta, en la primera etapa, mientras que se puedan encuestar exhaustivamente las manzanas menos pobladas. Las probabilidades de inclusión finales de hogares en la muestra dependerán entonces, de una parte, de la superficie de la manzana en la cual se encuentra y, de otra, del número de hogares que allí residen.

Finalmente, el programa permite medir las consecuencias sobre la precisión del muestreo de este efecto de árbol en las manzanas: en relación con un muestreo en árbol bajo el mismo diseño en donde se encuestarían todos los hogares de cada unidad primaria, la varianza está dividida entre cinco.

Tabla 7

Comparación de varianzas de la primera y segunda etapas de muestreo (Programa VAR 2 DEG)

Varianza : Características:	A (x 10 ⁻⁶)	B (x 10 ⁻⁶)	A / (A+B)
Población total	40.75	0.25	0.99
Población con más de 5 años	31.47	0.32	0.99
Población de no migrantes	13.16	0.23	0.98

A = Varianza debida a la primera etapa o varianza intermanzanas.

B = Varianza debida a la segunda etapa o suma de varianza intramanzanas.

Los resultados de las experiencias obtenidas de los datos del censo de 1982 en Marsella y a partir de los estudios preliminares realizados en Quito, de los cuales hemos presentado los principales resultados, nos han dado todos los elementos para elaborar un diseño muestral completo. El siguiente capítulo describe la manera en que este diseño debe ser puesto en marcha para realizar una encuesta demográfica por muestreo a partir de una imagen satelital.

4. El método de encuesta demográfica por muestreo aéreo sobre imagen satelital

4.1 Descripción general

Tomando en consideración los problemas de aplicación del método en ciudades de países en desarrollo, las consecuencias de la utilización de una imagen satelital como marco muestral y los resultados de experimentos preliminares en Marsella y Quito, hemos llegado a la definición de un diseño muestral aéreo sobre una imagen de satélite adaptada a nuestro objetivo: la producción rápida de datos demográficos en ciudades. La tabla 8 precisa las principales características.

El método de muestreo desarrollado consiste en un muestreo aéreo bietápico. En la primera etapa, las áreas seleccionadas son las manzanas; en la segunda etapa, las unidades encuestadas son los hogares.

La imagen satelital sirve para:

- La definición del marco muestral: el límite urbano es trazado sobre la imagen, a partir de la información dada por ésta.
- La estratificación del marco muestral: una técnica eficaz y adaptada al saber hacer actual en teledetección urbana es la estratificación sobre el criterio de densidad del área construida (bâti);
- La selección de una muestra de manzanas geográficamente repartidas en el conjunto de la ciudad.

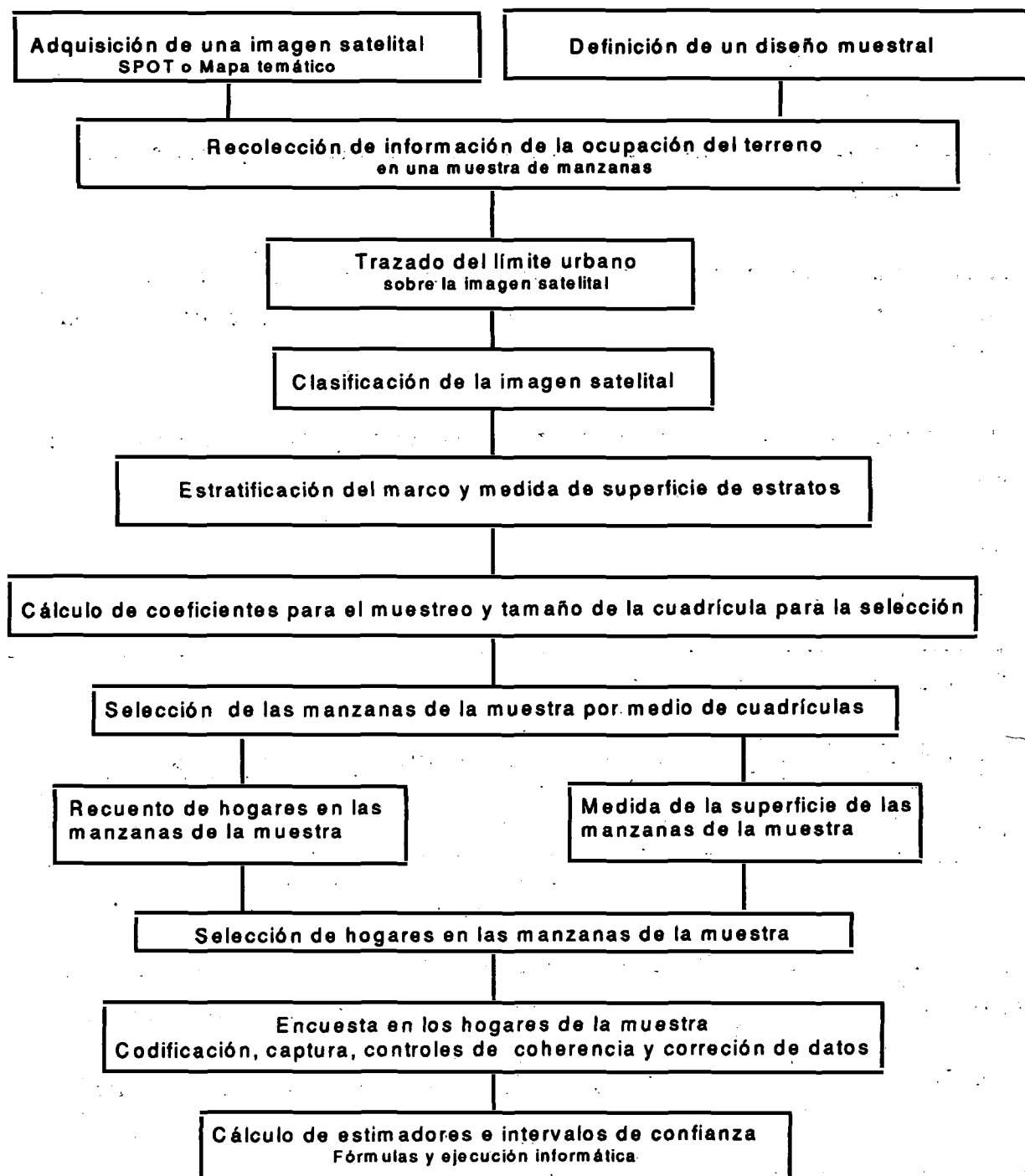
Tabla 8

Características del diseño muestral

Estructura general	Muestreo aéreo estratificado en dos etapas Unidades primarias=manzanas Unidades secundarias=hogares
Marco muestral	Conjunto del área urbana, en donde se excluyen zonas no construidas.
Estratificación	Estratificación a partir de la clasificación de la imagen satelital en función de la densidad de construcción.
Selección de manzanas (primera etapa)	Muestreo espacial sistemático con ayuda de una plantilla de puntos sobrepuesta a la imagen satelital, la colocación inicial de la plantilla es aleatoria. Tasas respetando la regla de asignación a los estratos escogidos: Proporcional u óptima. Probabilidad de selección proporcional a la superficie de las manzanas.
Selección de hogares (segunda etapa)	Selección equiprobable y sistemática sobre la lista de hogares de cada manzana de la muestra. Tasa variable según el número de hogares de la manzana.
Estimadores	Total: estimador insesgado bajo diseño de probabilidades proporcionales a la superficie de las manzanas. Cociente: estimador de razón bajo diseño de probabilidades proporcionales a la superficie de las manzanas.

Figura 1

Etapas de la ejecución del método



4.2 Etapas de su ejecución

Para ejecutar el diseño muestral descrito anteriormente, cierto número de operaciones deben ser realizadas; la figura 1 resume la manera de encadenar estas diferentes etapas. Los siguientes párrafos están consagrados a una breve descripción de cada una de las principales etapas.

Delimitación del marco muestral sobre imagen satelital

Delimitar el marco muestral consiste en trazar el límite urbano sobre la imagen del satélite. Dado el tipo de información a partir de las imágenes del satélite, es bastante evidente que no se puede extraer de éstas sino los límites traduciendo un fenómeno físico; una solución interesante es definir la ciudad como una zona continua de espacio construido.

Si se mantuviera esta definición, dos técnicas diferentes podrían llevarse a cabo, según el tipo de imagen de que se dispusiera.

- Si no se dispone sino de una película de la imagen pancromática SPOT: el trazado es realizado sobre un tiraje fotográfico de esta imagen a una escala comprendida entre 1/30.000 y 1/15.000, empleando los tintes grises de la imagen, el arreglo general, la estructura y la textura que ilustran sobre el grado de vegetación o de mineralización (construcción) y el tipo de tejido urbano; el límite es trazado allí donde se termina una zona continua de espacio construido, esforzándose por seguir un límite (natural o artificial) visible sobre la imagen y sobre el terreno.
- Si se dispone, además, de una banda magnética SPT XS ó TM: es posible realizar un tratamiento numérico simple para ayudar en la determinación del límite urbano, que será establecido, como procedimiento, sobre un tiraje a gran escala del canal pancromático. El objeto de este tratamiento es clasificar la imagen según el índice de vegetación y el grado de heterogeneidad de valores radiométricos; tomando como la hipótesis que la zona urbana corresponde a un espacio con dominio mineral y fuertemente heterogéneo, podemos así, separar, numéricamente la zona urbanizada.

En el caso, donde el marco muestral deba necesariamente corresponder a límites administrativos, el trabajo de delimitación consiste únicamente en dar el trazado de estos límites, conocidos por un documento cartográfico cualquiera, sobre la imagen satelital.

Estratificación del marco según la información suministrada por la imagen satelital

La estratificación del marco muestral está basada en una clasificación supervisada de la imagen satelital, es decir, iniciada sobre una información precisa recolectada, en terreno, en un cierto número de manzanas.

El método de clasificación que preconizamos es una clasificación según la densidad del espacio construido: modelado aisladamente a partir de las imágenes satelitales, la densidad del área construida es, de otra parte, un criterio de estratificación eficaz para una encuesta socio-demográfica. Esta clasificación está basada en la búsqueda de una mejor regresión entre la densidad del área construida observada sobre el terreno en las manzanas seleccionadas y el índice de vegetación (en el caso de una imagen SPOT) o los medios radiométricos de canales 3, 4 ó 5 de una imagen TM; los coeficientes de la regresión son a continuación aplicados al conjunto de la imagen. Después de haber subdividido la imagen resultante en clases, se dispone entonces de una clasificación de la zona urbanizada en función de niveles de densidad del área construida.

Una vez obtenida esta clasificación, se trata de elaborar la estratificación propiamente dicha, es decir, delimitar las zonas lo más homogéneamente posible en relación con el criterio de densidad del área construida. Esta operación es realizada por selección a gran escala de la imagen satelital, esforzándose para seguir las fronteras naturales o artificiales, con el fin de no cortar las manzanas, que constituirán la unidad del marco muestral en la primera etapa.

Finalmente, como la medición de la superficie de los estratos constituye una información necesaria para el cálculo de estimadores se miden las zonas así delimitadas.

Selección de las manzanas de la muestra

El primer trabajo consiste en determinar el número total de manzanas a encuestar y su repartición en los estratos. La selección de las manzanas de la muestra se efectúa independientemente para cada estrato con la ayuda de una plantilla de puntos colocada sobre la imagen satelital, la cuadrícula de la plantilla es calculada para respetar la proporción prevista; para obtener la superficie de dicha plantilla de selección en cada estrato, basta con dividir la superficie total del estrato medido entre el número de manzanas a seleccionar.

Después de estar seguros de que se tiene en cada estrato el número de puntos de muestreo deseados, la etapa siguiente consiste en identificar sobre la imagen las manzanas correspondientes a los puntos de la plantilla. Cuando el tipo de barrio, y luego el grado de elegibilidad de la red de comunicaciones sobre la imagen hacen imposible una identificación directa de las manzanas sobre la imagen, este trabajo se puede realizar con el supervisor encargado de la zona, directamente sobre el terreno.

Recuento de hogares y medición de la superficie de las manzanas de la muestra

El recuento de hogares que ocupan las manzanas sirve para seleccionar la muestra de hogares a encuestar y para estimar los totales, medias y cocientes dentro de las unidades primarias, es decir, las manzanas.

Este trabajo del recuento de hogares en cada manzana de la muestra es confiado a los supervisores, quienes establecen, en una fecha diseñada para el efecto, un esquema simplificado de la manzana en la que figuran: la información necesaria para identificar las manzanas a encuestar (nombre de las calles que limitan las manzanas, elementos naturales que sirven como límite, etc.), el diseño del conjunto de construcciones de la manzana, el número de hogares en cada construcción, la numeración de los hogares de 1 a N, en orden creciente siguiendo el perímetro de la manzana.

Después del recuento hogares, el supervisor efectúa la medición de la superficie de la manzana: dicha medida es indispensable para calcular las estimaciones totales, medias y cocientes a nivel de cada uno de los estratos, del marco completo o de otra eventual sectorización de la ciudad. Con la ayuda de un decámetro, teodolito y de una brújula, el supervisor establece con el máximo de precisión posible un croquis indicando ángulos y longitud de cada segmento derecho, delimitando así la pendiente de la manzana. La superficie es calculada además por medios informáticos o manuales, a partir del esquema y las mediciones efectuadas por el supervisor.

Selección de hogares a encuestar

De acuerdo con lo visto en el capítulo 3, la estrategia para la segunda etapa del muestreo es encuestar, lo mejor posible, el mismo número de hogares en todas las manzanas. Realmente, se adopta la siguiente estrategia de selección de hogares: se encuesta un pequeño número constante de hogares (N_1 , del orden de 5 ó 10) en todas las manzanas que contengan al menos N_1 hogares, y se encuestan todos los hogares en las manzanas que contengan menos de N_1 hogares.

En las manzanas que cuentan con menos de N_1 hogares, la encuesta es exhaustiva: el encuestador entrevista a todos los hogares identificados en el esquema de la manzana realizado por el supervisor. Si la manzana cuenta con más de N_1 hogares, el supervisor procede a efectuar una selección sistemática sobre la lista de hogares de las manzanas numeradas de 1 hasta N ; y establece así el listado de los N_1 hogares a encuestar. El encuestador debe entrevistar todos los hogares de la lista.

Producción de resultados: estimaciones e intervalos de confianza

La última etapa consiste en estimar los resultados demográficos a nivel de la población total a partir de la información recolectada en los hogares de la muestra. El cálculo de estimadores

es fácil de realizar, con la condición, de no tener en cuenta la selección sistemática de las manzanas de la muestra. Asimilando, la selección de la primera etapa a un muestreo aleatorio con reposición de unidades espaciales que tengan probabilidades de inclusión proporcionales a sus superficies, la fórmula de estimación se desprende de la teoría de los estimadores insesgados, con probabilidades de pertenencia desiguales. En la segunda etapa, el diseño es equiprobable sin reposición y el estimador insesgado es bien conocido. La tabla 9 presenta el ejemplo de la fórmula de estimación total que aplicamos para el desarrollo de la encuesta de migración.

Tabla 9.

Notaciones y fórmulas para la estimación total bajo el diseño realizado.

a. Notaciones

Notaciones		Significado
1). Marco muestral y muestra	N_i	Número de hogares en la manzana i .
	n_i	Número de hogares de la manzana i en la muestra
	m_k	Número de manzanas del estrato k en la muestra.
2). Variable a estimar	y_{ij}	Valor de la característica para el hogar j de la manzana i .
	$\hat{y}_i$	Estimador total de y en la manzana i .
	$\hat{Y}_k$	Estimador total de y en el estrato k .
3). Variable que define la probabilidad de inclusión de unidades primarias en la muestra	z_i	Superficie total de la manzana i .
	Z_k	Superficie total del estrato k .
4). Cantidades en la muestra	n_i	Suma de hogares en la manzana i de la muestra
	$\sum_{j=1}^S$	
	m_k	Suma de manzanas del estrato k en la muestra.
	$\sum_{i=1}^S$	
5) Estimación de errores de muestreo	$\hat{V}(\hat{Y}_k)$	Estimaciones de la varianza de los estimadores
	$\hat{Y}_k$	

b. Fórmulas

Cantidad a estimar	Estimador en la manzana i	Estimador en el estrato k	Estimador de la varianza del estimador en el estrato k
Y_k	$\hat{y}_i = N_i \sum_{j=1}^{n_i} \frac{y_{ij}}{n_i}$	$\hat{Y}_k = \frac{Z_k}{m_k} \sum_{i=1}^{m_k} \frac{\hat{y}_i}{z_i}$	$\hat{V}(\hat{Y}_k) = \frac{1}{m_k(m_k - 1)} \sum_{i=1}^{m_k} \left(\frac{Z_k \hat{y}_i}{z_i} - \hat{Y}_k \right)^2$

5. Conclusiones y perspectivas:

Los trabajos efectuados desde 1985 en Marsella y Quito han verificado la hipótesis básica del programa de investigación: tener en cuenta la morfología urbana tal como puede ser extraída de una imagen de satélite SPOT ó TM permite definir un diseño muestral riguroso y ejecutable. Estas investigaciones son inicialmente resultados generales, en muestreo aéreo y teledetección urbana, resultados utilizados para establecer la cadena completa de un método de producción de datos demográficos que integran la teledetección espacial.

La primera aplicación de este método, en Quito en diciembre de 1987, confirmó el interés del método y permitió evaluar los costos de ejecución de éste y la precisión de los resultados; en una ciudad que no dispone de ningún marco muestral clásico. Pudimos seleccionar de una manera rigurosa, a partir de una imagen de satélite SPOT, una muestra para una encuesta demográfica.

La metodología que hemos desarrollado nos puede dar las respuestas a los problemas presentados en la observación de poblaciones de ciudades de los países en desarrollo: siguiendo las etapas descritas en el capítulo 4 de este documento, esta técnica de producción de datos demográficos podrá ser aplicada desde ahora en otras ciudades.

Con este método, es posible aplicar rápidamente una encuesta por muestreo en una ciudad que carezca de un marco muestral clásico. La rapidez y la espacialización de los resultados en

función de la diversidad de sectores de la ciudad, son las características del método que deberían seducir a los diferentes protagonistas de la gestión urbana. Seleccionar una muestra de una encuesta socio-demográfica sobre una imagen satelital permite también la evidencia de las diferencias internas de la ciudad y el análisis de la dinámica de subpoblaciones ciudadinas, relacionado con la urbanización cuyo interés es frecuentemente resaltado en las investigaciones de las ciudades en los países en desarrollo. La reducción de la muestra encuestada gracias a la ganancia de precisión aportada por el diseño muestral permite con un mismo costo global, una observación más detallada que con los métodos tradicionales de muestreo.

Si el método desarrollado puede desde ahora ser utilizado aplicando el esquema propuesto, sus resultados serán bastante perfeccionados.

De una parte, la diversidad de aplicaciones en contextos urbanos diferentes tanto sobre un plano físico, como socio-económico contribuirá necesariamente a un perfeccionamiento del método de muestreo aéreo sobre una imagen satelital que presentamos en este artículo. De otra parte, es evidente que la sola información sobre la densidad del área construida presenta de una manera muy tangencial la morfología de una ciudad y no constituye sino una parte ínfima del "potencial" de informaciones de la imagen satelital SPOT o TM: el desarrollo de métodos para extraer de la imagen la información sobre la altura y concentración de las áreas construidas y la integración de éstas en la estratificación y/o en los estimadores, permitirían aumentar la precisión de los resultados de la encuesta demográfica.

La acumulación de experiencias en la aplicación de nuestro método y la integración de las innovaciones en teledetección urbana contribuirán a mejorar la solución que proponemos.

6. Referencias bibliográficas

1. Teledetección aérea o espacial y demográfica

ADENIYI P.O., "An aerial photographic method for estimating urban population". *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 49, No. 4, pgs. 545-560, 1983.

BALLUT A. et GAUTHIER M., *Une méthode pour la production de données socio-des populations a partir d'une image SPOT. Paris, IAURIF, EMPLASA, MS21, 1989.*

COLLINS W.G. et EL BEIK A.H., "Population census with the aid of aerial photographs: an experiment in the city of Leeds." *Photogrammetric record* 7, No. 37, Pgs. 16-26, 1971.

GREEN N.E., "Aerial photographic analysis of residential neighborhoods: an evaluation of data accuracy". *Social Forces*, No. 35, Pgs. 142-1247, 1956.

HOLZ R.K., HUFF D.L., MAYFIELD R.C., "Urban spatial structure based on remote sensing imagery". *Sixth International Symposium Remote Sensing Environment*, Vol. II, Pgs. 819-830, 1969

HSU. S.Y., "Population estimation". *Photogrammetric engineering and remote sensing; Vol 37, No. 5, Pgs. 449-454, 1971.*

IAURIF, ROC, SIDAU, SEE, *Les données urbaines. Système permanent de production rapide et économique. Recherche et synthèse. Paris, 82 pgs. 1983.*

IAURIF, ICEA, ENSTP, *Expérimentation d'une méthode simplifiée de recueil de données urbaines à Bouaké. Cote d'Ivoire. Première phase et deuxième phase. Paris, IAURIF, 78 pgs. y 37 pgs., 1987 y 1989.*

KRAUS S.P., SENGEL L.W., RYERSON J.M., "Estimating population from photographically determined residential land use types". *Remote sensing of environment*, No. 3, Pgs. 35-42, 1974.

LO C.P., "Accuracy of population estimation from mediuscale aerial photography". *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. XLI, No. 6, Pgs. 707-712, 1986.

LO. C.P. et WELCH R., "Chinese urban population estimates". *Annals of the association for american geographers*, vol. 67, No.2, pgs. 246-250, 1977.

OGROSKY C.E., "Population estimates from satellite imagerie". Photogrammetric engineering and remote sensing, vol. XLI, No. 6, pgs. 7-7-712, 1986.

POLLE V.F.L., "Population estimation from aerial photos for non- homogeneous urban residential areas. Cases studies from Teheran and Colombo". ITC Journal, No. 2, Pgs. 116-122, 1984.

PORTER P.W., *Population distribution and land use in Liberia. London School of Economics and Political Science, These de Ph. D., 1956.*

TOBLER W.R., "Satellite confirmation of settlement size Coefficients". Area, Vol. 1, No. 3, Pgs. 30-34, 1969.

VERNIERE M., "Méthode d'analyse quantitative de la croissance urbaine dans l'espace et dans le temps. Exemple d'une banlieue de Dakar (Sénégal)". Photo interprétation, No. 1, Pgs. 34-55, 1978.

WATKINS J.F., "Small area population estimates using aerial photography". Photogrammetric engineering and remote sensing, Vol. 51, No. 2, Pgs. 1933- 1935, 1985.

2. Teoría de muestreo

ASSELIN L.M., "Techniques de sondage avec application a l'Afrique" GAETAN MORIN, Quebec, 697 pgs., 1984.

COCHRAN W.G., "Sampling techniques", (3 edition), DUNOD, París, 483 pgs, 1966.

DESABIE J., "Théorie et pratique des sondages", DUNOD, Paris, 483 p. 1966.

DROESBEKE, FICHET, TASSI éditeurs (Ouvrage collectif), "Les sondages", Journées d'étude en stadistique d'octobre, 1986, ECONOMICA, París, 310 pgs., 1987.

GOURIEROUX Ch., *"Théorie des sondages"*, ECONOMICA, Paris, 272 pgs., 1981.

GROSBAS J.M., *"Méthodes statistiques des sondages"*, ECONOMICA, 342 pgs., 1987

3. Bibliografía selectiva del equipo ORSTOM

BARBARY O., *Sondages aréolaires pour l'estimation de données démographiques en milieu urbain. Essai de définition d'une méthode de collecte intégrant l'information satellitaire, application aux villes des pays en développement. Paris, EHESS, Thèse, de doctorat, 641 pgs., 1988.*

BARBARY O., DUREAU F. MICHEL A., *Définition et mise en oeuvre d'un plan de sondage aréolaire sur image SPOT pour une enquête démographique à Quito (Equateur). Quito, ORSTOM, 204 pgs., 1988.*

DUREAU F. et GUILLAUME A., *"La Population depuis l'espace: un nouveau système d'observation"* STATECO, No. 38., Paris, INSEE, Pgs. 5-46, 1985.

DUREAU, F., BARBARY O., LORTIC B., MICHEL A., *Une nouvelle méthode de collecte d'information sur les populations urbaines: l'enquête démographique par sondage aréolaire sur image satellite. Communication au XXIe congrès général de l'Union Internationale pour l'Etude Scientifique de la Population, New Delhi (Inde), 20-27 septembre 1989, 17 pgs., 1989.*

DUREAU F., BARBARY O., LORTIC B., MICHEL A., *L'utilisation de la télédétection pour l'observation démographique en milieu urbain. Convention Ministère de la Coopération-ORSTOM. Rapport final. Paris, ORSTOM, 31 pgs., 1989.*

DUREAU F., BARBARY O., MICHEL A., LORTIC B., *Sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio- démographiques en milieu urbain. Manuel de formation. (3 versions: français, anglais, espagnol). Paris, ORSTOM, Collection Didactiques, 40 pgs. 1989.*

Equipe ORSTOM (UR 406, ATOB, Unité d'infographie), Intégration des données de télédétection dans un système d'information géographique: suivi de la morphologie et de la démographie d'une ville. ATP CNRS/CNES. Rapport intermédiaire, avril, 1986. Rapport final, agosto, 1987. París, ORSTOM, 190 pgs. y 591 pgs., 1986 y 1987.

EQUIPE ORSTOM (UR 15 du département SDU). L'utilisation de l'imagerie SPORT pour l'observation démographique en milieu urbain. Rapport final CNES, avril 1988. Paris, ORSTOM, 217 p., 1988.

MICHEL A., Stratification de l'espace urbain a partir d'images satellite pour réaliser un sondage à objectif démographique. Mise au point et évaluation des méthodes d'analyse des images SPOT et LANDSAT TM en milieu urbain. París, EHESS, Thèse de doctorat, 369 pgs., 1988.

MICHEL A., EBERHARD J.M., LORTIC B., DUREAU F., "L'utilisation de la télédétection pour l'observation des populations urbaines. Une recherche en cours à Quito Equateur". in: SPOT 1. Utilisation des images, bilan, résultats. Paris, Novembre 1987 París, CNES, Pgs. 505-514, 1987.

Anexo 1.

Definición del universo y selección de la muestra de la encuesta de movilidad espacial en el área metropolitana de Santafé de Bogotá (CEDE-ORSTOM, octubre 1993).

Definición del universo de estudio y selección de la muestra.

Como lo muestra la figura 1, la selección de la muestra de la encuesta cuantitativa se hizo en varias etapas.

En un primer momento, se delimitó el área metropolitana de Santafé de Bogotá, aplicando tres tipos de criterios geográficos (pertenecer a la Sabana de Bogotá, estar a una distancia no mayor de 75 minutos de la capital), criterios de dinámica demográfica (altas tasas de crecimiento demográfico, altas densidades de población, altas proporciones de migrantes), y criterios de integración funcional (proporción importante de trabajadores que laboran en Santafé de Bogotá). Además de dichos criterios analíticos, se tomó en cuenta la clasificación sintética hecha por R. ECHEVERRI (1985), que hasta ahora constituye el único aporte respecto al problema de delimitación del área metropolitana de esta ciudad.⁷ Aplicando los criterios anteriormente mencionados al conjunto de 114 municipios que incluye el departamento de Cundinamarca, se llegó a la escogencia de un grupo de 17 municipios, que conforman, con Santafé de Bogotá misma, el área metropolitana.

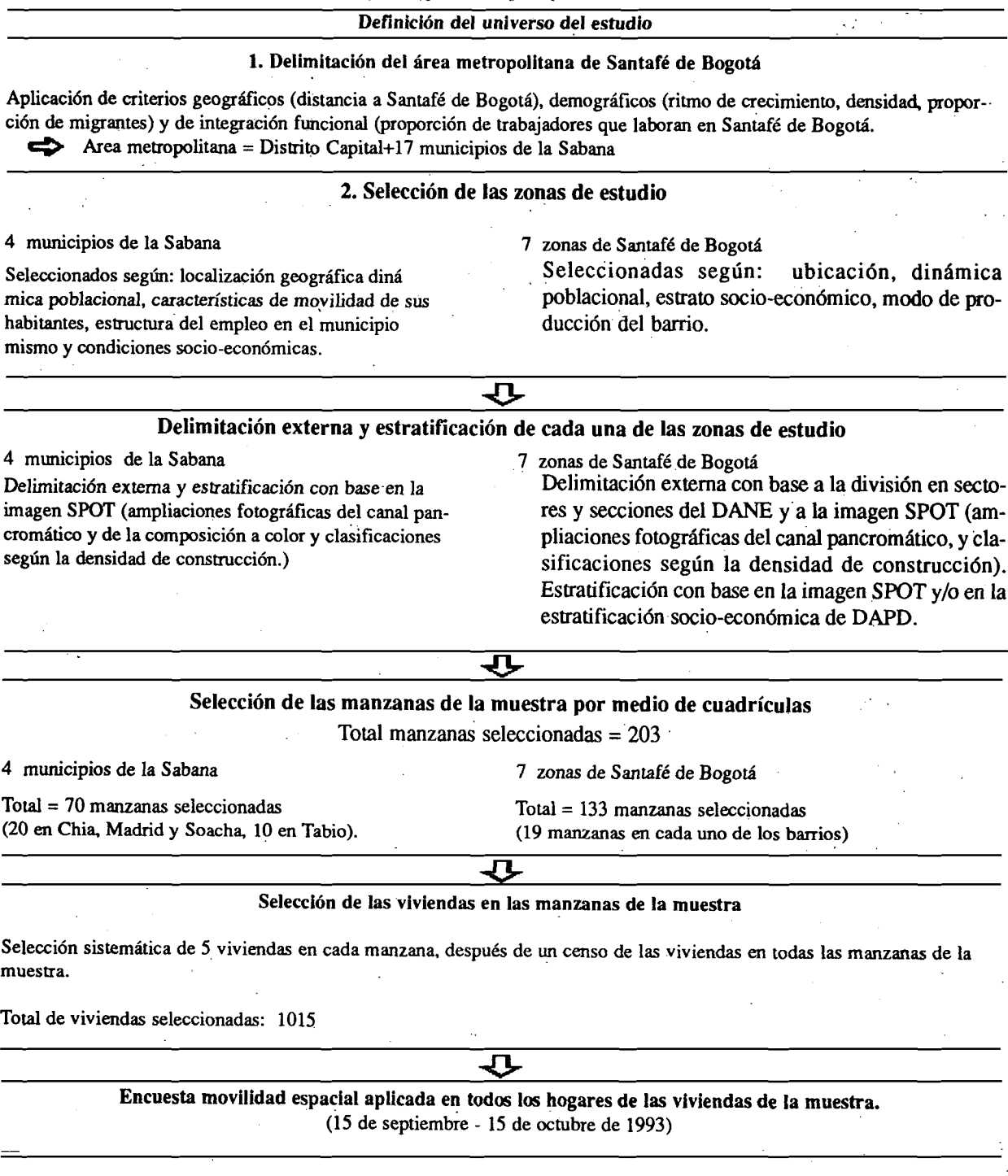
Dentro del área metropolitana así definida, aplicando los criterios de selección descritos en la figura 1, se seleccionaron 11 zonas de estudio: 4 municipios en la parte periférica del área metropolitana y 7 zonas en Santafé de Bogotá, descritos en el cuadro 1. Son estas 11 zonas las que conforman el universo de la encuesta. En efecto, por un lado, los objetivos de la encuesta, que implicaban mediciones de flujos intraurbanos de barrios a barrios y análisis fino de ellos, necesitaban una buena representatividad de la muestra a un nivel local (barrio). Y por otro lado, queríamos evidenciar esquemas de movilidades que den cuenta del funcionamiento global del área metropolitana. Al conjugar estos dos objetivos con el tamaño de muestra (1000 encuestas) que permitía el presupuesto del programa, tuvimos que reducir el universo estudiado y escoger, de acuerdo con los objetivos del estudio, barrios específicos de la metrópoli.⁸ Las 7 zonas de la capital, seleccionadas representan aproximadamente 10% de la población de Santafé de Bogotá, y los 4 municipios alrededor de 25% de la población de los 17 municipios de la Sabana incluidos en el área metropolitana.

En cada una de la 11 zonas que conforman el universo de la encuesta, se aplicó un diseño muestral, que consiste en un muestreo de áreas estratificado con 3 etapas⁹, cuyas características corresponden a las descritas en el cuadro 1.

⁷ Dicha clasificación se funda en un análisis factorial calculada a partir de una serie de variables que describen el nivel de urbanización de 29 municipios de la Sabana, y su grado de interrelación con Bogotá.

⁸ La selección de las zonas de Santafé de Bogotá se hizo con la colaboración de A. BONILLA (DAPD), L.M. CUERVO (CINEP), S. JARAMILLO (CEDE) y T. LULLE (Universidad Piloto y Externado de Colombia)

⁹ Este diseño corresponde al método de muestreo con base en imágenes de satélite desarrollado por un equipo de investigadores de ORSTOM, ya aplicado en Quito y Yaoundé (DUREAU y otros, 1989).

Figura 1**Las principales etapas de definición del universo de estudio y de selección de la muestra**

Cuadro 1

Características generales del diseño muestral

Estructura general	Muestreo de áreas con tres etapas
Marco Muestral	7 zonas de Santafé de Bogotá y 4 municipios de la Sabana
Estratificación	Estratificación con base en la estratificación socio-económica de DAPD (en Santafé de Bogotá) y en las características físicas de las zonas proporcionadas por la imagen SPOT (en Santafé de Bogotá y en los municipios de la Sabana).
Selección de las manzanas (Primera Etapa)	Muestreo sistemático de áreas por medio de una cuadrícula de puntos sobre puesta a la imagen SPOT o a un mapa, escogiendo en forma aleatoria la ubicación de la cuadrícula. Reparto proporcional a una estimación del número de viviendas por estrato (en Santafé de Bogotá), o al número de manzanas por estrato (en los municipios de la Sabana). En cada estrato, la probabilidad de selección de una manzana es proporcional a su superficie.
Selección de las viviendas (Segunda etapa)	Selección sistemática de 5 viviendas por manzana, con base en la lista de viviendas de la manzana.
Selección de los hogares (Tercera etapa)	Encuesta exhaustiva de todos los hogares de cada vivienda de la muestra.

En la primera etapa, las Áreas seleccionadas son manzanas. Se asegura una buena repartición geográfica de la muestra al seleccionar las manzanas de manera sistemática por medio de una cuadrícula de puntos con tamaño definido en función del número de manzanas por seleccionar en el estrato. La probabilidad de selección de las manzanas, debido a este proceso de selección, es proporcional a su superficie.

En la segunda etapa, las unidades seleccionadas son viviendas. Debido al carácter marginal de la varianza intramanzana frente a la varianza intermanzana, es mejor tener la mayor tasa posible en la primera etapa, investigando solo un número reducido de viviendas dentro de cada manzana. En consecuencia, hemos decidido encuestar cinco viviendas en cada manzana de la muestra. La selección de las viviendas se hace en forma sistemática y equiprobable a partir de una lista de viviendas establecida en cada manzana de la muestra.

En la tercera etapa, las unidades de observación son los hogares de las viviendas seleccionadas. Un formulario de encuesta se aplica a cada hogar de todas las viviendas de la muestra.

El diseño muestral se aplicó por supuesto independientemente en cada estrato de cada una de las 11 zonas del universo de estudio. Cada una de las 11 zonas fue estratificada en 2 ó 3 estratos con base a las características físicas de las zonas y, en el caso de Santafé de Bogotá propiamente dicho, con base a la estratificación socioeconómica del Departamento Administrativo de Planeación Distrital. Para el reparto de la muestra entre los 2 ó 3 estratos de cada zona, debida a la ausencia de datos que hubieran permitido hacer un reparto optimizado, se aplicó un método de reparto proporcional, con base al número de manzanas por estrato en los 4 municipios de la Sabana, y a una estimación de la población de cada estrato en las 7 zonas de Santafé de Bogotá. El cuadro 2 describe la muestra así seleccionada. Aplicando este diseño muestral, la tasa de muestreo es del orden de 0.6% en los 7 barrios de Santafé de Bogotá (en promedio), y de 1.3 % en los 4 municipios de la sabana.

Cuadro 2
Repartición de la muestra entre las diferentes zonas

Barrios de Santafé de Bogotá	Características de la zona	Número de estratos en la zona	Número de manzanas seleccionadas	Número de viviendas seleccionadas
1. La Perseverancia	Barrio central, varios estratos socio-económicos, pob. estable o disminución de densidad, en mayoría producción estatal.	3	19	95
2. La Candelaria	Barrio central, estratos socio-económicos, bajo (y medio), pob. estable o disminución de densidad, todos modos de producción.	3	19	95
3. El Nogal	Barrio en la parte norte de la periferia consolidada, estrato alto, densificación pob. en una parte, disminución pob. en otra, producción estatal y por encargo.	2	19	95
4. Normandía	Barrio en la parte oeste de la periferia consolidada, estrato medio, población estable, producción estatal, privada y por encargo.	3	19	95
5. Gustavo Restrepo	Barrio en la parte sur de la periferia consolidada, estratos bajo y medio, densidad pob. en la mayoría de la zona, todos modos de producción.	3	19	95
6. San Cristóbal Norte	Barrio en la parte norte de la periferia, en extensión, estratos bajo, medio y alto, densidad y extensión pob., todos modos de producción.	3	19	95
7. Bosa	Barrio en la parte sur de la periferia en extensión, estratos bajo (y medio), densidad y extensión pob., todos modos de producción.	3	19	95
Total barrios de Santafé de Bogotá			133	665

Municipios de la Sabana	Características del municipio	Número de estratos en el municipio	Número de manzanas seleccionadas	Número de encuestas
8. Chía	Población dispersa, con alta proporción de estrato medio y alto que trabaja en Santafé de Bogotá, empleos en los servicios debido a su papel de espacio de ocio para la población de Santafé de Bogotá.	2	20	100
9. Tabio	Municipio todavía muy rural, con empleo en los cultivos de flores, cuya integración al área metropolitana de Santafé de Bogotá está en proceso.		10	50
10. Madrid	Población muy concentrada en la Cabecera, alta proporción de inmigrantes, nivel socio-económico bajo, numerosos empleos en industria y cultivos de flores.	2	20	100
11. Soacha	Anexado físicamente a Santafé de Bogotá, con una población concentrada en la Cabecera que crece muy rápidamente, numerosos empleos industriales y de servicios, nivel socio-económico bajo.	3	20	100
Total municipios			70	350

CONTROL DE CALIDAD EN LAS ENCUESTAS AGROPECUARIAS

FREDERIC DEE BAKER

**Doctor en Estadística. Funcionario FAO Statistical Development Service
Statistics Division. Experto en manejo de Información Agrícola.**

Introducción

La inhabilidad para recolectar información precisa y oportuna del sector agrícola influye en la habilidad de aquellos encargados de formular políticas, para tomar decisiones basados en la actual situación. Incluso cuando la información se encuentre disponible, es importante que los usuarios aprecien tanto los indicadores estadísticos como la organización que los genera.

Dadas en la actualidad las limitaciones de los recursos para las organizaciones de estadísticas, y la creciente demanda de información, adquiere gran importancia la necesidad de mantener la calidad en todos los aspectos de los procesos estadísticos.

Cuando surge el aspecto de control de calidad, algunos restringen su aplicación a las actividades de recopilación de información. Sin embargo, puesto que la calidad de las estadísticas se refleja desde la etapa de planeación hasta la de divulgación, la aplicación debe ser mucho más amplia. Debe presentarse durante el diseño de la encuesta, diseño de la muestra, diseño del cuestionario, prueba preliminar y revisión del cuestionario, preparación del ingreso de información y programas de pulimiento y edición de la información, y en resumen, tabulación y divulgación de los resultados.

En pocas palabras, el control de calidad intenta minimizar los errores no muestrales que ocurren en cualquier estudio. Cuando se habla acerca del control de calidad de las estadísticas, las diferencias entre una completa enumeración y una encuesta por muestreo desaparecen. El control de calidad deber ser prioritario en todos los estudios

El peligro de la inferioridad estadística

Las encuestas agropecuarias son realizadas para reunir información acerca del sector agrícola, con el fin de que los encargados de la planeación y formulación de políticas tengan una guía en la toma de decisiones. La confiabilidad de la información estadística, así como su carácter de oportuna, determinan tanto la calidad como la oportunidad con que se procesan las decisiones

que influyen en el bienestar no sólo del sector agrícola, sino de toda la población, y *también* la credibilidad de la organización estadística. Ambas características de confiabilidad y oportunidad deberán recibir énfasis durante la planeación, recopilación, procesamiento y divulgación de las estadísticas agrícolas.

Dadas las restricciones interrelacionadas de personal, dinero y tiempo, es un requerimiento administrativo gastar el dinero y utilizar el personal con el fin de cumplir con la fecha límite. El control de calidad es la principal herramienta en el mantenimiento de la confiabilidad de las estadísticas y la credibilidad de su organización.

Cuando los usuarios pierden la confianza en las estadísticas que se reportan, buscarán fuentes de información alternas y los recursos para la organización estadística se hallan en peligro de ser reducidos.

Análisis de un caso

Durante una reciente misión en Mongolia, tuve la oportunidad de discutir el papel de las estadísticas, considerando que ese país está convirtiendo su economía centralizada a una orientada hacia el mercado. Tal como sucede en muchos países, el valor del muestreo y el concepto de una muestra representativa se perdieron en aras de la tradición. No ayudó que ciertos recortes en presupuesto y personal discreparan con la creciente presión de la demanda estadística.

El desacuerdo se presenta, no tanto en la Oficina de Estadísticas del Estado (SSO), sino con mayor frecuencia en las oficinas regionales (aimag) y locales (sumon). Durante sus setenta años de estadísticas, SSO ha ganado una buena reputación. Varios donantes internacionales han proporcionado asistencia técnica con altas cifras de computadores y muchos tipos de programas. No obstante que han sido poco necesarios los expertos en muestreo para estudios anteriores, el nivel general de antecedentes estadísticos y experiencia es alto.

El tradicional estilo de vida de los pastores los ha influenciado a concentrarse en pequeños grupos, los cuales son administrados por uno o más presidentes, administradores, contadores,

doctores y veterinarios. Estas personas han hecho contacto con otros grupos, han requerido suministros y materiales, guardado registros, recaudado impuestos y adquirido y vendido ganado y productos derivados del mismo. Los «aimags» y los «sumons» esperan poder emplear a estos individuos como enumeradores para inspecciones agrícolas. A medida que las empresas privadas se extienden por todo el país, los pastores comenzarán a efectuar sus propios arreglos para comprar y vender. La necesidad del enumerador de obtener información directamente de los pastores se hará entonces esencial.

El personal en SSO ha estado dispuesto a modificar su programa de estadísticas agrícolas; aprender sobre muestreo y su aplicación (para este proyecto, una encuesta piloto sobre productos de ganadería) ha sido considerada una actividad importante. El contenido y alcance del Censo Anual de Ganadería se halla bajo revisión, mas el aspecto de control de calidad parece menos primordial. Los temas financieros y los conflictos en los trabajos parecen tener mayor prioridad; la necesidad de cambiar con el fin de monitorear éste no posee la importancia que debería tener. En consecuencia, la reputación de SSO podría resultar perjudicada.

Revisión del proceso

Cuando se reúnen datos, los objetivos son obtener información *confiable* acerca de la población, y hacerlo antes del momento en que se requiera una decisión (basada en la información). Los resultados deben ser *defendibles* ante otras partes involucradas en el proceso de la toma de decisiones y, especialmente, ante aquellas partes que serán afectadas por la decisión. Por lo tanto, los resultados deben ser *creíbles*.

La metodología del estudio debe ser científica, las definiciones deben ser claras y no ambiguas, los procedimientos eficientes y libres de error; el personal debe ser experto o capacitado. El control de calidad debe ser empleado para reducir el error no muestral que pueda ocurrir.

Cuál es el costo de hacer las cosas bien? Suficiente personal bien entrenado y disponible, transporte para dicho personal, encuestadores y supervisores; equipo adecuado para diseñar e implementar el estudio (cuestionario, diseño de muestra, programas de procesamiento de in-

formación); computadores, impresoras, programas, papel, tableros manuales portátiles, lápices, mapas, etc.; personal receptivo al cambio, a la crítica constructiva y a los elogios; que la organización esté dispuesta a dirigir una revisión de sus procedimientos y a admitir que hay una mejor alternativa.

Finalmente, los beneficios hacen que valga la pena; la estabilidad de precios y la disponibilidad de los artículos satisfacen al consumidor. Los encargados de formular políticas, por ejemplo, al saber que pueden tomar decisiones basados en información seria, también se sienten satisfechos y la credibilidad y oportunidad de la información permite a los medios concentrarse en las causas y efectos de las políticas y no en la calidad de la información. Es cierto que hay otro grupo contento: todas aquellas organizaciones internacionales que pidieron el doble de la información que puede ser recolectada, se sentirán satisfechas con cualquier calidad de datos suministrados.

Sin embargo, hay otros beneficios adicionales. La revisión de la metodología del estudio y de los procedimientos de recolección de información pueden identificar áreas problema. Por ejemplo, los entrevistados pueden tener dificultad para responder las preguntas o rehusarse a responderlas, las preguntas pueden ser ambiguas y los enumeradores pueden interpretar de diferente modo el tipo de información que será recopilada, los enumeradores pueden presentar las preguntas en una forma tal que influya en la respuesta y ciertos mapas y listas pueden estar incompletos o desactualizados.

Los objetivos

La meta de cualquier recopilación de información es la de proporcionar estimaciones de las características de una población dada. En muchos casos, el estudio no involucrará una completa enumeración, pese a que la presencia de información inadecuada (que conlleva el error no muestral) puede ocurrir tan fácilmente en este caso como en la muestra. Esta información ha sido obtenida para satisfacer una necesidad expresada por un tomador de decisiones. Como parte del proceso de planeación, la población de interés, las preguntas formuladas, la exactitud

de los resultados y el alcance de la encuesta ha sido determinado. Además, dos de los factores más críticos han sido el tiempo en que se requiere la información y el costo de obtenerla. Un aspecto menos frecuentemente considerado es la pregunta si la información será creíble, no sólo para el encargado de la planeación, sino para otros.

El método

Entre los pasos necesarios para asegurar la credibilidad de la información están:

1) aplicar una metodología científica seria, 2) emplear personal con debido entrenamiento y experiencia, y 3) aplicar medidas de control de calidad para reducir la posibilidad de errores no muestrales. Aún con la correcta ejecución de todos estos pasos, la información carecerá de valor si los resultados no están disponibles antes de que la decisión deba ser tomada.

Los recursos

Frente al requerimiento de estadísticas creíbles, oportunas y confiables, el encargado de planear, en su juicio, debe preguntar cuál será el costo y si los beneficios de obtener aquellas estadísticas hacen válidos los esfuerzos. Además, debe considerar si es posible utilizar modelos o una muestra no probabilística. Así mismo, el encargado de planear deberá jugar con personal, transporte, equipo y suministros, los imprevistos y la revisión del usuario para determinar una estrategia aceptable (tal vez menos exacta en las estadísticas). Si los procesos estadísticos no son controlados en cuanto a calidad, la organización deberá entonces asumir las consecuencias.

Consideraciones técnicas

El diseño de muestra podrá basarse en un marco de área, marco de lista, o en un marco integrado; la muestra puede incluso ser una muestra no probabilística. La población puede ser

estratificada e incluso sub-estratificada; la muestra puede ser multietápica o con repetición aleatoria o sistemática. En cada faceta del diseño, pueden surgir errores, ya sea por ignorancia o por falta de cuidado. El control de calidad es necesario para asegurar que el marco muestral es representativo de la población y que las fórmulas para obtener las estadísticas muestrales, los factores de expansión para representar la población total y el cálculo del error de muestreo son correctos.

El control de calidad es necesario, ya sea que los datos se recopilen por una enumeración completa, o empleando una muestra; que el método sea por correo, telefónico, o por entrevista personal; o que los enumeradores sean expertos o inexpertos.

Lo mismo cuando la información está siendo procesada (durante el ingreso de información, la edición, el sumario y el análisis), o impresa y puesta a disposición de los usuarios (a los usuarios dentro de la organización, a los medios y a los sistemas de información).

El control de calidad sobre la reputación y misión de la organización de estadísticas debe ser siempre una prioridad. El sector privado es un usuario mayor de la información y es importante facilitar este acceso a través de la manera en que los reportes sean dados a conocer.

Consideraciones especiales para encuestas agropecuarias

Los usuarios de las estadísticas agrícolas son tomadores de decisiones en los ministerios de Agricultura (y Ganadería), de Comercio, compañías del sector privado que venden maquinaria agrícola, semillas o fertilizantes; compañías del sector privado que compran y venden productos agropecuarios, e individuos del sector privado con interés en el sector agrícola.

Estos usuarios desean tomar decisiones que establezcan precios para los insumos agrícolas y precios de soporte, que aseguren la disponibilidad de productos para exportación, que proporcionen información adecuada con el fin de que se puedan obtener suficientes importaciones a un costo mínimo, las cuales mejoren la posición financiera de la compañía. Todas estas decisiones, así como muchas otras, dependen de la información exacta en momentos específicos.

Ciertos problemas pueden surgir si la información es recopilada durante épocas de máxima producción para actividades agrícolas. Los entrevistados pueden no tener tiempo para contestar las preguntas de un cuestionario largo y, algunas veces, ni de uno corto. Aun si hay suficiente tiempo de contestar el cuestionario, puede ser físicamente imposible localizar la vivienda en Mongolia, con los pastores nómadas, nunca se está seguro de dónde encontrar la vivienda, o de superar el lodo y la nieve en caminos que raramente reciben mantenimiento. En consecuencia, la oportunidad de la encuesta o el contenido de ella pueden depender de las condiciones climáticas o de la disponibilidad de la información.

Un método típico para estimar la producción es multiplicar el área cosechada por un rendimiento promedio. A los tomadores de decisiones les gusta tener pronósticos de la producción de la cosecha durante la primera parte de la estación. Por lo general, el área es determinada sobre la base de respuestas subjetivas por parte del granjero acerca del área sembrada o a ser sembrada; en algunos casos, donde hay mapas disponibles, por ejemplo, un marco muestral del área, el campo específico puede ser planimetrado y posteriormente, el área calculada. Sin embargo, en razón a las inclinaciones del terreno y a la calibración del planímetro, este último método presenta errores. En forma similar, el área cosechada es pocas veces la misma sembrada y tiende a haber una sobreestimación de la realmente cosechada. También hay una tendencia a dejar de considerar el efecto de los límites. El área «reportada» puede no ser realmente el «área sembrada» debido a que los límites del campo colindan con autopistas, quebradas, zanjas de irrigación o incluso campos vecinos; la maleza puede estropear las plantas a lo largo de los límites y alguna tierra del «área reportada» puede no haber sido sembrada, pese a hallarse incluida dentro del «área sembrada».

El rendimiento promedio no es mucho más fácil. Generalmente se demarcan pequeñas parcelas y las plantas y frutas dentro de cada una son medidas, pesadas y registradas. Si el presupuesto alcanza, los pesos son estandarizados a un contenido de agua específico. Si la parcela (se presupone) es lo suficientemente amplia, se disminuye el error proveniente de incluir o excluir ciertas plantas. Si el enumerador es lo suficientemente metódico, la localización de la parcela es aleatoria y no basada en la concepción de que es importante tener «altos rendimientos», es decir, que el enumerador localice la parcela para maximizar el rendimiento.

Un tipo particular de encuesta de agricultura involucra pronósticos tempranos de estación sobre la cosecha, basados en la medición de las características del cultivo. Por ejemplo, los modelos de rendimiento de algodón pueden estar basados en los datos de los frutos: número de cápsulas (de algodón) cosechadas por el peso promedio de cada cápsula. Contando y siguiendo el crecimiento de diferentes tamaños de cápsulas durante la maduración de la cápsula de algodón, es posible desarrollar un modelo de supervivencia para cosechas basado en conteos de etapas previas. Una de las preocupaciones es la pérdida de cápsulas como resultado de daños por insectos, impacto de agua, o bajas de temperatura. Cuando se desarrollan híbridos para mejorar la resistencia a los insectos o al clima, o para incrementar el rendimiento, el modelo deberá ajustarse.

En la década de los ochentas, USDA asistió al Ministerio de Agricultura Egipto en la implementación de un estudio de pronóstico de algodón; dado que nadie había desarrollado el modelo de supervivencia, los datos fueron recopilados durante varios años para ciertas variedades de algodón con el fin de determinar los parámetros de este modelo. El control de calidad fue importante para entender por qué los datos no eran consistentes y por qué los métodos modificados de recopilación de datos eran necesarios. Resultó ser que las coloridas etiquetas pegadas a los tallos de diferentes tamaños de cápsulas atraían a los niños de las aldeas, quienes los desprendían para otros usos. Encuestas posteriores emplearon un método diferente de etiquetar las cápsulas y además suministraron información general a los pobladores acerca del propósito de estas etiquetas.

En 1993, USDA asesoró a la Oficina Central de Estadísticas de Polonia (GUS) para conducir un estudio piloto de muestreo de área en un «voivodship». Un problema mayor surgió durante la recopilación de datos a nivel de granja; muchos de los propietarios de las granjas eran propietarios ausentes y las regiones eran operadas por personas desconocedoras de la operación general; en algunos casos estos operadores no se hallaban disponibles. En consecuencia, no fue posible obtener estimativos concernientes a la granja para esta encuesta. Durante el procesamiento de los datos, toda la información proveniente de propietarios no residentes fue agrupada en un cuestionario; de esta manera, fue difícil calcular algunos estimativos de la región. Estas dificultades pueden ser superadas ahora que han sido identificadas.

El control de calidad puede ser aplicado durante la fase de recopilación de datos en las entrevistas. La información proveniente de la recopilación de datos repetidos identifica no sólo los aspectos malos que se presentan, sino que puede reforzar la creencia de que los procedimientos son correctos, que los enumeradores están bien entrenados y que las respuestas a las preguntas son correctas. Por supuesto, no es necesario re entrevistar a todos los entrevistados. Se debe seleccionar una muestra o submuestra que sea representativa de los entrevistados y que permita una evaluación de las técnicas de entrevista de los enumeradores.

Los datos históricos pueden ser utilizados para evaluar el error en las respuestas típicas; por ejemplo, se puede descubrir que el error resultante de un efecto de límites es de 8%; los estimativos futuros del área pueden ser entonces modificados. Los estimadores de proporción también pueden ser usados para ajustar los datos recopilados de los entrevistados.

Enfoque

Es importante apreciar el control de calidad como un modo de mejorar la calidad de las estadísticas más que una manera de racionalizar los datos de mala calidad o de erradicar los malos desempeños. Es una manera de identificar procedimientos, entrenamiento, y procesamiento de información que se ha vuelto ambigua, ineficiente, o inadecuada; es una manera de monitorear las capacidades de la organización y de mejorar su eficiencia, y finalmente, es una manera de maximizar el efecto y reputación de la organización.

El control de calidad no es barato; es un costo adicional para cualquier encuesta. No es posible sólo en las Oficinas Principales, sino que también es una evaluación de las operaciones de campo y por ello debe ser realizado en el terreno.

El control de calidad no es la respuesta a todos los problemas, pero es un comienzo y su costo es pequeño comparado con los beneficios que trae. Es una combinación de pólizas de seguros que garantizan que las estadísticas sean *oportunas*, *confiables* y *creíbles*; que la metodología y su implementación sean *sustentables* y explicables; que el papel y los recursos de la organización estadística sean mantenidos para satisfacer las necesidades de los usuarios.

**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LAS OPERACIONES
ESTADISTICAS EN "STATISTICS CANADA"**

JEAN-FRANÇOIS GOSSELIN

**B.Sc. Mathematician. M.Sc. Applied Math Director de Operaciones
Centralizadas de Colecta y Tratamiento de Estadísticas, Statistics Canada**

-
1. Introducción
 2. Organización de las operaciones estadísticas
 3. Aseguramiento de la calidad de las operaciones estadísticas
 4. Creación y mantenimiento de la cultura de calidad
 5. Iniciativas corporativas
 6. Conclusiones
-

1. Introducción

La calidad es un valor que debe existir en las organizaciones estadísticas. Los gobiernos desarrollan políticas y controlan el impacto de las mismas a través de información estadística; las empresas buscan información para tomar importantes decisiones de negocios y, por su parte, el público en general también tiene derecho al acceso a información confiable sobre condiciones socio-económicas y su evolución en el tiempo.

Una deficiente calidad de información puede conllevar directamente a una toma de decisiones pobre, lo cual puede producir, generalmente, graves efectos sobre la población y la salud de la economía. Más aún, trae consigo el deterioro de la imagen, la cual posee el potencial de reducir la confianza del público en la organización estadística. Las consecuencias de lo anterior son muy serias, debido a que las agencias de estadística viven y respiran con base en la confianza pública, no sólo para mantener su importancia, sino también para obtener la información necesaria para producir la mayor parte de los indicadores socio-económicos (Fellegi, 1991).

La calidad de la información no es el objetivo por casualidad. Las agencias de estadística hace mucho tiempo reconocieron la necesidad de una cuidadosa planeación y diseño de todas las etapas del proceso de investigación para asegurar que tales objetivos fueran cumplidos. En particular, han dependido bastante de técnicas de muestreo para controlar la calidad de las operaciones de investigación, al tiempo que minimizaban el costo de la verificación. En «Statistics Canada», dichos enfoques ya han sido institucionalizados y están siendo exitosamente empleados en operaciones de rutina. Este documento describirá las estrategias adoptadas e ilustrará los tipos de resultados obtenidos con el uso de ejemplos. También presentará la manera como estos enfoques han sido afectados por la tecnología y las nuevas direcciones exploradas¹. Finalmente, el documento presenta una discusión más amplia sobre el modo en que «Statistics Canada» está promoviendo una cultura de calidad a través de las organizaciones.

El objetivo general de este documento es el de plantear una idea amplia sobre las prácticas de aseguramiento de la calidad en «Statistics Canada». Los objetivos específicos son:

¹El autor se inspiró en gran medida en el trabajo de Walter Mudryk, Métodos de Encuesta de Negocios, y de Burgess, División de Desarrollo e Investigación de Operaciones, «Statistics Canada», para la preparación del material de la sección 3. Desea agradecer a ambos por su constante apoyo.

- Describir las estrategias y enfoques actuales empleados para asegurar la calidad en las operaciones de encuesta.
- Evaluar el impacto de las tendencias surgidas en recolección de datos y edición sobre las prácticas de aseguramiento de calidad.
- Presentar iniciativas de investigación y desarrollo dirigidas a adaptarse a estas nuevas tendencias.
- Describir algunas iniciativas empresariales para crear una cultura de calidad en «Statistics Canada».

La infraestructura operacional que provee el ambiente en el cual estas prácticas están siendo implementadas, será descrita primero.

2. Organización de las operaciones estadísticas

2.1 Operaciones regionales

«Statistics Canada» mantiene una red de oficinas regionales para el apoyo de un número de estudios. Su creación se remonta a 1945 con el establecimiento de las primeras cinco oficinas regionales (RO). Estas primeras oficinas, localizadas en Halifax, Montreal, Toronto, Winnipeg, y Vancouver, fueron originalmente creadas para la recolección de datos de la Encuesta de Fuerza Laboral que estaba comenzando, aunque la intención finalmente era que suplieran una gran variedad de estudios.

Las oficinas regionales continuaron siendo básicamente centros de recopilación de datos hasta 1975 cuando la captura de los mismos fue introducida en mini-computadores como parte de la

Encuesta de Fuerza Laboral Revisada. La grabación regional y su transmisión electrónica a la Oficina Central mejoró el tiempo de entrega y ofreció a la Oficina la capacidad de capturar eficientemente grandes volúmenes de información en cortos períodos de tiempo. Adicional a la recolección de datos, sólo fue asunto de tiempo para que otras encuestas fueran también capturadas regionalmente a medida que las ventajas de este enfoque en proceso eran descubiertas.

A comienzos de la década de los ochenta, una nueva serie de mini-computadores fue instalada, la cual incrementó en gran medida la capacidad en el momento. Estos computadores Honeywell, los cuales están quedando en desuso fueron, hasta hace poco tiempo, empleados para apoyar el proceso de encuestas basadas principalmente en papel. Sin embargo, también fueron empleados en un número de iniciativas de regionalización que más adelante ampliaron el radio de estudios llevados a cabo en las regiones y significaron operaciones adicionales de captura y edición. Una gran iniciativa de desarrollo condujo a la exitosa introducción, en 1987, de la Entrevista Telefónica Asistida por Computador (CATI) para la encuesta de inventarios y órdenes de envío, ahora llamada Encuesta Mensual Manufacturera.

Los noventa, trajeron profundos cambios en la recolección de datos con la introducción en gran escala de la Entrevista Asistida por Computador (CAI) para hogares, estudios de agricultura y negocios. Numerosas encuestas telefónicas han sido exitosamente convertidas a Entrevista Telefónica Asistida por Computador (CATI). Más aun, la Entrevista Personal Asistida por Computador (CAPI), se halla en proceso de ser introducida a la Encuesta de Fuerza Laboral y, también a complementar muchas encuestas longitudinales en hogares que cubren un amplio rango de temas, incluyendo dinámicas de ingreso laboral, salud, niños. Creemos que esto marca el comienzo de una nueva era.

Las CAI mejorarán notablemente la eficiencia de las operaciones a través de ediciones inherentes y reducción de la necesidad de grabación posterior de datos, así como en las actividades de seguimiento y edición. Adicionalmente, se cree que las CAI producirán información más oportuna, efectiva en cuanto a costos, y confiable, al tiempo que reduce la carga de respuesta mediante la eliminación de los contactos posteriores de seguimiento. Así mismo, ayudará a reducir el error manual, el uso y manejo de papel (una ventaja tanto ambiental como presupuestal).

Es un perfecto ejemplo del principio «hágalo bien desde el comienzo».

Esta modernización del proceso tendrá un mayor impacto sobre las operaciones de recopilación de datos y necesitará cambios en los parámetros básicos desde los cuales operamos ahora. Dicho tema será discutido más adelante en las secciones 3 y 4.

2.2 Operaciones centrales

A través de los años, las operaciones en «Statistics Canada» se han convertido en una reconocida disciplina al mismo nivel del tema de estudio, la metodología y la informática. Esto, surgió gradualmente a medida que la organización se concientizó que antes de ser consideradas como actividades secundarias o subordinadas al tema de estudio, el manejo de las operaciones estadísticas tenía que enfocarse más si se deseaba alcanzar un alto grado de eficiencia y profesionalismo en esa área. Lo anterior, era particularmente cierto en los ochenta, cuando la Oficina necesitaba consolidar y fortalecer su función analítica al mismo tiempo que volverse más eficiente con el fin de enfrentar recortes presupuestales relativamente severos. Fue sentimiento compartido que este gran reto sólo podía ser enfrentado si consolidábamos nuestros recursos operacionales, los cuales se hallaban algo dispersos en numerosas divisiones en Ottawa. En este contexto, Operaciones Centrales se creó en 1984. Su enfoque ha tendido a dirigirse a grandes encuestas anuales involucrando la edición y actividades de procesamiento. Es de mencionar que esta circunstancia no afectó las operaciones regionales.

Tradicionalmente, la mayoría de programas de las divisiones incorporaron personal operativo responsable de conducir, en la oficina principal, los estudios u operaciones estadísticas relacionadas. Este fue el caso de programas tales como manufactura, ventas al por mayor, al por menor, construcción, transporte, servicios, salud, educación, cultura, instituciones públicas, etc. A comienzos de 1985, la Oficina («Statistics Canada») inició un proceso llamado integración de operaciones, por el cual el personal responsable de este tipo de operaciones estadísticas en el nivel central, sería gradualmente integrado en una división, llamada la División de Operaciones de la Oficina Principal.

La primera fase de integración tuvo lugar en 1985 con la incorporación de aproximadamente 125 personas, la mayoría de las cuales trabajaban en encuestas anuales de negocios. Esta fue seguida por varias fases, con el resultado de que la división es responsable ahora de un amplio rango de operaciones a cargo de 300 personas aproximadamente, y es llamada División de Operaciones e Integración.

La anterior iniciativa ha producido ganancias significativas en eficiencia con reducciones del 25% en personas-año sin pérdida de cobertura en el programa de calidad.

Esto fue alcanzado mediante la reducción de requerimientos altos, sacando provecho de las economías de escala, como la optimización de las tasas de supervisión y el uso más eficiente de la capacidad operacional suavizando los puntos extremos en la demanda de recursos.

Se creyó que el impacto total de los ahorros no sería apreciado a menos que este disciplinado enfoque del manejo a las operaciones fuera complementado con un agresivo programa de investigación y desarrollo. Esto se inició para proporcionar enfoque y liderazgo a la profesionalización de las operaciones. El alcance del presente trabajo incluye análisis de operaciones y diseño de trabajo, reingeniería, entrenamiento, control y aseguramiento de calidad, y automatización, incluyendo la introducción de CAI. El propósito, era mirar más allá de los ahorros inmediatos que pudieran producirse, identificando oportunidades con el fin de conseguir los beneficios totales a través del repensamiento y la modernización de operaciones.

2.3 Oportunidades

No obstante, que estos dos grandes centros operacionales surgieron en diferentes tiempos para satisfacer necesidades muy distintas, ahora son considerados parte de un gran todo con la ventaja de que se complementan el uno con el otro. Las oficinas regionales, con sus operaciones ampliamente dispersas, pueden ofrecer una presencia local importante para encuestas de campo y ubicar ventajosamente el conocimiento local con el fin de lograr tasas de respuesta difíciles de superar. También, ofrece la capacidad de conducir grandes encuestas mensuales dentro de marcos de tiempo muy cortos. Una amplia Operación Central, de otra mano, puede

resultar en significativas economías de escala con un mínimo de infraestructura al tiempo que se preserva la proximidad con el personal del tema de estudio, lo cual facilita la consulta. Estos aspectos son particularmente beneficiosos para las grandes encuestas por correo.

El establecimiento de dichas unidades operacionales crea oportunidades que de otra manera serían difíciles de aprovechar.

1. Eficiencia resultante de economías de escala y un fuerte enfoque en el manejo de operaciones.
2. Flexibilidad en desplegar personal cuando se necesite como resultado de recortes del programa o cambios mediante la eliminación de obstáculos existentes cuando las operaciones son dispersas.
3. Una oportunidad para balancear la especialización del trabajo y diversificación con aumento de la satisfacción encontrada en el trabajo.
4. Facilitación del desarrollo de enfoques y métodos estandarizados y la aplicación de software generalizado, lo cual tenderá a reducir costos de mantenimiento de desarrollo de los sistemas.
5. La promoción de técnicas estadísticas sólidas tales como control de calidad estadística y otros métodos de aseguramiento de calidad.
6. El establecimiento de una infraestructura para el desarrollo de herramientas profesionales, tales como documentación, paquetes de capacitación, sistemas de información de manejo, medidas de desempeño, etc.

En resumen, aprovechando las ventajas que ellas ofrecen, las grandes unidades operacionales en «Statistics Canada» han llevado a la profesionalización de operaciones como una disciplina.

3. Aseguramiento de la calidad de las operaciones estadísticas

3.1 Operaciones en proceso

Esta sección presentará las estrategias que han sido adoptadas en Operaciones Centralizadas y Regionales de «Statistics Canada» para asegurar la calidad de las operaciones en proceso. Para el propósito de este documento, hemos escogido el enfoque en la fase de implementación de la operación del estudio, en contraposición a las fases de planeación y diseño, las cuales serán discutidas someramente en la sección 4. Es importante mencionar que éste presentará un cuadro incompleto en aras de la brevedad, hemos escogido restringir nuestra discusión a los aspectos operacionales del aseguramiento de la calidad, excluyendo las fases críticas tales como imputación, estimación, ponderación, etc..

Las estrategias aplicadas para asegurar la calidad en la operacionalización del estudio del proceso pueden ser clasificadas en cuatro categorías generales:

1. Control de calidad
2. Seguimiento para la no respuesta
3. Monitoreo y retroalimentación
4. Seguimiento y edición de la información

Dichas categorías serán discutidas a continuación. Para las dos primeras, los enfoques son de tipo tradicional y bien establecidos. Las últimas, sin embargo, se concentrarán en tendencias surgidas para las cuales presentaremos breves resultados de recientes iniciativas de investigación.

3.2 Gestión de control de calidad

Las operaciones de investigación involucran actividades tales como recolección, transcripción, codificación o clasificación, digitación, seguimiento, edición y corrección. Todas estas actividades están sujetas a varios niveles de error. Esto ha sido reconocido hace mucho tiempo y

muchas agencias de estadísticas tales como «Statistics Canada» han adoptado las técnicas del Control de Calidad Estadística (SQC) como un medio para monitorear y controlar dichas operaciones eficientemente (Mudryk, 1988).

La iniciativa de la integración de operaciones ha proporcionado una oportunidad para el desarrollo de aplicaciones de control de calidad formal donde antes no existía. En la actualidad, se estima que aproximadamente 60% a 65% de todas las actividades están sujetas a dicho enfoque.

Los objetivos generales perseguidos por el Programa SQC son los siguientes:

- a) Asegurar que el trabajo desempeñado resulte en un producto que satisfaga o exceda las expectativas del cliente.
- b) Asegurar que el personal obtenga retroalimentación en forma regular y tenga una oportunidad de mejorar (por ejemplo, mejoramiento continuo de calidad).
- c) Asegurar a la dirección que se están acatando las normas específicas.
- d) Confiar en sólidos métodos de aseguramiento de calidad estadística como base para la toma de decisiones en forma objetiva.

El Programa de Calidad empleado en operaciones está basado en un sistema de gestión de la calidad, el cual consta de tres componentes principales: planeación de calidad, control de calidad estadística y mejoramiento de calidad (Mudryk, 1991).

Planeación de calidad

Esta planeación, generalmente es llevada a cabo mediante reuniones periódicas de calidad estratégica (llamadas foros de calidad) con dirección experimentada y personal comprometido en tales proyectos. El enfoque de estas reuniones es el de planear nuevas aplicaciones de control

de calidad, solicitar estudios especiales de calidad, determinar requerimientos de capacitación en calidad (por ejemplo, desarrollando cursos en conceptos de calidad, mejoramiento de proceso, etc.), y planear iniciativas de calidad, tales como reuniones de grupo y equipos de mejoramiento de procesos. Estos últimos serán discutidos en detalle más adelante.

Control de calidad estadística

En el fondo del sistema de gestión de calidad se hallan los métodos que proporcionan información crítica acerca de cada operación y de dónde mejorarlas (es decir, lecciones aprendidas). Estos métodos están esencialmente basados en una estrategia llamada **Control de Aceptación** (Schilling, 1982, y Mudryk, 1988).

El enfoque tradicional de loteo, muestreo, inspección, aceptación o rechazo, y retrabajo se adapta y ajusta de una manera tal que los diseños de muestreo se adecúan para tomar en consideración el desempeño de cada operador. Ello maximiza el uso del muestreo, en un esfuerzo por reducir la inspección mientras se minimizan riesgos y costos.

Esta estrategia esencialmente consiste en un compendio de métodos de inspección que son aplicados a diferentes situaciones (Smith, Mudryk, Stankewich, 1990). En general, a medida que un proceso se estabiliza con el tiempo, los procedimientos de muestreo son modificados para reflejar este mejoramiento, requiriendo cada vez menos inspección. Los cambios en inspección son generalmente una función del nivel de desempeño y de la estabilidad del proceso alcanzada en la operación.

Los métodos de control de aceptación continuamente son modificados y adaptados a medida que ciertos cambios en el entorno de la inspección son identificados como sigue:

- Inspección al 100%
- Inspección de una muestra ajustada
- Inspección de una muestra normal

- Inspección de una muestra reducida
- Inspección de una muestra sistemática
- Control del proceso estadístico (SPC)

La tabla A proporciona un ejemplo típico sobre la manera como el efecto de dicha estrategia influye en la inspección. Según se observa, los procedimientos de inspección primero se reducen del 100% a cerca del 25% con una inspección sobre una muestra normal, luego, a cerca del 5% ó 10% con la inspección sistemática, y finalmente, al 1.5% con SPC, haciendo de esta manera un uso altamente eficiente de los recursos de verificación al tiempo que los procesos se mantienen controlados.

Tabla A

Ejemplo de una estrategia de inspección

Tamaño del lote = 80

AOQL = 7%

No. de lotes/mes = 40

Cantidad inicial	Procedimiento de inspección	Tasa esperada de inspección
Comienza	Inspección 100%	100.0%
6.0%	Inspección normal	25.0%
4.0%	Inspección sistemática (1 en 2)	10.0%
2.0%	Inspección sistemática (1 en 4)	5.0%
0.5%	SPC	1.5%

AOQL = Límite promedio de calidad resultante

Dirigiéndose hacia el control del proceso estadístico (SPC)

En la actualidad, hay un proyecto en proceso para introducir un enfoque con el fin de implementar el Control del Proceso Estadístico como una extensión de los procedimientos de inspección disponibles en nuestro programa de control de calidad. Según se ilustra en la tabla, esto permite reducciones posteriores en las tasas generales de inspección de operaciones.

Una vez que el proceso se ha estabilizado básicamente, no tiene mucho sentido continuar inspeccionándolo en niveles más altos. El no cambiar haría que estas operaciones estuvieran **«destinadas a la inspección»** y por lo tanto, resultarían demasiado costosas. Puede ser posible reducir los niveles de inspección hasta en 50%, con el uso apropiado del SPC, mientras no se afecten las metas generales de calidad. Es prioritario para nosotros movernos en ese sentido, y estamos muy ansiosos de ello. Los resultados preliminares para una aplicación son altamente prometedores en cuanto a mayores reducciones de la inspección general.

Mejoramiento de la calidad del operador

El programa de control de calidad está ampliamente estructurado alrededor de la optimización del desempeño individual de los operadores, tal como se ilustra en la tabla A. El término «operador» se emplea en un sentido genérico para referirse intercambiamente a los operadores de captura de datos, editores, codificadores, transcritores, o entrevistadores dependiendo del contexto particular.

Los diseños muestrales son mantenidos para cada operador. Esto significa que a medida que un operador mejora, es llevado de una verificación inicial del 100% a un muestreo, muestreo sistemático, etc. Ello requiere el mantenimiento y el análisis de los registros históricos del desempeño del operador. Si un operador presenta deficiencias, la inspección se ajusta; si mejora, la inspección se reduce.

La idea es alcanzar y mantener un alto nivel de calidad del desempeño lo más pronto posible. La estrategia completa enfatiza la *prevención de errores* tanto como sea factible, en oposición a la inspección y al retrabajo. El desempeño del operador es esencialmente mejorado a través de un ciclo de:

- Capacitación
- Retroalimentación
- Retrabajo
- Recapitación

La **capacitación** generalmente incluye el tema de investigación en sí, entrenamiento operacional y destrezas especializadas, tales como: cómputo, entrevista telefónica, contabilidad, etc.

La **retroalimentación regular** se da a los operadores individualmente sujetos a control de calidad, empleando los resultados obtenidos de las transacciones efectivas de control. Estos son tabulados y distribuidos típicamente con una regularidad mensual. Los reportes de retroalimentación identifican la frecuencia y tipo de error que ocurrió durante el último período del proceso, así como las tendencias durante los períodos anteriores. A través de un **análisis de PARETO**, los supervisores pueden identificar en breve dónde se hallan concentrados los problemas e iniciar capacitación adicional si se requiere. Como parte de la mayoría de los procedimientos de control de calidad, cuando las unidades de trabajo son rechazadas, son enviadas de regreso al operador original para retrabajo y el posterior recontrol de calidad. Ello efectivamente realza el proceso de aprendizaje para el operador y coloca la responsabilidad de la baja calidad directamente en la fuente. En todos los casos, los operadores tienen derecho a justificarse ante cualquier error atribuido a ellos.

La **recapacitación** se inicia generalmente a discreción de los supervisores, pero a menudo es impulsada por una revisión de los resultados del control de calidad obtenidos en una reunión de grupo.

Reuniones de grupo

Una vez haya sido colocada una aplicación de control de calidad estadística, debe ser supervisada para asegurar que el nivel de calidad se encuentra dentro de límites aceptables, que las oportunidades para el mejoramiento de la calidad sean reconocidas y aprovechadas, el nivel de verificación optimizado, y la retroalimentación proporcionada al personal.

Hemos encontrado que lo anterior es más fácilmente alcanzado mediante el establecimiento de sesiones de grupo sobre calidad, usualmente sostenidas mensual o bimensualmente con personal involucrado en el estudio, operaciones y metodología para discutir los más recientes repor-

tes producidos, delineando así el desempeño de la unidad. Las sesiones de grupo se han convertido en una parte de los procedimientos operacionales normales.

Así mismo, fue establecido un comité coordinador interno llamado *foro de calidad*, el cual involucra directores y personal seleccionado para discutir temas relacionados con la calidad, así como también para asistir en la planeación y establecimiento de prioridades para el desarrollo del control de calidad y gestión de la Calidad en general. Este grupo se reúne periódicamente y ha sido muy útil al traer temas de calidad a sus filas, particularmente en lo que se relaciona con estrategia y establecimiento de prioridades; también ha contribuido en el crecimiento de la conciencia sobre necesidad de enfoques sistemáticos para monitorear y mejorar la calidad.

Ha resultado en iniciativas de capacitación para apoyar la creación de equipos de mejoramiento de calidad manejados por empleados.

Ejemplos

Este proceso será mejor ilustrado con el uso de ejemplos concretos. Los cuadros 1A y 1B muestran el desempeño de una aplicación del control de calidad estadística para la fase de edición de la encuesta de empleo, nómina y horas, según lo estimado por la tasa de error inicial, la calidad promedio resultante (AOQ), y el nivel de inspección. Para esto, el límite promedio de calidad resultante (AOQL) ha sido fijado en 7%.

Cuando la aplicación comenzó, la calidad inicial estaba cerca del 5% con niveles de inspección levemente por encima del 20%. Tal como se puede apreciar en las tablas, dentro del lapso de un año, mediante un monitoreo regular y retroalimentación a los editores, el nivel de error inicial se redujo en corto tiempo a niveles por debajo del 1%, lo cual permitió que la inspección fuera reducida drásticamente a cerca del 5%. Esto contribuye a una operación de control de calidad muy eficiente.

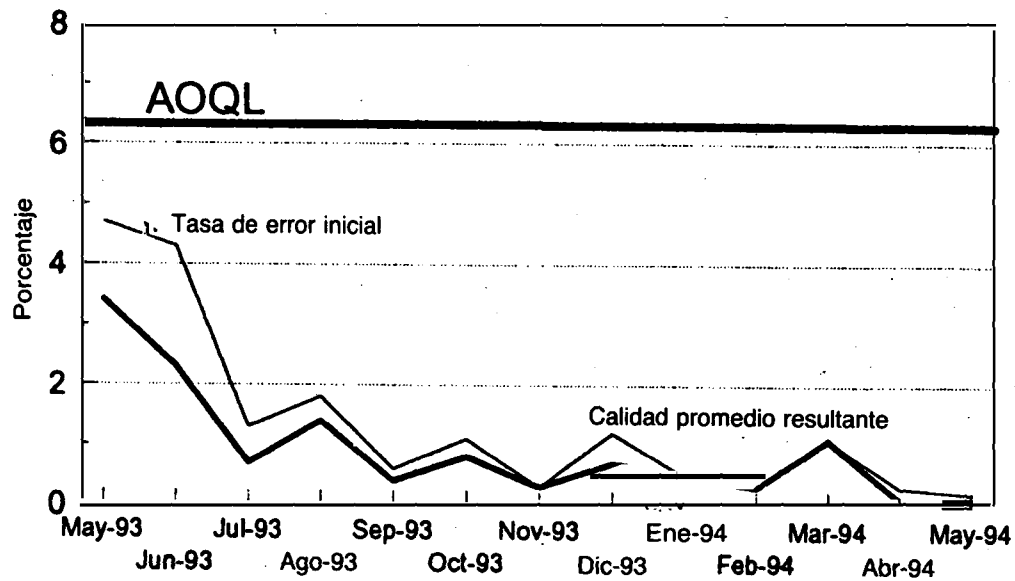
El cuadro 2 proporciona un ejemplo similar para la captura de datos del Censo Agrícola de 1991. Debe mencionarse que el nivel de error en este caso es una medida ponderada compues-

ta denominada porcentaje de unidades defectuosas (DPHU). Una vez más, se aprecia la calidad y la inspección mejorando significativamente con el tiempo.

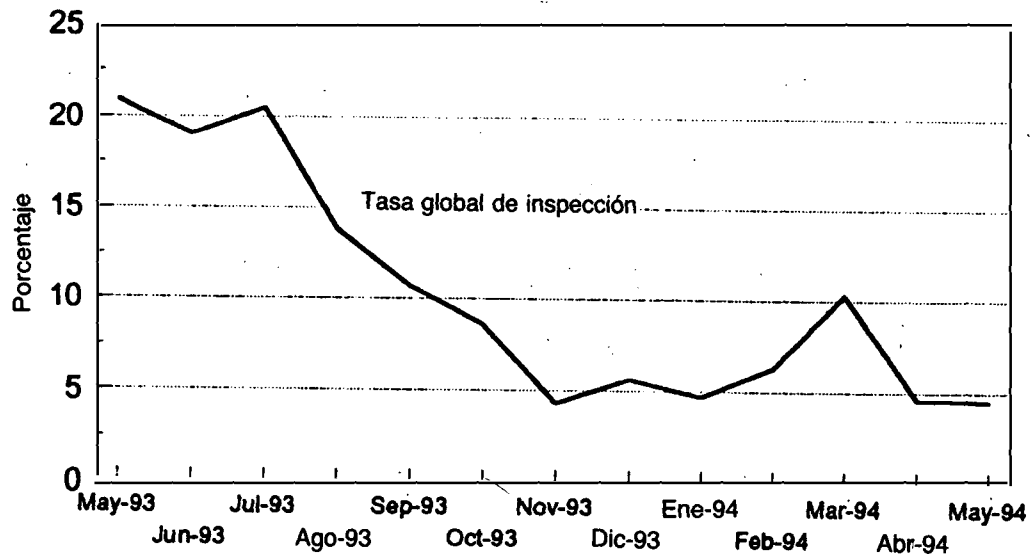
Un tercer ejemplo es la codificación médica para estadísticas vitales (cuadro 3). Esta es una actividad muy especializada que requiere una larga curva de aprendizaje.

Finalmente, el cuadro 4 ofrece un ejemplo de una aplicación continua para la codificación de Industria y Ocupación asociado con la Encuesta de Fuerza Laboral. Esta aplicación es muy estable con un AOQ manteniéndose en 5 ó 6%. Es interesante observar el punto máximo en la inspección en agosto de 1993, lo cual es el resultado de entrenar nuevo personal debido a una alta rotación.

Cuadro 1A
Edición SEPH: AOQL = 7%
Resumen mensual de control de calidad



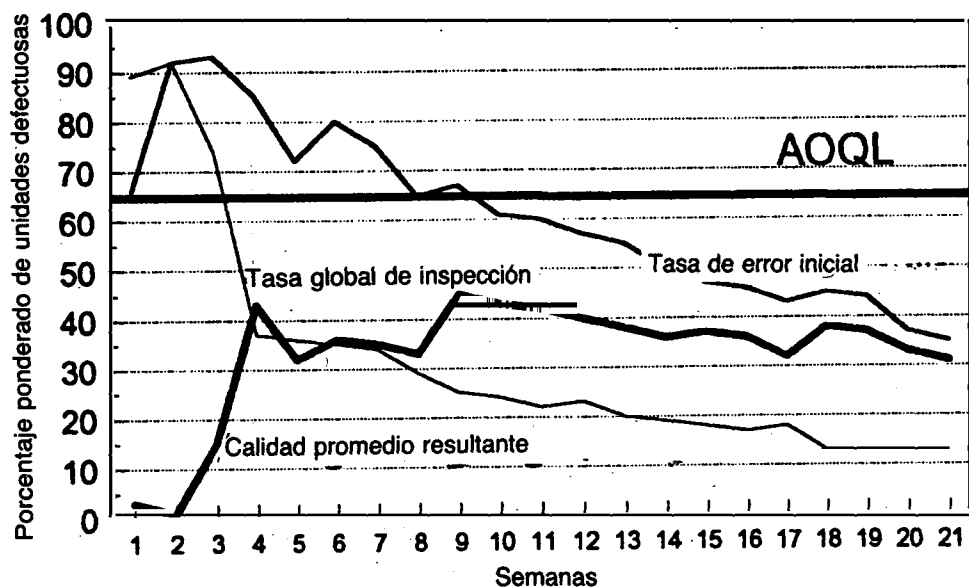
Cuadro 1B
Edición SEPH: AOQL = 7%
Resumen mensual de control de calidad



Cuadro 2

Resumen de control de calidad

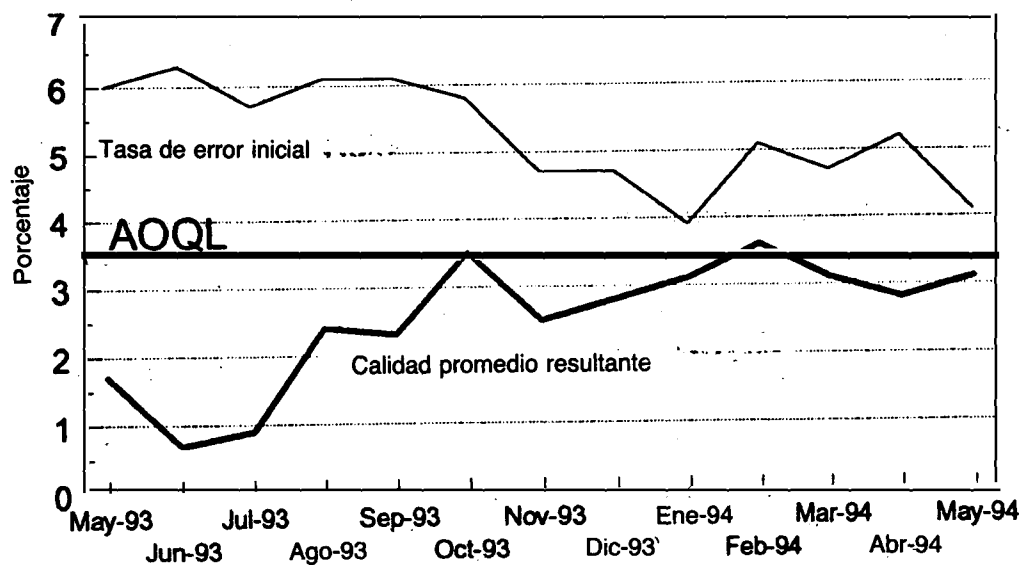
Censo agrícola: captura de datos AOQL = 70 DPHU



Cuadro 3

Codificación IVS: AOQL = 3%

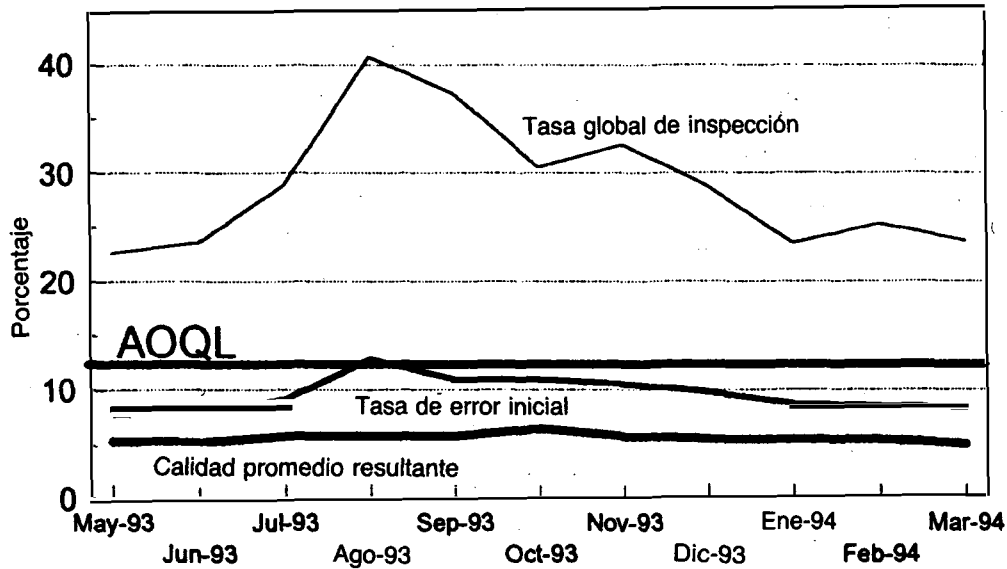
Resumen mensual de control de calidad



Cuadro 4

LFS: codificación I&O AOQL = 12%

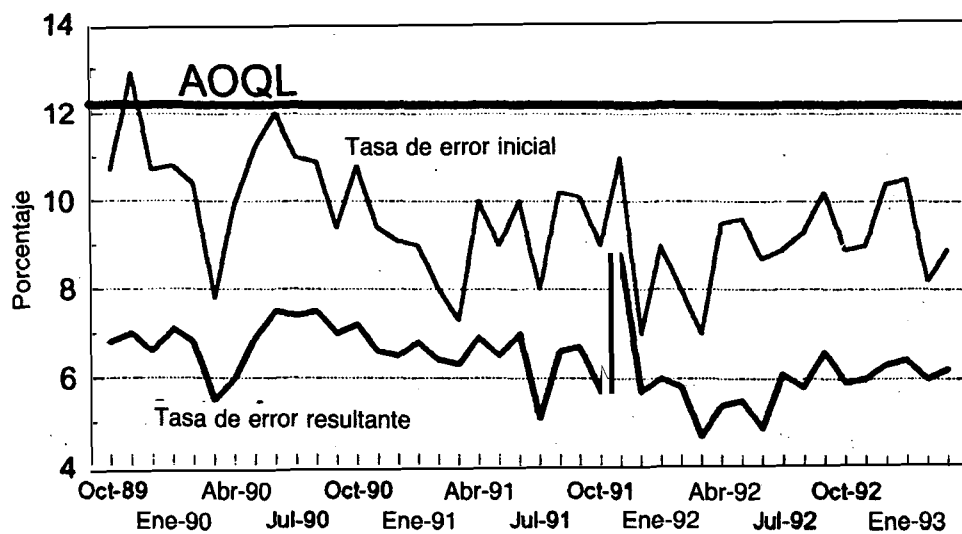
Resumen mensual de control de calidad



Cuadro 5

LFS: codificación I&O AOQL = 12%

Resumen mensual de control de calidad



Control de calidad para un sistema generalizado de captura de datos

En recientes años, «Statistics Canada» ha invertido en el desarrollo de un sistema generalizado llamado DC-2, para apoyar sus operaciones de recolección de datos, captura, y edición. Uno de los módulos que ha sido desarrollado como un soporte al DC-2 es la muestra ampliada de verificación (SVE), la cual automatiza muchas de las funciones de control de calidad relacionadas con la verificación de la captura de datos, tal como por loteo, muestreo, asignación de error, registro de aceptación y rechazo, y control de calidad de los registros manejados. Este sistema se emplea actualmente para diversas aplicaciones.

Equipos de mejoramiento del proceso

El enfoque de nuestra discusión a la fecha ha sido básicamente la estrategia para mejorar el desempeño de operadores y el diseño de control de calidad, minimizando inspecciones.

Hay, sin embargo, otra dimensión del mejoramiento de calidad que está relacionada con el proceso en sí. La realidad de la mayoría de las operaciones de investigación es que ellas mismas involucran procesos que pueden ser simplificados y mejorados, lo cual resultaría en la optimización de calidad y eficiencia. La mejor manera de lograr esto es involucrando a los empleados a través de un procedimiento llamado Equipo de mejoramiento del proceso (PIT).

Los PIT, generalmente tratan procesos tales como:

- Procedimientos operacionales
- Funciones de sistemas / interfases
- Metodología de control de calidad/procedimientos
- Factores ambientales

Los PIT han sido ampliamente utilizados, particularmente en Operaciones Centrales para revisar procesos. Generalmente, resulta un gran número de recomendaciones que son revisadas con la dirección.

Basados en nuestra experiencia, los factores claves del éxito de los PIT pueden ser resumidos así:

- a) Cada nueva idea o sugerencia debe ser investigada y evaluada. Frecuentemente, las buenas ideas se rechazan muy rápidamente, lo cual tiende a destruir la iniciativa del empleado y la retroalimentación.
- b) La dirección debe estar preparada para correr algún riesgo, apoyar el proceso, e invertir el tiempo para evaluar recomendaciones. También deberá proveer recursos que sean considerados beneficiosos para implementar el cambio.
- c) Los empleados deberán tener la oportunidad de participar en el proceso
- d) Debe haber un alto grado de apertura, apoyo y flexibilidad por parte de los empleados y la dirección.
- e) Las medidas del desempeño deberán ser establecidas y revisadas en forma continua por el PIT y la dirección, de manera que el continuo mejoramiento pueda ser monitoreado.
- f) Los empleados deben ser informados de la acción tomada sobre las recomendaciones propuestas.

La asignación de personal operativo en la división de desarrollo e investigación ha facilitado enormemente la implementación de tales enfoques. Dicho personal puede significar un apoyo en ejecución de revisiones y análisis de procesos de trabajo, la evaluación de cambios propuestos, la medición de trabajo y creación de normas, el suministro de reportes de productividad como retroalimentación del desempeño a los empleados y directores, y la facilidad de reuniones del PIT.

Vale la pena repetir que la participación del empleado es elemento esencial del proceso, en la medida en que su valiosa experiencia es aprovechada y en que puede aprender nuevas destrezas al analizar su manera de trabajar.

3.3. Tasas de respuesta

El éxito de las actividades de recopilación de datos generalmente se mide por tasas de respuesta. Estas son monitoreadas muy estrictamente y, por lo general, la Oficina ha podido lograr alcanzar, mantener y mejorar un alto nivel de tasas de respuesta en un tiempo determinado.

La tabla B presenta un cuadro global del nivel de respuesta alcanzado en los principales programas de encuestas que se desarrollan. Es notorio que las tasas de respuesta para todos los llamados programas banderas, tales como la Encuesta de Fuerza Laboral (LFS), Encuesta Nacional de Granjas (NFS), Encuesta Mensual Manufacturera (MSM), Encuesta Mensual de Comercio al por Mayor y al por Menor (MWRTS) están por encima del noventa por ciento. Los únicos programas que muestran niveles de respuesta clasificados en el setenta y ochenta por ciento son aquellos que incluyen contenidos notoriamente difíciles y/o tediosos de recopilar, tales como ingresos, gastos de familia, etc.

Estos tipos de programas son logrados a través del establecimiento de procedimientos sistemáticos de seguimiento, junto con una apropiada capacitación de los entrevistadores para asistirlos en la manera de tratar casos difíciles y rechazos. Es justo decir, la importancia de un alto nivel de respuesta ha sido tan enfatizado durante los años, que se ha convertido en un valor que inspira el trabajo de los entrevistadores y sus jefes.

Tabla B**Tasa (%) de respuesta anual**

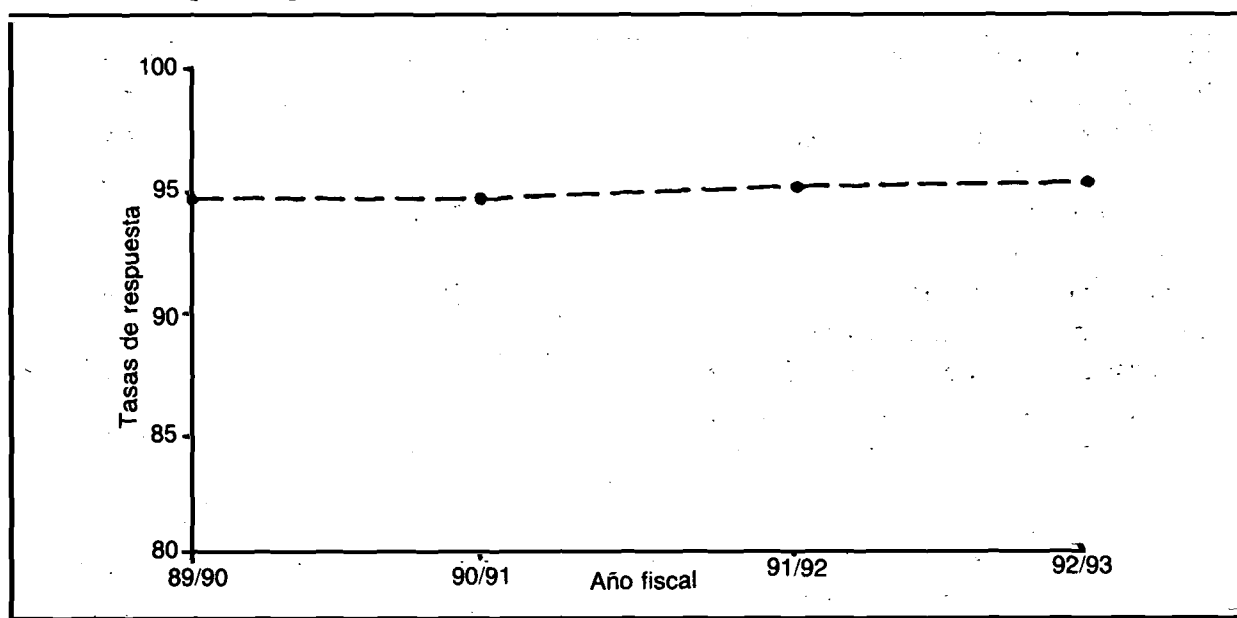
	1991/92	1992/93
Encuesta de fuerza laboral	94,9	95,1
Encuesta de gastos de familia	79,1	76,1
Encuesta de gastos de alimentos	76,7	86,3
Encuesta de finanzas del consumidor	76,4	78,2
Encuesta social general	80,2	76,8
Encuesta nacional de granjas	99,5	99,5
Encuesta de empleo, nómina, horas	90,7	91,5
Encuesta mensual manufacturera	93,8	96
Encuesta mensual de comercio al por menor	93,8	95,9
Encuesta mensual de comercio al por mayor	91,9	94,3

Los cuadros 6 a 10 proporcionan perspectivas históricas de tasas de repuesta en programas principales, muchas de las cuales demuestran progreso a través del tiempo. La Encuesta de Fuerza Laboral (LFS) ha tenido una larga tradición de excelencia y siempre se esperan continuos progresos de ella. Es interesante anotar que los esfuerzos que se invirtieron en mejorar las tasas de respuesta en las encuestas económicas durante los últimos años están, sin lugar a dudas, proporcionando frutos, dado que estamos comenzando a observar niveles de respuesta comparables a LFS. Mucho de ello se debe al excelente trabajo de los entrevistadores al obtener una cooperación por parte de los entrevistados.

Cuadro 6

Encuesta de fuerza laboral

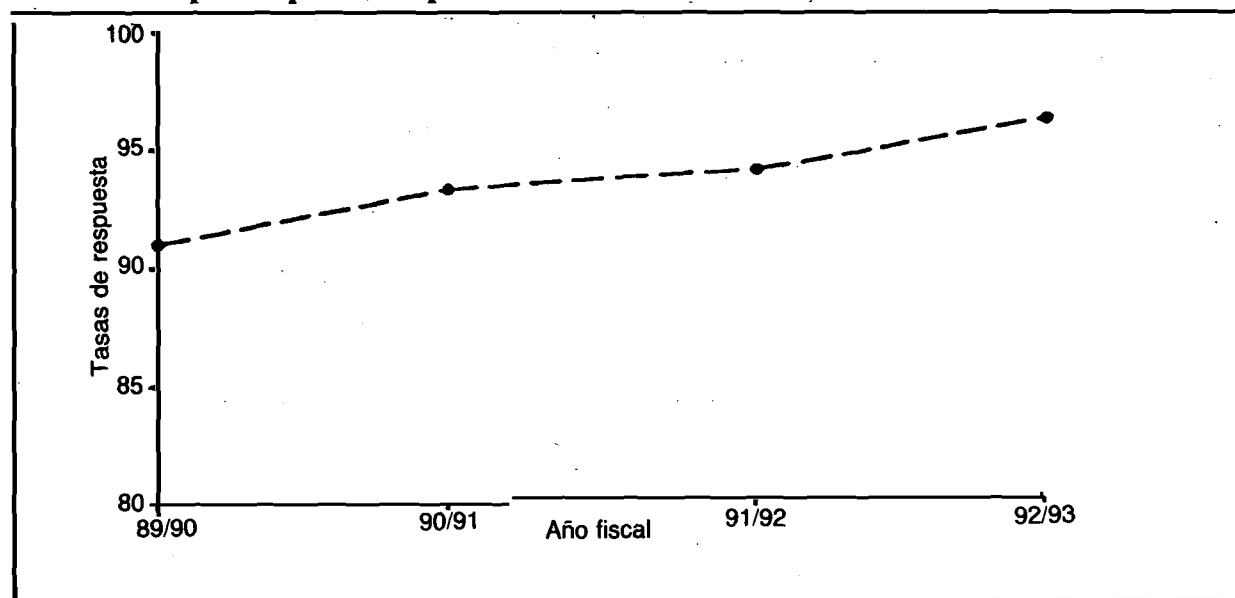
Tasas de respuesta promedio por año fiscal



Cuadro 7

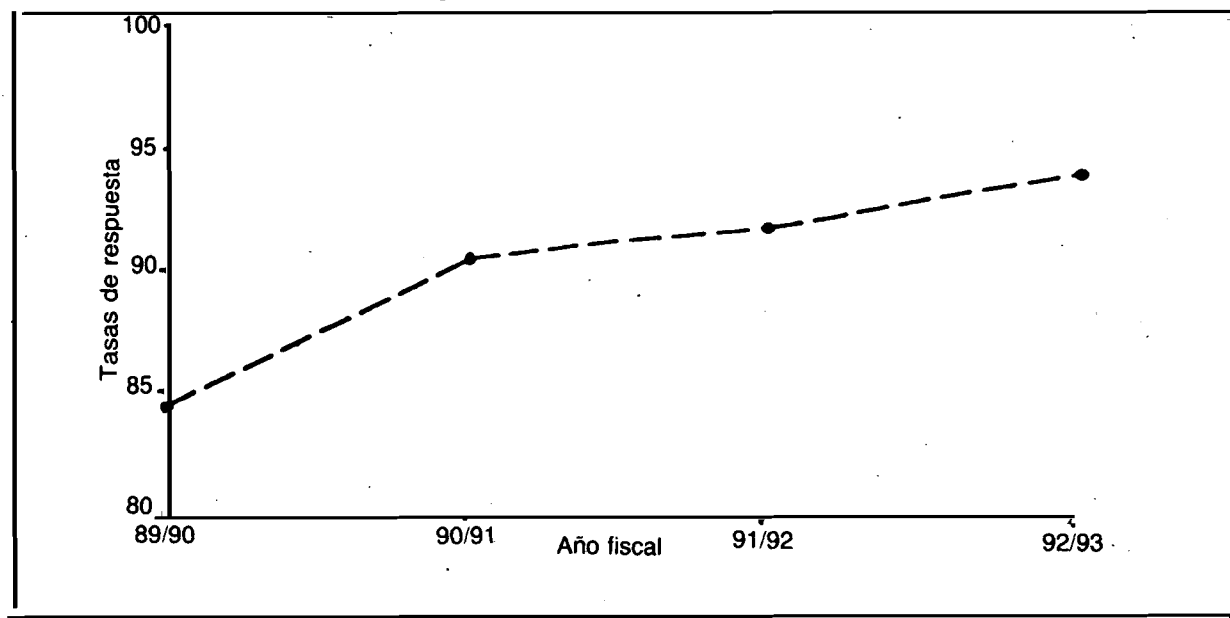
Encuesta mensual de ventas al por menor

Tasas de respuesta promedio por año fiscal



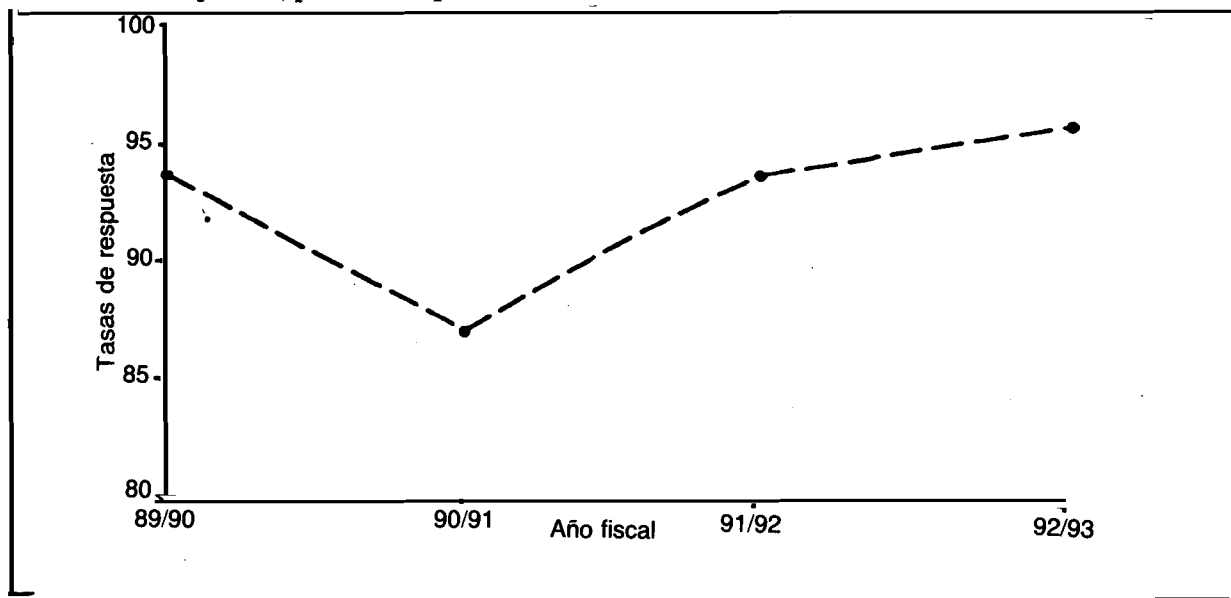
Cuadro 8

Encuesta mensual de ventas al por mayor
Tasas de respuesta promedio por año fiscal



Cuadro 9

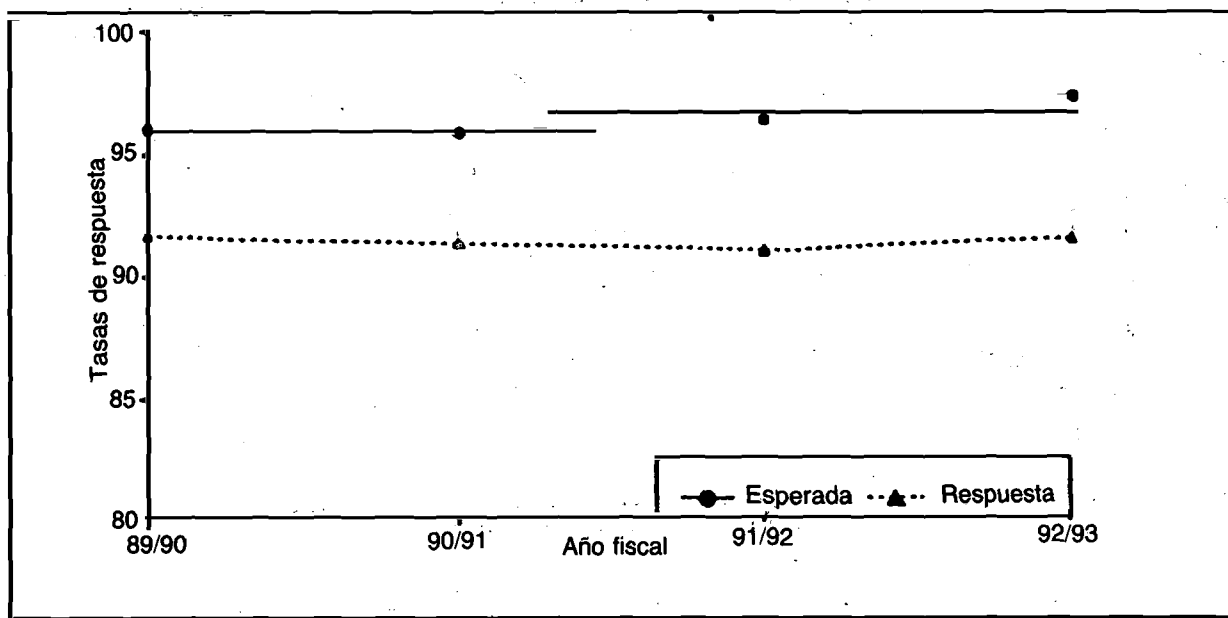
Encuesta mensual manufacturera
Tasas de respuesta promedio por año fiscal



Cuadro 10

Encuesta de empleo, nómina y horas

Tasas de respuesta promedio por año fiscal



3.4 Monitoreo de calidad y retroalimentación

Por lo general, es responsabilidad del supervisor realizar revisiones de rutina del trabajo del personal operativo para asegurar que los conceptos y procedimientos sean entendidos y aplicados correctamente. La estrategia de control de calidad estadística, descrita en la sección 3.2, básicamente formaliza y apoya este proceso. Donde quiera que este enfoque sea adecuado para tales operaciones como captura y codificación, será necesario un desarrollo diferente para CAI.

La Encuesta de Fuerza Laboral ha tenido un programa de reentrevista y observación durante muchos años. Fue diseñado básicamente para proveer una revisión de calidad al trabajo de los entrevistadores de campo. Esto continuará con la introducción de CAPI.

El empleo incrementado de CATI para encuestas telefónicas ha creado una oportunidad para desarrollar nuevos enfoques para el monitoreo de calidad. Ello será discutido a continuación.

Encuestas CATI

La introducción de la Entrevista Asistida por Computador (CAI) ha tenido efectos muy positivos sobre la recolección de datos. Primero, reduce el número de pasos involucrados al combinar la recolección, captura y edición de datos en una sola operación. Elimina la necesidad de papel y la carga asociada con su manejo, por lo cual ahorra tiempo y recursos. También crea una oportunidad de editar los datos interactivamente, creando así, un «archivo de datos limpio», el cual elimina la necesidad de largas y costosas actividades de limpieza posteriores a la recolección.

CATI se ha convertido en un método de recolección, captura y edición de datos efectivo en cuanto a costos y está siendo empleado en la actualidad para nuestras actividades regulares de recolección en encuestas agrícolas, la Encuesta Social General, la Encuesta Mensual Manufacturera, actividad de encuesta relacionada con nuestro programa SEPH, tal como la Encuesta

anual de Distribución de Pago y nuestra recientemente introducida Encuesta de Negocios de Nómina Pequeña, Transporte terrestre y Fletes (Clase III), la nueva Encuesta de Ventas al por Menor y al Por Mayor, (período 13), y otros estudios.

CATI ha sido también instrumento en la conducción de encuestas especiales muy grandes y complejas. La encuesta pionera «Violencia contra las Mujeres» (VAW) es un ejemplo de ello.

Monitoreo de la calidad para encuestas CATI

Algunos productos del programa CATI incorporan aspectos de monitoreo que pueden ser utilizados para analizar el proceso de la entrevista y dar retroalimentación a los entrevistadores. Cuando es utilizada adecuadamente, constituye una herramienta extremadamente poderosa.

Monitorear significa involucrar una tercera parte que escucha la entrevista, a través de una intercepción telefónica, al tiempo que observa un duplicado de la imagen terminal del entrevistador de CATI, la cual muestra la pregunta y la respuesta del encuestado al ser registrada por el entrevistador.

Los objetivos del monitoreo de la calidad son:

- 1) Monitorear la calidad del trabajo del entrevistador de CATI con respecto a sus habilidades, relaciones con el entrevistado, calidad de información y la aplicación de los conceptos del estudio.
- 2) Con base en un proceso continuo, proveer individualmente retroalimentación a los entrevistadores sobre su desempeño para estimular comportamientos positivos y permitir su mejoramiento.
- 3) Ganar experiencia con CATI y monitoreo, de modo que las prácticas de las encuestas puedan ser mejoradas en el futuro.

El enfoque del monitoreo de la calidad, está, por lo tanto, dirigido a la calidad de interacción entre el entrevistador y el entrevistado, incluyendo destrezas en la entrevista y aspectos que influyen en la calidad de los datos. El monitoreo de calidad de CATI amplía la base del aspecto que cae dentro del campo de la estrategia de control de calidad estadística presentada en la sección 3.2, en la medida que incorpora, además de la calidad de los datos, aspectos que son conexos con la efectividad del entrevistador, como las relaciones con el entrevistado y las habilidades del entrevistador. Sin embargo, comparte algunas similitudes, tales como su enfoque en la retroalimentación a los entrevistadores y la reducción gradual del nivel de monitoreo a medida que los entrevistadores se cualifican.

El monitoreo enfoca tres categorías principales: relaciones con el entrevistado, destrezas en la entrevista y calidad de los datos. Cada categoría principal fue además dividida en subcategorías. Para asegurar la consistencia entre los monitores, se diseñó un formato de monitoreo, definiciones y una guía de capacitación.

Adicional al monitoreo de calidad, las sesiones de grupo con entrevistadores, supervisores y personal técnico han probado ser una fuente invaluable de información en cuanto a la eficiencia y efectividad del instrumento CATI, flujo de la pregunta y estilo de la misma, o cualquier otro aspecto de interés que pueda influenciar la calidad. Estos son considerados primordiales, especialmente para las pruebas piloto.

Un ejemplo

Ahora analizaremos cómo lo anterior fue implementado para la encuesta de violencia contra la mujer (VAW), la cual representó un mayor desafío. La encuesta incluyó la realización de 11.000 entrevistas. Se utilizó CATI a nuestro favor para apoyar un largo cuestionario que incluía preguntas altamente sensibles sobre el asalto físico y sexual. Esta complicada encuesta requería el conocimiento completo de dígitos aleatorios, la selección aleatoria de la mujer que iba a ser entrevistada, y de nuevo, la selección aleatoria del incidente que iba a ser estudiado en detalle.

Para la encuesta VAW (Burgess, 1994), se designó una forma de monitoreo que mostraba un total de once subcategorías a ser evaluadas en el formato de monitoreo, seis de las cuales fueron consideradas más difíciles que otras.

Estas subcategorías fueron:

- a. Sensibilidad
- b. Manejo de situaciones difíciles
- c. Lectura exacta - cambios principales
- d. Conducción del tema de estudio
- e. Flujo del instrumento - saltar preguntas
- f. Diálogo atento - anticipar respuestas

Si se encontrara un problema mayor en alguna de estas áreas, la entrevista sería evaluada para decidir si se requiere capacitación o la intervención del supervisor. Los entrevistadores, entonces, tendrían que ser monitoreados con mayor frecuencia.

La tabla C resume los resultados del proceso de monitoreo para VAW. La categoría, relación con el entrevistado; se evaluó favorablemente con sólo el 6% de los casos monitoreados que requirieron de atención. Esto no es sorprendente dado el énfasis puesto en este aspecto durante la contratación y capacitación para ocuparse de la naturaleza altamente sensible de esta encuesta.

La categoría, destrezas del entrevistador, la cual incluyó rapidez de entrega, volumen, vocalización y lectura exacta, recibió una calificación de 85%.

La calidad de los datos se dividió en las siguientes subcategorías: diálogo atento, conducción del tema de estudio, flujo del instrumento, interpretación de las respuestas, e instrumento calificado. El 17% de esta categoría recibió una nota de «necesita mejorar». La mayoría de los casos considerados susceptibles de mejorar estaban bajo la subcategoría «diálogo atento». En la mayoría de ellos se encontró que el entrevistador, al querer simpatizar con los entrevistados que habían revelado una experiencia emocional difícil, guiaba al entrevistado.

Tabla C
Resultados del monitoreo de calidad

	Porcentaje de aprobación	Porcentaje necesidad de mejorar
Relación con el entrevistado	94	6
Destrezas en la entrevista	85	15
Calidad de los datos	83	17
Total	74	26

Es interesante anotar que la tasa de aprobación fluctuó inicialmente entre 50% y 70%; estabilizándose, sin embargo, alrededor de 80% a 85% después de cuatro semanas de producción. Ello fue el resultado de la retroalimentación individual y de reuniones de grupo, que probaron ser un debate muy efectivo en el cual los entrevistadores pudieron presentar las dificultades y ayudarse mutuamente a resolverlas.

Para asegurar la consistencia de la evaluación, se recomienda que se lleve a cabo alguna forma de capacitación y revisión de la calidad para los monitores con respecto a las tareas de monitoreo. La capacitación debe transmitir una profunda comprensión de los diferentes formatos, criterio de clasificación y definiciones empleados durante el monitoreo. La revisión de la calidad, efectuada rutinariamente, garantiza que los monitores tengan consistencia y comparabilidad en el resultado final de las entrevistas.

Durante la capacitación de los monitores, las entrevistas grabadas pueden ser escuchadas, en un ambiente de salón de clase, y evaluadas por cada monitor para garantizar la consistencia en su valoración. En lugar de entrevistas ficticias, los monitores también pueden ser colocados en diferentes situaciones de monitoreo y evaluar las mismas entrevistas.

En la actualidad, estos enfoques están siendo introducidos en nuestras oficinas regionales. También se está trabajando en la formalización estadística del proceso de monitoreo.

3.5 Seguimiento y edición de datos

La mayoría de las encuestas comprenden revisiones y procedimientos para verificar que los datos recolectados sean completos y consistentes. Estos enfoques pueden variar desde los más simples procedimientos para identificar ítems sin respuesta, hasta las revisiones más complejas que involucran la consistencia, la estimación, revisiones históricas, razones y límites de precios de unidades, etc.

La edición de microdatos para estudios en proceso requiere de extensas intervenciones manuales y ha probado ser un área en donde se podrían hacer mayor número de mejoras significativas. En realidad, investigaciones recientes tienden a demostrar que una cantidad equivalente al 40% de todos los recursos asignados a un programa de encuesta podría ser atribuida a la edición; que hay una tendencia a sobrestimar por parte de las agencias de estadística, y que la contribución de la microedición en el total de la calidad de la información puede ser mínima.

En los últimos años, las técnicas de macroedición han sido desarrolladas y presentadas como alternativas más eficientes. Algunos han sugerido que dichas técnicas pueden ser, en algunos casos, aún superiores a la microedición, puesto que permiten que la mayor parte de los recursos se concentre en los archivos de alto impacto.

Dado que los directores de encuestas están constantemente bajo presión para mejorar el tiempo en que la información es producida y, posteriormente divulgada, los enfoques de la macroedición también pueden significar una oportunidad de reducir el tiempo transcurrido entre el último cuestionario codificado y las primeras tabulaciones. Minimizar la molestia del entrevistado es otra meta genuina de los encuestadores que puede beneficiarse de la optimización de las estrategias de seguimiento/edición.

«Statistics Canada» ha conducido una cantidad de estudios para evaluar la posibilidad de introducir métodos similares a la Encuesta Anual Manufacturera (ASM) (Boucher, Simard, Gosselin, 1993). Este programa ofreció mucho potencial para la macroedición, ya que involucra muchas operaciones manuales, así como el uso extensivo de seguimiento y edición de microarchivos.

La implementación de estas técnicas ha llevado al mejoramiento y refinamiento de otras operaciones relacionadas con encuestas, las cuales parecían ser una fuente de mayor ahorro (diseño de cuestionario y prácticas de codificación).

Este trabajo ha conducido a un mayor avance durante 1993/94, con la implementación de la edición selectiva para todas las 239 industrias de la Encuesta Anual Manufacturera (ASM). Los ahorros anticipados resultantes de esta iniciativa son ahorros muy significativos de 11 años-persona, con una base de 36, lo cual representa un ahorro del 30% de los recursos humanos. El nuevo enfoque ha permitido el restablecimiento de una encuesta completa de bienes cada año, en contraposición al programa bienal que existía antes, el cual también es visto como una importante contribución.

La iniciativa proporcionó al programa algunos otros beneficios no insignificantes, tales como herramientas analíticas perfeccionadas, prácticas de codificación seleccionadas y dio las bases para otras iniciativas interesantes.

También proporcionó el impulso para lanzar el proyecto del cuestionario personalizado, ya que se reconoció que las operaciones manuales por sí solas, no eran las únicas responsables del largo proceso involucrado en esta encuesta particular.

El sistema de imputación y edición generalizada de Statistics Canada (GEIS), claramente demostró ser el compañero ideal para nuestra nueva propuesta.

4. Creación y mantenimiento de la cultura de calidad

4.1 Comentarios generales

El enfoque de las secciones anteriores se ha centrado principalmente en el aseguramiento de la calidad en un ambiente operacional. Claramente, el aseguramiento de la calidad va más allá de este importante aspecto, adentrándose en todas las demás fases del proceso de investigación

que incluye planeación y diseño, validación y análisis, documentación, distribución, y otras actividades estadísticas, tales como aquellas basadas en la información administrativa o aquellas derivadas de la naturaleza. Es en reconocimiento a esto, que «Statistics Canada» ha preparado un grupo de guías de calidad (Líneas directrices concernientes a la calidad - 1987), las cuales se han estado promocionando a través de la organización. Estas guías que constituyen un grupo de buenas prácticas, tienen el propósito de servir como herramienta y no como norma para ser cumplidas rigurosamente. El Jefe Estadístico, en sus comentarios introductorios, expone la intención del documento:

«El manual reúne, en forma resumida y comprensiva, los métodos, procedimientos y prácticas que rigen la consecución de los objetivos de calidad en la ejecución de las actividades estadísticas. Esto encierra la práctica que ha sido desarrollada en «Statistics Canada» dentro de una serie de pautas que constituyen una lista de verificación útil, tanto para los planificadores de la investigación como para los directivos de estudios».

«Se debe comprender claramente que éstas son guías y no normas. Complementan, pero no son un sustituto para el criterio y la experiencia respecto al tema de estudio. Nadie sugeriría que todas las recomendaciones halladas aquí fueran igualmente aplicables a todas las actividades estadísticas. Aun cuando fueran aplicables, la decisión para seguir ciertas vías y no otras deberá estar basada en un criterio bien informado de lo que llevaría a una mejor calidad neta y maximizaría los beneficios a un costo aceptable». «Estas advertencias intentan dar orientación a este manual. No son una licencia para justificar la inacción».

«Cada gerente de actividad estadística tiene la obligación de asegurar que el interés de la Agencia por la calidad esté adecuadamente reflejado en los métodos y procedimientos de la actividad estadística. Considero que la preparación de este manual es un progreso sobresaliente en el interés de «Statistics Canada» por la calidad.

Para el propósito de este documento, tendría poco sentido resumir estas guías. Sin embargo, se intentará identificar las tendencias que surgen en la realización de una encuesta con miras a discutir las oportunidades e implicaciones para el diseño de la encuesta y el aseguramiento de la calidad en el futuro.

4.2 Tendencias que surgen

Nuevas demandas de información

No solamente estamos experimentando crecientes demandas de información, sino que estas demandas exceden ampliamente en complejidad y sensibilidad a lo que habíamos considerado como factible en el pasado. En particular, estas necesidades de información surgidas han dado mucho énfasis a las encuestas longitudinales.

CAI juega un papel clave en satisfacer estas demandas. Ahora estamos implementando las encuestas CAPI y CATI, las cuales hubieran sido imposibles de conducir empleando papel y lápiz.

Estas nuevas oportunidades son muy retadoras y emocionantes para todos los involucrados. Traen, sin embargo, un nivel de riesgo y de presión en la organización, los cuales no deben ser minimizados. Jamás se podrá dar demasiado énfasis a la necesidad de una prueba de contenido detallada, cuidadosa y sistemática. Ultimamente, «Statistics Canada» ha adoptado una política que requiere la prueba de nuevos cuestionarios en desarrollo, así como una revisión periódica de instrumentos actualizados de recolección. Esto se aplica igualmente a los cuestionarios en papel y a las aplicaciones basadas en computador.

En este contexto, sólo estamos comenzando a concientizarnos del pleno potencial de CAI, en lo relacionado al desarrollo y prueba de contenido. Hemos desarrollado una versión modificada de codificación conductual para la recopilación CATI, la cual ha resultado muy fructífera (Burgess y Paton, 1993). Involucra la codificación dinámica de un número de reacciones pre-especificadas del entrevistado a preguntas individuales, las cuales son posteriormente analizadas para identificar puntos débiles en el instrumento. El enfoque es único en cuanto a que es integrado como parte de las labores del entrevistador CATI. También demostró ser especialmente útil y poderoso cuando se empleó en pruebas piloto en combinación con el monitoreo de calidad CATI. Por ejemplo, generó extensos cambios y mejoras al estudio de la violencia contra mujeres (Burgess, 1994) y los cuestionarios anuales de transporte y de fletes nivel III.

Integración de actividades de recolección

Los crecientes intereses surgidos acerca de la carga de respuesta traen consigo una responsabilidad de parte de los realizadores del estudio, con el fin de coordinar mejor las actividades de recolección de datos. Esto es particularmente cierto en las encuestas económicas y agrícolas. Estrictamente, desde el punto de vista de la CATI, debería ser relativamente fácil combinar y concatenar aplicaciones de varios estudios con cambios menores en la lógica de las diferentes aplicaciones, que permitan obtener de un mismo contacto información para distintos estudios. Esto, de hecho, ha sido realizado para unas pocas encuestas agrícolas. Requiere, sin embargo de la habilidad para unir marcos muestrales y el mantenimiento de una base de datos común para manejar información obtenida.

Recolección mixta

En nuestra continua búsqueda para hallar métodos de recolección que sean propicios a los entrevistados, que minimicen la carga y reduzcan costos, probablemente habrá un incremento en el número de modos de recolección en el futuro. Actualmente, se están combinando los seguimientos por correo con CATI en cierto número de nuestras encuestas. Tal vez, eventualmente agreguemos a nuestros modos la recolección mediante teléfono de tono (touchtone), cuestionarios autoadministrados asistidos por computador, recolección de información a través de medios electrónicos, y eventualmente, EDI. Esto creará la necesidad del software CATI que pueda manejar la recolección multimodal, puesto que la mayoría del software CATI actualmente en uso no está verdaderamente adecuado para dichas situaciones. El sistema DC-2 de «Statistics Canada», de otra parte, ha sido específicamente diseñado teniendo en cuenta lo anterior.

Investigaciones especiales

La oportunidad es un aspecto no sólo para nuestro programa regular, sino también para las encuestas especiales ad-hoc; las agencias de estadística cada vez tienen que reaccionar más

rápida ante las demandas imprevistas. Los métodos CATI ofrecen la ventaja de ser capaces de producir rápidamente los resultados de estudios, después de finalizar la recolección. La presión, sin embargo ha cambiado del final al inicio (de producir resultados inmediatos, a lograr la entrevista), lo cual requiere de un cuidadoso diseño y una minuciosa prueba. Con el fin de reducir el tiempo y costo del desarrollo, se están tomando los siguientes pasos:

1. Actualmente estamos trabajando en el desarrollo de módulos estandarizados para la aplicación de CATI, tales como inicio, terminación y perfil de reacción para encuestas económicas, los cuales pueden ser reutilizados en otras aplicaciones.
2. Las aplicaciones dentro de familias de estudios usualmente pueden ser reagrupadas para reducir costos de ejecución y mantenimiento.
3. Estandarizar: capacitación, procedimientos, funciones claves y manuales de referencia del entrevistador.
4. Estandarizar: la presentación y uso para la información general.

La clave es la «estandarización» para un desarrollo e implementación dinámica.

Con tales herramientas disponibles, creemos que unas encuestas relativamente sencillas pueden ser desarrolladas, probadas, implementadas, y analizadas dentro de un período de setenta y cinco días.

Soporte y prueba de las aplicaciones de CAI

La entrevista asistida por computador está literalmente revolucionando la manera como diseñamos, implementamos, dirigimos y apoyamos las operaciones de recolección. CAI introduce una disciplina en la etapa del diseño hasta el punto de que los sistemas de computador subyacentes requieren de impecable lógica con todas las eventualidades bien identificadas. El

aseguramiento de la calidad de estas aplicaciones requiere de un completo proceso de pruebas por parte del personal experimentado. Todo esto, normalmente demanda más tiempo, que los usuales desarrollos PAPI. Se puede experimentar por una vez, la frustración y las presiones creadas por el sistema CAI, que puede fallar si no se está convencido de la importancia crítica de probar el sistema.

CAPI presenta un nivel adicional de complejidad sobre CATI, hasta el punto de que requiere un sistema de dirección basado en casos particulares para apoyar las transmisiones de datos desde las oficinas principales a la oficina regional, enseguida al hogar del entrevistado, y de regreso a las oficinas principales. También maneja transferencias de asignación y proporciona operaciones de control. Estos sistemas pueden ser muy elaborados y complejos.

El aseguramiento de una fácil implementación de CAI requiere mucho más apoyo técnico que nunca antes, lo cual puede representar un gran reto, especialmente cuando se trata de manejar el apoyo a un personal de campo ampliamente disperso, tal como para la implementación de CAPI para LFS. Con el propósito de prepararse para ello, ciertas posiciones técnicas deben ser asignadas en las Regionales. Ellas juegan un papel clave en cerrar la brecha entre el personal técnico en las oficinas principales y los entrevistadores en el campo que se pueden mostrar un poco recelosos con respecto a la nueva tecnología.

La creciente confianza en los métodos CAI implica vulnerabilidades en el sentido de que crea una dependencia en la tecnología. Es muy importante crear un plan de contingencia para enfrentar las fallas de equipo que pueden incrementar el riesgo de exceder las fechas límites.

Finalmente, la seguridad de los hardware, software, y los entrevistadores cargando tan costosas piezas de equipo es una amenaza que hay que afrontar.

5. Iniciativas corporativas

Según se mencionó en la introducción, la calidad es un valor que debe existir en una organización. Por supuesto, ello requiere que las prácticas de calidad sean aplicadas diariamente. Sin embargo, el logro de la calidad va más allá de tales prácticas. En efecto, las organizaciones de calidad son aquellas cuya meta es alcanzar altos niveles en todas las dimensiones que afectan su desempeño. Para las agencias de estadística, ello significa:

- a) Un gran empeño en el aseguramiento de la idoneidad de sus productos y servicios.
- b) Esfuerzos en el desarrollo de visiones compartidas entre sus empleados.
- c) Desarrollo de un alto grado de confiabilidad a través del crecimiento de un grupo de profesionales.
- d) Reconocimiento de la importancia de preservar la confianza pública en la calidad de sus productos y en la confidencialidad de la información recopilada.
- e) Establecimiento de sistemas de dirección tales como planeación a largo plazo para identificar prioridades y tomar decisiones oportunas.
- f) Fuerte inversión en comunicaciones, tanto internamente con sus empleados (motivando la participación del empleado), como externamente con sus usuarios y los medios.
- g) Establecimiento de una prioridad en mercadeo y convertirla en una responsabilidad corporativa.
- h) Inversión en investigación y desarrollo.

El descuido de cualquiera de estos aspectos deteriora la imagen corporativa.

Los principios, cuando más, pueden actuar como una guía. El reto es demostrar el compromiso de la organización hacia aquellos principios a través de acciones concretas. A continuación se presentan algunas de las iniciativas corporativas que «Statistics Canada» ha adelantado en los pasados diez a quince años, las cuales han ayudado a la entidad a mantener o mejorar su desempeño general.

Idoneidad, enfoque en el cliente, comunicaciones externas y mercadeo

- Se ha creado cierto número de comités asesores, los cuales cubren una amplia esfera del tema de estudio y aspectos técnicos.
- Reuniones periódicas sostenidas con los departamentos especializados para mantenerse al tanto de las necesidades surgidas.
- Reuniones periódicas sostenidas con funcionarios de las regionales para discutir prioridades y necesidades.
- Se han realizado esfuerzos para incrementar nuestras interacciones con los medios y usuarios. Estamos cambiando continuamente.
- Hemos hecho especiales esfuerzos para «mercadear» nuestros productos y hacer que nuestra presencia sea sentida entre los estudiantes de secundaria. Esto es considerado como una inversión en el futuro.
- Hemos instituido las publicaciones «insignia».
- Se ha puesto un mayor énfasis en las actividades analíticas pertinentes con los aspectos importantes que afronta la sociedad actualmente.
- El estadístico en jefe ha impulsado una gran iniciativa de mercadeo a nivel de la entidad. Lo cual está cambiando fundamentalmente la manera como nos percibimos a nosotros

mismos y a nuestros productos. El enfoque sienta una prioridad en las necesidades del cliente y la manera como varias divisiones de «Statistics Canada», incluyendo las oficinas regionales, deberían colaborar, cubrir sus costos, y participar en los beneficios.

Manejo del recurso humano

- Un amplio número de iniciativas de capacitación de la Oficina fueron puestas en práctica en el área de experiencias sobre encuestas, análisis de datos, revisiones específicas del tema de estudio, contabilidad, mercadeo, etc., tanto para empleados nuevos como para antiguos, con miras a desarrollar al personal con una amplia visión de la organización y su labor. Se dió especial atención al personal de oficina y de operaciones que habían sido de alguna manera descuidados en el pasado. Esta ha sido una prioridad corporativa durante los tres últimos años
- Se han realizado campañas de reclutamiento a nivel nacional para economistas, sociólogos, demógrafos, metodólogos, y especialistas en sistemas, para asegurar que se apliquen consistentemente altos estándares y que los mejores especialistas sean contratados. Asimismo, ha sido instituido un programa de capacitación y desarrollo de dos años, para los nuevos empleados incluyendo participación en los cursos mencionados, con el fin de inculcar en ellos una amplia perspectiva organizacional.
- Se efectúan concursos en la entidad para ocupar posiciones claves de antigüedad, tales como para el nivel de subdirector. Estos cargos también involucran rotación.
- Han sido establecidas reuniones de promoción con el propósito de que el personal pueda proyectarse dentro de la Institución.

Comunicación interna

- Una encuesta de opinión a los empleados efectuada el año pasado actuó como catalizador para identificar aspectos que permitieran mejorar la comunicación.

- Grupos de enfoque son conformados regularmente con el fin de obtener retroalimentación sobre las percepciones y necesidades de los empleados.
- Comités de dirección han sido instituidos, los cuales se reúnen periódicamente para tratar temas o necesidades surgidas e impulsar las iniciativas principales. Los comités cubren aspectos tan variados como métodos y normas, informática, recursos humanos, capacitación y desarrollo, mercadeo y divulgación, y relaciones laborales, sólo para mencionar algunas.
- El Estadístico en jefe dirige reuniones semanales del Comité de Políticas. Los Directores de cada área hacen seguimiento al desarrollo de las actividades acordadas.
- El Estadístico en jefe dirige reuniones periódicas de promoción con los directores generales y los directores técnicos para discutir temas de su elección. Las reuniones de promoción son generalmente impulsadas a través de la organización.
- Anualmente se celebra una junta sobre operaciones a nivel de dirección la cual involucra a todo el personal (directivo) para discutir temas especiales. Este año, el tema fue mercadeo.

Planeación

A comienzos de los ochenta, se instituyó un proceso de planeación a largo plazo, el cual sirve como mecanismo para establecer prioridades y asignar recursos. Este proceso cubre un ciclo de cinco años aun cuando el énfasis se hace necesariamente sobre el año venidero. Ha sido extremadamente útil a la entidad. Representa los medios por los cuales «Statistics Canada» promueve e identifica su eficiencia y proporciona los fondos necesarios para su realización. También, se aprovecha para elaborar listas de posibles contingencias a ser consideradas en el evento de reducciones en el presupuesto.

Políticas

- Las políticas generalmente se desarrollan dentro de la estructura del comité de dirección; luego son revisadas y aprobadas por el Comité de Políticas.
- El Comité de métodos y normas se ha comprometido a revisar y actualizar las Guías de Calidad mencionadas anteriormente, para tomar en consideración las nuevas realidades para el desarrollo de investigaciones tales como CAI.

6. Conclusiones

Este documento intentó suministrar un resumen de las prácticas de calidad en «Statistics Canada». Primero hemos descrito las estrategias y métodos específicos utilizados en Operaciones de Encuesta, con especial énfasis en el impacto y en las oportunidades creadas por la «entrevista asistida por computador». Muchas de estas prácticas enfatizan continuas mejoras a través de un cuidadoso monitoreo del desempeño y los mecanismos de retroalimentación con el personal operativo. En cierto número de casos, esto ha abierto la puerta a iniciativas de mejoramiento del proceso con participación del empleado. También se está trabajando para hacer los procesos de edición más eficientes, adoptando estrategias selectivas que se concentren en registros de alto impacto.

También hemos discutido un número de iniciativas corporativas. Quizás, lo que actualmente caracteriza a «Statistics Canada» es el constante e inflexible esfuerzo para superar y desafiar continuamente sus anteriores logros. Esto se hace combinando liderazgo fuerte y coordinado, desde el nivel directivo, demostrando auténtico interés por el desarrollo del personal a través de numerosas iniciativas de recurso humano, y posteriormente profesionalizando todos los aspectos operativos.

Bibliografía

Burgess, M.J., Paton, D., Coding of Respondents Behaviour by Interviewers to Test Questionnaire Wording, Proceedings of the ASA Meeting, Survey Research Methods Section, San Francisco, August 1993.

Burgess, M.J. Violence Against Women Monitorin Report, Internal Report, Operations Research adn Developement Division, Statistics Canda, March 1994.

Fellegi, I.P., Maintaining Public Confidence in Official Statistics, J.R. Statist, Soc. A (1991), 154, Part 1. pp. 1-22.

Gosellin, J.-F., Chinnappa, N., Ghangurde, P., Tourigny, J., A Compendium of Methodes of Error Evaluation in Censuses and Surveys Statistics Canada, Ottawa, 1978, Cat. No. 1-564E.

Freedman, H., Booth, J., Gosselin, J.-F., Nijhowne, S., I., Quality Guidelines Second Edition, Statistics Canada, Ottawa, 1987.

Mudryk, W., Quality Management: A Framework, Internal Report, Operations Research and Development Division, Statistics Canada, March 1991.

Smith, J., Mudryk, W., Stankewich, R., Standardization of QC Plans for Survey Operations - Part I: Guidelines & Rationale, Internal Report, Business Survey Methods Division, Statistics Canada, April, 1990.

Mudryk, W., Quality Control Precessing System for Survey Operations, Survey Metholology, December, 1988, Vol. 14, No. 2 Statistics Canada.

Schilling, E.G., Acceptance Sampling in Quality Control, New York : Marcel Dekker, Chapter 19.

**LAS OFICINAS NACIONALES DE ESTADISTICA: CRITERIOS DE
CALIDAD Y DE DIFUSION DE LOS DATOS**

ARTURO BLANCAS ESPEJO

**Actuario. Director de Censos Nacionales del Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática. INEGI, México**

Introducción

En nombre del Doctor M. Jarque, Presidente del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de México, agradezco profundamente la invitación que nos hiciera el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para participar en este «Seminario Internacional de Calidad Estadística». El Doctor Jarque desde un principio manifestó un marcado interés por participar en este foro; desafortunadamente, las imperiosas cargas de trabajo impidieron su asistencia. Sin embargo, a través de mi conducto, expresa a todos ustedes su deseo de que el Seminario depare a los participantes el mayor de los éxitos, y les hace una atenta invitación para que visiten nuestro Instituto, de manera que profundicemos en el intercambio de conocimientos y experiencias entre nuestras instituciones.

El documento que me ha sido encomendado exponerles, consta de cuatro apartados. Permítanme señalarles brevemente su contenido, a fin de facilitar la propia exposición.

1. Las oficinas nacionales de estadística

Hoy por hoy, la estadística cumple una invaluable función estratégica en el contexto de nuestra dinámica realidad nacional e internacional. En este primer apartado se hace mención de los esfuerzos de las oficinas nacionales de Estadística por responder a los retos de los tiempos actuales con información de calidad, oportuna y accesible a los diversos usuarios.

2. La modernización institucional

En este apartado se presenta el programa de modernización emprendido por el INEGI en los últimos años, que contempla los siguientes rubros: descentralización, capacitación, infraestructura física, revisión de metodologías, concertación, generación de nuevos productos, profesionalización del personal y ampliación de la cultura estadística y geográfica.

3. Presentación de nuevos productos

Una vez expuestas las estrategias seguidas por el INEGI para responder a su función institucional con estadísticas de calidad, oportunas y accesibles haciendo uso de los avances tecnológicos disponibles y de innovaciones propias, se presentarán a ustedes tres productos en medios magnéticos generados en el mismo instituto.

4. La utilidad de la información

En este apartado final se hacen algunas reflexiones generales sobre la utilidad de la información estadística. En particular, se destaca su importancia para el desarrollo y la democracia.

Antes de dar inicio a la exposición, quisiera señalar que, por lo general, los documentos sobre criterios de calidad y difusión de datos nos remiten a métodos y modelos, o al desarrollo de los procedimientos de control de la investigación estadística. En nuestra perspectiva, este enfoque es sumamente útil; sin embargo, quisiera plantear uno más global: a las oficinas nacionales no les basta preocuparse por medir y controlar la calidad o buscar hacer muy bien la difusión de un proyecto en particular, sino que también requieren definir e instrumentar un programa integral, a corto y mediano plazo, que permita mejorar toda la generación y la difusión de información estadística, a través de la búsqueda permanente de los medios presupuestales y las estrategias técnicas y administrativas para lograrlo.

1. Las oficinas nacionales de estadística

Seguramente todos coincidimos en que el cambio es el siglo de los años reciente. En efecto, hemos sido y somos testigos de transformaciones económicas, políticas y sociales que modifican la fisonomía de nuestras naciones y del orbe entero, quizá como ninguno de nosotros imaginara tan sólo hace unos años.

Este fenómeno de modernización ha generado, entre otras cosas, un mundo cada vez más interdependiente y competitivo; que nos obliga a reflexionar y replantear, en su caso, nuestras estrategias económicas y sociales; nuestras prioridades nacionales y nuestro esquema de integración internacional.

En este inusitado panorama internacional, ninguna nación puede darse el lujo de optar por la indiferencia, pues el riesgo de quedarse rezagada es muy grande. Así pues, se requiere de un gran esfuerzo para definir estrategias acordes con cada realidad nacional.

La estadística históricamente ha sido un elemento de apoyo a la toma de decisiones; sin embargo, no siempre ha gozado de la más alta prioridad, ni sus procesos de generación y divulgación de datos se ha realizado de la mejor manera posible.

Sin embargo, hoy más que nunca la estadística adquiere una importancia estratégica en nuestras naciones. Esto es así, porque teniendo una medida exacta de nuestros recursos, de nuestras necesidades y potencialidades, podremos orientar con objetividad el curso de nuestras acciones.

Así pues, el mayor reto que enfrentan nuestras oficinas nacionales de estadística, es el de responder eficazmente con información útil al proceso de modernización, para lo cual se requiere de solvencia técnica y claridad en cuanto a los propósitos. Es decir, por un lado las oficinas nacionales de Estadística deben generar estadísticas oportunas, de calidad, comparables, suficientes en términos conceptuales, espaciales y temporales, y accesibles a los diversos usuarios; por otro, el esfuerzo técnico debe formar parte de un esfuerzo mayor que guíe cada uno de sus pasos, y que reconozca la estadística como prioridad estratégica.

En este aspecto, resulta claro que las oficinas nacionales de Estadística necesitan de un fuerte respaldo institucional, de manera que las estadísticas efectivamente contribuyan a la toma de decisiones, y que además cuenten con un recurso financiero acorde con sus retos.

En México se ha partido de la anterior premisa, de tal modo que el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, que sintetiza las estrategias gubernamentales en materia de modernización -orientadas a una comprensiva reforma política, económica y social- identifica a la estadística como factor indispensable para su eficiente operación.

En mi país las estadísticas oficiales son coordinadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). El Instituto se conforma actualmente por una Presidencia, y seis direcciones generales: Estadística Geografía, Política Informática, Difusión, Cartografía Catastral, y Contabilidad Nacional, Estudios Socio-económicos y Precios. Cabe señalar que la Dirección General de Estadística del INEGI es la oficina central de las estadísticas oficiales, y lleva a cabo, entre otros proyectos, los Censos de Población y Vivienda, Económicos y Agropecuario, así como numerosas encuestas en hogares, empresas y negocios; también recopila y divulga las estadísticas sociodemográficas, y otras estadísticas de tipo sectorial y regional.

Esta breve descripción nos ofrece un panorama de la conformación del Instituto. Permítanme ahora presentarles a ustedes las estrategias de modernización, a fin de que se comprenda de mejor manera el esfuerzo de adecuación de la estadística a los retos nacionales.

2. La modernización institucional

Desde el día en que el Presidente Salinas tomó posesión en 1988, dió instrucciones al INEGI para diseñar una estrategia que permitiera satisfacer la creciente demanda de información, que surgiría en la medida en que México instrumentara una amplia gama de reformas.

Antes de definir las características del programa es menester aclarar que esta estrategia requería asignar una alta prioridad política a la información estadística, la cual se debería traducir en un soporte presupuestario sólido.

No obstante el hecho de la existencia de un estricto programa de estabilización económica, que implicó recortes presupuestales en muchas entidades de gobierno y la reestructuración del sector público, el presupuesto del INEGI creció de manera significativa. De hecho, podemos decir que como parte de la estrategia para la reforma del Estado, los recursos públicos fueron reasignados de áreas no prioritarias, como ciertas empresas propiedad del gobierno- para consolidar aquellas de carácter estratégico, incluidas las áreas de producción y distribución de la información estadística.

Para dar una idea de la intensidad de este proceso de reforma, podemos hacer notar que en 1983 el sector público en México representaba cerca del 20% del Producto Interno Bruto. Para 1991, después de la reducción de áreas administrativas y de la privatización de la Banca, la compañía telefónica, las líneas aéreas y otros activos, dicho porcentaje se redujo al 16%. Las áreas de actividad del Estado fueron así redefinidas, y entre otras funciones estratégicas, la información estadística fue considerada de alta prioridad para la acción pública.

A partir de lo anterior, el INEGI pudo consolidar, a través de un programa integral de modernización institucional, sus actividades normales y realizar algunas nuevas, todas orientadas a la promoción de la eficiencia. Al tornarse parte del proceso de modernización del país, el Instituto define e instrumenta su propio programa, para lograr su mayor potencial en el apoyo a las reformas políticas, económicas y sociales en México. El programa del INEGI incluye varios aspectos que me gustaría presentar a continuación de manera sumaria.

2.1. Descentralización

La descentralización del Instituto está caracterizada por dos grandes aristas, por un lado la desconcentración de las Oficinas Sede a la ciudad de Aguascalientes, y por otro la descentralización de actividades.

El primer elemento, la transferencia de la sede permanente, implicó la construcción de áreas de oficina, talleres de impresión y laboratorios, con una dimensión de más de 60.000 m² donde trabajamos cerca de 4.500 personas.

Así mismo, conllevó la movilización de cerca de 3000 familias de la ciudad de México a Aguascalientes, y la construcción de viviendas para este contingente.

La descentralización de actividades, por su parte, es consecuencia de la consideración de que el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica debe ser un ente capaz de producir datos para los usuarios de cada una de las diversas regiones del país. Debido al tamaño del

territorio mexicano (cerca de 2 millones de Km²), se requirieron grandes esfuerzos para cambiar de un sistema geográficamente centralizado, a otro alternativo que permitiera un mayor contacto con las fuentes y usuarios de la información en los niveles regionales y locales. El programa de modernización incluyó, así, la descentralización a partir de la consolidación de las 10 direcciones regionales del Instituto, cuya creación data de alrededor de 1984. Estas direcciones regionales están a cargo de la ejecución, operación de campo, proceso y difusión de los proyectos, bajo la supervisión de un Director Regional que representa al INEGI ante las autoridades estatales. Esta estructura regional se ha consolidado y enriquecido con la creación y operación de las 32 Coordinaciones Estatales, una por cada Entidad Federativa, que, sin duda, han demostrado la eficiencia de este esquema descentralizado de operación de actividades y de mayor contacto con los usuarios.

2.2. Capacitación

La capacitación de los recursos es otro de los componentes del proceso de modernización. Debido a que el recurso humano es el principal acervo de la institución, éste debe ser capacitado de manera permanente, no sólo para dar seguimiento a los avances de la tecnología y de nuevas metodologías, sino también para estimular su desarrollo integral.

Con este objetivo, se estableció un programa de capacitación, que incluye, entre otros aspectos, 16 Diplomados con duración de 600 horas en promedio cada uno (tres o cuatro meses). Dichos diplomados se iniciaron en 1990 y cuatro (con duración de 14 meses) tienen ya reconocimiento oficial de las autoridades educativas, como carreras técnicas cortas.

Además de estos diplomados se ha establecido una gran cantidad de cursos para el personal, que van desde redacción para secretarías hasta los cursos internacionales que se están ofreciendo de manera permanente, como los relativos al muestreo, a la contabilidad nacional, y a la medición de la pobreza, donde concurren personas de diferentes países. Estos cursos internacionales son acordes con las necesidades de la región latinoamericana, y están organizados conjuntamente por el INEGI y diversas instituciones internacionales, como la CEPAL, la OEA, el Buró de Censos de los EUA y el Instituto Nacional de Estadística de España.

Durante 1990 se ofreció capacitación a más de 2.300 estudiantes, y para 1993 a más de 20.000 participantes. De hecho, considerando el período 1989-1994, se llevarán a cabo 4500 eventos, con una afluencia total de 54.500 participantes, y una cantidad de horas cercanas a las 10.000, de las cuales el 40% han sido impartidas por personal del INEGI. Cabe mencionar que a mediados del año pasado, se inauguró el Centro de Capacitación, que es un edificio diseñado expreso, que cuenta con diversos tipos de aulas dotadas con infraestructura especializada (incluso computadores personales) y adecuada para las labores de adiestramiento.

A este programa asiste personal de todo el INEGI, tanto de oficinas centrales como regionales y estatales, y ha repercutido directa y eficientemente en la calidad de los trabajos desarrollados.

2.3 Infraestructura

Un tercer aspecto de la modernización incluye el equipo para realizar el trabajo. Como es sabido, la revolución científica y tecnológica produce a una velocidad asombrosa equipo cada vez más poderoso, para integrar redes de cómputo, sistemas de teleprocesamiento e instrumentos para interpretar imágenes producidas por satélites. Lo anterior implicó realizar un diagnóstico del equipo existente, para acceder a tecnologías más avanzadas y de probada utilidad.

Así, se identificó la necesidad de nuevo equipamiento; como resultado, se ha incrementado el equipo de menos de 120 computadores personales en 1988 a más de 2.500 en la actualidad, en todo el INEGI, conectadas en diversas redes locales; se intercomunicaron mediante satélite las diez oficinas regionales; se adquirió equipo para digitalizar la cartografía y crear bases de datos geoestadísticos, y se instaló nueva infraestructura fotográfica en la flota aérea del INEGI, integrada por helicópteros, Lear Jets para fotos aéreas de gran altura, y Cessnas para fotos de mediana altura.

De la misma forma, recientemente el INEGI puso en marcha la operación de toda una infraestructura computacional, con una inversión de cerca de 20 millones de dólares, para modernizar la elaboración de toda la cartografía básica y temática, a fin de proporcionarle al usuario en

formatos digitales lo que se ha llamado «cartas a la carta». Así mismo, el año pasado fueron adquiridos 11 equipos UNYSIS 6000 que se instalaron en los once centros de cómputo disponibles, y que han posibilitado la captura de grandes volúmenes de datos 10 veces más rápidos y con mayores facilidades que los equipos anteriores (UNYSIS 5000).

Esta vertiente de modernización de infraestructura ha permitido realizar el trabajo con mayor calidad y oportunidad, así como la generación de diversos productos de diseminación de información estadística y geográfica.

2.4. Revisión de metodologías

Otro aspecto del programa fue la revisión metodológica, llevada a cabo por cada una de las áreas a través del análisis y discusión con los principales grupos de usuarios de la información. Esto permitió un examen minucioso de los métodos utilizados, y sirvió de gran ayuda para detectar aspectos no cubiertos todavía por las estadísticas oficiales.

Tal examen condujo a nuevos proyectos, entre lo que podríamos citar un amplio estudio de la economía informal; el desarrollo de cuentas ecológicas; la estimación de la delincuencia no reportada al sistema judicial; un estudio extenso, desarrollado conjuntamente con el Ministerio de Educación, para determinar la eficiencia terminal de la educación primaria y secundaria del país; la ejecución en 1992, de una encuesta sobre la dinámica demográfica, que es la investigación sobre los temas de migración, mortalidad y fecundidad más grande que se ha levantado en la historia estadística del país (más de 64.000 viviendas como tamaño de muestra), y la puesta en marcha de la encuesta permanente sobre el sector servicios.

Así mismo, esta revisión metodológica ha implicado la ampliación de la Encuesta Industrial Mensual y de la Encuesta de Empleo Urbano, así como reforzar las estadísticas vitales y sociales, y ejercer la normatividad del Sistema Estadístico Nacional de una manera más clara y favorable.

Dentro de esta arista del programa de modernización para el área de Estadística, el estudio de la calidad de la información, su medición y las formas de disminuir los efectos negativos de diversos elementos han sido una preocupación constante.

Partiendo del concepto de error total, conformado por los errores variables y los sesgos, se le ha dado especial atención a la medición y disminución de los llamados errores muestrales para el caso de las encuestas por muestreo, y a los sesgos no muestrales, tanto para las encuestas como para los censos y la explotación de registros administrativos.

En particular, se ha puesto especial cuidado en el control y disminución de los sesgos no muestrales a través de la creación de diversas estructuras de supervisión, control y validación para la operación de los programas, el desarrollo de métodos específicos para el tratamiento de los datos; la puesta en marcha de esquemas administrativos adecuados a la propia operación; así como la validación y consulta de los esquemas conceptuales con los usuarios de diversas instancias y dependencias al igual que la generación de insumos cartográficos y de control que permitan una planeación a detalle y el desarrollo de campañas de sensibilización, tanto masivas como interpersonales, que garanticen el cubrimiento de los diversos núcleos y sectores de la población.

Es importante mencionar que no sólo los aspectos metodológicos mencionados anteriormente, sino todas las diversas vertientes del programa de modernización emprendido, tienen una vinculación directa con el mejoramiento permanente de la calidad de la información estadística.

2.5 Concertación

El trabajo actual del INEGI va más allá de la producción de datos; es también responsable de la coordinación para establecer un Sistema Nacional de Información.

Para este fin ha sido necesario desarrollar proyectos estadísticos conjuntos con todos los demás sectores y con los Estados de la Federación, de tal manera que cada uno puede generar información acorde con sus necesidades, pero dentro de un marco conceptual uniforme.

En México, las entidades federativas de la Nación, firman acuerdos anuales con el Gobierno Federal, para determinar la transferencia de fondos federales. Recientemente ha sido posible para el INEGI que se incluya en estos acuerdos un apartado para proyectos de información estadística y geográfica. Lo anterior significa que por cada peso que un Estado invierte en la generación de información, la Federación aportará otro, siempre y cuando el proyecto sea conjunto con el INEGI.

Por otra parte, se ha llevado a cabo un intenso programa de concertación con los organismos, cámaras y asociaciones del sector privado, para propiciar trabajos conjuntos y requerimientos especiales de información.

De la misma forma se han instrumentado reuniones, asesorías y eventos organizados de manera conjunta entre el Instituto y diversos organismos internacionales y oficinas de estadística de otros países.

2.6 Nuevos productos

La amplia variedad de cambios sociales y avances tecnológicos, genera una mayor y más sofisticada gama de usuarios de información, para lo cual es muy importante identificar sus necesidades, a fin de diseñar los productos que la satisfagan de manera adecuada.

Con este objetivo, el INEGI ha incorporado a su estructura un área interdisciplinaria a cargo de la investigación de mercados, el monitoreo tecnológico y el desarrollo de nuevos y mejores productos.

Acorde con lo anterior, se han desarrollado productos en discos flexibles y discos compactos, debido a la necesidad reconocida de suministrar a los usuarios sistemas amigables en su operación. En la búsqueda de fomentar el uso computarizado de la información estadística, el Instituto ofrece estos productos a precios bajos, y con un sistema específico de descuentos a investigadores, universidades y colegios de profesionales.

En la parte final de la presentación, se hará una demostración de tres nuevos productos desarrollados con la óptica mencionada anteriormente; cabe comentar que no son los únicos que se han elaborado, pero sí muestran claramente las ideas centrales de esta vertiente del programa de modernización

2.7 Profesionalización del personal

En el INEGI, al igual que en todas las oficinas nacionales de Estadística, el recurso humano es el activo más valioso.

Por esta razón, se consideró fundamental incorporar dentro del programa de modernización instrumentado, un esquema que permita la profesionalización del personal. Una vez sometidos los planteamientos a las instancias correspondientes del Gobierno Federal, se consiguió instrumentar, a principios de este año, un Sistema Integral de Profesionalización que permite estabilidad y seguridad en el empleo; fomenta el mejoramiento continuo en el desarrollo del mismo; promueve la calidad de vida en el trabajo y ofrece posibilidades de desarrollo individual dentro de la institución.

2.8 Ampliación de la cultura estadística y geográfica

Todos los aspectos del programa de modernización mencionados hasta ahora, tales como la descentralización, la infraestructura de trabajo, la revisión metodológica, la capacitación, la concertación, los nuevos productos y la profesionalización del personal, son fundamentales para mejorar los servicios de información y por ende la calidad de los resultados estadísticos generados.

Sin embargo, dentro de un plan integral de mejoramiento, estos esfuerzos tendrán un impacto limitado y serán insuficientes, mientras existan grandes segmentos de la población que no conozcan la información generada, o no la utilicen en la toma de decisiones.

Los estudios que hemos realizado respecto al conocimiento y uso de la información estadística en México, muestran que todavía existen segmentos de la población que desconocen la cifras o no las usan.

Como un ejemplo, relacionado con los datos de población, un porcentaje no despreciable de la población aún citaba cifras que el país no alcanzará en por lo menos otro medio siglo, o que fueron los montos de hace cincuenta años. Esta situación no es exclusiva de México y es posible encontrarla en otras regiones del mundo. De hecho, la conclusión principal de los estudios es que resulta de gran importancia avanzar hacia una mayor cultura en el uso de información estadística, lo que ahora constituye el reto más importante para el futuro.

Es importante apuntar que tradicionalmente la mayoría de los recursos presupuestales se utilizan para la producción de información, quedando pocos recursos para su difusión y distribución. Es por ello que el INEGI ha emprendido acciones no sólo para aumentar sus recursos, sino también para cambiar su estructura presupuestal, asignando un papel prioritario a la difusión.

El área actualmente a cargo de esta tarea en el Instituto tiene el rango jerárquico de Dirección General, como ya se señaló. Del mismo modo es importante mencionar que los ingresos por la venta de servicios, implican un ingreso extra al presupuesto del Instituto y son, en gran parte, reinvertidos en difusión.

Las medidas de divulgación incluyen numerosas exposiciones, conferencias, campañas en medios masivos de comunicación y en proyectos especiales coordinados con otros sectores (como por ejemplo, el que se realiza con las autoridades educativas para incluir amplias referencias estadísticas en los libros de texto gratuito), con la finalidad de ampliar el uso de la información generada por el INEGI.

Dentro de estas acciones resalta una estrategia de comunicación directa con usuarios prioritarios de los sectores público, privado y social, en las que, a través de pláticas de prácticamente

todo el día, en las instalaciones del Instituto, se les muestran los principales proyectos de acuerdo con el interés específico del grupo. Así, se han llevado a cabo en los dos últimos años cerca de 300 sesiones de divulgación a organismos cúpula del sector empresarial, partidos políticos, organismos gubernamentales, empresas dedicadas a los medios masivos de comunicación, asesoría y administración, etcétera. Lo anterior ha dado excelentes resultados, ya que permite lograr una mayor participación y retroalimentación con los usuarios, al grado que como producto de estas acciones, se han firmado gran cantidad de convenios de colaboración conjunta, ya sean de generación de cuadros especiales de algún evento estadístico, de captación de otros datos que son incorporados a encuestas específicas o como módulos especiales en las ya existentes, así como acuerdos de capacitación para el uso de la información estadística o geográfica ya generada.

Así mismo, dentro de esta vertiente del programa de modernización destacan dos elementos que posibilitan una difusión adecuada de los resultados generados; me refiero a la oportunidad y a la accesibilidad de la información. La oportunidad se vuelve cada vez más un criterio fundamental de los datos estadísticos, y es más, se traslada con la calidad de los mismos, desde el punto de vista del usuario. Lograr un balance entre la cantidad, el desglose y la oportunidad de la información se ha convertido en materia de análisis permanente dentro de cada proyecto; resulta claro que la calidad de los datos es una premisa básica, pero también la oportunidad se ha convertido en un concepto equivalente. La búsqueda por hacer más accesibles los resultados generados a mayor cantidad de usuarios, es así mismo un ingrediente altamente prioritario; la diversificación de productos tiene que ir, por tanto, acompañando a las estrategias de difusión. En nuestro caso, se ha dado mucho énfasis a este aspecto, y un ejemplo claro lo tenemos con el Censo General de Población y Vivienda 1990, del cual se desarrolló una gran gama de productos, desde los discos ópticos hasta los folletos de difusión tipo comic para los niños y adolescentes. Es importante remarcar que el elemento de accesibilidad de la producción estadística o geográfica también tiene que estar ligada a la generación de espacios físicos adecuados y dispersos en todo el territorio nacional, actualmente el INEGI cuenta con 53 oficinas de venta y está afiliado a la red de 622 bibliotecas y mapotecas.

No obstante, la motivación creciente que provoca saber acerca de los avances en el uso de la información estadística que se ha alcanzado, se debe reconocer que la tarea que tenemos en

frente en el fomento a la cultura estadística y geográfica es un reto de grandes dimensiones en el que se requiere redoblar los esfuerzos.

3. Presentación de nuevos productos

Permítanme ahora presentarles tres sistemas creados por el INEGI para satisfacer las necesidades más apremiantes y exigentes de los usuarios. Me refiero al Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE), al Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC) y al Banco de Datos. En los tres sistemas se ofrecen mejoras en lo relativo a accesibilidad para los usuarios especializados, de manera que éstos pueden dedicar más tiempo al análisis de los datos y menos a la búsqueda de la información. El Banco de Datos, además, ofrece mejoras en la oportunidad, pues a través de la comunicación entre microcomputadores -la del usuario y la del productor- se puede acceder a la información más reciente prácticamente en el momento en que ésta se acaba de liberar.

El primero de los sistemas mencionados representa un Sistema de Información Geográfica (GIS) que relaciona datos del XI Censo General de Población y Vivienda 1990 con el espacio geográfico al cual pertenecen. El segundo presenta la información de los Censos Económicos, y el tercero contiene series históricas de diferente dimensión y sobre diversos tópicos de la actividad económica.

De esta forma, es como hemos estado avanzando en el INEGI en busca de lograr una mayor oportunidad y una más amplia comunicación cada vez con más usuarios de la información estadística.

4. La utilidad de la información

Hemos expuesto con cierto detalle las estrategias seguidas por el INEGI para llevar a cabo un eficiente servicio de información estadística y geográfica. Permítanme ahora hacer unas breves reflexiones en cuanto al propósito de nuestro trabajo.

Me parece que resulta pertinente preguntarse por qué se asigna a las estadísticas una alta prioridad política y qué sentido tiene construir y desarrollar el servicio nacional de información.

Un primer aspecto que me interesa destacar es el de la democracia. En este sentido, uno de los acuerdos nacionales en que se sustenta el plan de desarrollo de mi país, consiste en la ampliación de la vida democrática. Al respecto, la difusión adecuada de la información permite tener una sociedad mejor informada, con mayor conciencia de su realidad y con mayores posibilidades de ser participativa. De este modo, la información suficiente, de calidad y oportuna, contribuye a una democracia efectiva, así como al ejercicio del derecho a la información.

Un segundo acuerdo nacional es el relativo a la recuperación económica con estabilidad de precios. En este punto la estadística ha generado insumos que permiten fundamentar decisiones en materia fiscal, monetaria, salarial y financiera, de manera que con ello se contribuya al desarrollo económico.

Entre otras cosas, la información del Instituto ha permitido medir los impactos de un mercado comercial abierto; monitorear el índice de precios para apoyar la sincronización de instrumentos de política, y analizar la productividad y competitividad. Los grandes asuntos de nuestra vida económica requieren, entonces, de insumos estadísticos confiables y oportunos.

El tercer acuerdo nacional que estipula el plan de desarrollo, es el del mejoramiento del nivel de vida de la población. Al respecto, las estadísticas sociales (empleo, salud, educación, ambiente, pobreza, etc.), así como la información que proporcionan los diversos censos desagregada en algunos aspectos hasta el nivel de grupo de manzanas, han permitido elaborar diagnósticos tendientes a mejorar el nivel de bienestar de la población. El programa de solidaridad, eje de la política social, ha hecho uso sistemático de la información del INEGI.

Por último, el aporte más noble que puede brindar la estadística a una nación es contribuir a que ésta sea dueña de su destino, y esté en mejores condiciones de dar a sus habitantes justicia y bienestar. La estadística refuerza la soberanía de los pueblos.

Así pues, las oficinas nacionales de Estadística tienen el reto de proporcionar información oportuna, de calidad y accesible; pero ante todo, tienen la obligación de contribuir al desarrollo de nuestros pueblos.

Es difícil la tarea, pero grande la recompensa.

Muchas gracias

PRIMER SEMINARIO INTERNACIONAL DE CALIDAD ESTADÍSTICA

CONCLUSIONES

1. La calidad de la información estadística es el soporte central de la entidad rectora de las estadísticas y del Sistema Estadístico Nacional.
2. El problema de la calidad de la información estadística involucra aspectos de los más diversos niveles, como pueden ser: institucionales, organizativos, técnicos, económicos y operativos, para enumerar sólo los más importantes. Por consiguiente, las acciones conducentes a una mejor calidad deben comprender los diferentes aspectos vinculados con la realización de las investigaciones estadísticas.
3. La entidad encargada de las estadísticas debe generar la capacidad interdisciplinaria necesaria para precisar cada uno de los pasos a seguir en el control de la calidad y, lo que es más importante, hacer concurrir las diferentes instancias para la obtención de los objetivos propuestos. Tales instancias pueden ser internas o externas a la entidad encargada de las estadísticas.
4. La adopción de un espacio institucional para el tratamiento de los problemas de la calidad en las estadísticas es un paso fundamental. sin embargo, se debe contar con la capacidad investigativa y operativa necesaria para abarcar las diferentes investigaciones en cada uno de los procesos pertinentes.
5. La consideración de la calidad en la investigación estadística exige la armonización de los esfuerzos de diferentes expertos, lo cual genera tensiones y hace necesario una dirección sólida con capacidad suficiente para dirimir y orientar las controversias.
6. La Memoria Institucional es un factor imprescindible tanto de la calidad de la gestión

institucional como de la calidad de las investigaciones estadísticas.

7. La definición de las actividades a realizar en materia de calidad estadística debe partir de una evaluación de cada una de las etapas del proceso de producción de la información, desde la conceptualización y el contenido hasta el producto final, incluyendo la difusión de la información a los diferentes usuarios.
8. La difusión de la información estadística es un factor central de la calidad de la misma. En este sentido, es fundamental una sana retroalimentación entre los medios de difusión y los encargados del diseño de los instrumentos de difusión de la información estadística.
9. Los errores no muestrales (ajenos a la definición de la muestra) se convierten en los más significativos pues pueden obedecer a problemas generados tanto en el diseño como en cualquier otro momento del proceso de la investigación, incluyendo claro está, la recolección de la información y el procesamiento de la misma.
10. Un alto nivel de calidad se logra mediante la prevención de errores factibles de cometerse. Para tal propósito resulta necesario un proceso muy maduro de capacitación, evaluación del trabajo, determinación de errores frecuentes y nueva capacitación.