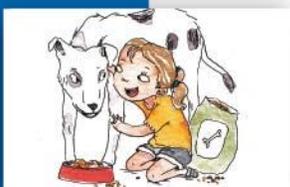


EANNA

Encuesta de Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes
2012



Encuesta de Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes 2012: Metodología del Diseño Muestral y Factores de Expansión

OBSERVATORIO SOCIAL

Serie Documentos Metodológicos, Nº20
Junio de 2013
Versión Preliminar

Tabla de contenido

I.	Presentación	3
II.	Resumen Ejecutivo	4
III.	Antecedentes del Diseño Muestral EANNA 2012	6
1.	Enfoques utilizados para la investigación acerca del trabajo infantil.....	6
2.	Encuestas de hogares acerca de trabajo infantil.....	7
3.	Encuestas sobre trabajo infantil en Chile.....	10
4.	Diseño de la Investigación Casen-EANNA.....	13
IV.	Diseño Muestral EANNA 2012	18
1.	Población objetivo y población a encuestar	18
2.	Características del marco muestral	19
3.	Características del diseño de segunda fase.....	25
4.	Selección de hogares con NNA	28
V.	Desarrollo de Factores de Expansión	33
1.	Visión general	33
2.	Suavizamiento de Factores de Expansión.....	36
3.	Ponderador de selección	41
4.	Ponderador de No Respuesta.....	53
5.	Ponderador de Calibración	60
VI.	Estimación de Varianza	67
1.	Variables que identifican el diseño muestral complejo EANNA	67
3.	Definiendo el diseño muestral en Stata y SPSS.....	72
4.	Ejemplos de análisis en SPSS 19	76
VII.	Referencias bibliográficas.....	80

I. Presentación

La Encuesta de Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes (EANNA) 2012 recolecta datos acerca de actividades económicas y no económicas de una muestra representativa de la población de 5 a 17 años que reside en hogares particulares en Chile. Este informe describe el diseño muestral y la estrategia de recolección de datos implementada y los efectos de este diseño en el desarrollo de factores de expansión y procedimientos para la estimación de la varianza.

La EANNA 2012 fue diseñada en conjunto por el Ministerio de Desarrollo Social, el Ministerio del Trabajo y Previsión Social y la Organización Internacional del Trabajo. Los datos fueron recolectados y procesados por el mismo contratista de la encuesta Casen 2011, el Centro de Microdatos del Departamento de Economía de la Universidad de Chile. La selección de la muestra fue implementada por el Centro de Microdatos, mientras que el cálculo de los factores de expansión y de los márgenes de error fue realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Social.

Este informe fue preparado por el Ministerio de Desarrollo Social, en conjunto con el Instituto Nacional de Estadísticas. Los primeros tres capítulos incluyen la presentación, la síntesis de resultados y el resumen ejecutivo de este documento. El capítulo cuatro presenta los antecedentes del diseño de la muestra de la EANNA y el capítulo quinto presenta el diseño de la muestra efectivamente implementado. El capítulo seis presenta la metodología de desarrollo de los factores de expansión y el capítulo siete presenta las estimaciones de varianza bajo muestreo complejo. En el último capítulo se presentan las referencias bibliográficas.

II. Resumen Ejecutivo

El propósito de la Encuesta Nacional Sobre Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes (EANNA) 2012 es recopilar información sobre la magnitud, características y principales determinantes del trabajo infantil en Chile, así como afinar y actualizar el diagnóstico realizado el año 2003.

La EANNA tiene como población objetivo a los niños, niñas y adolescentes (NNA) entre 5 y 17 años de edad residentes en hogares particulares del país en el año 2012. En consecuencia, no forman parte de la población objetivo los NNA que residen en viviendas colectivas, ni quienes viven en la calle. Los niños (as) entrevistados por la EANNA son una muestra que proviene de los individuos pertenecientes a los hogares efectivamente entrevistados por la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) 2011 levantada por el Centro de Microdatos de la Universidad de Chile. De esta manera, ambas encuestas comparten el mismo marco muestral del INE basado en el Censo 2002. Para identificar a la población objetivo, se incluyó en la encuesta Casen 2011 una pregunta para registrar el año y mes de nacimiento de los miembros del hogar menores de 18 años. Esta información fue utilizada en el diseño de la EANNA, para identificar los individuos elegibles en cada estrato de muestreo.

El diseño de la EANNA 2012 se basa en una muestra probabilística de niños, niñas y adolescentes entre 5 y 17 años seleccionados a partir de los datos reportados por hogares entrevistados en la primera submuestra de la encuesta Casen 2011, levantada entre los meses de octubre y noviembre de 2011¹. La EANNA tiene un diseño muestral estratificado en dos fases. La muestra de primera fase coincide con los hogares con menores entre 5 y 17 años obtenidos en los meses de octubre y noviembre de la primera submuestra de Casen 2011. En la segunda fase se toma una muestra sistemática estratificada de las personas entre 5 y 17 años de edad entrevistados en la primera fase. En cada hogar, sólo los menores entre 5 y 17 años seleccionados fueron entrevistados.

La estratificación de la primera fase (encuesta Casen) usó como base los límites de las 15 regiones del país, y al interior de cada región, la comuna-zona. La estratificación explícita de la segunda fase (EANNA) se realizó en base al tramo etario de los NNA entrevistados durante la primera fase². Se conformaron cuatro estratos de muestreo en base a la estimación de los años cumplidos a marzo de 2012³. La segunda fase utilizó también una estratificación implícita, la que vino dada por el ordenamiento del listado de personas elegibles previo a la selección sistemática de los casos en la muestra. El ordenamiento siguió criterios geográficos (región, segmento y zona).

La muestra teórica se distribuyó de la siguiente forma entre los cuatro estratos: 1.000 niños(as) entre 5 y 8 años; 2.000 niños(as) entre 9 y 11 años; 3.500 niños(as) entre 12 y 14 años y 3.500 niños(as) entre 15 y 17 años. La selección de los NNA se realizó en forma sistemática al interior de cada estrato.

¹ El trabajo de campo fue implementado por el Centro de Microdatos del Departamento de Economía de la Universidad de Chile bajo contrato con el Ministerio de Desarrollo Social. Las entrevistas se aplicaron en modalidad cara-a-cara, por encuestadoras profesionales, utilizando cuestionario en papel.

² La determinación de los puntos de corte etario para los estratos se realizó en base a antecedentes respecto a las habilidades cognitivas de los niños y la edad para el trabajo permitido en Chile.

³ Se optó por el mes de marzo, ya que este corresponde a la mitad del periodo programado de recolección de datos (febrero a mayo de 2012).

La muestra de la EANNA fue seleccionada con el objetivo de representar a la población de personas de 5 a 17 años que residen en viviendas particulares del país. El uso de probabilidades de selección diferenciadas por área geográfica y edad de los entrevistados altera la representatividad de los casos muestrales. La falta de respuesta de unidades en la muestra también puede contribuir a la pérdida de representatividad. Para subsanar estos problemas, se desarrollaron factores de expansión que compensan por las desigualdades en las probabilidades de selección, la no respuesta de las viviendas en la muestra, y la cobertura de la población objetivo. En esta última etapa, los factores de expansión se calibraron a las proyecciones de la población entre 5 y 17 años de edad para cada una de las 4 macrozonas en el estudio⁴.

⁴ Las proyecciones de población entre 5 y 17 años al 31 de marzo de 2012, fueron desarrolladas por el Instituto Nacional de Estadísticas, a solicitud del Ministerio de Desarrollo Social.

III. Antecedentes del Diseño Muestral EANNA 2012

En este capítulo se presentan los antecedentes metodológicos del diseño de la muestra de la EANNA 2012. La primera sección presenta los distintos enfoques, identificados por el SIMPOC-IPEC⁵, que se utilizan las investigaciones acerca del fenómeno del trabajo infantil, mientras que la segunda sección presenta las fuentes de datos sobre trabajo infantil en Chile a partir de encuestas de hogares. Finalmente, la tercera sección describe la estrategia de muestreo implementada para la EANNA 2012.

1. Enfoques utilizados para la investigación acerca del trabajo infantil⁶

En general, estrategias cuantitativas de recolección de datos como los *censos* o las *encuestas de hogares por muestreo* responden adecuadamente a las preguntas relacionadas con la incidencia a nivel nacional de formas concretas de trabajo infantil. En relación a las encuestas de hogares, la Oficina Internacional del Trabajo distingue claramente entre *encuestas nacionales*⁷, que sirven propósitos más generales de caracterización sociodemográfica de la población, y *encuestas especializadas de trabajo infantil*.

Los instrumentos más especializados de recolección de datos, que incluyen enfoques cualitativos, se aplican más bien a preguntas relacionadas con las causas y las consecuencias.

- Las *evaluaciones rápidas*, por ejemplo, pueden ser necesarias para investigar la naturaleza e incidencia de ciertas formas de trabajo infantil, particularmente en el caso de las formas de explotación «invisibles» o ilícitas que son extremadamente difíciles de captar en muestras de hogares a gran escala. Estos tipos de abuso incluyen la explotación sexual de niños y niñas con fines comerciales, el trabajo doméstico infantil, el tráfico de drogas, el uso de niños y niñas en conflictos armados y el tráfico de menores.
- Las *encuestas de líneas de base* pueden ser útiles para proporcionar cálculos específicos por sector/zona de niños y niñas trabajadores. El investigador interesado tiene una amplia gama de métodos de recolección de datos donde elegir. Los métodos especializados también se pueden utilizar para investigar las condiciones de los niños y niñas que trabajan en fábricas, las actividades de los escolares y los niños y las niñas de la calle que viven solos, sin apoyo familiar.

Los resultados de las *encuestas por muestreo* y los *estudios cualitativos*, complementados con la información proveniente de *fuentes secundarias*⁸, son

⁵ El SIMPOC (*Statistical Information and Monitoring Programme on Child Labour*) es el brazo estadístico del programa IPEC (*International Programme on the Elimination of Child Labour*), alojado en la Oficina Internacional del Trabajo (OIT).

⁶ Extractos de los capítulos 3.3 y 3.5 del documento OIT (2005).

⁷ Muchos países recogen información socioeconómica y demográfica a través de encuestas de hogares periódicas por muestreo. Éstas incluyen encuestas de población activa (EPA), encuestas de medición del nivel de vida, encuestas de presupuestos y gastos del hogar, y encuestas demográficas y de salud. Puede ser que dichas encuestas no proporcionen información específica sobre el trabajo infantil por abolir, pero sí permiten contar con información que es útil para los análisis del trabajo infantil y el desarrollo de planes de erradicación del trabajo infantil. Además, aún se pueden incluir módulos de trabajo infantil en futuras encuestas de hogares.

⁸ Una amplia gama de instituciones puede proporcionar fuentes de información secundarias tales como encuestas e investigaciones realizadas por organizaciones internacionales de desarrollo, como PNUD, UNESCO y UNFPA, o las conclusiones de reuniones de expertos y discusiones de mesas

utilizados ampliamente para investigar las causas y consecuencias del trabajo infantil y los contextos en los que tiene lugar. Estas investigaciones son útiles por dos razones: los resultados proporcionan información esencial para llevar a cabo intervenciones satisfactorias mediante programas sociales, y señalan vacíos persistentes en el conocimiento necesario para tomar decisiones con fundamento. Más específicamente, estas investigaciones pueden proporcionar información:

- sobre los factores determinantes del trabajo infantil y los factores contextuales relacionados, necesarios para elegir las estrategias y los componentes del programa para tratar cada *peor forma de trabajo infantil* (PFTI);
- para la identificación de los indicadores del impacto de un programa;
- sobre el alcance y la naturaleza de la pobreza y sus vínculos con las diferentes formas de trabajo infantil;
- para las evaluaciones del sistema educativo y las conexiones entre los factores educativos y el trabajo infantil; y
- sobre el comportamiento de la oferta y la demanda del trabajo infantil.

Para terminar, cabe mencionar los *estudios complementarios*, que revisan el contexto en el que operan las políticas e intervenciones relativas al trabajo infantil, complementando así a las encuestas de trabajo infantil. Estas investigaciones generan un volumen rico en información cualitativa, e incluyen tanto revisiones de política como análisis de marcos institucionales que ayudan a identificar los puntos fuertes y las oportunidades en los que se pueden basar los programas de duración determinada para eliminar el trabajo infantil y los vacíos de información que deben ser llenados. Los análisis de políticas pueden cubrir áreas como las siguientes:

- leyes y prácticas laborales;
- otros derechos humanos;
- políticas específicas con respecto a mujeres y menores;
- política educativa; y
- seguridad y salud ocupacional en sectores donde pueden estar trabajando niños y niñas.

A nivel internacional, entre los años 2000 y 2009, el programa SIMPOC entregó asistencia para el desarrollo e implementación de 70 encuestas nacionales independientes o modulares de trabajo infantil; 200 encuestas de línea de base en un sector o área geográfica específica y evaluaciones rápidas para apoyar proyectos de IPEC; y 34 encuestas de trabajo infantil como encuestas de establecimientos y encuestas escolares.

2. Encuestas de hogares acerca de trabajo infantil⁹

Las encuestas de trabajo infantil (ETI) son encuestas nacionales de hogares por muestreo, dirigidas a padres o tutores y niños y niñas que viven en el mismo hogar. En principio, la ETI podría realizarse exactamente sobre la misma muestra que una encuesta de población activa (EPA) o alguna encuesta a gran escala similar. Además de la similitud en la estructura de la población base de interés,

redondas donde participan gobiernos, actores sociales, instituciones de investigación, universidades y grupos de la sociedad civil. Otras fuentes de información incluyen informes anuales de escuelas elaborados con ministerios de educación, encuestas escolares, informes de inspección escolar, informes estadísticos de oficinas nacionales de estadística, encuestas de hogares, e informes de proyectos y estudios preparados para los Ministerios de Educación o la comunidad de donantes.

⁹ Esta sección se desarrolló en base a extractos del capítulo 6.3.1 del documento OIT (2005).

los dos tipos de encuesta también tienden a ser similares en el modo en que se recoge la información, y en aspectos esenciales como conceptos, definiciones, clasificaciones, preguntas y período de referencia.

En efecto, en diversos países las preguntas sobre el trabajo infantil simplemente han sido añadidas como un módulo adjunto a una EPA en curso. Dicho arreglo presenta ventajas en términos de ahorro de costos, comodidad y posible mantenimiento. La información de las dos encuestas (o, en este caso, dos partes de la misma encuesta) puede ser relacionada y analizada de forma conjunta. Por otra parte, pueden ser evidentes grandes desventajas ya que el contenido del módulo adicional (la ETI) debe ser limitado, y así puede que atienda a las necesidades de información de forma inadecuada. Además la carga de respuesta aumenta, con un posible efecto negativo en los índices y la calidad de respuesta, especialmente para el componente principal (la EPA). El sistema completamente integrado también puede demostrar ser demasiado rígido ante necesidades diversas y cambiantes.

En el otro extremo, también ha habido diferentes casos donde las ETI nacionales se han realizado como actividades independientes y autónomas. Esto claramente es una opción costosa, con frecuencia difícil de mantener o incluso repetir. En resumen, generalmente no es probable que ninguna de estas soluciones extremas (la total integración o la total separación) sea una buena solución en muchas situaciones.

Una solución más práctica consiste en vincular la ETI a alguna encuesta a gran escala de la población general cuando sea posible y, en primera instancia, a la EPA. Esta relación puede tomar muchas formas y funcionar a diferentes niveles.

Con respecto a los aspectos de muestreo de dichas relaciones, una opción conveniente y práctica es tomar la muestra de la ETI como una submuestra de una encuesta más grande de la población general, más específicamente, la EPA. En la literatura especializada, este diseño se denomina *muestreo en dos fases* o *muestreo bifásico*. A continuación se describe en forma general este tipo de diseño¹⁰.

2.1. Muestreo en Dos Fases o Bifásico¹¹

En el muestreo en dos fases, o bifásico, ciertos ítems de información se recolectan durante una muestra inicial, o muestra de *primera fase*, y luego otros ítems son recolectados en una segunda fase a partir de una submuestra de la muestra inicial. El método se puede extender a más fases (*muestreo multifásico*), pero para la mayoría de las aplicaciones es suficiente con dos fases.

Uno de los usos del muestreo en dos fases surge cuando los niveles de precisión requeridos para las distintas estimaciones que se realizarán a partir de una encuesta no son compatibles, lo que implica que distintos tamaños de muestra podrían ser apropiados. En esta situación, la información requerida para las estimaciones que requieren más muestra se obtendría de la muestra de primera fase, y la requerida para el resto se obtendría a partir de la muestra de segunda

¹⁰ Existen diversas posibilidades para el diseño de encuestas bifásicas. Para antecedentes en el contexto de las encuestas de trabajo infantil revisar el capítulo 6.3 del documento OIT (2005).

¹¹ La mayor parte de esta sección se desarrolló en base al capítulo 7 en Kalton (1983). Traducción e interpretación de Carolina Casas-Cordero, Ph.D. Ver textos originales en la referencia.

fase. Este procedimiento no sólo tiene el potencial de producir ahorros en los costos de recolección y procesamiento de datos, sino que también reduce la carga impuesta a los entrevistados¹².

Otro uso del muestreo en dos fases surge cuando se requiere información acerca de la población para desarrollar un diseño muestral eficiente, pero el costo de obtener esa información para el total de la población es demasiado grande. En esos casos, resulta más económico recolectar los datos para una muestra grande de primera fase y luego utilizar los datos para seleccionar la muestra de segunda fase. La muestra de primera fase se puede utilizar de esta forma para estratificar, producir medidas para selección proporcional al tamaño o desarrollo de conglomerados para reducir costos de recolección de datos en la segunda fase. Para evaluar la eficiencia de un muestreo en dos fases, se deben reconocer los costos asociados a la conducción de la primera fase ya que debido a estos costos, el tamaño de la muestra de la segunda fase es necesariamente más pequeño que una muestra con una sola fase. Por esta razón, los diseños bifásicos son útiles cuando los costos de recolección de datos de la primera fase son considerablemente más pequeños que los costos de recolección de la segunda fase. Diferencias importantes de costos entre la primera y segunda fase pueden ocurrir cuando se utilizan distintos métodos de recolección de datos – por ejemplo, cuando se recolectan datos de registros administrativos, por correo o por teléfono en la primera fase, y luego se recolectan datos a través de entrevistas personales, o se toman muestras médicas, en la segunda fase.

El muestreo en dos fases también se utiliza para identificar poblaciones pequeñas, es decir, subgrupos de población para los cuales no existen marcos muestrales, como por ejemplo veteranos de guerra, afro-descendientes y jubilados, entre otros. El diseño de muestras probabilísticas económicas y eficientes, para poblaciones pequeñas, es uno de las tareas más desafiantes que enfrenta un muestrista (ver Kish, 1965: capítulo 11.4). Una técnica a considerar es el muestreo en dos fases en donde la muestra de primera fase identifique a los miembros de la población pequeña en forma económica, y los datos sean recolectados durante la segunda fase. En esencia, este enfoque involucra el uso de muestreo bifásico estratificado. Los miembros de la primera fase son distribuidos en dos (o más) estratos, en atención a su pertenencia o no a la población pequeña. Los estratos se usan para seleccionar la muestra en forma desproporcionada¹³. Cuando la identificación de miembros de la población pequeña durante la primera fase es imperfecta, es preferible, en la medida que sea posible, errar a favor de los falsos positivos en vez de los falsos negativos, ya que los primeros pueden ser administrados más fácilmente.

¹² El ejemplo más importante del uso del muestreo en dos fases, utilizado con este propósito, fue el diseño del Censo de Población y Vivienda de Estados Unidos vigente hasta el año 2000. Hasta esa fecha, información acerca de características demográficas básicas de la población se recolectaban para toda la población (la primera fase, por lo tanto, correspondía a una enumeración completa), mientras que variables adicionales se recolectaban para una submuestra correspondiente a aproximadamente el 10% de la población. Ver el cuestionario de primera fase (*short form*) en: <http://www.census.gov/dmd/www/pdf/d61a.pdf>. Ver el cuestionario de primera fase (*long form*) en: <http://www.census.gov/dmd/www/pdf/d02p.pdf>.

¹³ Si la identificación de los miembros de la población pequeña está libre de error, entonces la tasa de muestreo se puede dejar como "1" para el estrato de "miembros" y "0" para el estrato de "no miembros". Si la identificación de miembros está sujeta a errores o imprecisiones, sin embargo, la tasa de muestreo del estrato de "no miembros" debe ser distinta de cero, de tal forma de darle alguna probabilidad de selección a los miembros de la población pequeñas que fueron erróneamente clasificados en el estrato de "no miembros".

2.2. Encuestas bifásicas en Chile

En Chile existen pocas experiencias de implementación de muestreo en dos fases en encuestas de escala nacional. En la mayoría de los casos, las encuestas de primera fase corresponden a encuestas ya existentes que permiten identificar a subpoblaciones de interés de poca prevalencia para las cuales no existen marcos muestrales disponibles, como por ejemplo:

- La muestra de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2003 corresponde a una submuestra de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCAVI) 2000. El uso de la ENCAVI como marco de muestreo permitió a los investigadores de la ENS seleccionar en forma directa una muestra de 3.600 personas mayores de 17 años según la distribución de sexo, edad y región requeridos para cumplir con los objetivos analíticos del estudio¹⁴. Esta estrategia fue especialmente útil para identificar hogares con adultos mayores hombres, quienes son una proporción pequeña de la población y resultan difíciles de encontrar en encuestas de hogares.
- La muestra de la Encuesta de Microemprendimiento (EME) 2009 corresponde a una submuestra de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del trimestre marzo-mayo 2008. El uso de la ENE como marco de muestreo permitió a los investigadores identificar hogares en donde residían trabajadores por cuenta propia y empleadores (según la clasificación en la ENE). El uso del muestreo en dos fases posibilitó el desarrollo de una muestra probabilística de este tipo de emprendimientos, ya que, a diferencia de las empresas registradas en el Servicio de Impuestos Internos, no existe un registro administrativo de los trabajadores por cuenta propia y empleadores. La encuesta EME viene a complementar, por lo tanto, los antecedentes que aporta la Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE)¹⁵.

Resulta importante diferenciar la estrategia de muestreo en dos fases de la implementación de encuestas de seguimiento desarrolladas en Chile, por ejemplo, a partir de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen), el Panel Chilesolidario (2006, 2007, 2008), el Panel Casen (2006, 2007, 2008, 2009) y la encuesta Post-Terremoto (2009, 2010), entre otros. El objetivo de estas encuestas de seguimiento es medir cambios a través del tiempo, en este contexto, la encuesta de primera fase (acá denominadas de "primera ronda") sirven como línea de base para la medición de los cambios. El objetivo de la encuesta de primera fase en el muestreo bifásico, sin embargo, es simplemente servir para identificar a las unidades (o estratos) de interés para la selección de las muestras de segunda fase.

3. Encuestas sobre trabajo infantil en Chile

En América Latina, el programa SIMPOC-IPEC ha brindado apoyo para el desarrollo de 44 encuestas de trabajo infantil en 22 países (36 encuestas modulares y 8 encuestas independientes)¹⁶ entre 2000 y 2009. En Chile, las investigaciones acerca de la incidencia y caracterización del trabajo infantil han utilizado mayoritariamente enfoques cuantitativos.

¹⁴ Ver más antecedentes del diseño en Ministerio de Salud (2004).

¹⁵ Ver más antecedentes del diseño en Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2010).

¹⁶ Ver en presentación de Blanco (2011).

3.1. Censos y encuestas de población activa (EPA)

En Chile la estimación de los indicadores de trabajo y su caracterización, en general, se realiza principalmente a través de datos provenientes de encuestas de población activa y en censos que incluyen información para personas de 12 y más años. Los últimos Censos de Población y Vivienda, que se realizan cada 10 años, han indagado acerca de la situación ocupacional de personas de 12 años y más¹⁷. Encuestas de hogares como la Encuesta Casen^{18 19}, la Encuesta de Ocupación y Desocupación (EOD) del Gran Santiago²⁰ y la Encuesta Nacional de Empleo (ENE)²¹ han permitido identificar a miembros de la fuerza de trabajo y recoger características del trabajo de personas de 12, 14 y 15 años y más, respectivamente.

Si bien las encuestas mencionadas permiten realizar estimaciones de población ocupada para NNA de 12 a 17 años, que corresponde a una parte del universo de niños(as) y adolescentes (5 a 17 años) para efecto de las estadísticas de trabajo infantil, ninguna de ellas corresponden a encuestas especializadas sobre esta problemática y, como consecuencia, no son instrumentos adecuados para medir la proporción de NNA que realiza trabajo infantil.

Las razones por las que estos instrumentos no son adecuados son las siguientes: 1) no tienen cobertura de la población de niños y niñas menores de 12 años de edad; 2) los cuestionarios no tienen preguntas suficientes para medir el fenómeno bajo estudio, ya que no es su objetivo principal; y, 3) se desconoce la validez y la confiabilidad de los datos recolectados utilizando protocolos estándar de encuestaje que consideran la aplicación de la entrevista al jefe de hogar o un adulto mayor de 18 años, y no directamente a los niños(as) y adolescentes, menores de 18 años. A este último respecto se pueden distinguir dos problemas. Por un lado, los adultos entrevistados prefieren mayoritariamente no revelar situaciones en que los menores de edad realicen algún tipo de actividad económica. Por otro lado, que debido a simple desconocimiento respecto de las actividades realizadas por el resto de los integrantes del hogar, los adultos entrevistados no declaren las actividades económicas desarrolladas por los NNA miembros del hogar. Ambas situaciones podrían conllevar a una subestimación de la incidencia del trabajo infantil medido a partir de encuestas de hogares cuyo objetivo no es la medición del trabajo infantil.

¹⁷ Los últimos Censos en Chile han indagado acerca de la situación ocupacional de las personas de 12 años y más (Censos 1960 y 1970), 14 años y más (Censo 1992), y 15 años y más (Censo 1982, 2002 y 2012).

¹⁸ La Encuesta Casen ha recolectado datos sobre la situación ocupacional de las personas de 12 años y más en todas sus versiones (1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003, 2006, 2009 y 2011).

¹⁹ La encuesta Casen 1996 incorporó dos preguntas adicionales sobre la actividad ocupacional de personas entre 6 y 14 años: (T11). Durante los últimos tres meses, ¿ha realizado el niño(a) alguna actividad en forma regular u ocasional que le reporte algún tipo de ingreso personal o para su familia? (El ingreso o beneficio económico puede ser en dinero o en especies); y (T12) En promedio, ¿cuántas horas trabaja a la semana?. Siguiendo el protocolo de la encuesta Casen, estas preguntas fueron aplicadas al jefe de hogar (o el informante mayor de 18 años que respondió la encuesta en su lugar).

²⁰ La encuesta EOD, levantada por la Universidad de Chile, ha recolectado datos sobre la situación ocupacional de las personas de 14 años y más, en forma trimestral, desde 1957 hasta la fecha, lo que la convierte en la serie de datos más larga en el tema. Ver Universidad de Chile (2006), pág 5.

²¹ La Encuesta Nacional de Empleo, levantada por el Instituto Nacional de Estadísticas, recolecta datos sobre la situación ocupacional de las personas de 15 años y más, en forma mensual, desde 1966 a la fecha. Ver en INE (2010), pág 4.

3.2. Encuesta especializada sobre trabajo infantil (Encuesta de Actividades de Niños y Adolescentes 2003)

El año 2003, en el contexto del proyecto "Diagnóstico nacional sobre trabajo infantil y adolescente e identificación de casos de las peores formas"²², se implementó en Chile la primera encuesta especializada de trabajo infantil. El diseño del estudio fue desarrollado por el Ministerio del Trabajo y Previsión Social (Mintrab) y la Oficina Internacional del Trabajo (a través del programa SIMPOC-IPEC), en colaboración con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y el Servicio Nacional de Menores (Sename).

La Encuesta de Actividades de Niños y Adolescentes 2003 fue aplicada, a nivel nacional, durante el trimestre comprendido entre febrero y abril del 2003. Estos meses se escogieron con el fin de captar el trabajo agrícola de temporada u otros durante las vacaciones (febrero), así como el trabajo realizado en período escolar (marzo - abril). Para el diseño de la muestra 2003 se tomó como base el marco muestral del Programa Integrado de Encuestas de Hogares (PIDEH), en base a información actualizada de viviendas y población del XVI Censo Nacional de Población y de Vivienda de 1992²³.

Se determinó como unidad de estudio las viviendas particulares ocupadas, ubicadas en el territorio continental de Chile y sus residentes habituales. No se incluyeron a personas residentes en áreas geográficas de difícil acceso (ADA's), ni los residentes en viviendas colectivas como hoteles, hospitales, cuarteles militares, cárceles, conventos u otros. Tampoco se incluyó a la población que reside en la calle.

El tamaño de la muestra, determinado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), apuntó a obtener estimaciones confiables a nivel nacional y por grupos de regiones. Para estos efectos, se utilizaron estimaciones de trabajo infantil provenientes de la Encuesta Casen, lo que permitió optimizar el tamaño de la muestra para una prevalencia proyectada de trabajo infantil de 6% a nivel nacional. La muestra inicial, de 15.030 viviendas, se sobredimensionó en un 20% para cubrir las posibles pérdidas debido a problemas no muestrales como la cobertura incompleta por personas no seleccionables, viviendas desocupadas, viviendas con otro uso o viviendas destruidas. La muestra final seleccionada fue de 18.036 viviendas y se logró completar entrevistas en 16.308 hogares²⁴.

El diseño muestral de la Encuesta de Actividades de Niños y Adolescentes 2003 se puede caracterizar como estratificado, bietápico, y que ajusta a la población según las proyecciones al trimestre móvil Febrero-Abril de 2003. Los estratos de

²² El proyecto "Diagnóstico nacional sobre trabajo infantil y adolescente e identificación de casos de las peores formas" es una iniciativa conjunta entre el Programa Internacional de Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Gobierno de Chile. Este último representado por el Ministerio del Trabajo y Previsión Social (Mintrab) en coordinación con el Servicio Nacional de Menores (SENAME) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). El proyecto se propuso como objetivo general, contribuir a la recolección de datos confiables que permitan precisar la dimensión y características del trabajo infantil en Chile y facilitar el desarrollo de intervenciones efectivas contra el trabajo infantil.

²³ Al momento de realización de la encuesta no se encontraba disponible aún el marco muestral en base al Censo 2002.

²⁴ Cabe mencionar que, de los 16.308 hogares entrevistados, sólo 8.033 tenían al menos un miembro entre 5 y 17 años de edad, es decir, en la edad elegible para la aplicación de las preguntas sobre trabajo infantil. Las entrevistas en los restantes 8.275 hogares capturaron solamente datos sobre la composición demográfica de los miembros del hogar.

muestreo corresponden a agrupaciones de regiones denominadas *macrozonas*²⁵. Las unidades de selección de primera etapa (UPM) corresponden a agrupaciones de viviendas catastradas en el Censo 1992 denominadas "secciones de empadronamiento censal" (en adelante, *secciones*). La selección de estas unidades se hizo con probabilidad proporcional a su tamaño en cada macrozona. Las unidades de selección de segunda etapa (USM) corresponden a las "viviendas particulares permanentes" (en adelante, *viviendas*) dentro de las *secciones* en la muestra. Dentro de cada sección las viviendas fueron seleccionadas con igual probabilidad.

En cada vivienda seleccionada se recolectó información demográfica acerca de todas las personas miembros del hogar a través de un informante mayor de 15 años. También se recolectó, en forma directa a través de entrevistas con los NNA, información acerca de actividades económicas y tareas domésticas desarrolladas por las personas miembros del hogar entre 5 y 17 años. En total, se completaron entrevistas con 13.321 NNA en 8.033 hogares. Para mayores antecedentes respecto al diseño muestral revisar documento metodológico asociados (INE, 2004).

4. Diseño de la Investigación Casen-EANNA

A casi una década del levantamiento de la primera encuesta especializada sobre trabajo infantil en Chile, se requería de un nuevo diagnóstico que considerase tanto la nueva legislación nacional respecto de esta materia (Decreto Supremo N° 50, 2007), como el marco conceptual y las recomendaciones internacionales sobre la estimación del fenómeno (Resolución Internacional sobre Estadísticas del Trabajo Infantil, OIT 2008).

En este contexto, a principios de 2009, el Ministerio de Desarrollo Social (entonces el Ministerio de Planificación), el Ministerio del Trabajo y Previsión Social y la Organización Internacional del Trabajo evaluaron la factibilidad de recolectar datos sobre trabajo infantil mediante una encuesta especializada sobre trabajo infantil, utilizando como marco muestral la encuesta Casen 2009.

La Casen es una encuesta de hogares, de carácter transversal y multipropósito, cuya implementación está a cargo del Ministerio de Desarrollo Social. La encuesta Casen es actualmente el principal instrumento de medición socioeconómica para el diseño y evaluación de la política social existente en Chile. Es realizada por el Ministerio desde el año 1987 con una periodicidad bianual o trianual. Complicaciones y retrasos durante el proceso de licitación de la encuesta, sin embargo, imposibilitaron la implementación de este proyecto utilizando la encuesta Casen 2009 como marco muestral.

4.1. Propuesta de Diseño Modular para 2011

A principios del año 2011, durante la etapa de diseño de las directrices del diseño de la Encuesta Casen 2011, el Ministerio del Trabajo y Previsión Social y la Oficina Internacional del Trabajo volvieron a plantear la idea de incluir preguntas de trabajo infantil en la Encuesta Casen, siguiendo como base el cuestionario modular "modelo" desarrollado por el SIMPOC. El cuestionario modular SIMPOC

²⁵ Para efectos de este estudio se definieron cuatro grupos de regiones denominados "macrozonas": Norte (regiones I, II, III y IV); Centro (regiones V, VI, VII y VIII); Sur (regiones IX, X, XI y XII) y Metropolitana (región XIII).

incluye aproximadamente 15 campos de información asociados a caracterización del hogar y 30 asociados a trabajo infantil²⁶. En el contexto de la encuesta Casen, no sería necesario incluir las preguntas sobre caracterización del hogar ya que preguntas similares se encuentran incluidas en la encuesta, sin embargo, para desarrollar los indicadores de trabajo infantil habría que incorporar los 30 campos de información asociados a la medición del trabajo infantil.

El cuestionario de la encuesta Casen tiene aproximadamente 300 campos de información, por lo tanto la incorporación de 30 campos adicionales asociados a una temática sensible como "trabajo infantil", tendría un impacto no despreciable en la aplicación del cuestionario. En 2011, el equipo técnico a cargo de la Encuesta Casen identificó cuatro problemas/riesgos técnicos de la implementación de un módulo de trabajo infantil en la encuesta²⁷:

1. Riesgo de interrupción/rechazo de entrevista Casen debido a mayor tiempo de duración de la entrevista, que en la actualidad promedia 60 minutos en hogares de 4 personas. Dada la incorporación de preguntas sobre trabajo infantil, se prevé un incremento significativo en la duración de la entrevista en hogares con NNA, el que se incrementaría con el número de NNA.
2. Riesgo de distorsión de las estimaciones Casen. Dado que las entrevistas con NNA durarían más tiempo, es presumible esperar que se pague un diferencial por estas encuestas a los encuestadores. Si el pago diferencial no fuera atractivo, entonces es probable que algunos encuestadores tengan incentivos a no consignar la presencia de NNA elegibles para el módulo de trabajo infantil. Si por otra parte el pago fuera atractivo, pueden haber incentivos en la dirección opuesta, fomentando la identificación de menores de edad elegibles. En ambos casos, existe el riesgo de que se produzca una distorsión en la identificación de NNA en la edad elegible para la encuesta, lo que llevaría a distorsionar las estadísticas asociadas a la población en la edad de referencia (personas de 5 a 17 años).
3. Complejidades operativas para la entrevista con el informante idóneo. Para todas las preguntas en la Encuesta Casen, el informante idóneo es el jefe de hogar, sin embargo, para el módulo de trabajo infantil el informante idóneo es el niño directamente. Esto podría complicar la implementación de la Encuesta Casen, especialmente en hogares con más de un niño, ya que de no encontrarse los NNA presentes al momento de la entrevista con el jefe de hogar el encuestador debería volver al hogar a completar las entrevistas con cada niño en el hogar.
4. Complejizar la selección y entrenamiento de los equipos de campo. Los conceptos asociados al trabajo infantil, y las estrategias requeridas para entrevistar a la población de niños(as) y adolescentes, son distintas a las utilizadas con la población general que responde la encuesta Casen. La implementación de preguntas de trabajo infantil en el cuestionario Casen requeriría tiempo adicional de entrenamiento para el personal de campo y contratar encuestadores que fueran capaces de entrevistar tanto adultos

²⁶ Ver cuestionario modular de trabajo infantil en Oficina Internacional del Trabajo (2007).

²⁷ Similares consideraciones han sido identificadas en documentos técnicos de la OIT (ver menciones en sección IV.2).

como a niños(as) pequeños – un perfil de encuestador más complejo de encontrar.

En atención a estas consideraciones, el equipo técnico a cargo de Casen estimó que agregar un módulo adicional a la encuesta 2011 no era la forma más adecuada de medir el trabajo infantil. Sin embargo, para cumplir con el compromiso de levantar un nuevo diagnóstico del trabajo infantil en Chile el Ministerio de Desarrollo Social propuso utilizar la estrategia denominada “muestreo en dos fases” o “muestreo bifásico”. La estrategia propuesta consiste en utilizar la encuesta Casen 2011 (encuesta de primera fase) como el marco muestral para la selección de la muestra EANNA 2012 (encuesta de segunda fase). Esto implica levantar las preguntas de trabajo infantil en una encuesta independiente, ligada a la muestra Casen, pero levantada en forma posterior de manera de no alterar ni el cuestionario ni el protocolo de encuestaje de la encuesta Casen. A continuación se describe brevemente la estrategia de recolección de datos propuesta para la EANNA 2012.

4.2. Propuesta de Diseño Bifásico: Casen-EANNA

El diseño de estrategias de muestreo para el estudio de fenómenos con prevalencias pequeñas es costoso y, en algunas oportunidades, puede llegar a ser bastante complejo (Kalton, 1993). El fenómeno del trabajo infantil en Chile presenta estas características ya que, según la Encuesta de Actividades de Niños y Adolescentes 2003, la prevalencia del trabajo infantil en Chile fue de 5.4% en la población entre 5 y 17 años de edad residente en viviendas particulares.

Existen varias estrategias para seleccionar muestras de poblaciones pequeñas, una de estas estrategias corresponde al muestreo en dos fases o bifásico (Kalton 1983, Särndal *et al.* 1992). En el contexto de esta investigación, este método consistiría en utilizar la encuesta Casen 2011 (encuesta de primera fase) como el marco muestral para la selección de la muestra EANNA 2012 (encuesta de segunda fase).

La encuesta de primera fase se utiliza principalmente para administrar preguntas que sirven para (1) detectar a las unidades de muestreo que pertenecen a las subpoblaciones de interés para la encuesta de segunda fase y (2) detectar agrupaciones que permitan optimizar la estrategia de muestreo (ej. estratos y conglomerados). En la segunda fase, las unidades de interés pueden ser seleccionadas con probabilidades de selección que varían según los estratos definidos.

La muestra EANNA sería diseñada para lograr representatividad a nivel nacional, urbano/rural y por macrozonas²⁸. En atención al presupuesto disponible, se determinó como tamaño máximo para la muestra teórica la recolección de 10.000 entrevistas con NNA. Para compensar las pérdidas asociadas a la no respuesta, la muestra efectiva sería sobre-dimensionada en un 15%.

La muestra Casen 2011 está compuesta por dos submuestras independientes, ambas representativas de la población de viviendas particulares ocupadas a lo largo del territorio nacional. La primera submuestra se levantó entre octubre y

²⁸ Para efectos de este estudio se optó por definir las macrozonas utilizando los mismos cuatro grupos de regiones definidos para la ETI 2003: Norte (regiones I, II, III y IV); Centro (regiones V, VI, VII y VIII); Sur (regiones IX, X, XI y XII) y Metropolitana (región XIII).

noviembre de 2011, mientras que la segunda submuestra se levantó entre noviembre 2011 y enero 2012. La segunda submuestra corresponde a la parte de la muestra que es comparable con el levantamiento de la serie histórica Casen, y constituye la base de los resultados oficiales de la encuesta Casen 2011. Con la finalidad de no perturbar el levantamiento de la serie histórica Casen, se propuso seleccionar la muestra EANNA a partir de la primera submuestra exclusivamente.

4.3. Ventajas y desventajas de la estrategia propuesta

La propuesta del muestreo en dos fases, para la aplicación coordinada de las encuestas Casen y EANNA tiene varias ventajas, tanto metodológicas como operacionales:

1. No interfiere en el levantamiento de la encuesta Casen.
2. Permite notificar de la aplicación de la EANNA, en forma adelantada, acerca de la posibilidad de que sean seleccionados para la encuesta. Según la literatura, la pre-notificación mejora la cooperación de los seleccionados.
3. Tiempo adicional para diseño y evaluación de instrumentos de recolección de datos. El diseño de cuestionario para Casen debería estar cerrado para el mes de septiembre de 2011, mientras que para la EANNA el cuestionario podría estar cerrado en diciembre de 2011.
4. Posibilidad de complementar información levantada en la EANNA con datos levantados en Casen.
5. Reducción de la cantidad de preguntas que se deben incorporar en la EANNA, ya que se pueden tomar directamente desde las respuestas entregadas en Casen. Esto asume que las características de estos hogares o personas no han cambiado entre las dos aplicaciones (un supuesto que puede ser más fuerte para algunas características que para otras).

Es importante mencionar, sin embargo, que esta estrategia no está libre de desventajas:

1. Mayores costos asociados a la recolección de datos (en comparación con la implementación de preguntas adicionales, que involucra costo marginal).
2. Mayor complejidad en la administración y el procesamiento de datos. Se requiere administrar los datos de la EANNA como una encuesta de panel, lo que involucra mantener llaves de identificación entre las dos encuestas (para posibilitar el posterior ligado entre las bases de datos) y seguimiento de los estados de disposición final de casos entre las dos encuestas (para el desarrollo de los factores de expansión de la EANNA).
3. Incremento en la variabilidad de los factores de expansión como consecuencia de la selección de una submuestra (en vez de la muestra completa) de los hogares entrevistados en la primera submuestra de Casen 2011.

La propuesta del Ministerio de Desarrollo Social fue aprobada por las contrapartes técnicas del Ministerio del Trabajo y Previsión Social y la Oficina Internacional del Trabajo. La implementación de esta estrategia significó al Ministerio de Desarrollo Social:

- recursos adicionales para la aplicación de la EANNA;
- la adaptación de los términos de referencia para la licitación de la encuesta Casen, de manera de incorporar a las actividades del contratista

- el levantamiento conjunto de la EANNA;
- la incorporación de las actividades de desarrollo de factores de expansión de la EANNA en el convenio de colaboración con el INE;
- la contratación de la consultoría del experto internacional Dr. Richard Valliant²⁹, para asesorar en el proceso de desarrollo de los factores de expansión asociados al muestreo bifásico;
- la organización de equipos de trabajo para el desarrollo de cuestionario y análisis de trabajo infantil.

En base a este diseño las tres instituciones acordaron realizar las acciones de coordinación y cooperación que sean necesarias, para apoyar el desarrollo de la Encuesta Nacional de Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes (EANNA) 2012. En concreto, el convenio de colaboración entre el Ministerio de Desarrollo Social, Mintrab y OIT dejó establecido que *"El propósito de la EANNA 2012 es recopilar información sobre la magnitud, características y principales determinantes del trabajo infantil en Chile y, afinar y actualizar el diagnóstico realizado el año 2003"*. El capítulo que sigue presenta en detalle el diseño muestral de la EANNA 2012.

²⁹ El Dr. Richard L. Valliant es profesor del Programa conjunto de Metodología de encuestas de la Universidad Michigan y la Universidad de Meryland. Cuenta con 30 años de experiencia en diseño muestral para encuestas de hogares y establecimientos. Además de ser miembro de Bureau of Labor Statistics y miembro de la Asociación Americana de Estadística.

IV. Diseño Muestral EANNA 2012

El diseño muestral de la EANNA se basa en un diseño muestral bifásico, en que en la primera fase corresponde a un muestreo estratificado por el cruce de la división político-administrativa y el área urbano-rural del país y bi-etápico, con selección de conglomerados (manzanas y secciones) en forma proporcional al tamaño (en cuanto al número de viviendas) en la primera etapa y selección de viviendas en forma sistemática en la segunda, unidades muestrales seleccionadas en la primera submuestra de la Casen 2011. En la segunda fase, como una submuestra de la primera, corresponde a un muestreo estratificado por grupos de edad (5-8 ; 9-11 ; 12-14 ; 15-17), cuya selección al interior de cada grupo se realiza en forma sistemática, realizando previamente un ordenamiento geográfico jerárquico.

La sección 1 de este capítulo se describe las características de los marcos muestrales de las fases 1 y 2. La sección 2 describe las consideraciones en la determinación de las características del diseño muestral de la segunda fase de la muestra de la EANNA. Finalmente, las secciones 3, 4 y 5 describen el proceso de selección de la muestra de la EANNA.

1. Población objetivo y población a encuestar

El principal objetivo de la EANNA 2012 es recolectar datos que permitan estimar la magnitud, los determinantes y la caracterización del trabajo infantil en Chile. Para ello, es importante contar con definiciones conceptuales y operativas de lo que se entiende por "trabajo" - para guiar el proceso de desarrollo del cuestionario y el modo de recolección de datos - y lo que se entiende por "infantil" - para tener un claro entendimiento de las *unidades de muestreo* y guiar el proceso de *identificación de un marco de muestreo* adecuado para la identificación y selección de la muestra.

La Oficina Internacional del trabajo, a través de la Resolución sobre las Estadísticas del Trabajo Infantil (en Adelante, RETI), establece que:

- *"De acuerdo con el Convenio sobre las peores formas de trabajo infantil, 1999 (núm. 182), de la OIT, y la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño, debe entenderse por niño a toda persona menor de 18 años de edad.*
- *La población meta para medir el trabajo infantil a los efectos de la presente resolución abarca a todas las personas comprendidas en el grupo de edades de 5 a 17 años, en el que la edad se mide en función del número de años cumplidos en el último cumpleaños.*
- *No obstante, las oficinas nacionales de estadística, en consulta con las oficinas gubernamentales responsables de la educación, la protección y el bienestar de los niños(as) y adolescentes, pueden establecer un umbral mínimo de edad inferior a los cinco años si lo consideran útil a la luz de las circunstancias imperantes en el país. Dicho umbral mínimo no debería nunca ser más elevado que la edad oficial de inicio de la escolarización obligatoria." (OIT 2008, pág. 61)*

En atención a estas definiciones, la *población objetivo* de la EANNA quedó definida como todas las personas comprendidas en el grupo de edades de 5 a 17

años que residen a lo largo del territorio nacional. La operacionalización de la población objetivo, lo que se conoce como la *población a encuestar*, corresponde a todas las personas comprendidas en el grupo de edades de 5 a 17 años, cumplidos a marzo del año 2012, que residen en viviendas particulares a lo largo del territorio nacional.

La operacionalización de la población objetivo se realiza en atención a la información disponible (o de que se dispondrá) para la implementación de la encuesta. Estas decisiones tienen implicancias en el tipo y alcance de las inferencias que se pueden realizar a partir de los datos recolectados en la encuesta. La restricción a la población que reside en viviendas particulares, por ejemplo, deja fuera del ámbito de inferencia a los NNA que residen en viviendas colectivas (ej. hogares de menores, internados) y a quienes residen en la calle. El establecimiento de un mínimo de 5 años de edad deja fuera a los niños entre 0 y 4 años y 11 meses.

Para determinar si el niño era o no elegible para la encuesta se optó por definir como fecha de corte el mes de marzo de 2012, ya que éste mes correspondía a la mitad del periodo proyectado de recolección de datos de la EANNA. Con este objetivo se incluyó en el cuestionario Casen 2011 una pregunta sobre el mes y año de nacimiento de todos los menores de 18 años en el hogar. De esta forma:

- un NNA nacido en abril de 2004 tendría 7 años y 11 meses cumplidos en marzo de 2012. Para efectos de la EANNA, este NNA forma parte de la población a encuestar ya que tiene entre 5 y 17 años al mes de marzo de 2012.
- un NNA nacido en enero de 1994, por otra parte, tendría 18 años y 2 meses cumplidos en marzo de 2012, por lo tanto ya no formaría parte de la población a encuestar.

A continuación presentan las características del marco de muestreo utilizado para la selección de la muestra de la EANNA.

2. Características del marco muestral

La población objetivo de las entrevistas de la EANNA son los NNA entre 5 y 17 años que residen en las viviendas ocupadas del país. En atención al diseño muestral propuesto para la EANNA, se procedió a elaborar un listado de las personas menores de 18 años entrevistadas durante la aplicación de la primera submuestra de Casen 2011, levantada durante los meses de octubre y noviembre de dicho año. El listado de personas elaborado para estos propósitos fue utilizado como marco muestral para la selección de la muestra de NNA a entrevistar para la EANNA 2012. En esta sección se describen las características del marco muestral a partir del cual se seleccionó la muestra de la EANNA 2012.

2.1. Marco Muestral

Un marco muestral se define como la lista o los procedimientos que permiten identificar a todos los elementos de una población objetivo (Groves *et al.* 2004, pág. 68). Listas de miembros de algunas organizaciones o instituciones son ejemplos de marcos de muestreo sencillos. En Chile, por ejemplo, el Ministerio de

Educación tiene el listado de la mayor parte de los colegios públicos, subvencionados y privados en el país³⁰.

Para la encuesta Casen, la población objetivo son los hogares que residen en viviendas particulares ocupadas. El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) no mantiene un listado con las direcciones de todas las viviendas particulares del país, sin embargo, mantiene un marco de áreas geográficas que sirven de base para la selección de viviendas, requeridas para las muestras de las encuestas de hogares más importantes del país. Este marco es desarrollado y mantenido por el INE a partir de la cartografía desarrollada para el Pre-Censo 2002³¹. La muestra Casen 2011 fue seleccionada a partir del *marco de manzanas* en las áreas urbanas (MM2008) y del *marco de secciones* en las áreas rurales (MS 2002). La muestra se seleccionó en base a dos muestras independientes. La primera submuestra (n=27.770 hogares entrevistados) se levantó entre octubre y noviembre de 2011. La submuestra 2 (n=59.084 hogares entrevistados) se levantó entre noviembre 2011 y enero de 2012. La EANNA fue seleccionada a partir de la primera submuestra.

La Figura IV.1 muestra los resultados del trabajo de campo de la primera submuestra de la encuesta Casen 2011. Se identificaron 37.484 hogares en las viviendas seleccionadas y se logró completar entrevistas con 27.770 de ellos. Entre ellos, 12.630 hogares tenían al menos un niño en edad elegible. A partir de estos hogares se elaboró el marco de muestreo para la EANNA 2012, el que consistió en listado de todas las personas entre 5 y 17 años cumplidos a marzo del 2012. La Figura IV.2 muestra la distribución final de los casos seleccionados para la EANNA 2012.

2.2. Cobertura del marco muestral³²

La cobertura es una propiedad estadística asociada al marco muestral que se utiliza para la selección de la muestra. La falta de cobertura denota la falla al incluir ciertos elementos (o unidades completas) de la población a encuestar a partir del marco muestral que se ha definido (Kish 1965, pág. 528). Estas fallas no son planeadas por el investigador (ej. fallas en el proceso de conteo e identificación de las viviendas previo a la selección).

Es importante distinguir la falta de cobertura (fallas "no intencionadas"), de las exclusiones que realiza el investigador en forma "intencionada". Al tratarse de un muestreo bifásico, la EANNA comparte las propiedades de cobertura de dos marcos muestrales – el utilizado para la selección de las viviendas de la encuesta Casen 2011 (primera submuestra) y el marco utilizado para la selección de los NNA elegibles para la entrevista de la EANNA. Por esta razón, acá se describen brevemente las propiedades de los marcos asociados a ambas encuestas.

Para comenzar, es importante recordar que el marco muestral del INE, utilizado como base para la encuesta Casen, cubre sólo a la población que residen en viviendas particulares ocupadas y, por lo tanto, no cubre a la población que

³⁰ En el caso de los establecimientos preescolares tiene sólo a aquellos cuyo sostenedor realizó el trámite de acreditación, el cual no es obligatorio.

³¹ Para más antecedentes en relación al marco muestral de la Encuesta Casen 2011 ver páginas 15 a 18 del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

³² Extractos del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012), páginas 18 a 20.

residen en viviendas colectivas (ej. hogares de ancianos, hogares de niños, cárceles) ni tampoco a la población que reside en la calle.

Por otra parte, entre las viviendas particulares ocupadas identificadas durante el proceso de desarrollo del marco muestral Casen 2011, se pueden identificar tres exclusiones "intencionadas":

- las viviendas en las 22 áreas geográficas que han sido catalogadas por INE como áreas de difícil acceso (ADA)³³;
- las viviendas en manzanas y secciones incluidas en otras muestras seleccionadas por el INE para el periodo de recolección de datos de Casen 2011; y
- las viviendas en manzanas con menos de 8 viviendas.

En total, el marco muestral a partir del cual se selecciona la muestra de la Encuesta Casen 2011 excluye aproximadamente un 4,4% de las viviendas del país. Para algunos efectos, esta cifra puede parecer insignificante, sin embargo es importante que los investigadores que hagan inferencias a partir de los datos Casen tengan estas exclusiones en consideración. Si los fenómenos de interés no están relacionados con el tamaño de las manzanas (en áreas rurales) o no están relacionados con la aislación geográfica (en áreas rurales), entonces es probable que la falta de cobertura del marco muestral no afecte las inferencias realizadas a partir de los datos de la encuesta. Si lo contrario es cierto, entonces los investigadores deberán ser cautelosos al momento de hacer inferencia a la población bajo estudio.

En el proceso de desarrollo del marco muestral de la EANNA, por otra parte, se pueden identificar una exclusión "intencionada" adicional a las ya mencionadas – la exclusión de las viviendas asociadas a los 15.140 hogares que no contaban con ninguna persona en la edad elegible para la entrevista de la EANNA.

Los Cuadros IV.1 y IV.2 presentan el total y el porcentaje de viviendas y hogares, a lo largo del país, en base a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2002 y la primera submuestra de la Encuesta Casen 2011. Como se puede observar, la distribución porcentual de la estimación de hogares y viviendas en base a la primera submuestra (columnas 3 y 4 en el Cuadro IV.2) sigue el mismo patrón que la distribución de las viviendas y hogares censados el año 2002 (columnas 1 y 2 en el Cuadro IV.2). Esto quiere decir que la primera submuestra de Casen 2011 representa de forma adecuada la estructura de la población de viviendas y hogares a lo largo del país.

En cuanto al nivel, como es de esperar, se observan importantes diferencias. El total de viviendas censadas en 2002 fue de 4.227.504, mientras que la estimación a partir de la primera submuestra de Casen 2011 fue de 4.732.824 viviendas hacia fines del 2011. De la misma forma, el total de hogares censados en 2002 fue de 4.141.427, mientras que la estimación a partir de la primera submuestra de Casen 2011 fue de 4.964.679 hogares. La discrepancia entre los datos censales del 2002 y la estimación muestral del 2011, tanto para viviendas como para hogares, se podría explicar por el crecimiento del stock inmobiliario observado durante la década.

³³ Ver más antecedentes acerca del marco muestral maestro del INE en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/mercado_del_trabajo/empleo/metodologia/pdf/ene_espanol.pdf

2.3. Estratificación del marco muestral³⁴

En el diseño de una muestra, la estratificación corresponde al proceso de agrupar a los elementos de una población en grupos homogéneos previo a la selección de la muestra. Su propósito es mejorar la precisión estadística de los estimadores agrupando las unidades del marco en clases homogéneas en su interior y que difieran de las características del resto. Los estratos deben ser mutuamente excluyentes: cada elemento en la población debe ser asignado a un solo estrato. Además, los estratos deben ser exhaustivos colectivamente, es decir, ningún elemento de la población puede quedar excluido.

La Encuesta Casen ha definido tradicionalmente los estratos de selección de la muestra a partir del criterio de proximidad geográfica. Hasta 1996 los estratos se conforman a partir de comunas y grupos de comunas, según área urbano/rural³⁵. A partir de 1998 los estratos se constituyen a partir de las comunas, según área urbano/rural³⁶. Para Casen 2011 se conformaron h=584 estratos, a partir de la interposición de la división política-administrativa (a nivel de comunas) y la división censal (urbano-rural). De éstos, 312 estratos se encuentran en zonas urbanas y 273 en zonas rurales.

El diseño muestral de la EANNA, por otra parte, tenía como objetivo el control de la selección de NNA según rango de edad, con la finalidad de lograr determinados tamaños muestrales para los grupos con mayor probabilidad de incidencia de trabajo infantil. De esta forma, se propuso definir estratos de muestreo explícitos según "edad estimada" a marzo de 2012. Previo a la selección de la muestra, el listado de NNA elegibles se ordenó según criterios de ordenamiento geográfico jerárquico dado por macrozona, región, comuna, zona (urbano-rural), conglomerado, vivienda, hogar y número de orden del niño en la vivienda. Esta ordenación, realizada en forma previa a la selección sistemática de los casos en la muestra, impone una "estratificación implícita" en la muestra. La sección que sigue presenta las consideraciones en la definición de estos elementos del diseño.

³⁴ Extractos del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012), páginas 18 a 20.

³⁵ En 1994 se conforman 146 estratos y en 1996, 246 estratos.

³⁶ En 1998 se conformaron 358 estratos. En 2000, 2003, 2006 y 2009 se conformaron 529, 553, 605 y 602 estratos respectivamente.

Cuadro IV.1: Total de viviendas y hogares, según región del país.

Regiones	Censo 2002		Casen 2011, primera submuestra			
	Casos censados (N)		Casos expandidos (\bar{N})		Casos muestrales (n)	
	Viviendas (1)	Hogares* (2)	Viviendas (3)	Hogares (4)	Viviendas (5)	Hogares (6)
1	71.326	111.873	75.123	78.734	1.291	1.357
15	52.396		47.372	50.574	983	1.039
2	126.882	124.107	126.490	142.947	1.323	1.399
3	79.012	68.684	71.323	73.360	1.167	1.200
4	192.587	166.902	198.546	205.997	1.230	1.274
5	532.641	440.704	522.020	539.812	2.083	2.136
6	60.482	214.249	255.978	261.550	1.844	1.891
7	278.192	252.194	292.052	298.785	2.326	2.395
8	531.385	503.018	577.603	600.170	2.883	2.971
9	259.939	238.315	275.673	281.039	1.949	1.984
10	212.550	295.914	253.203	256.109	2.266	2.292
14	107.873		111.226	113.778	2.046	2.082
11	30.012	25.693	31.667	31.833	1.303	1.310
12	48.335	43.216	45.959	46.282	808	816
13	1.643.892	1.656.558	1.848.589	1.983.709	3.376	3.624
País	4.227.504	4.141.427	4.732.824	4.964.679	26.878	27.770

Nota: (*) Estimaciones del total de hogares a partir del Censo 2002 están disponibles sólo para las regiones I y X previo a la nueva estructura regional que las divide.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

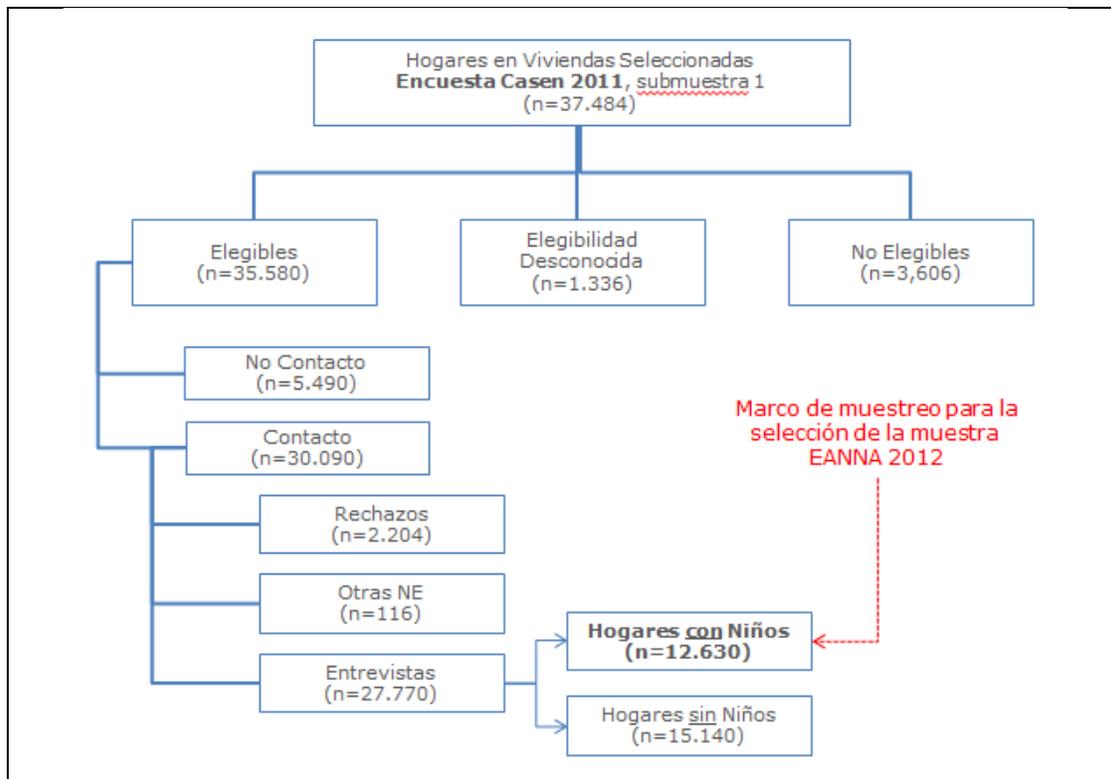
Cuadro IV.2: Porcentaje de viviendas y hogares, según región del país.

Regiones	Censo 2002		Casen 2011, primera submuestra			
	Casos censados (N)		Casos expandidos (\bar{N})		Casos muestrales (n)	
	Viviendas (1)	Hogares* (2)	Viviendas (3)	Hogares (4)	Viviendas (5)	Hogares (6)
1	1,7	2,7	1,6	1,6	4,8	4,9
15	1,2		1,0	1,0	3,7	3,7
2	3,0	3,0	2,7	2,9	4,9	5,0
3	1,9	1,7	1,5	1,5	4,3	4,3
4	4,6	4,0	4,2	4,1	4,6	4,6
5	12,6	10,6	11,0	10,9	7,7	7,7
6	1,4	5,2	5,4	5,3	6,9	6,8
7	6,6	6,1	6,2	6,0	8,7	8,6
8	12,6	12,1	12,2	12,1	10,7	10,7
9	6,1	5,8	5,8	5,7	7,3	7,1
10	5,0	7,1	5,3	5,2	8,4	8,3
14	2,6		2,4	2,3	7,6	7,5
11	0,7	0,6	0,7	0,6	4,8	4,7
12	1,1	1,0	1,0	0,9	3,0	2,9
13	38,9	40,0	39,1	40,0	12,6	13,1
País	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: (*) Estimaciones del porcentaje de hogares a partir del Censo 2002 están disponibles sólo para las regiones I y X previo a la nueva estructura regional que las divide.

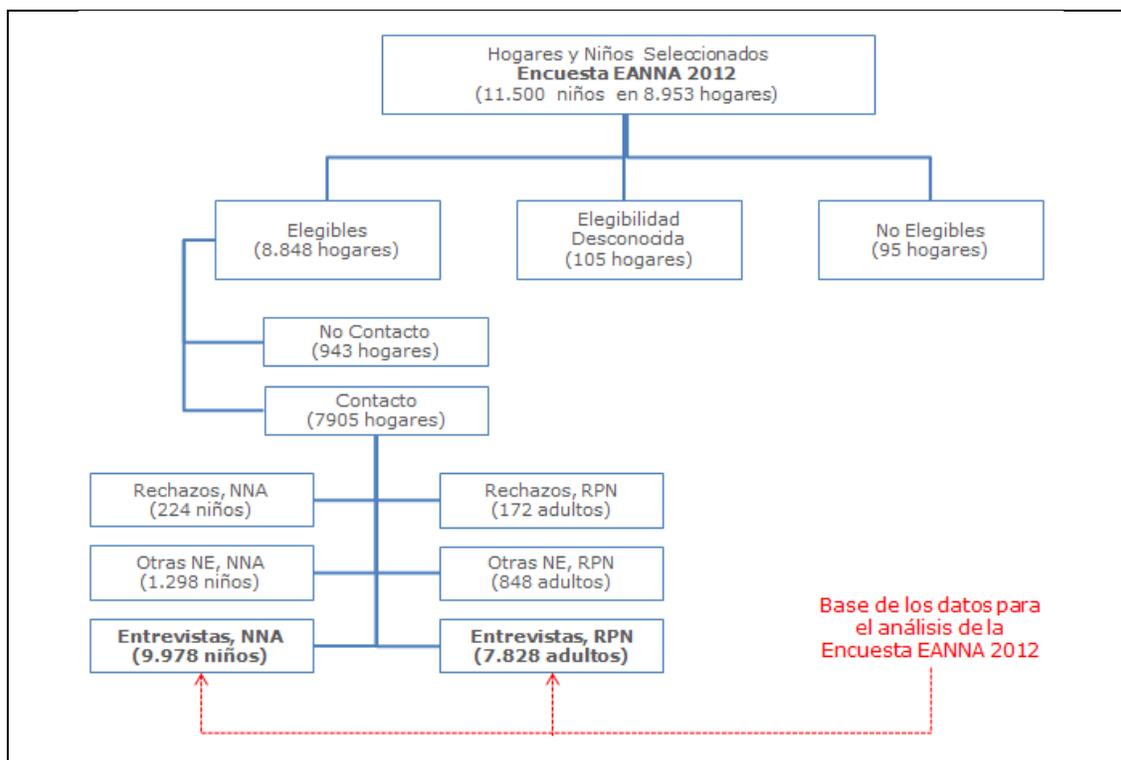
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

Figura IV.1: Resultados del trabajo de campo, Encuesta Casen 2011.



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

Figura IV.2: Resultados del trabajo de campo, Encuesta EANNA 2012.



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

3. Características del diseño de segunda fase

El tamaño de la muestra de la EANNA 2012 se definió con un máximo de 10.000 entrevistas. Dado que la muestra se seleccionaría a partir de las viviendas entrevistadas en Casen 2011 primera submuestra, y que en promedio uno de cada dos hogares en Chile tiene NNA entre 5 y 17 años³⁷, se tenía la expectativa de que se contaría con suficientes casos para seleccionar una muestra de 10.000 hogares con niños(as) bajo distintas especificaciones del diseño muestral bifásico de la muestra Casen-EANNA.

El objetivo principal de la EANNA 2012 es recopilar información sobre la magnitud, características y principales determinantes del trabajo infantil en Chile. Objetivos secundarios de la encuesta están relacionados con la caracterización de otras actividades desarrolladas por los NNA (educación, tareas domésticas, deporte y recreación, etc.). Análisis enfocados en estimar la magnitud y determinantes del trabajo infantil hacen uso de todos los casos en la muestra, tanto los NNA que trabajan como aquellos que no trabajan. Análisis enfocados en la caracterización del trabajo infantil, por otra parte, sólo hace uso de los casos de NNA en trabajo infantil. Para este último set de análisis, es fundamental contar con una cantidad suficiente de casos muestrales de NNA que trabajan, de forma de sostener análisis confiables para subpoblaciones de interés.

3.1. Definición del diseño de segunda fase

Existen distintas opciones que permiten optimizar el diseño de la muestra dados estos objetivos de investigación. De acuerdo a la existencia del marco muestral que contiene el listado de unidades elegibles (listado de hogares entrevistados en Casen 2011 primera submuestra), resulta por ejemplo factible implementar un muestreo aleatorio simple de los casos, diseño que generaría una muestra representativa con igual probabilidad de selección en la segunda fase del muestreo bifásico. La implementación de un muestreo estratificado, con estratos definidos a partir de variables relacionadas con la incidencia del trabajo infantil y definiendo tasas de selección más altas en los estratos con mayor incidencia del fenómeno, permitirían, por otra parte, lograr una mayor cantidad de casos para los análisis de caracterización del trabajo infantil.

Los dos diseños propuestos tienen ventajas y desventajas a lo largo de distintas dimensiones bajo evaluación. El primer diseño (*aleatorio simple*) tiene la ventaja de generar factores de expansión menos variables que el segundo ya que, todo lo demás constante, tiene asociadas iguales probabilidades de selección entre los casos de segunda fase, a diferencia de las probabilidades de selección desigual del segundo diseño. Menor variabilidad en los factores genera estimaciones con mayor precisión (más confiabilidad) estadística. El segundo diseño (*estratificado con selección desigual*) tiene la ventaja de que, haciendo uso de información auxiliar disponible en el marco de muestreo, permite identificar y seleccionar con mayor probabilidad, que el primer diseño, a aquellos casos en trabajo infantil. Una muestra con más casos en trabajo infantil permite al analista contar con más grados de libertad para el desarrollo de análisis de caracterización del trabajo infantil en subpoblaciones de interés³⁸. En atención a estas

³⁷ Según la ETI 2003, 50% de los hogares en Chile tienen al menos un niño entre 5 y 17 años. Según la encuesta Casen 2009, el 47% de los hogares presenta esta característica.

³⁸ Es importante notar que, aunque este diseño sobredimensiona la cantidad de casos en la muestra en trabajo infantil, no se pone en riesgo el análisis de magnitud y determinantes del trabajo infantil, ya que los factores de expansión de la encuesta devuelven a cada niño en la muestra su peso en la

consideraciones, se optó por utilizar un diseño muestral estratificado en la segunda fase de la EANNA, con selección de sistemática de elementos al interior de cada estrato.

En las encuestas de hogares, seleccionadas a partir de marcos de áreas geográficas, se utilizan con frecuencia criterios de estratificación geográfica para la selección de muestras³⁹. La encuestas de trabajo infantil de Chile (2003), Perú (2007-2008) y Uruguay (2010), por ejemplo, utilizaron como criterio de estratificación áreas (o grupo de áreas) geográficas del país⁴⁰. Para la EANNA 2012 se optó por evaluar dos variables de estratificación, que estarían disponibles a partir de Casen 2011, que estuvieran más relacionadas (que las *áreas geográficas*) con los fenómenos que se pretendía medir: la *situación ocupacional* y la *edad* del niño.

La variable *situación ocupacional* tiene la ventaja de estar mucho más cerca del fenómeno que se pretende medir que la variable *edad*, por lo tanto se esperaba poder identificar mejor a una mayor cantidad de NNA que trabajan para incorporar a la muestra. Un inconveniente con esta variable es que sólo está disponible para los NNA entre 12-17 años⁴¹. La ventaja de la variable *edad* es que no sólo se encuentra relacionada con el fenómeno del trabajo infantil, sino que también está relacionada con otros fenómenos que son de interés de la encuesta EANNA, como lo son el desarrollo de tareas domésticas, actividades de recreación y deportivas, uso de redes de apoyo, sexualidad y uso de alcohol y drogas, entre otros. En atención a estas consideraciones, se optó por utilizar la variable *edad* para estratificar la muestra y definir tasas de selección muestral desigual entre los estratos definidos por *tramos de edad*, con tasas de selección mayores para NNA en tramos de edad mayores. La variable *edad* se operacionalizó a través de la construcción de la variable "edad estimada" a marzo de 2012, que toma como insumos el reporte del mes y año de nacimiento de las personas menores de 18 años en el hogar. Ver sección IV.1 para más detalles.

3.2. Definición de Tramos de Edad

La Oficina Internacional del Trabajo, a través de la Resolución sobre las Estadísticas del Trabajo Infantil (en Adelante, RETI), establece que "*Los niños(as) ocupados en la producción económica son aquellos que realizan cualquier actividad dentro de la frontera de producción del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) durante al menos una hora en el transcurso del período de referencia. Este grupo incluye a:*

- *los niños(as) que se encuentran en trabajo infantil dentro de la frontera de producción del SCN (que se describe a continuación, en los párrafos 15, a) y 15, b);*
- *los niños(as) de 12 a 14 años de edad que realizan trabajo ligero*

población de referencia. Análisis que no consideren los factores de expansión, por lo tanto, estarán sesgados.

³⁹ "Algunos criterios comunes de estratificación, tales como la ubicación geográfica y el tipo de lugar (por ejemplo, entorno urbano o rural, grado de urbanización, etc.) se utilizan con frecuencia en prácticamente todas las encuestas de hogares. En muchas situaciones son prácticamente el único criterio disponible para la estratificación [para las encuestas de trabajo infantil]". (OIT 2008, pág 149)

⁴⁰ Ver detalles de los diseños muestrales de las encuestas citadas en OIT (2004), OIT (2009) y OIT (2011) respectivamente.

⁴¹ La variable situación ocupacional se construye en base al set de preguntas O1-O3 y O6 en el cuestionario Casen 2011, el cual se aplica a todas las personas mayores de 12 años en el hogar.

- *permitido (el cual se describe en los párrafos 33 a 35 infra); y*
- *los adolescentes en el grupo de edades de 15 a 17 años que realizan formas de trabajo no señaladas como peores formas de trabajo infantil.”* (OIT 2008, pág. 62)

Los “15 años” también son una referencia importante en el contexto nacional, ya que:

- La Ley N° 19.684 permite el trabajo de personas entre 15 y 17 años bajo las siguientes condiciones: i) autorización escrita de sus padres o tutores; ii) contrato de trabajo y remuneración legal; iii) en jornadas diurnas no superiores a 8 horas; iv) en labores livianas que no afecten su salud, seguridad o moralidad; v) no podrán realizar trabajos mineros subterráneos ni en lugares que vendan alcohol; y vi) entre 15 y 16 años deben también certificar la asistencia a la escuela.
- El artículo 16 del Código del Trabajo establece que en casos calificados, cumpliendo con los requisitos citados anteriormente en la Ley N° 19.684, y bajo la autorización del representante legal o del Tribunal de Familia, podrá permitirse a los menores de 15 años que celebren contrato de trabajo con personas o entidades dedicadas al teatro, cine, radio, televisión, circo u otras actividades similares.

Desde la perspectiva del fenómeno de la situación ocupacional, por lo tanto, se consideró importante considerar los “12 años” y los “15 años” como puntos de corte para la conformación de estratos de selección de la muestra. Para la definición de estratos en el tramo de menores de 12 años, se consideraron antecedentes relacionados con las habilidades cognitivas evidenciados a partir de las experiencias en la prueba de campo^{42,43} y los resultados de los estudios cualitativos⁴⁴ desarrollados en forma posterior. Como resultado de la investigación empírica desarrollada, se optó por incluir los “9 años” como punto de corte adicional para la conformación de los estratos de selección de la muestra.

⁴² La prueba de campo del cuestionario EANNA 2012 (n=461 hogares) se aplicó en septiembre de 2011 a todos los niños entre 5 y 17 años que fueron identificados durante la aplicación de la prueba de campo de la encuesta Casen 2011 (n=1.194 hogares).

⁴³ Resultados de la prueba de campo, que utilizó cuestionarios diferenciados para los niños de 5-11 años y de 12-17 años, evidenciaron problemas en la aplicación del cuestionario entre los niños de menor edad (ej. comprensión de conceptos, capacidad de atención y concentración). Ver resultados en Universidad de Chile (2011a).

⁴⁴ Los estudios cualitativos, que tuvieron como objetivo el desarrollo de la versión final de los cuestionarios EANNA y el desarrollo de los protocolos de entrevista, se realizaron entre los meses de octubre y diciembre de 2011 y consideraron la implementación de grupos focales con encuestadores, grupos focales con padres, entrevistas cognitivas con niños entre 5-8 años, y una prueba de campo de los cuestionarios finales (n=50). Ver resultados en Universidad de Chile (2011b, 2011c, 2011d).

3.3. Distribución de la muestra entre estratos

El tamaño de la muestra de la EANNA solicitado en los Términos de Referencia de la licitación del conjunto de la encuesta Casen y la EANNA, asciende a 10.000 NNA. En función de las tasas de respuesta y no respuesta observadas en la primera submuestra de la encuesta Casen, se decidió en conjunto con la Contraparte Técnica del Ministerio de Desarrollo Social, sobredimensionar la muestra en un 15%, constante en todos los estratos. En el Cuadro IV.3 se detallan los tamaños muestrales de diseño y sobredimensionados por tramo etario.

Cuadro IV.3: Total de NNA de 5-17 años en la primera submuestra de Casen 2011, en la muestra objetivo y a seleccionar para EANNA 2012, según tramo etario.

Tramo Etario	Muestra EANNA 2012	
	Objetivo (n_{obj})	A seleccionar (n_{sel})
5 a 8 años	1.000	1.150
9 a 11 años	2.000	2.300
12 a 14 años	3.500	4.025
15 a 17 años	3.500	4.025
Total	10.000	11.500

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

4. Selección de hogares con NNA

4.1. Selección inicial de NNA en la muestra

La encuesta Casen 2011 registra la edad de cada miembro del hogar a partir de la pregunta h3: "¿Qué edad tiene [NOMBRE]?". Para la EANNA, se agregó al cuestionario Casen 2011 la pregunta h4: "¿Me puede indicar el mes y año de nacimiento de las personas de 0 a 18 años?". El objetivo de la pregunta h4 era identificar en forma más precisa los miembros del hogar elegibles para la selección de la muestra de la EANNA, en atención a la definición operacional de la población objetivo de la encuesta⁴⁵.

El Cuadro IV.4 muestra la distribución de las 19 mil personas entre 5 y 17 años identificados en la primera submuestra de Casen 2011. Los datos en el panel superior muestran la distribución de los casos cuando se utiliza la edad directamente reportada al momento de la entrevista Casen 2011 ("edad reportada"). Los datos en el panel inferior muestran la distribución de los casos cuando se estima la edad a marzo de 2012 utilizando el reporte del año y mes de nacimiento reportada al momento de la entrevista Casen 2011 ("edad estimada").

⁴⁵ La población objetivo de la encuesta son los niños, niñas y adolescentes. La población a encuestar corresponde a las personas que tendrán entre 5 y 17 años cumplidos al mes de marzo de 2012. Ver definiciones en sección IV.1.

Cuadro IV.4: Total de casos y porcentaje de personas entre 5 y 17 años, según edad reportada y edad estimada, por tramo etario y zona del país (casos muestrales).

	5-8 años	9-11 años	12-14 años	15-17 años	Total
<i>Edad Reportada (Oct 2011)</i>					
Norte	1.521	1.175	1.163	1.277	5.136
Centro	1.657	1.329	1.499	1.642	6.127
Sur	1.493	1.238	1.324	1.494	5.549
Metro	646	527	572	611	2.356
País	5.317	4.269	4.558	5.024	19.168
<i>Edad Estimada (Mar 2012)</i>					
Norte	1.544	1.136	1.140	1.287	5.107
Centro	1.625	1.344	1.462	1.644	6.075
Sur	1.482	1.234	1.323	1.485	5.524
Metro	642	513	581	596	2.332
País	5.293	4.227	4.506	5.012	19.038

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

La estrategia de selección planificada requería que el contratista a cargo del trabajo de campo Casen y la EANNA siguiera los siguientes pasos:

1. ordenar la lista de NNA elegibles en cuatro grupos etarios utilizando la "edad estimada" a marzo del 2012;
2. ordenar, al interior de cada grupo etario, el listado de los NNA elegibles según las siguientes variables geográficas: macrozona, región, provincia, comuna, área, identificación del conglomerado, número de orden de la vivienda, número de orden del hogar y número orden del niño dentro del hogar;
3. seleccionar en forma sistemática 1.150, 2.300, 4.025 y 4.025 NNA en los estratos etarios 5-9 años, 9-11 años, 12-14 años y 15-17 años respectivamente, según especificaciones en el Cuadro IV.3.

Al momento de implementar la selección de la muestra, sin embargo, el contratista utilizó por error la "edad reportada" en lugar de la "edad estimada" a marzo de 2012 para la conformación de los cuatro estratos de muestreo y la identificación de los NNA elegibles para la encuesta. El error quedó de manifiesto durante la segunda semana del trabajo de campo, a medida que las encuestadoras comenzaron a reportar un número inusualmente alto de NNA que, al ser contactados, reportaban estar fuera del rango etario elegible (ej. mayores de 17 años y menores de 5 años) o reportaban edad en un rango etario distinto al esperado (ej. un niño seleccionado para entrevista en el rango 5-8 años que reportaba tener 9 años).

Al utilizar la "edad reportada" en vez de la "edad estimada", se generan dos tipos de errores: falsos positivos y falsos negativos. Los falsos positivos se traducen en pérdida de eficiencia en la gestión del trabajo de campo, ya que se entrega a los encuestadores direcciones donde se espera encontrar NNA en la edad elegible para la encuesta y cuando se logra verificar la edad de los seleccionados estos se encuentran fuera del rango de referencia. Esto produce pérdidas de tiempo y recursos. Los falsos negativos generan un problema distinto, y que puede llegar a ser más grave, ya que implica que casos genuinamente elegibles no tuvieron chance de ser seleccionados en la muestra, ya que por error se les clasificó como no elegibles.

El Cuadro IV.5 muestra, para cada grupo etario y edad, la distribución de la muestra seleccionada según la "edad reportada" (columna 1), la distribución de

una simulación de una muestra seleccionada utilizando la "edad estimada" (columna 2), y la diferencia entre las muestras seleccionadas con las dos variables de edad (columna 3). También se puede observar que la muestra seleccionada originalmente tenía aproximadamente un 12% de los casos fuera del rango elegible para la investigación: 465 personas mayores de 17 años y 4 NNA menores de 5 años.

La muestra de la EANNA cuenta con una sobredimensión de aproximadamente 1.500 casos para compensar posibles pérdidas asociadas a fallas de elegibilidad, no contacto y rechazo de los casos seleccionados en la muestra. Con cerca de 500 casos identificados como no elegibles por error en la conformación de los estratos de selección de la muestra, el conjunto de casos disponibles para reemplazar las pérdidas "naturales" del proceso de encuestaje se reduce en forma sustantiva. El Cuadro IV.5 evidencia que el grupo etario con más casos no elegibles corresponde al tramo de 12-14 años (243 casos), seguido por el de 9-11 años (167 casos) y finalmente por el de 5-8 años (94 casos).

4.2. Corrección de la selección de la muestra

Como medida de mitigación a las diferencias reportadas, el contratista a cargo del trabajo de campo de la encuesta Casen y la EANNA optó por corregir los errores de selección descritos en la sección anterior, a través de una estrategia que eliminó a los no elegibles y aumentó la selección en aquellos tramos etarios con mayores déficits. El proceso de corrección implementado incluyó cinco pasos⁴⁶:

- **Paso 1:** Construir el peso en cada categoría etaria al interior del nuevo tramo etario, de acuerdo al total de NNA que contiene cada uno. Por ejemplo, el peso de la categoría etaria "5 años" se calculó como el cociente entre el total de NNA con categoría etaria "5 años", sobre el total de niños(as) con tramo etario "5-8 años".
- **Paso 2:** De acuerdo al peso obtenido en el paso 1 para cada categoría etaria, se estimó el total de NNA, que se debía haber seleccionado si se hubiera utilizado la "edad estimada" en vez de la "edad reportada" como variable de estratificación.
- **Paso 3:** Se calculó el déficit/superávit de NNA, según edad, en cada tramo etario, de acuerdo al total de NNA seleccionados originalmente y re-categorizado ("Selección Original post corrección") con respecto al total de NNA que debía haber sido seleccionado ("Propuesta Nueva selección").
- **Paso 4:** Para cada categoría etaria se definió la forma de corrección de la selección mediante el siguiente criterio: cuando el sentido de la diferencia de NNA (déficit o superávit) era el mismo en la categoría etaria y el tramo etario, se realizó alguna corrección. Por ejemplo, si en el tramo etario existía un déficit, entonces en todas las categorías etarias en donde exista déficit se seleccionaron casos adicionales en la muestra para cubrir

⁴⁶ Para facilitar la descripción del procedimiento de corrección implementado, resulta útil distinguir entre el concepto de "tramo etario", que consiste en un grupo de edades, y el concepto de "categoría etaria", que hace referencia a una edad en particular. Por ejemplo, el *tramo etario* "5-8 años" hace referencia a cuatro *categorías etarias*: "5 años", "6 años", "7 años" y "8 años".

el déficit existente.

- Paso 5: En cada categoría de edad que se determinó corregir en el paso 4 se definió el total de NNA a seleccionar para incorporar a la muestra (en caso de déficit) o extraer de ésta (en caso de superávit). Esto se realizó de forma proporcional al tamaño de acuerdo al total de NNA que concentraban las categorías etarias al interior de cada tramo etario (según la distribución etaria observada en la submuestra1 de Casen 2011).

La columna (4) del Cuadro IV.5 muestra la cantidad de casos eliminados (en valores negativos) y agregados (en valores positivos) a la muestra final de la EANNA siguiendo el procedimiento descrito. Los casos eliminados fueron seleccionados utilizando un muestreo aleatorio simple al interior de la categoría etaria bajo corrección. Los casos agregados fueron seleccionados utilizando un muestreo sistemático al interior de cada categoría etaria bajo corrección. Como se puede observar en la columna (4), las categorías etarias "6 años", "8 años", "10 años" y "16 años" no fueron modificadas.

El Cuadro IV.6 resume la distribución de la muestra de 11.500 NNA seleccionados originalmente (en base a la "edad reportada") y la distribución final de la muestra corregida (en base a la "edad estimada") según macrozona y tramo etario.

La implementación de la corrección de la muestra originalmente seleccionada no sólo tiene impacto en la operación del trabajo de campo, sino que también afecta el cálculo de las probabilidades de selección de los elementos en la muestra. La sección V.3.2 describe la forma en que se debió adaptar la forma de cálculo de las probabilidades de selección de los NNA en la muestra de la EANNA, con el objeto de incorporar este ajuste.

Cuadro IV.5: Corrección de selección original de la muestra de la EANNA, según edad estimada.

Edad	Muestra inicial, según "edad estimada" (1)	Propuesta de corrección (2)	Diferencia entre (1) y (2) (3)	Corrección a aplicar (4)	Muestra final, corregida (5)
4 años	4	0	-4	-4	
Total	4	0	-4	-4	0
5 años	180	280	100	72	252
6 años	299	291	-8		299
7 años	253	284	31	22	275
8 años	324	295	-29		324
Total	1.056	1.150	94	94	1.150
9 años	569	746	177	153	722
10 años	769	743	-26		769
11 años	796	811	15	13	809
Total	2.134	2.300	166	166	2.300
12 años	1.121	1.313	192	192	1.313
13 años	1.345	1.370	25	25	1.370
14 años	1.315	1.342	27	27	1.342
Total	3.781	4.025	244	244	4.025
15 años	1.365	1.326	-39	-26	1.339
16 años	1.281	1.298	17		1.281
17 años	1.414	1.401	-13	-9	1.405
Total	4.060	4.025	-35	-35	4.025
18 años	453	0	-453	-453	
19 años	12	0	-12	-12	
Total	465	0	-465	-465	0
Todos	11.500	11.500			11.500

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro IV.6: Total de personas entre 5 y 17 años seleccionadas en la muestra de la EANNA, según tipo de edad, tramo etario y macrozona (casos muestrales).

Tipo de Edad Macrozona	Tramo Etario				Total
	5-8 años	9-11 años	12-14 años	15-17 años	
<i>Edad Reportada (Oct 2011)</i>					
Norte	329	634	1.028	1.024	3.015
Centro	358	716	1.323	1.315	3.712
Sur	323	667	1.169	1.197	3.356
Metro	140	283	505	489	1.417
País	1.150	2.300	4.025	4.025	11.500
<i>Edad Estimada (Mar 2012)</i>					
Norte	334	625	1.020	1.034	3.013
Centro	353	722	1.301	1.320	3.696
Sur	325	667	1.186	1.187	3.365
Metro	137	285	516	483	1.421
País	1.149*	2.299*	4.023*	4.024*	11.495*

Nota: (*) Total de casos discrepan entre los paneles superior e inferior ya que 5 casos debieron ser descartados, al seleccionarse NNA en viviendas no elegibles.

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

V. Desarrollo de Factores de Expansión

En el caso de encuestas cuyas unidades de observación son seleccionadas mediante un muestreo aleatorio simple, cada unidad incluida en la muestra tiene igual probabilidad de participar, y por tanto cada una de ellas representa en la misma proporción a la totalidad de la población. Sin embargo, en encuestas donde el diseño muestral es complejo (ej. estratificado, multietápico, bifásico), la probabilidad de inclusión de cada unidad de observación es disímil según su procedencia, en cuanto al estrato y a la unidad de muestreo, por tanto el número de unidades que representan en la población es distinto.

Para la EANNA 2012 se implementó una metodología de cálculo de los factores de expansión considerando el diseño muestral bifásico⁴⁷. En este capítulo se describe paso a paso la metodología de cálculo de los factores de expansión de la EANNA⁴⁸. A lo largo del texto se utilizan indistintamente los términos “factores de expansión” y “ponderadores”.

1. Visión general

La EANNA posee un diseño muestral constituido por dos fases. En la primera fase se seleccionaron viviendas según el diseño muestral probabilístico, multi-etápico y estratificado geográficamente de la encuesta Casen 2011. En la segunda fase se seleccionaron NNA según el diseño muestral probabilístico y estratificado de la EANNA 2012. En atención al muestreo bifásico, por lo tanto, se hace necesario recuperar las probabilidades de selección calculadas en la encuesta Casen 2011 (primera submuestra) para el cálculo de los factores de expansión de la EANNA. El diagrama de flujo en la Figura V.1, por otra parte, ilustra los pasos y los insumos involucrados en la metodología de cálculo de los factores. Como se puede observar, el cálculo el factor de expansión de NNA consta del desarrollo de tres ponderadores: (1) un ponderador que refleje el submuestreo de NNA elegibles desde Casen 2011; (2) un ponderador que ajuste por el hecho de que algunos NNA seleccionados no participaron en la encuesta; y (3) un ponderador que ajuste las estimaciones de la encuesta a las proyecciones de población de NNA de 5-17 años a marzo de 2012.

El primer ponderador, “Ponderador de Selección de NNA” (w_{hijk}^{SEL}), tiene dos grandes componentes:

- el inverso de la probabilidad de selección, ajustada por no respuesta, de las viviendas con NNA en edad elegible entrevistadas en la primera submuestra de Casen 2011; y
- el inverso de la probabilidad de selección del NNA para la muestra de la EANNA, según la edad cumplida al mes de marzo de 2012.

El ponderador de selección puede ser interpretado como el número de personas, en la población de personas de 5 a 17 años, que representa el NNA seleccionado en la muestra de la EANNA. Acá es importante notar que, a diferencia de los

⁴⁷ La metodología de desarrollo de factores de expansión EANNA es consistente con la metodología utilizada para los factores Casen 2011, ya se contó con la asesoría del experto internacional Dr. Richard Valliant en ambas encuestas.

⁴⁸ Una excelente referencia para aprender acerca del desarrollo de factores de expansión para encuestas de diseño muestral complejo es el libro “Practical Tools for Designing and Weighting Survey Samples” de Valliant *et al.* (2013). El texto profundiza en aspectos teóricos y prácticos desde el proceso de diseño muestral hasta la construcción de los factores de expansión. Ejercicios prácticos están disponibles en el software de libre acceso R (www.r-project.org).

ponderadores de personas desarrollados en Casen, el diseño muestral de la EANNA hace que NNA que residen en una misma vivienda puedan tener distintos ponderadores, en atención a su edad a marzo de 2012. Ver detalles del procedimiento de cálculo del ponderador de selección en la sección V.3.

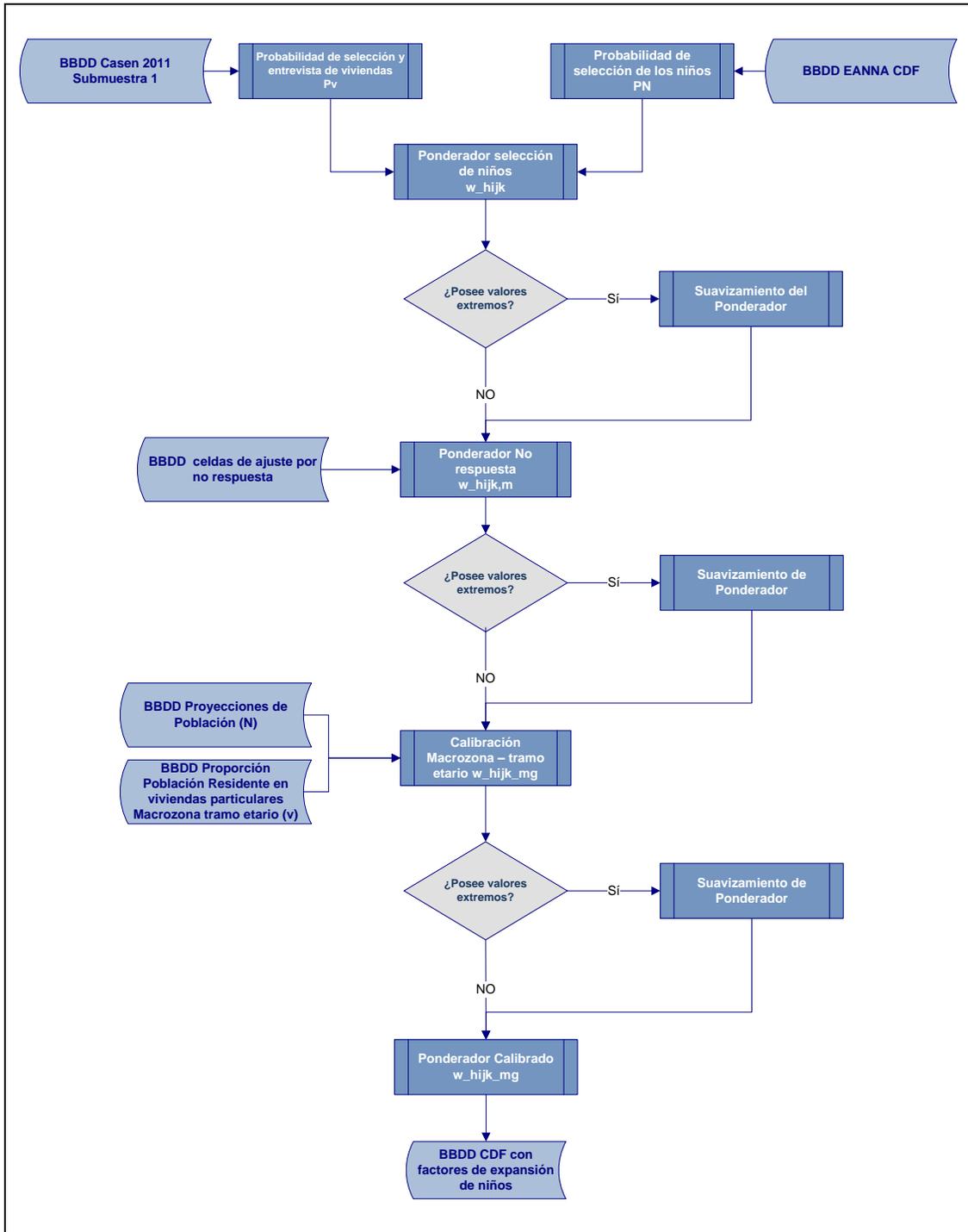
El segundo ponderador, "Ponderador de No Respuesta" (w_{hijk}^{NR}), se desarrolla con el objetivo de reducir el sesgo asociado a la falla en lograr la participación de parte de los NNA seleccionados en la muestra. Como se explican en la sección V.4, el Ponderador de No Respuesta corresponde al producto entre el ponderador de selección y el ajuste de no respuesta.

Finalmente, el "Ponderador de Calibración" (w_{hijk}^{CAL}) se construye con el objetivo de hacer conformar las estimaciones de la muestra de la EANNA con totales poblacionales externos para la población de 5 a 17 años de edad. Este ponderador se desarrolla a partir del producto entre el ponderador de no respuesta y el factor de ajuste a la proyección de población entre 5 y 17 años. La sección V.5 presenta detalles acerca de las proyecciones utilizadas y la forma de cálculo del ponderador de calibración para la EANNA.

El proceso de construcción de los factores de expansión de la EANNA sigue, en general, los mismos criterios utilizados en el desarrollo de los factores de expansión Casen 2011⁴⁹. La EANNA, sin embargo, es una submuestra de la Casen 2011 y por lo tanto agrega una etapa adicional de selección, situación que aumenta el riesgo de desarrollo de valores extremos (*outliers*) en los factores de expansión. Para reducir el riesgo de la creación de *outliers* se optó por implementar una metodología de suavizamiento (o truncamiento) de los factores de expansión con valores extremos. La implementación del procedimiento de truncamiento se evaluó en cada una de las etapas de desarrollo de los factores de expansión. La sección V.2 presenta una visión general de la metodología implementada. Los resultados de la evaluación y la aplicación del suavizamiento se discuten en las secciones asociadas a cada etapa de desarrollo de los ponderadores.

49 Para detalles respecto al proceso de desarrollo de los factores de expansión de Casen 2011 ver documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

Figura V.1: Diagrama de procesos del factor de expansión de la EANNA 2012.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

2. Suavizamiento de Factores de Expansión

Producto del diseño bifásico de la muestra EANNA - que implica la introducción de probabilidades de selección desiguales para NNA de distintas edades, una etapa adicional de reclutamiento de entrevista (sujeta a no respuesta) y el uso de totales poblacionales adicionales para calibración - los factores de expansión de EANNA 2012 poseen mayor dispersión que factores de expansión asociados a Casen 2011. El aumento en la variabilidad de los factores de expansión genera mayor varianza en las estimaciones y por consiguiente menor confiabilidad estadística para los análisis que se planea realizar a partir de la encuesta.

Como una forma de reducir el efecto no deseado de la mayor variabilidad de los factores, se optó por truncar los factores de expansión con valores extremos. Existen diferentes estrategias para ajustar los factores de expansión con valores extremos. A continuación se presenta una breve revisión de la literatura y luego una breve descripción del método empleado en el desarrollo de los factores de expansión EANNA.

2.1. Revisión de la literatura⁵⁰

Es importante notar que, aun cuando se utilicen estimadores insesgados bajo el paradigma del muestreo repetido (*design-based inference*), basta sólo un conjunto pequeño de ponderadores con valores extremos para producir estimaciones extremadamente grandes en una muestra en particular (tanto para las estimaciones puntuales como sus varianzas), tanto a nivel nacional como en dominios de interés. Para reducir los efectos negativos asociados a esta situación se han desarrollado métodos que permiten cortar (*trimming*) o truncar (*truncating*) los ponderadores con valores extremos, lo que permite reducir tanto las estimaciones de los totales demasiado grandes como la variabilidad asociada a dichos ponderadores.

Los métodos de corte/truncamiento permiten reducir la varianza, pero a expensas de la introducción de sesgo. Si la reducción de la varianza es mayor que el aumento del cuadrado del sesgo, entonces el resultado neto es una reducción en el error cuadrático medio (*mean square error, MSE*) del estimador. En la literatura existen dos enfoques para ajustar los ponderadores con valores extremos: el que sigue el paradigma de inferencia basada en el diseño (*design-based inference*), y el que sigue el paradigma de la inferencia basada en modelos (*model-based inference*). Ambos enfoques tienen como objetivo la reducción del error cuadrático medio.

Las referencias más citadas bajo el paradigma basado en el diseño son los trabajos de Potter (1988, 1990); Griffin (1995); Pedlow *et al.* (2003); Liu *et al.* (2004); Chowdhury *et al.* (2007); y Reynolds y Curtin (2009). Todos los métodos basados en el diseño consisten en establecer un punto de corte para los ponderadores grandes, reducir los ponderadores que son más grandes que el punto de corte hasta el valor del punto de corte, y luego "redistribuir" los ponderadores sobre el punto de corte entre los casos no truncados. Esto asegura que los ponderadores antes y después del truncamiento sumen al mismo total poblacional (Kalton y Flores-Cervantes, 2003).

⁵⁰ El contenido de esta sección tiene extractos de Henry (2011). Traducción e interpretación de Carolina Casas-Cordero, Ph. D.

Los distintos métodos que ajustan los ponderadores varían principalmente en la forma en que se selecciona el punto de corte. Se distinguen tres enfoques generales: (1) métodos ad-hoc que no utilizan las variables de la encuesta, o algún modelo explícito para los ponderadores, para determinar el punto de corte (ej. truncar los ponderadores que exceden cinco veces la mediana de los ponderadores a este valor); (2) el método de Cox y McGrath (1981) que utiliza el valor empírico del error cuadrático medio de un estimador en particular y la variable de interés; y (3) métodos que asumen que la cola derecha de la distribución de los ponderadores sigue una distribución paramétrica asimétrica, y luego usan el punto de corte asociado a una probabilidad pequeña arbitraria obtenida de la distribución empírica (Chowdhury *et al.* 2007; Potter 1988).

Entre los métodos que se basan en modelos, por otra parte, se pueden distinguir dos tipos: (4) método de combinación de ponderadores (*weight pooling*), y (5) métodos de suavizamiento de ponderadores (*weight smoothing*). Aunque los dos métodos usan modelos que parecen similares, la combinación de ponderadores corresponde a la extensión Bayesiana de los métodos de corte de ponderadores (*model-based trimming*), mientras que el suavizamiento de ponderadores corresponde a la extensión Bayesiana del suavizamiento clásico con efectos aleatorios (*classical random effect smoothing*).

En los métodos que combinan ponderadores los casos se agrupan en estratos, algunos casos se colapsan en grupos, y el ponderador del grupo reemplaza el ponderador original. En los métodos que suavizan ponderadores, un modelo que trata las medias de los grupos como efectos aleatorios suaviza los valores de las respuestas a la encuesta. Bajo este enfoque, la influencia de los ponderadores grandes en la estimación de la media y su varianza se reduce si el modelo de suavizamiento es correcto. En ambos modelos se utilizan modelos Bayesianos para promediar las medias a lo largo de todos los puntos de corte posibles, los cuales se obtienen variando los puntos de corte de suavizamiento. Ambos enfoques pueden producir ponderadores que dependen de una variables objetivo de la encuesta (y).

Los métodos presentados hasta aquí utilizan distintas estrategias para ajustar los ponderadores. Otra forma de tratar el problema de los ponderadores con valores extremos consiste en desarrollar estimadores que corrijan el efecto de los valores extremos sin necesidad de ajustar los ponderadores en forma directa. Los métodos de cerchas penalizadas (*penalized p-spline*) son ejemplos de esta clase de estimadores (ver aplicaciones en Zheng y Little 2003, 2005; Breidt *et al.* 2005). Los estimadores *p-spline* corresponden a un caso específico de la clase de estimadores de predicción robustos (*model-prediction approach*) definidos en Valliant *et al.* (2000).

2.2. Metodología de truncamiento de los factores de expansión EANNA

En atención a la variabilidad observada de los ponderadores de la muestra de la EANNA se siguió la recomendación del experto internacional y se implementó una estrategia de truncamiento de los ponderadores con valores extremos. La metodología desarrollada para laEANNA combina elementos de los métodos ad-hoc (1) y Cox y McGrath (2), desarrollados bajo el paradigma de inferencia basado en el diseño.

El método de Cox y McGrath determina el error cuadrático medio (MSE) en distintos niveles de corte $t = 1, \dots, T$ bajo el supuesto de que la verdadera media poblacional viene dada por el estimador ponderado: $\widehat{MSE}_t = (\hat{\theta}_t - \hat{\theta}_T)^2 + \hat{V}(\hat{\theta}_t)$, donde $t = 1$ corresponde a los datos sin ponderar y $t = T$ corresponde a los datos ponderados, y $\hat{\theta}_t$ es el valor del estadístico utilizando los ponderadores truncados al nivel t . El punto de corte viene dado, por lo tanto, por el nivel c que minimiza \widehat{MSE}_t sobre t ⁵¹.

El procedimiento de desarrollo de los factores de expansión de la EANNA tiene tres grandes etapas: (1) ponderador de selección, (2) ponderador de no respuesta y (3) ponderador de calibración. Para facilitar la descripción de los procedimientos, resulta útil definir la nomenclatura que se va a utilizar en este capítulo. Sea $\varepsilon_{hijk,l}$ el ponderador, en cualquiera de sus etapas de construcción, asociado al niño k , en la vivienda j , conglomerado i y estrato h de Casen 2011, mientras que l indica las celdas de ajuste determinadas por la combinación de tramo etario y macrozona. Y sea $\varepsilon'_{hijk,l}$ el mismo ponderador, después de aplicado el procedimiento de "truncamiento y redistribución" de factores de expansión.

El procedimiento de truncamiento de los factores de expansión se aplicó al término de cada una de las tres grandes etapas de cálculo de los factores (ver Figura V.1). En términos generales, el procedimiento de truncamiento de los factores de expansión se implementó en cuatro pasos.

Paso 1: Evaluar la existencia de valores extremos en la distribución del factor de expansión.

El primer paso consiste en identificar la existencia de valores extremos en el ponderador. Se utilizaron dos estrategias para conseguir este objetivo. La primera estrategia consistió en identificar *discontinuidades en la distribución* del ponderador. Para ello, se procedió a ordenar el ponderador ($\varepsilon_{hijk,l}$) de forma decreciente (de mayor a menor valor). Una vez ordenada la serie de datos se identifican, a través de inspección visual de los datos, los valores del ponderador a partir del cual se producen cambios sustanciales (*i.e.* "saltos" o discontinuidades).

La segunda estrategia consistió en identificar ponderadores considerados "extremos" según alguna *medida de distancia* arbitraria. Para estos efectos, se definió la siguiente medida de distancia entre el ponderador promedio y el ponderador bajo evaluación en el estrato l :

$$T_{hijk,l} = \frac{\bar{\varepsilon}_l}{\varepsilon_{hijk,l}} \quad (V.1)$$

Para identificar los ponderadores con valores extremos, se debe definir un umbral, o punto de corte, que se considere "extremo", de manera tal que los valores de $T_{hijk,l}$ que superen dicho umbral sean considerados como "valores extremos". Se optó por definir tres puntos de corte⁵²:

⁵¹ En su revisión de la literatura, Potter (1988) denomina a este método "truncamiento por error cuadrático medio estimado" (*estimated mean squared error trimming*).

⁵² Si la razón $R_{hijl} \geq c_1$ significa que el ponderador ε_{hijl} es por lo menos 5 veces más grande que el ponderador promedio en el estrato l , por lo tanto, este caso es un candidato a truncar.

$$c_p \begin{cases} c_1 = \frac{1}{5} = 0,200 \\ c_2 = \frac{1}{8} = 0,125 \\ c_3 = \frac{1}{10} = 0,100 \end{cases} \quad (V.2)$$

Paso 2: Truncar los valores extremos identificados

Una vez identificado el punto de corte a utilizar, y los valores extremos asociados, se procede a truncar el vector original de ponderadores $\varepsilon_{hijk,l}$ mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon'_{hijk,l} = \begin{cases} \varepsilon_{hijk,l} \text{ si } T_{hijk,l} < c_p \\ \bar{\varepsilon}_l c_p^{-1} \text{ si } T_{hijk,l} \geq c_p \end{cases} \quad (V.3)$$

donde c_p corresponde al punto de corte bajo evaluación y $\varepsilon'_{hijk,l}$ corresponde al factor de expansión truncado. El procedimiento hasta aquí descrito da origen a un nuevo vector de ponderadores sesgado "hacia abajo", ya que se cortan (truncan) exclusivamente los valores más altos de los ponderadores, en consecuencia, la suma del nuevo ponderador subestima la población objetivo. Para corregir este problema, el siguiente paso consiste en "redistribuir" los ponderadores sobre el punto de corte entre los casos no truncados. Esto asegura que los ponderadores antes y después del truncamiento sumen al mismo total poblacional (Kalton y Flores-Cervantes, 2003). La expresión abajo representa la forma del vector de ponderadores "truncado y redistribuido" $\varepsilon''_{hijk,l}$:

$$\varepsilon''_{hijk,l} = \begin{cases} \varepsilon_{hijk,l} \cdot \frac{\left(\sum_{l \in g} \xi_{hijk,l} - \sum_{l \in g} \xi'_{hijk,l} \right)}{\sum_{l \in g \cap w_{hijk,l} < c} \xi'_{hijk,l}} & T_{hijk,l} < c_p \\ \bar{\varepsilon}_l c_p^{-1} & T_{hijk,l} \geq c_p \end{cases} \quad (V.4)$$

donde g corresponde al grupo etario al que pertenecen los NNA seleccionados en la muestra y Q corresponde al total de ponderadores que se va a truncar.

Paso 3: Estimar el error cuadrático medio para cada punto de corte bajo evaluación.

El error cuadrático medio (MSE) está asociado a una variable en particular, por lo tanto, se requiere la definición de la(s) variable(s) objetivo de la investigación para desarrollar este paso. Dado que el objetivo principal de la EANNA es la estimación del porcentaje de NNA en

trabajo infantil, se optó por utilizar un indicador del porcentaje de NNA ocupados en actividades económicas (\hat{P})⁵³.

Una vez definida la variable objetivo, se procedió a calcular estimadores del cuadrado del sesgo, la varianza y el error cuadrático medio de la variable objetivo utilizando cuatro vectores de ponderadores: el ponderador sin truncar y los ponderadores truncados en los puntos de corte c_1 , c_2 y c_3 .

La ecuación (V.5) se utilizó para producir una estimación del sesgo, donde \hat{P} es la estimación de la proporción de NNA en actividades económicas, estimada con ponderador sin truncar, y por lo tanto corresponde al estimador insesgado⁵⁴; el subíndice c_p indica el punto de corte bajo el cual se realizó en truncamiento de los ponderadores; y \hat{P}_{c_p} es la estimación de la proporción de NNA que realiza al menos un oficio, estimada con ponderador truncado en el punto de corte c_p , es decir, el estimador sesgado bajo evaluación.

$$Sesgo(\hat{P}_{c_p}) = \hat{P} - \hat{P}_{c_p} \quad (V.5)$$

La varianza del estimador sesgado $Var(\hat{P}_{c_p})$ se estimó incorporando la información de estratos y conglomerados que identifican el diseño muestral complejo de la EANNA 2012. La estimación del error cuadrático medio de \hat{P}_{c_p} viene dado por la siguiente fórmula:

$$MSE(\hat{P}_{c_p}) = Var(\hat{P}_{c_p}) + (Sesgo(\hat{P}_{c_p}))^2 \quad (V.6)$$

Paso 4: Identificar el punto de corte que minimiza el $MSE(\hat{P}_{c_p})$

El último paso consiste en comparar los resultados del $MSE(\hat{P}_{c_p})$ asociado a cada uno de los tres puntos de corte. El vector de ponderadores que general el menor valor del $MSE(\hat{P}_{c_p})$ será utilizado como el factor de base para el cálculo de la siguiente etapa del factor de expansión.

Paso 5: Evaluar la cantidad de casos a truncar

En casos excepcionales, los criterios establecidos en los Pasos 1-4 pueden llevar a identificar muchos casos como potenciales candidatos para truncamiento, lo cual no es deseable. Siguiendo un criterio conservador, se optó por poner un límite de 3% a la cantidad de casos a truncar en cada etapa de implementación del procedimiento. Esto quiere decir que el máximo número de ponderadores a truncar, en cada etapa de desarrollo de los ponderadores, es de 345 casos.

⁵³ Para estos efectos, se utilizó como indicador las respuestas entregadas a las preguntas a19 y a20, mediante la codificación de los oficios CIUU Rev3.

⁵⁴ Esto ya que la estimación fue obtenida con el ponderador que posee las características propias del diseño y las probabilidades asociadas a la selección de los menores.

3. Ponderador de selección

Los NNA entrevistados en la EANNA son un subconjunto de los niños (as) identificados como residentes de las viviendas entrevistadas durante el proceso de encuestaje Casen 2011. Como consecuencia, la construcción del ponderador de selección de los NNA en la muestra de la EANNA requiere como insumo los factores de expansión que dan cuenta de la *probabilidad de ser entrevistado* de las viviendas seleccionadas en la muestra Casen 2011. En la sección V.3.1 se presentan las características de este ponderador. La sección V.3.2 describe, por otra parte, las características del ponderador asociado a la probabilidad (condicional) de selección de los NNA en la muestra de la EANNA.

3.1. Probabilidades de selección y entrevista de las viviendas (P^V) en la primera submuestra de la encuesta Casen 2011

La muestra Casen 2011 se recolectó sobre la base de dos submuestras independientes que comparten el mismo diseño muestral. La primera submuestra (n=27.770 hogares), se levantó por 5 semanas entre el 17 de octubre y el 22 de noviembre de 2011. La segunda submuestra (n=59.084 hogares), se levantó durante 8 semanas desde el 22 de noviembre de 2011 hasta el 22 de enero de 2012. La muestra de la EANNA se seleccionó a partir de una selección de casos de la primera submuestra.

El diseño muestral para las dos submuestras Casen 2011 se puede caracterizar como probabilístico y estratificado, según área geográfica y por tamaño poblacional, tanto en el área urbana como rural. La selección de la muestra se realizó en dos etapas (muestreo bietápico) en las áreas rurales y en tres etapas (muestreo trietápico) en las áreas urbanas. Las unidades primarias de muestreo (manzanas y secciones) se seleccionaron con probabilidad proporcional al tamaño (en cuanto al número total de viviendas), mientras que las unidades secundarias de muestreo (viviendas) se seleccionan con igual probabilidad al interior de cada unidad primaria de muestreo. Los factores de expansión de la encuesta Casen 2011 fueron construidos de manera de reflejar estas distintas probabilidades de selección, los ajustes por no respuesta de las viviendas seleccionadas, y los ajustes que permitan que los casos de la muestra reflejen las proyecciones para la *población de personas* en cada área geográfica del país⁵⁵.

Para la construcción de los factores de la EANNA, sin embargo, se requiere extraer del factor Casen 2011 aquella parte que permite hacer inferencia al total de la *población de viviendas* del país. Según las estadísticas del Censo de Población y Vivienda de 2002, el total de la población de viviendas ascendía a 4.597.102 viviendas particulares⁵⁶. El ponderador de selección corregido por no respuesta de Casen 2011, w_{hij}^{NR} , sirve bien este propósito ya que expande a la población de viviendas estimadas hacia fines de 2011⁵⁷.

La expresión (V.7), extraída del documento "Diseño Muestral y Factores de Expansión de Casen 2011"⁵⁸, corresponde a la fórmula de cálculo del ponderador

⁵⁵ Ver pág. 54 del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

⁵⁶ Ver expresiones para el ponderador de no respuesta de Casen 2011 en las páginas 67-72 del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

⁵⁷ Es importante notar que el ponderador w_{hij}^{NR} es previo a la etapa de calibración (postestratificación) a las proyecciones de población.

⁵⁸ El documento Metodología del Diseño Muestral y Factores de Expansión de Casen 2011 presenta la metodología de cálculo de los factores de expansión de la muestra 2011 completa, es decir, primera y

de selección corregido por no respuesta asociado a la vivienda j del conglomerado i del estrato h de la primera submuestra de Casen 2011⁵⁹:

$$w_{hij}^{NR} = R_{g,R} \cdot w_{hij}^{sel} . \quad (V.7)$$

donde

- g : Subíndice que representa el grupo de ajuste de respuesta de la primera submuestra Casen 2011;
- w_{hij}^{sel} : Ponderador de selección de la vivienda j , conglomerado i , estrato h seleccionada en la primera submuestra de Casen 2011;
- $R_{g,R}$: Proporción de viviendas que responde, entre las viviendas elegibles, en la primera submuestra de Casen 2011.

La suma de los w_{hij}^{NR} corresponde a una estimación del stock de viviendas particulares del país, ajustado por el crecimiento en la población de viviendas entre la fecha del Censo 2002 y la fecha del levantamiento de la encuesta Casen 2011. Estimaciones en base a los factores de expansión w_{hij}^{NR} de la primera submuestra de Casen 2011 proyectan un total de 4.732.824 viviendas particulares hacia fines del año 2011.

Se tiene entonces que la probabilidad de seleccionar y entrevistar a la vivienda j del conglomerado i del estrato h de la primera submuestra de Casen 2011 viene dada por la expresión:

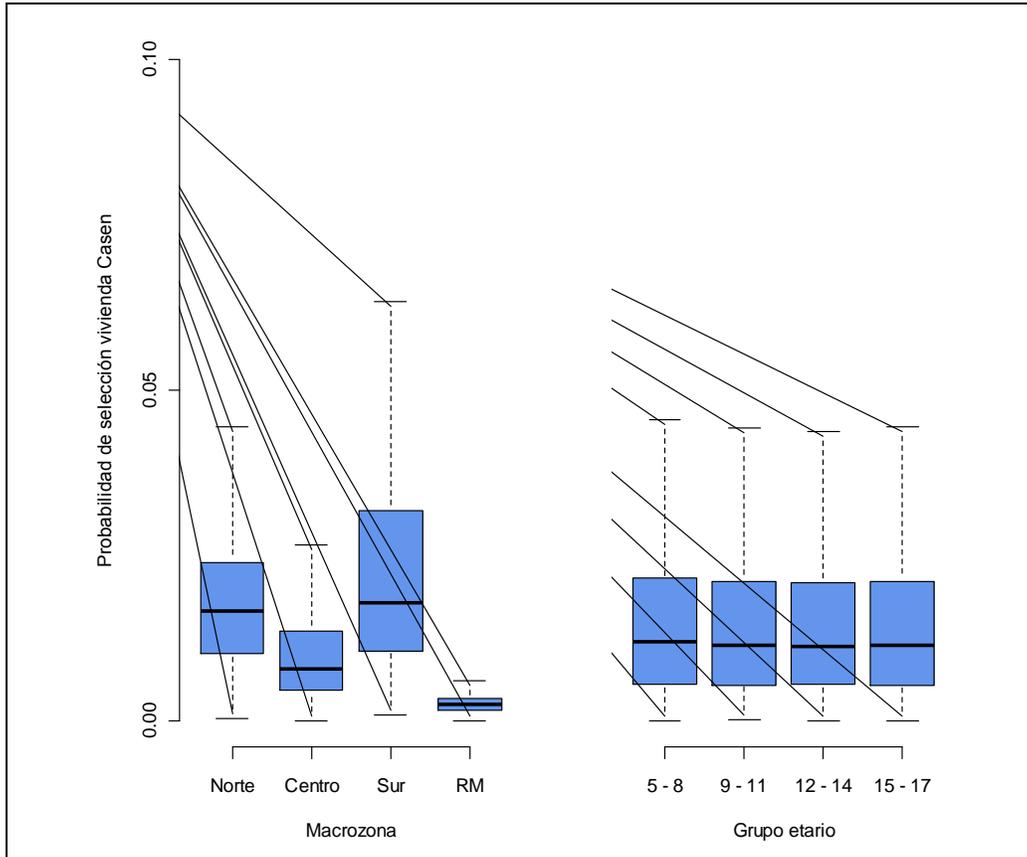
$$P_{hij}^V = \frac{1}{w_{hij}^{NR}} \quad (V.8)$$

Esta probabilidad corresponde, a la vez, a la probabilidad de selección de las viviendas en la muestra de la EANNA 2012 *previo* a la identificación de las viviendas con NNA elegibles para la entrevista. La distribución de las probabilidades P_{hij}^V se presenta en el Gráfico V.1 para hogares con NNA ($n=12.630$) y sin NNA ($n=15.140$) a través de las cuatro macrozonas en que se dividió el país. Se puede observar, la mediana de las probabilidades de selección de las viviendas u hogares en los cuales al menos un menor fue seleccionado en la EANNA, de acuerdo a la macrozona de residencia, aquellas asociadas a las regiones extremas del país, las cuales tienen menor población (tanto de viviendas como de personas), poseen mayor variabilidad. Las probabilidades de selección de vivienda en la macrozona metropolitana presentan, por otra parte, un mayor grado de dispersión (refleja por el mayor tamaño de la caja). Mientras que si se observa la dispersión e acuerdo al estrato de edad, ésta es bastante homogénea entre los grupos.

segunda submuestra combinadas. Los mismos procedimientos fueron aplicados en la construcción de los factores de expansión de la primera y segunda submuestra respectivamente. Para más información acerca de la construcción del ponderador corregido por no respuesta de Casen 2011 ver páginas 50-72 del documento referenciado.

⁵⁹ Ver expresiones para el ponderador de no respuesta de Casen 2011 en las páginas 67-72 del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

Gráfico V.1: Probabilidad de selección y entrevista de las viviendas en la primera submuestra de Casen 2011, según Macrozona y Tipo de Hogar.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

3.2. Probabilidades de selección de los niños (P^N)

El plan de muestreo de la EANNA requería la selección de los NNA a partir de cuatro grupos etarios (*estratos de selección*) definidos por la “edad estimada” a marzo de 2012. Como se explica en la sección IV.4, el contratista a cargo del trabajo de campo Casen-EANNA utilizó por error la “edad reportada” durante la entrevista Casen (pregunta h3) en vez de la “edad estimada” a marzo de 2012 (pregunta h4) para la conformación de los cuatro estratos de muestreo y la identificación de los NNA elegibles para la encuesta. Las estrategias implementadas para la corrección de la selección inicial de la muestra no sólo tuvieron impacto en la operación del trabajo de campo, sino que también afectó el cálculo de las probabilidades de selección de los NNA.

La expresión *inicial* para las probabilidades de selección de un niño a partir de la primera submuestra de Casen 2011, vienen dadas por la expresión:

$$f_g^1 = \begin{cases} \frac{n_{g1}}{N_g} & , \text{ si persona } \in \text{ edad elegible (5-17 años)} \\ 0 & , \text{ si persona } \notin \text{ edad elegible (5-17 años)} \end{cases} \quad (V.9)$$

Donde,

g : índice de los 4 tramos etarios, $g = 1, 2, 3, 4$, desarrollados en base a la "edad reportada" durante la entrevista Casen 2011.

N_g : número de NNA en la primera submuestra de Casen 2011 clasificados en el tramo etario g según "edad reportada"⁶⁰.

n_{g1} : número de NNA seleccionados inicialmente en el tramo etario g según "edad reportada"⁶¹.

La expresión (V.9) da origen a cuatro valores para la probabilidad de selección de los NNA. El Panel A del Gráfico V.2 ilustra la densidad de la distribución de probabilidad para cada uno de los cuatro tramos etarios. Se puede observar que las probabilidades de selección de los NNA en los tramos etarios de 12-14 años y 15-17 años son mayores que las probabilidades de los NNA en los tramos 9-11 años y 5-8 años.

La corrección de la selección de la muestra implicó desarrollar dos acciones:

1. Eliminar de la muestra a quienes eran *no elegibles* según la "edad estimada" a marzo de 2012;
2. Seleccionar una muestra adicional de NNA, para suplementar los déficits generados por la eliminación de los *no elegibles*.

La expresión *corregida* para las probabilidades de selección de un niño en la categoría etaria a del tramo etario g , vienen dadas por la expresión:

$$f_{ga}^2 = \begin{cases} f_g^1 + (1 - f_g^1) \cdot \left(\frac{n_{ga2}}{N_{ga} - n_{ga1}} \right) & , \text{ Si } a = 5, 7, 9, 11, 12, 13 \text{ y } 14 \\ f_g^1 \cdot \frac{n_{ga2}}{n_{ga1}} & , \text{ Si } a = 15 \text{ y } 17 \\ f_g^1 & , \text{ Si } a = 6, 8, 10 \text{ y } 16 \end{cases} \quad (\text{V.10})$$

donde,

a : índice de las 18 categorías de edad, $a = 5, \dots, 17$, desarrollados en base a la "edad estimada" a marzo de 2012.

n_{ga1} : número de NNA seleccionados inicialmente en la categoría de edad a del tramo etario g según "edad reportada"⁶².

n_{ga2} : número de NNA seleccionados en la categoría de edad a del tramo etario g para la selección final si es que hubo que seleccionar NNA adicionales para cubrir los déficits generados por la eliminación de casos *no elegibles* en ag ; o número de NNA "retenidos" en la categoría de edad a del tramo etario

⁶⁰ Notar que algunos de los NNA clasificados inicialmente en N_g utilizando "edad reportada" serán clasificados posteriormente como *no elegibles* en el estrato g al utilizar "edad estimada".

⁶¹ Notar que algunos de los NNA clasificados inicialmente en n_{g1} utilizando "edad reportada" serán clasificados posteriormente como *no elegibles* en el estrato g al utilizar "edad estimada".

⁶² Notar que algunos de los NNA clasificados inicialmente en n_{ga1} utilizando "edad reportada" serán clasificados posteriormente como *no elegibles* en el estrato g al utilizar "edad estimada".

g para la selección final si es que hubo solo que eliminar los casos seleccionados "en exceso" en la selección inicial en ag .

N_{ga} : número de NNA en la primera submuestra de Casen 2011 clasificados en la categoría de edad a del tramo etario g según "edad estimada" a marzo de 2012.

Como se puede observar a partir de las tres expresiones en (V.10), NNA de distintas categorías etarias a , en un mismo tramo etario g , pueden tener distintas probabilidades de selección ya que las probabilidades de selección iniciales por tramo etario (en V.9) fueron corregidas posteriormente de acuerdo a cada categoría de edad a . Una vez implementada la corrección de las probabilidades de selección, se produjeron cambios en 77% de los ponderadores de selección: 46% en los niños(as) de 5-8 años; 67% en los niños(as) de 9-11 años; 100% en los adolescentes de 12-14 años; y 68% en los adolescentes de 15-17 años. El panel B del Gráfico V.2 presenta la distribución de probabilidad *corregida* para cada uno de los cuatro tramos etarios. Como se observa en la gráfica, la distribución ya no es unimodal en cada tramo etario, sino que se observan entre dos y cuatro modas.

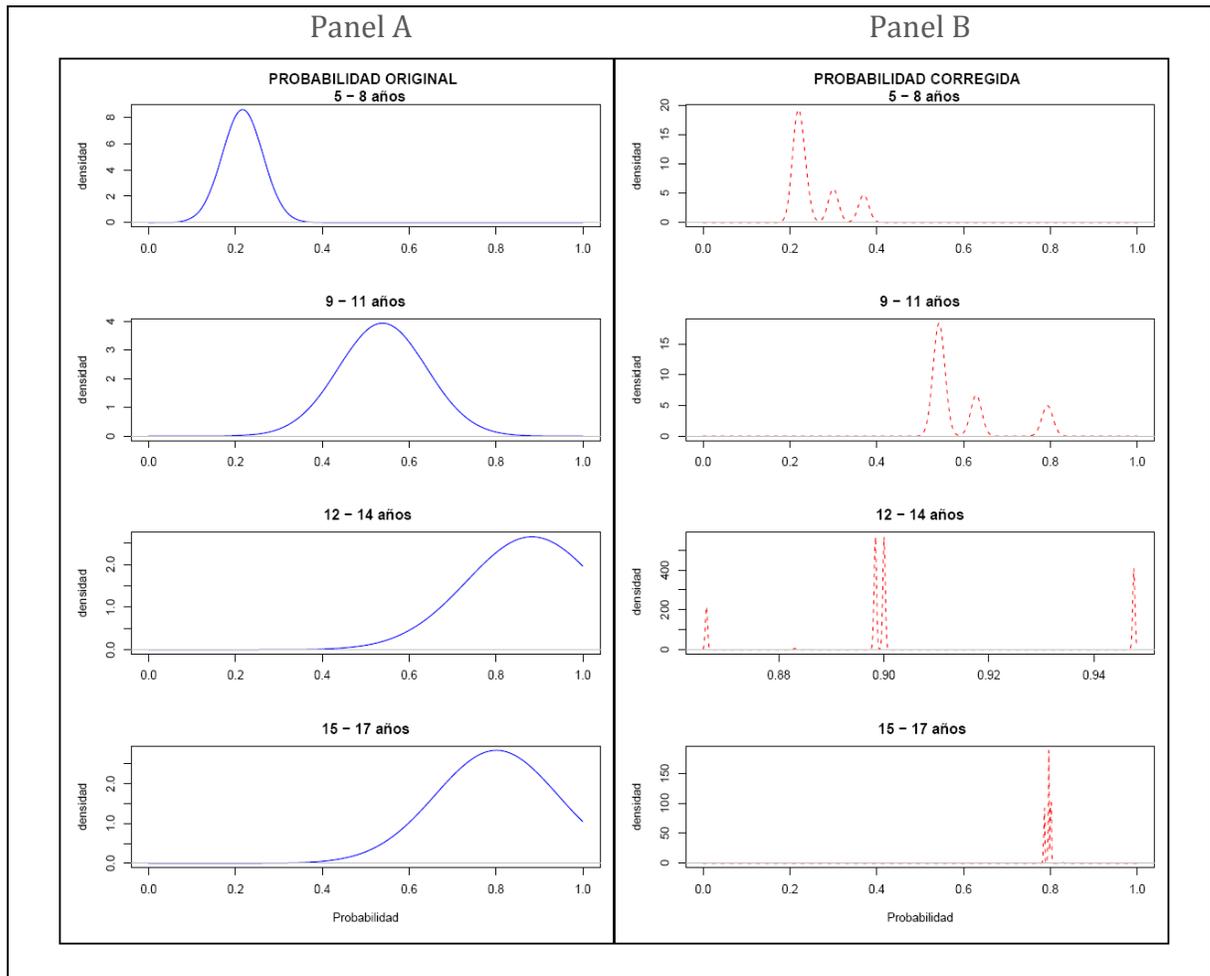
A pesar de que los cambios afectan a la mayoría de los casos en la muestra, la magnitud de los cambios no es importante. Las estadísticas descriptivas en los Cuadros V.1 y V.2 ilustran este punto. Los cuadros presentan estadísticas descriptivas del ponderador de selección de NNA, original y corregido, según tramo etario y macrozona respectivamente. Los tramos etarios en el Cuadro V.1 se conformaron en base a la "edad estimada" a marzo de 2012, de esta forma, un niño de 9 años según "edad estimada" a marzo de 2012, pero que inicialmente fue clasificado como de 8 años según "edad reportada", ve reflejada su probabilidad de selección inicial en el Cuadro V.1 en la fila etiquetada "9 a 11 años, Inicial" y su probabilidad de selección final en la fila etiquetada "9 a 11 años, Corregida".

Como se observa en la columna etiquetada "media" del Cuadro V.1, al aplicar la corrección a las probabilidades de selección, la probabilidad promedio aumenta en 2, 4 y 5 puntos porcentuales para los NNA en los primeros tres tramos etarios, mientras que la probabilidad promedio de selección se reduce en 0,01 punto para los NNA del tramo 15-17 años. Este resultado es consistente con los resultados del Cuadro IV.4, donde inicialmente existía un déficit en los tramos de menor edad y excesos de casos en el tramo más alto. Al ver los resultados por macrozonas, el en Cuadro V.2, se observa un incremento promedio en las probabilidades de selección de 2 puntos porcentuales en todas las macrozonas. También se observa, en ambos cuadros, casos de NNA con probabilidades de selección inicial igual a cero, pero con probabilidad corregida distinta de cero.

Se tiene entonces que la probabilidad de selección del niño k viene dada por la expresión:

$$P_k^N = f_{ga}^2 \quad (V.11)$$

Gráfico V.2: Distribución de las probabilidades de selección inicial (f_g^1) y corregida (f_{ga}^{2ga}) de los NNA, de acuerdo a Tramo Etario.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.1: Distribución de Probabilidad de selección inicial (f_g^1) y corregida (f_{ga}^2) de los NNA, según Tramo Etario.

Tramo Etario Ponderador	n	Mínimo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Máximo	Media
5 a 8 años											
Inicial	1.149	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,54	0,22
Corregido	1.149	0,11	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,30	0,30	0,54	0,24
9 a 11 años											
Inicial	2.301	0,22	0,22	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,88	0,51
Corregido	2.301	0,22	0,37	0,54	0,54	0,55	0,55	0,63	0,63	0,89	0,55
12 a 14 años											
Inicial	4.027	0,54	0,54	0,54	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,85
Corregido	4.027	0,60	0,79	0,79	0,90	0,90	0,90	0,95	0,95	0,95	0,90
15 a 17 años											
Inicial	4.018	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,88	0,88	0,88	0,81
Corregido	4.018	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,87	0,87	0,90	0,80

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.2: Distribución de Probabilidad de selección inicial (f_g^1) y corregida (f_{ga}^2) de los NNA, según Macrozona.

Macrozona Ponderador	n	Mínimo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Máximo	Media
Norte											
Inicial	3.013	0,00	0,22	0,22	0,54	0,80	0,88	0,88	0,88	0,88	0,70
Corregido	3.013	0,11	0,22	0,30	0,55	0,80	0,90	0,90	0,95	0,95	0,72
Centro											
Inicial	3.696	0,00	0,22	0,22	0,54	0,80	0,88	0,88	0,88	0,88	0,71
Corregido	3.696	0,11	0,22	0,37	0,63	0,80	0,90	0,90	0,95	0,95	0,73
Sur											
Inicial	3.365	0,00	0,22	0,22	0,54	0,80	0,88	0,88	0,88	0,88	0,71
Corregido	3.365	0,11	0,22	0,37	0,55	0,80	0,90	0,90	0,95	0,95	0,73
Metro											
Inicial	1.421	0,00	0,22	0,22	0,54	0,80	0,88	0,88	0,88	0,88	0,71
Corregido	1.421	0,11	0,22	0,37	0,63	0,80	0,90	0,90	0,95	0,95	0,73

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

3.3. Inverso de las Probabilidades de selección

El ponderador de selección de los NNA en la muestra EANNA da cuenta de las probabilidades de selección de viviendas en la fase 1 (Encuesta Casen 2011) y las probabilidades de selección de NNA en la fase 2 (EANNA 2012), condicional a la selección de viviendas en la fase 1. Se tiene entonces que la probabilidad *condicional* de selección del NNA k de la vivienda j , conglomerado i , estrato h de Casen 2011 viene dada por la expresión:

$$P_{k|hij} = P_{hij}^V \times P_k^N \quad (\text{V.12})$$

Una vez determinada la probabilidad condicional de selección de los NNA en la muestra EANNA, se calcula el "Ponderador de Selección" de NNA como el inverso la expresión (V.12):

$$w_{hijk}^{SEL} = \frac{1}{P_{k|hij}} = \frac{1}{P_{hij}^V} \times \frac{1}{P_k^N} = w_{hij}^{NR} \times \frac{1}{f_{ga}^2} \quad (\text{V.13})$$

El Gráfico V.3 muestra la distribución del ponderador de selección según tramo etario y macrozona. Se puede observar, por una parte, que los ponderadores más grandes se concentran principalmente en el tramo etario "5-8 años", donde el 50% de los NNA posee un ponderador igual o superior a 357 unidades. Este resultado es consistente con las probabilidades de selección más pequeñas que presenta este grupo etario⁶³.

Por otra parte, se puede observar que la mayor variabilidad de los ponderadores se concentra en la macrozona Metropolitana y que más del 50% de sus ponderadores son superiores al tercer cuartil de las otras macrozonas. Este resultado es consistente con los resultados observados para las probabilidades de selección y entrevista de viviendas asociadas a los Ponderadores de No Respuesta de Casen 2011 primera submuestra (ver Gráfico V.1). Estos ponderadores poseen gran dispersión en la Región Metropolitana, lo cual se explica porque la población que concentra dicha área es mayor que en el resto de las macrozonas y por tanto cada individuo debe representar a un mayor número de personas. La macrozona Sur, por otra parte, posee los ponderadores más bajos y más concentrados (menos variabilidad), lo que se debe a que en ella se encuentran algunas de las regiones con menor densidad poblacional (regiones XI y XII) y el tamaño de la muestra en esas regiones es relativamente más grande en relación a su población. Además, al analizar de acuerdo al estrato de edad se puede observar que los ponderadores de los NNA entre 5-8 años poseen mayor dispersión lo cual se explica en parte debido a que la población desde la cual fue seleccionada la muestra de NNA en este tramo etario es relativamente más grande que la muestra, mientras que se observa lo contrario en los ponderadores asociados a los NNA de mayores tramos etarios.

El Gráficos V.3 omiten los valores extremos con la finalidad de tener una imagen menos distorsionada de las distribuciones, sin embargo, existen ponderadores de selección que superan las 10.000 unidades⁶⁴. Como se expuso en la sección V.2, la presencia de valores extremos en los factores de expansión trae consigo efectos no

⁶³ Comparar estadísticas descriptivas etiquetadas "corregida" para los distintos tramos etarios en el Cuadro V.1.

⁶⁴ Quedaron fuera de la gráfica todos aquellos ponderadores con valores $\geq 315,5$ (Norte); $\geq 626,7$ (Centro); ≥ 277 (Sur); y $\geq 1.744,8$ (Metropolitana). En total, se excluyeron de la gráfica 942 ponderadores correspondientes al 7,5% de los valores extremos en cada Macrozona.

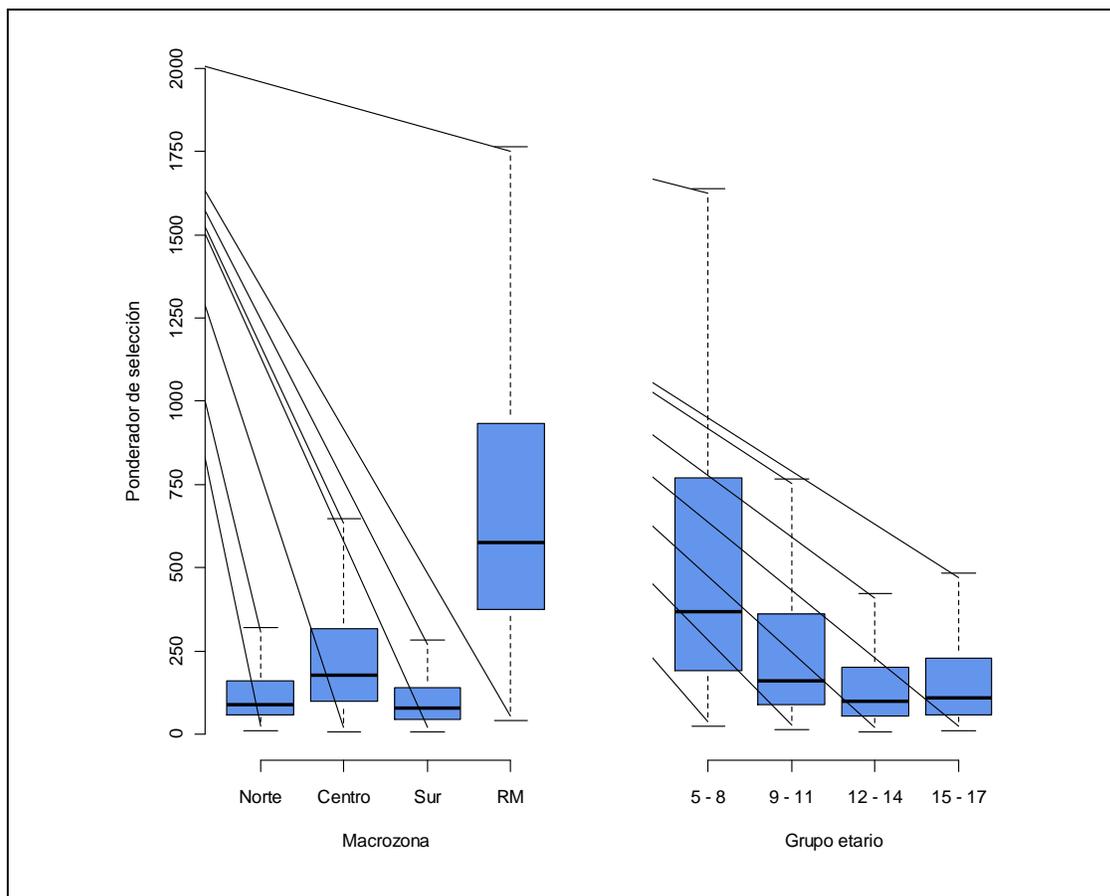
deseados en el análisis de los datos de la encuesta. En atención a esto, se optó por implementar un procedimiento de suavizamiento de los factores de expansión EANNA. En la sección que sigue se presentan los resultados del proceso de revisión de los ponderadores de selección.

Cuadro V.3: Estadísticas descriptivas Ponderador de Selección inicial (w_{hijk}^{SEL}), según Tramo Etario.

Estadísticas	Grupo etario según edad reportada EANNA 2012			
	5 - 8 años	9 - 11 años	12 - 14 años	15 - 17 años
Mínimo	26,5	8,8	8,1	9,7
Percentil 05	78,8	35,0	23,1	23,1
Percentil 10	114,6	52,4	33,5	36,2
Percentil 25	193,8	82,7	53,9	58,5
Mediana	372,3	153,4	100,0	107,8
Percentil 75	762,0	344,8	206,6	227,3
Percentil 90	1.449,9	680,9	420,4	466,0
Percentil 95	2.223,9	979,7	637,9	666,5
Máximo	46.184,8	12.820,0	14.098,2	13.665,6
Media	755,1	305,6	192,0	215,1
Suma	887.225,0	714.402,0	785.357,3	832.492,7
Recuento	1.175	2.338	4.090	3.870

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Gráfico V.3: Probabilidad de Selección inicial (w_{hijk}^{SEL}), según Macrozona y Tramo Etario.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

3.4. Suavizamiento del ponderador de selección

En esta primera etapa de construcción de los factores se observaron 11 ponderadores con tamaños superiores a las 10.000 unidades, lo que implica que las respuestas asociadas a cada uno de estos NNA representan a más del 1% de la población de NNA entre 5 y 17 años. Para limitar la aparición de casos influyentes (influential cases) como estos en los análisis EANNA, se implementó un procedimiento de suavizamiento de los factores de expansión donde (1) se procedió a inspeccionar la distribución de los ponderadores; y (2) se procedió a estimar el error cuadrático medio (ECM) para distintos puntos de corte, con la finalidad de elegir la opción de corte que minimice el ECM.

El Gráfico V.4 presenta los ponderadores de selección ordenados de forma decreciente. El eje y presenta el valor de los ponderadores de selección w_{hijk}^{SEL} , mientras que el eje x representa simplemente un índice de 1 a 11.496. La línea vertical en el gráfico ($v = 345$) marca el número máximo de ponderadores a truncar. Los valores de 345 los ponderadores más altos van desde 1.227 a 46.081. El gráfico permite distinguir tres puntos de discontinuidad en la distribución de los ponderadores de selección: 1 caso de tamaño >46.000 ; 8 casos entre 12.000 y 15.000; 6 casos entre 12.000 y 8.000. A partir del valor 7.700 aproximadamente. A partir del valor 7.700 aproximadamente se puede observar que la distribución sigue en forma continua hasta 8,1 (el ponderador de selección más pequeño observado).

El Cuadro V.4 presenta las estadísticas descriptivas asociadas al set de ponderadores sin truncar (w_{hijk}^{SEL}) y a los tres ponderadores truncados ($w_{hijk}^{SEL'}$). Se puede observar que al truncar (y redistribuir) los pesos de los ponderadores se reduce en forma sustancial (aprox. 33%) la estimación de la desviación estándar, la variabilidad, de los ponderadores desde el ponderador sin truncar ($sd = 727$) hasta cualquiera de los ponderadores truncados ($sd_{c1} = 484$; $sd_{c2} = 503$; $sd_{c3} = 503$). Medidas de la forma de la distribución de los ponderadores, como la kurtosis y la asimetría, también cambiaron bastante bajo cualquier escenario de truncamiento.

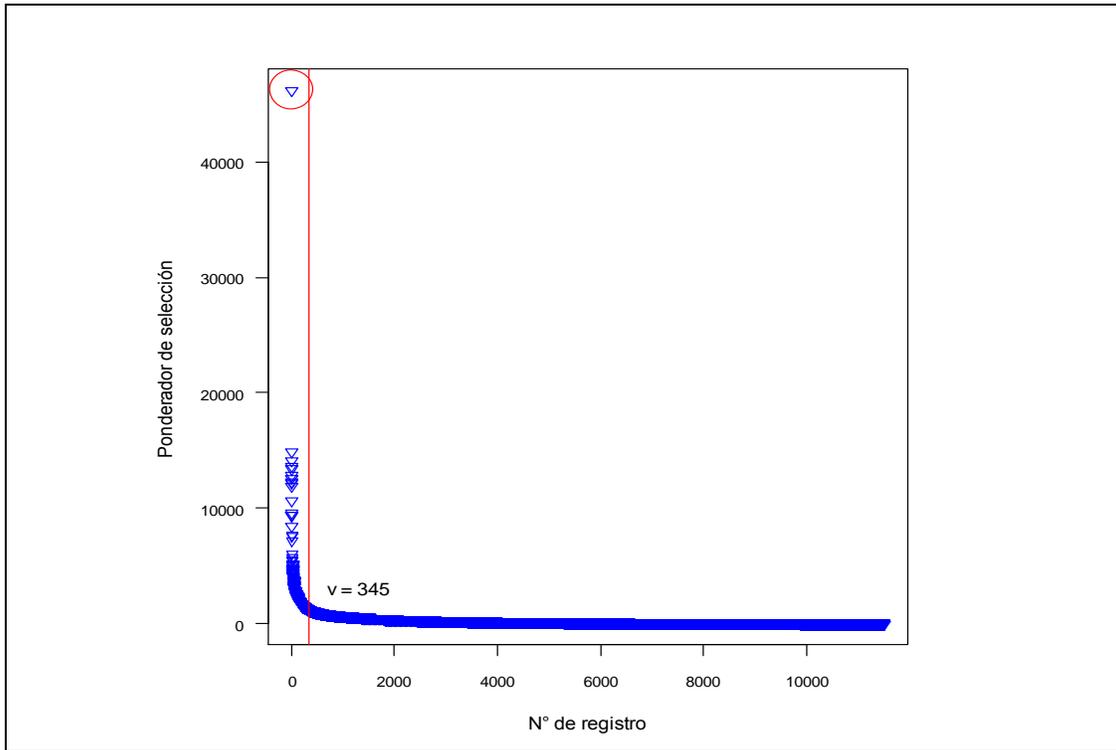
Análisis del sesgo indica que los ponderadores truncados subestiman el "valor verdadero" de la variable bajo estudio⁶⁵. La evaluación del error cuadrático medio, que permite poner en una balanza las ganancias en eficiencia (menor variabilidad) y las pérdidas de acuracidad (mayor sesgo) asociadas al truncamiento de los factores de selección. En atención a estos resultados, se optó por truncar el ponderador de selección cuando éste es 5 veces o más el ponderador promedio. Bajo este escenario se suavizaron 79 ponderadores (aproximadamente 0,7 % de los casos).

Dado el punto de corte elegido para suavizar el ponderador de selección, la fórmula del ponderador de selección "truncado y redistribuido" viene dada por:

$$w_{hijk,l}^{SEL'} = \begin{cases} w_{hijk,l}^{SEL} \times \frac{(\sum_{l \in g} w_{hijk,l}^{SEL} - \sum_{l \in g} w_{hijk,l}^{SEL'})}{\sum_{l \in g \cap w_{hijk,l} < c_1} w_{hijk,l}^{SEL'}} & T_{hijk,l} < c_1 \\ \bar{\epsilon}_l c_1^{-1} & T_{hijk,l} \geq c_1 \end{cases} \quad (v.14)$$

⁶⁵ Como se explicó en la sección V.2.2, para efectos del cálculo del sesgo se asume que el ponderador no truncado permite estimar el estimador insesgado de la variable bajo estudio.

Gráfico V.4: Ponderador de selección inicial (w_{hijk}^{SEL}) ordenado de forma decreciente.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.4: Estadísticas descriptivas del ponderador de selección inicial (w_{hijk}^{SEL}) y los ponderadores "truncados" ($w_{hijk}^{SEL''}$).

Estadígrafos		Sin truncar	Truncados		
			$c_1 = 1/5$	$c_2 = 1/8$	$c_3 = 1/10$
N° Observaciones		11.496	11.496	11.496	11.496
Mínimo		8	8	8	8
Máximo		46.081	10.633	14.878	14.878
Suma		3.146.846	3.146.846	3.146.846	3.146.846
Media		274	274	274	274
Desviación Estándar (<i>sd</i>)		727	484	503	503
Coeficiente de Asimetría	Estimación	28	8	9	9
	Error	0,02	0,02	0,02	0,02
Coeficiente de Curtosis	Estimación	1.466	124	167	167
	Error	0,05	0,05	0,05	0,05

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.5: Estadísticas descriptivas del ponderador de selección inicial (w_{hijk}^{SEL}) y truncado ($w_{hijk}^{SEL''}$), según Tramo Etario.

Tramo etario Ponderador	n	Mínimo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Máximo	Moda	Media	Suma
5 a 8 años													
Selección	1.175	27	79	115	194	372	762	1.450	2.224	46.185	87	755	887.225
Suavizado	1.175	27	82	116	203	391	892	1.644	2.469	10.633	87	754	885.723
9 a 11 años													
Selección	2.338	9	35	52	83	153	345	681	980	12.820	48	306	714.402
Suavizado	2.338	9	36	54	86	158	363	702	989	4.411	50	305	712.770
12 a 14 años													
Selección	4.090	8	23	34	54	100	207	420	638	14.098	62	192	785.357
Suavizado	4.090	8	23	35	56	104	216	437	648	2.899	68	193	791.310
15 a 17 años													
Selección	3.870	10	23	36	59	108	227	466	667	13.666	13	215	832.493
Suavizado	3.870	10	23	37	61	114	246	499	709	3.172	1.198	215	830.265

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.5: Estadísticas descriptivas del ponderador de selección inicial (w_{hijk}^{SEL}) y truncado ($w_{hijk}^{SEL''}$), según Macrozona.

Macrozona Ponderador	n	Mínimo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Máximo	Media	Suma
Norte												
Inicial	3.013	10,2	32,4	39,9	56,3	87,9	161,4	283,8	421,4	9.583,8	144,1	434.137
Truncado	3.013	10,2	32,9	40,7	58,1	91,0	165,8	288,9	429,6	2.029,0	144,1	434.137
Centro												
Inicial	3.696	8,1	39,9	56,7	98,0	178,4	317,6	569,6	836,4	46.184,8	299,8	108.050
Truncado	3.696	8,8	43,6	62,7	105,4	197,2	352,9	618,3	952,8	4.394,0	299,8	108.050
Sur												
Inicial	3.365	8,4	16,2	22,6	43,5	79,1	139,2	257,7	394,2	2.321,5	123,5	415.455
Truncado	3.365	8,4	16,3	22,8	44,8	81,1	141,5	261,4	390,1	1.571,6	123,5	415.455
Metro												
Inicial	1.421	41,5	163,4	239,3	375,8	574,3	933,8	1.732,4	2.531,8	14.877,7	893,5	1.269.709
Truncado	1.421	43,2	170,2	252,4	394,1	604,5	971,3	1.793,5	2.666,5	10.633,3	893,5	1.269.709

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

4. Ponderador de No Respuesta

La EANNA, al igual que la Encuesta Casen, es de participación voluntaria. Al tratarse de entrevistas con menores de 18 años, sin embargo, debió modificarse el protocolo de encuestaje utilizado en Casen, que está focalizado en buscar la cooperación de la población adulta (jefe de hogar o mayor de 18 años) residente en las viviendas seleccionadas. La Figura V.3 ilustra el protocolo de encuestaje EANNA. Como se puede observar, en la EANNA es requisito contar con el consentimiento del Padre o Tutor (PT) previo a cualquier contacto con los NNA seleccionados en la muestra. Una vez consentida la entrevista por el PT, se procede a contactar directamente al niño seleccionado para solicitar esta vez su consentimiento – los NNA cuentan en esta etapa con la posibilidad de aceptar o rechazar la entrevista⁶⁶.

De los 11.500 NNA seleccionados, 11.495 resultaron elegibles (según edad de referencia) y se logró completar entrevistas con 9.978 de ellos, es decir, se logró una tasa de respuesta del 87% a nivel nacional. Los Cuadros V.6 y V.7 presentan las tasas de respuesta de la EANNA 2012 por macrozona y tramo etario. Al comparar los resultados por tramos etarios no se observa diferencias importantes entre las disposición a participar de los NNA en distintos tramos etarios. Al comparar los resultados entre macrozonas, sin embargo, se observa que la probabilidad de participar en la EANNA es mayor en las zonas Centro y Metropolitana del país. A modo de referencia, la última columna del cuadro presenta los rangos en que fluctuaron las tasas de respuesta de Casen 2011 para cada macrozona⁶⁷. Como se puede apreciar, las tasas de respuesta de la EANNA son mayores que las tasas Casen a lo largo de todo el país. Siendo la diferencia más notable en las zonas Metropolitana y Norte del País donde históricamente las tasas de respuesta son menores que en las otras zonas geográficas.

Cuadro V.6: Tasa de respuesta de seleccionados en la EANNA 2012 y de hogares en Casen 2011, según Macrozona.

Macrozonas	EANNA 2012			Encuesta Casen 2011
	Total Responden	Total Elegibles	Tasa Respuesta	Tasa Respuesta
Norte	2522	3013	83,7%	73,8%
Centro	3298	3696	89,2%	85,2%
Sur	2914	3365	86,6%	83,1%
Metro	1244	1421	87,5%	71,7%
Total	9.978	11.495	86,8%	79,6%

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

⁶⁶ Para más detalles del protocolo de reclutamiento de los niños (NNA) y los padres (RPN) en la EANNA ver documento "Manual del Trabajo de Campo EANNA 2012" (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

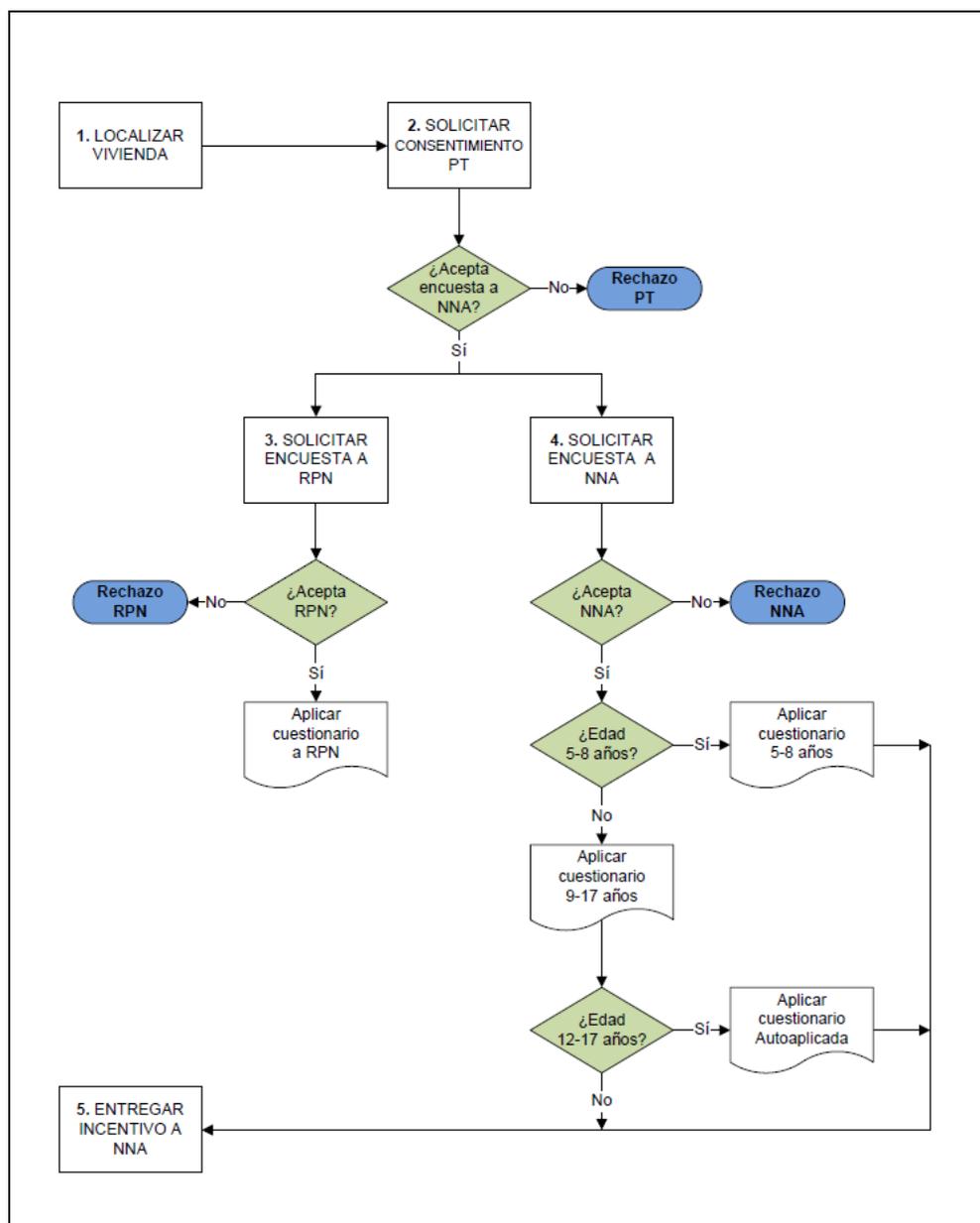
⁶⁷ Las tasas de respuesta de Casen y EANNA están referidas a dos unidades de selección distintas. Las tasas de Casen reflejan la disposición a responder de las viviendas seleccionadas en la muestra ya que cualquier miembro del hogar residente en la vivienda seleccionada, mayor de 18 años, puede completar la entrevista. Las tasas de la EANNA, por otra parte, reflejan la disposición a participar de los niños entre 5-17 años seleccionados en la muestra. El protocolo de encuestaje de la EANNA no permite que otro miembro del hogar responda por el niño seleccionado.

Cuadro V.7: Tasa de respuesta de NNA seleccionados en la EANNA 2012 y de hogares en Casen 2011, según Tramo Etario.

Tramo Etario	EANNA 2012			Encuesta Casen 2011
	Total Responden	Total Elegibles	Tasa Respuesta	Tasa Respuesta
5 - 8 años	1.007	1.149	87,6%	no aplica
9 - 11 años	2.042	2.299	88,8%	no aplica
12 - 14 años	3.587	4.023	89,2%	no aplica
15 - 17 años	3.342	4.024	83,1%	no aplica
Total	9.978	11.495	86,8%	

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Figura V.3: Proceso de reclutamiento de los NNA seleccionados para la entrevista de la EANNA 2012.



Fuente: Manual del trabajo de Campo EANNA 2012. Ministerio de Desarrollo Social (2013).

4.1. Ponderador de No Respuesta

Para el cálculo del ponderador de no respuesta se siguió la misma metodología utilizada en la construcción de los ponderadores de Casen 2011. El procedimiento consiste en (1) definir celdas de ajuste y (2) determinar una razón de ajuste⁶⁸. La determinación de las celdas de ajuste, se realiza en tres pasos:

1. Selección del modelo de predicción de la probabilidad de responder de los NNA elegibles.
2. Predicción de la probabilidad de responder de cada niño elegible en la muestra (n=11.495).
3. Ordenamiento de las probabilidades predichas, de mayor a menor, y creación de tres grupos de acuerdo a la probabilidad de responder.

Si el modelo de predicción es correcto, al interior de las celdas de ajuste los menores son similares en sus características de interés y, por consiguiente, los entrevistados pueden representar a los no entrevistados. Bajo este supuesto, los ponderadores asociados a los menores que no respondieron deben ser redistribuidos entre los menores elegibles que si respondieron.

Para la conformación de las celdas de ajuste se probaron distintos modelos predictivos de No Respuesta, utilizando como base el mismo set de predictores usados en Casen 2011, sin embargo la mayoría resultó no significativo⁶⁹. Dado que la tasa de respuesta evidenció variabilidad entre las distintas zonas geográficas del país, se optó por un modelo simplificado para la construcción de las celdas de ajuste en base a la agrupación de áreas geográficas con tasas de respuesta similares. El Cuadro V.8 presenta las tres celdas de ajuste creadas de esta forma.

Una vez determinadas las celdas de ajuste, se procede a estimar el factor de ajuste por no respuesta. El factor de ajuste de no respuesta viene dado por la expresión:

$$R_m^{NR} = \left(\frac{\sum_{k \in S_m} w_{hijk}^{SEL''}}{\sum_{k \in S_{m,R}} w_{hijk}^{SEL''}} \right) \quad (V.14)$$

donde

m : es el índice de la celda de ajuste de no respuesta, $m = 1, 2, 3$.

S_m : Es el conjunto de NNA seleccionados en la celda m .

$S_{m,R}$: Conjunto de NNA seleccionados en la celda m y que responden la encuesta.

$w_{hijk}^{SEL''}$: ponderador de selección suavizado, asociado al NNA k , de la vivienda j , conglomerado i , del estrato h de Casen 2011.

⁶⁸ Para más detalles sobre la metodología de desarrollo de los factores de expansión Casen 2011 ver documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

⁶⁹ Este resultado era esperable, ya que la tasa de respuesta de la EANNA es muy alta, por lo tanto el modelo tienen poco espacio para predecir el comportamiento bajo investigación. Estas son buenas noticias ya que significa que la falta de respuesta puede no ser un factor de riesgo de sesgo de no respuesta.

La expresión asociada al Ponderador de No Respuesta es:

$$w_{hijk,m}^{NR} = w_{hijk}^{SEL} \cdot R_m^{NR} \quad (V.15)$$

El Cuadro V.8 presenta el factor de ajuste R_m^{NR} estimado para cada una de las tres celdas de ajuste⁷⁰. Aquí se aprecia que el factor de corrección más grande ($R_1^{NR} = 1.26$) será aplicado a los ponderadores asociados a NNA residentes en las áreas con probabilidad de participación "Baja", incrementando los ponderadores de los NNA que responden un 26%. Los ponderadores asociados a los NNA que residen en zonas con probabilidad de participación "Alta", por otra parte, serán corregidos por un factor de 13% solamente.

Cuadro V.8: Conformación de las celdas para el ajuste de No Respuesta de la EANNA 2012.

Probabilidad de Participación	Tasa de Respuesta de la EANNA			n	R_m^{NR}
	Media	Mínimo	Máximo		
Baja	82%	80%	82%	1.818	1,26
Media	87%	83%	87%	4.982	1,15
Alta	90%	88%	92%	4.695	1,13
Total	88%	80%	92%	11.495	-

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo (INE) y Ministerio de Desarrollo Social.

El Gráfico V.6 muestra la distribución del ponderador de no respuesta, calculado usando la ecuación (V.16), según tramo etario y macrozona. Se puede observar, por una parte, que los ponderadores más grandes se concentran en la macrozona metropolitana, donde el 25% de los ponderadores superan las 1.000 unidades. Entre los tramos etarios, el que sigue concentrando los ponderadores más grandes es el tramo de niños(as) de "5-8 años".

El Cuadro V.9 presenta las estadísticas descriptivas del ponderador de no respuesta. Los ponderadores más grandes (superior a mil unidades) se concentran mayoritariamente entre los niños(as) de 5-8 años (25% aproximadamente).

Al igual que en la sección anterior, el Gráficos V.6 omiten los valores extremos con la finalidad de tener una imagen menos distorsionada de las distribuciones, sin embargo, existen ponderadores de selección que superan las 2.094 unidades⁷¹. En la sección que sigue se presentan los resultados del proceso de revisión de los ponderadores de no respuesta, para determinar si aplicar o no suavizamiento a los valores extremos.

⁷⁰ Se conformaron tres celdas de ajuste en base a la probabilidad de responder la encuesta de los niños en cada región. De esta forma, la celda con probabilidad Baja incluyó las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo; la celda con probabilidad Media incluyó las regiones de La Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Arica y Parinacota; y la celda con probabilidad Alta incluyó las regiones de Tarapacá, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Bío-Bío, Magallanes y Metropolitana.

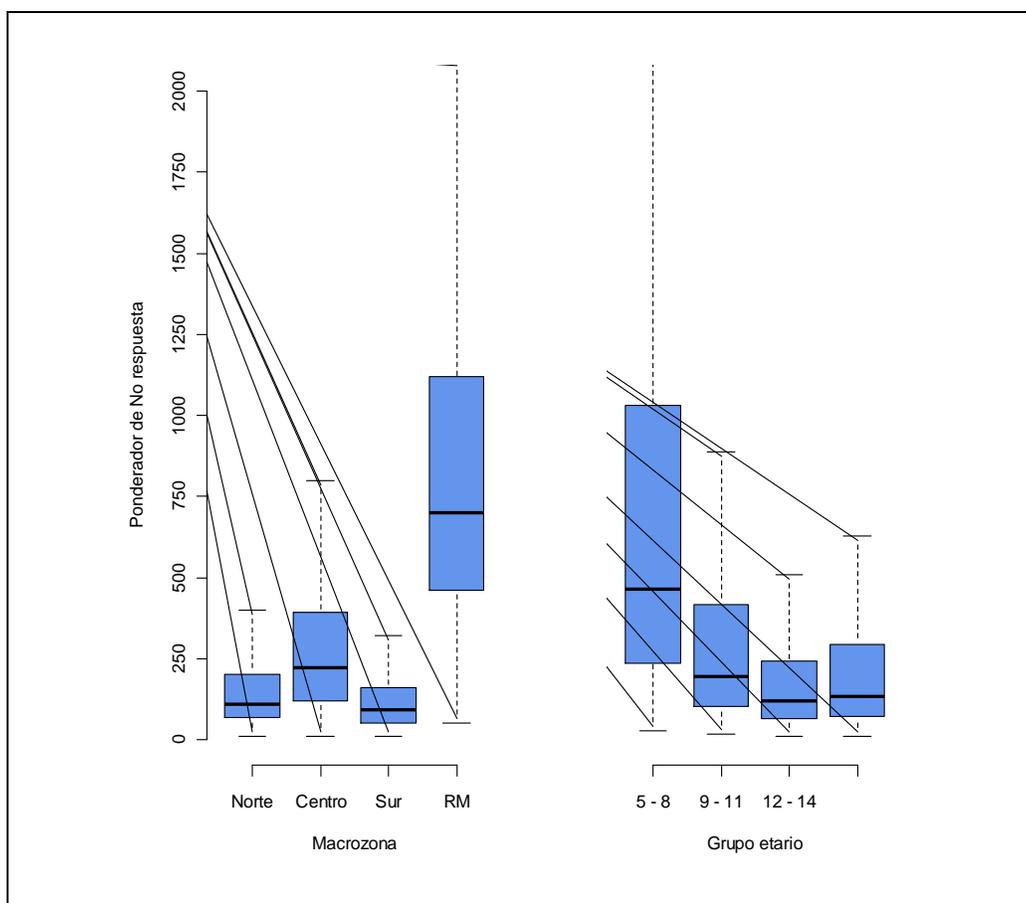
⁷¹ Quedaron fuera de la gráfica todos aquellos ponderadores con valores ≥ 399 (Norte); ≥ 799 (Centro); ≥ 320 (Sur); y ≥ 2.094 (Metropolitana). En total, se excluyeron de la gráfica 824 ponderadores correspondientes, aproximadamente al 8% de los valores extremos en cada Macrozona.

Cuadro V.9: Estadísticas descriptivas del Ponderador de No Respuesta (W_{hijk}^{NR}), según Grupo Etario.

Estadísticas	5 – 8 años	9 – 11 años	12 – 14 años	15 – 17 años
Mínimo	30,6	10,2	9,7	11,5
Percentil 05	94,4	44,6	27,5	27,8
Percentil 10	131,7	62,1	40,4	42,5
Percentil 25	235,3	100,1	65,8	70,1
Mediana	462,1	188,2	122,9	131,6
Percentil 75	1.024,5	415,5	246,5	290,4
Percentil 90	1.935,4	806,2	505,6	567,3
Percentil 95	2.816,2	1.145,7	764,8	798,0
Máximo	12.255,1	5.084,0	3.341,5	3.655,2
Media	881,3	352,0	224,2	244,4
Suma	887.471,9	718.775,3	804.256,0	816.847,8
Recuento	1.175	2.338	4.090	3.870

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Gráfico V.6: Distribución del Ponderador de No Respuesta (W_{hijk}^{NR}), según Tramo Etario y Macrozona.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

4.2. Suavizamiento del ponderador de no respuesta

En esta primera etapa de construcción de los factores se observaron 5 ponderadores con tamaños superiores a las 10.000 unidades, concentrados en la región Metropolitana, lo que implica que las respuestas asociadas a cada uno de estos NNA representan a más del 0,38% de la población de NNA entre 5 y 17 años. Para limitar la aparición de casos extremos como estos en los análisis EANNA, se implementó un procedimiento de suavizamiento de los factores de expansión donde (1) se procedió a inspeccionar la distribución de los ponderadores; y (2) se procedió a estimar el error cuadrático medio (ECM) para distintos puntos de corte, con la finalidad de elegir la opción de corte que minimice el ECM.

El Gráfico V.7 presenta los ponderadores de no respuesta ordenados de forma decreciente. El eje y presenta el valor de los ponderadores de no respuesta (w_{hijk}^{NR}) mientras que el eje x representa simplemente un índice de 1 a 9.978. La línea vertical en el gráfico ($v = 299$) marca el número máximo de ponderadores a truncar. Los valores de los 299 ponderadores más altos van desde 1.486 a 12.255. Si bien parecieran existir discontinuidades en la distribución de los ponderadores, éstas son más compactas que las observadas para los ponderadores de selección (ver Gráfico V.4).

Después de realizar la inspección visual de los casos extremos, se procedió a truncar y redistribuir los valores del vector original de ponderadores w_{hijk}^{NR} siguiendo la siguiente expresión:

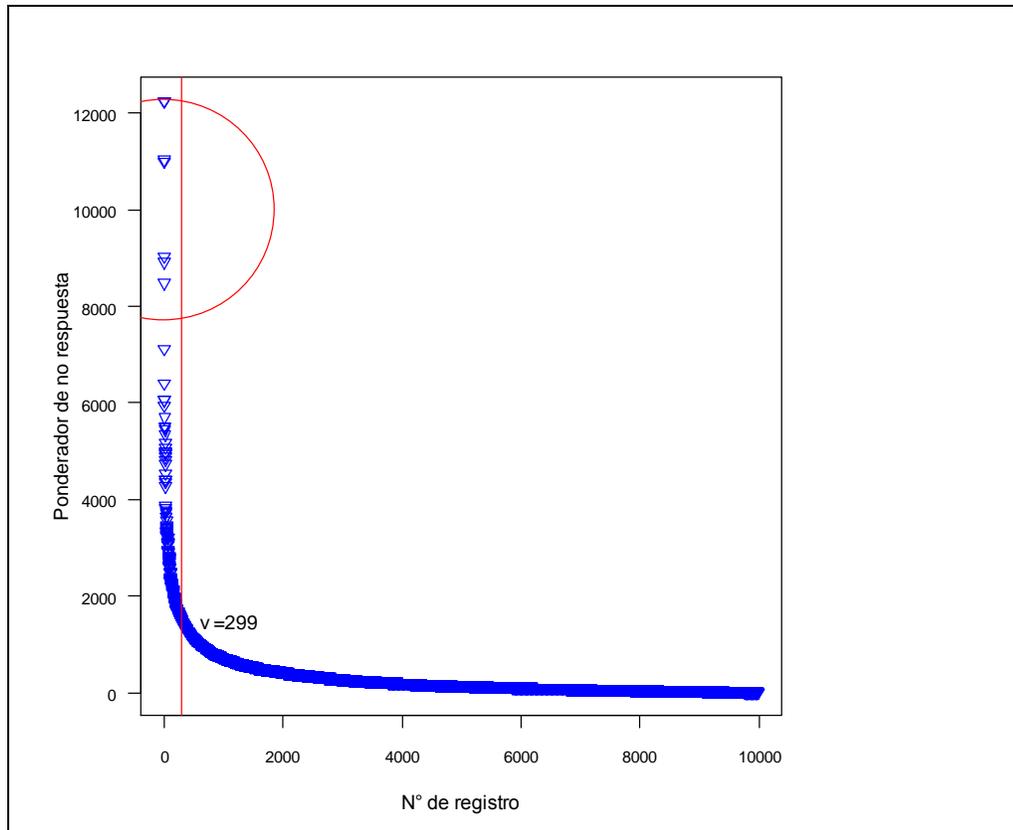
$$w_{hijk,l}^{NR'} = \begin{cases} w_{hijk,l}^{NR} \times \frac{(\sum_{l \in g} w_{hijk,l}^{NR} - \sum_{l \in g} w_{hijk,l}^{NR'})}{\sum_{l \in g \cap w_{hijk,l} < c_p} w_{hijk,l}^{NR'}} & T_{hijk,l} < c_p \\ \bar{e}_l c_p^{-1} & T_{hijk,l} \geq c_p \end{cases} \quad (v.14)$$

El Cuadro v.10 presenta las estadísticas descriptivas asociadas al set de ponderadores sin truncar (w_{hijk}^{NR}) y a los tres ponderadores truncados ($w_{hijk}^{NR'}$). Se puede observar que, al truncar y redistribuir los pesos de los ponderadores, disminuye la variabilidad de los ponderadores, desde el ponderador sin truncar ($sd = 568,98$) hasta el ponderador truncado en el punto $c_p = 1/5$ ($sd_{c_5} = 568,94$). Medidas de la forma de la distribución de los ponderadores, como la curtosis, también cambió.

Bajo el escenario $c_p = 1/5$, se detectaron solo 4 valores extremos, mientras que para los escenarios $c_p = \frac{1}{8}$ y $c_p = \frac{1}{10}$, no se observaron valores extremos, y por tanto al realizar el ajuste y redistribución de los ponderadores, estos quedan igual que el ponderador de no respuesta sin truncar.

En atención a estos resultados, se optó por no suavizar los ponderadores durante esta etapa de la construcción de los ponderadores. El Cuadro V.9, por lo tanto, presenta las estadísticas descriptivas de los ponderadores de no respuesta finales.

Gráfico V.7: Ponderador de no respuesta (w_{hijk}^{NR}) ordenado de forma decreciente.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.10: Estadísticas descriptivas del ponderador de no respuesta inicial (w_{hijk}^{NR}) y los ponderadores "truncados" ($w_{hijk}^{NR'}$).

Estadígrafos		Sin truncar	Truncados		
			$c_1 = 1/5$	$c_2 = 1/8$	$c_3 = 1/10$
N° Observaciones		9.978	9.978	9.978	9.978
Mínimo		9,72	9,72	9,72	9,72
Máximo		12.255	12.255	12.255	12.255
Suma		3.227.351	3.227.351	3.227.351	3.227.351
Media		323,45	323,45	323,45	323,45
Desviación Estándar (<i>sd</i>)		568,98	568,94	568,98	568,98
Coeficiente de Asimetría	Estimación	8,17	8,17	8,17	8,17
	Error	0,025	0,025	0,025	0,025
Coeficiente de Curtosis	Estimación	116,393	116,427	116,393	116,393
	Error	0,049	0,049	0,049	0,049

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

5. Ponderador de Calibración

La muestra EANNA corresponde a una muestra de personas entre 5-17 años y, hasta este punto, los factores de expansión calculados sirven para llevar a las unidades muestrales a sus respectivos stocks poblacionales. Sin embargo, dado que se producen fallas en la cobertura de la encuesta de la población objetivo, es importante corregir las discrepancias entre las estimaciones de la encuesta y las proyecciones externas disponibles para la población bajo estudio⁷². El ajuste de calibración permite corregir las discrepancias entre las estimaciones y las proyecciones de población externas. La sección V.5.1 describe cómo se estimó la proyección de población a la cual hacen inferencia los datos EANNA. La sección V.5.2 describe el procedimiento de cálculo del ajuste poblacional que da origen al ponderador de calibración.

5.1. Estimación de la población de inferencia

La población a la cual pretende hacer inferencia la EANNA corresponde a todas las personas comprendidas en el grupo de edades de 5 a 17 años, cumplidos a marzo del año 2012, que residen en viviendas particulares a lo largo del territorio nacional (ver en sección IV.1). En consecuencia, se requiere contar con proyecciones de población para este grupo poblacional. Con este objetivo, se solicitó al INE que preparara proyecciones de población, al 15 de marzo de 2012, para 6 grupos poblacionales (personas de 0-4 años, 5-8 años, 9-11 años, 12-14 años, 15-17 años y 18+ años) en las 4 macrozonas (norte, centro, sur y metro)⁷³.

Las proyecciones de población preparadas por el INE son desarrolladas a partir de modelos demográficos que modelan a toda la población del país, sin diferenciar entre aquellos que residen en viviendas particulares y aquellos que se encuentran en viviendas colectivas. La población de inferencia de la Encuesta Casen y la EANNA, sin embargo, está restringida a las personas que residen en viviendas particulares ocupadas⁷⁴. En atención a esta discrepancia, las proyecciones de población elaboradas por INE fueron ajustadas por un factor que representa la proporción de personas que reside en viviendas particulares (\hat{v}) sobre el total de la población (\hat{N}). Este factor se estimó, para cada celda de ajuste, en base a los resultados del Censo 2002 (último disponible). La expresión que sigue ilustra la forma del estimador del total de la población que reside en viviendas particulares:

$$\hat{N}^{VP} = \hat{N} \times \hat{v} \quad (\text{V.18})$$

Los Cuadros V.11 a V.13 presentan, para cada celda de macrozona y tramo etario, las proyecciones de población, factor de corrección de viviendas particulares y la estimación de la población de inferencia EANNA. A nivel

⁷² Fallas en la cobertura de la EANNA puede dar debido a: (1) fallas en la cobertura de viviendas con niños entre 5-17 años en la selección aleatoria de las viviendas de Casen, que no permitieron la adecuada representación de los niños en alguna o todas las categorías de edad; (2) subreporte (intencionado o no intencionado) de los niños entre 5-17 años en la encuesta Casen 2011.

⁷³ El Departamento de Demografía del INE estuvo a cargo del desarrollo de las proyecciones de población para la EANNA.

⁷⁴ De acuerdo al sistema de clasificación del Censo 2002, se considera como "Vivienda Particular": 1 Casa, 2 Departamento en Edificio, 3 Piezas en Casa Antigua o en conventillo, 4 Mejora, Mediagua, 5 Rancho, Choza, 6 Ruca, 8 Otro Tipo de Vivienda Particular. Por otra parte, "Otro Tipo de Vivienda No Particular" incluye: 9 Residencial, Hotel, Hospital, etc., 10 Viajeros (No es Considerado Vivienda) y 7 Móvil (Carpa, Vagon, Bote, Lancha, Similar). Ver en: (<http://www.ine.cl/cd2002/>).

nacional, la población total proyectada a marzo de 2012 ascendía a 17.364.138 de personas, sin embargo, según el Censo 2002, sólo un 97,88% residía en viviendas particulares, por lo tanto una estimación de la proyección de la población que vive en viviendas particulares a marzo de 2012 corresponde a 17.064.367. Para los niños(as) entre 5-8 años residentes en la macrozona Norte, por ejemplo, la proyección de la población ascendía a 129.032 personas, de los cuales un 99,39% residía en viviendas particulares (según el Censo 2002), por lo tanto, una estimación de la proyección de población de personas entre 5-8 años residentes de la macrozona Norte que reside en viviendas particulares a marzo del 2012 es de 128.240 personas⁷⁵.

Las estimaciones del total de población (\hat{N}_{Mg}^{VP}) en la zona sombreada del Cuadro V.13 se utilizaron para el cálculo los factores de ajustes de calibración en las 16 celdas dadas por el cruce de las $M = 4$ macrozonas y los $g = 4$ tramos etarios.

Cuadro V.11: Total de personas de la población proyectadas por el INE (\hat{N}) a Marzo 2012, según Macrozonas.

Macrozona	Grupo etario						Total
	0-4 años	5 - 8 años	9 - 11 años	12 - 14 años	15 - 17 años	18 y más años	
Norte	165.091	129.032	98.007	101.512	107.340	1.515.227	2.116.209
Centro	396.098	318.685	250.667	266.493	286.048	4.251.389	5.769.380
Sur	182.782	146.190	113.287	119.001	127.018	1.798.155	2.486.433
Metro	508.276	396.864	294.853	303.609	326.940	5.161.574	6.992.116
País	1.252.247	990.771	756.814	790.615	847.346	12.726.345	17.364.138

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.12: Proporción de personas residentes en viviendas particulares (\hat{v}) al Censo 2002, según Macrozonas.

Macrozona	Grupo etario						Total
	0-4 años	5 - 8 años	9 - 11 años	12 - 14 años	15 - 17 años	18 y más años	
Norte	99,04%	99,39%	99,06%	97,71%	96,56%	94,90%	96,06%
Centro	99,23%	99,23%	98,86%	98,32%	97,46%	97,98%	98,20%
Sur	98,98%	98,39%	96,89%	93,14%	90,76%	96,71%	96,48%
Metro	99,30%	99,63%	99,53%	99,49%	99,21%	98,31%	98,65%
País	99,20%	99,28%	98,84%	97,91%	97,02%	97,58%	97,88%

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.13: Total de personas proyectadas que residen en viviendas particulares (\hat{N}^{VP}) a Marzo 2012, según Macrozonas.

Macrozona	Grupo etario						Total
	0-4 años	5 - 8 años	9 - 11 años	12 - 14 años	15 - 17 años	18 y más años	
Norte	163.509	128.240	97.082	99.188	103.648	1.438.012	2.029.679
Centro	393.049	316.231	247.808	262.019	278.789	4.165.472	5.663.368
Sur	180.919	143.837	109.758	116.278	124.944	1.801.298	2.477.034
Metro	504.739	395.412	293.455	302.064	324.353	5.074.263	6.894.286
País	1.242.216	983.720	748.103	779.549	831.734	12.479.045	17.064.367

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

⁷⁵ Es importante considerar que las proyecciones de población desarrolladas para la EANNA para la población de 5-17 años, correspondientes a un total de 3.385.546 niños, están centradas en marzo de 2012 y difieren de las proyecciones oficiales de INE para el mismo tramo etario, publicadas en base a junio de cada año, que corresponden a 3.376.136 niños para el año 2012. Fuente: Departamento de Demografía, INE.

5.2. Ponderador de Calibración

Una vez definidos los stocks a los cuales se desea calibrar (totales en la zona sombreada del Cuadro V.13), el siguiente paso es calcular los factores de ajuste en cada celda Mg , siguiendo la expresión:

$$R_{Mg}^{CAL} = \frac{\hat{N}_{Mg}^{VP}}{\sum_{l \in \Theta_M \cap \Theta_g} w_{hijk}^{NR}}, \quad M = 1,2,3,4 \text{ y } g = 1,2,3,4 \quad (V.13)$$

Donde,

Mg : es el índice que señala las 16 celdas de ajuste dadas por el cruce de las 4 macrozonas M y los 4 tramos etarios g asociados a cada NNA.

Θ_M : conjunto de NNA residentes en la macrozona M .

Θ_g : conjunto de NNA pertenecientes al tramo etario g .

\hat{N}_{Mg} : corresponde a la estimación del total de NNA del tramo etario g residentes en viviendas particulares en la macrozona M .

w_{hijk}^{NR} : ponderador de no respuesta sin suavizar, asociado al NNA k , de la vivienda j , conglomerado i , del estrato h de Casen 2011.

La razón R_{Mg}^{CAL} se construye como el cociente entre: (1) la estimación de la proyección de la población que reside en viviendas particulares a marzo de 2012 (\hat{N}_{Mg}^{VP}) en la celda Mg ; y (2) la estimación del total personas de la población que reside en viviendas particulares a marzo de 2012 en la celda Mg , calculada a partir de la suma del ponderador de no respuesta (w_{hijk}^{NR}) en la celda Mg .

Una vez calculados los 16 factores de ajuste, el ponderador de calibración se construye siguiendo la siguiente expresión:

$$w_{hijk,Mg}^{CAL} = R_{Mg}^{CAL} \cdot w_{hijk}^{NR} \quad (V.20)$$

Al usar este ponderador, es importante recordar que este expande al total de NNA del tramo etario g residentes en viviendas particulares de la macrozona M . El Gráfico V.8 muestra la distribución de los ponderadores de Calibración según macrozona y tramo etario. Como se puede observar, se mantienen las tendencias observadas en las gráficas de los ponderadores de selección y no respuesta. La macrozona Sur posee los ponderadores más pequeños y con menor variabilidad, mientras que en la región Metropolitana se observa mayor variabilidad y ponderadores más grandes.

Al comparar el Cuadro V.14 con el Cuadro V.9 se aprecia un incremento en los casos extremos (*outliers*). Para los NNA de 5-8 años de la macrozona Metropolitana, por ejemplo, los ponderadores de no respuesta más grandes estaban en el rango de 10.000 a 12.000 unidades. Una vez calibrados, éstos mismos ponderadores quedaron en el rango de 12.000 a 13.800 unidades. Este efecto se observa a lo largo de toda la distribución de ponderadores de los NNA de 5 – 8 años (comparando estadígrafos de la columna 1 de los Cuadros V.9 y V.14). Esto significa que, previo a la calibración, los ponderadores (w_{hijk}^{NR}) estaban subestimando el total de la población en el tramo etario de 5-8 años. El efecto contrario se observa para la macrozona Centro, donde los ponderadores calibrados decrecen, lo que significa que antes de la calibración los ponderadores

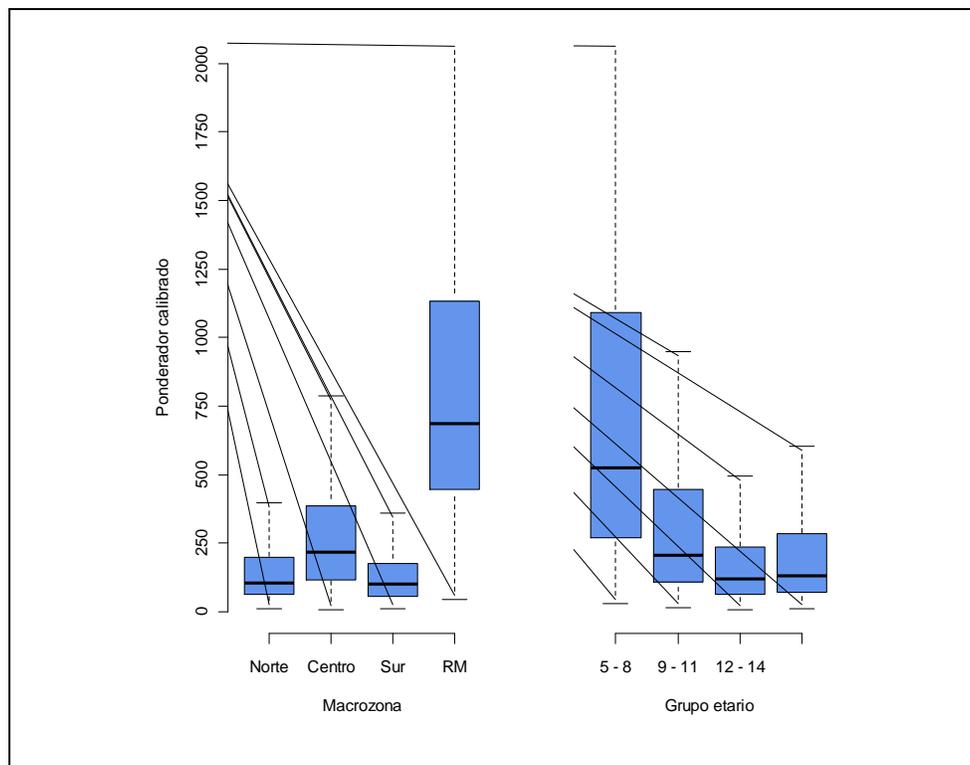
(w_{hijk}^{NR}) estaban sobreestimando la cantidad de NNA en la zona Centro del país. El Cuadro V.14 evidencia la presencia de valores extremos. A continuación se presentan los resultados del proceso de evaluación y corrección de los ponderadores calibrados con valores extremos.

Cuadro V.14: Estadísticas descriptivas del Ponderador de Calibración (w_{hijk}^{CAL}), según Tramo Etario.

Estadísticas	5 – 8 años	9 – 11 años	12 – 14 años	15 – 17 años
Mínimo	38	12	10	11
Percentil 05	115	47	27	29
Percentil 10	163	65	41	44
Percentil 25	274	104	67	70
Mediana	518	200	124	131
Percentil 75	1.078	437	241	283
Percentil 90	2.122	829	475	575
Percentil 95	3.112	1.208	715	820
Máximo	13.822	5.242	3.035	3.805
Media	977	366	216	246
Suma	983.720	748.104	774.110	822.068
Recuento	1.175	2.338	4.090	3.870

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Gráfico V.8: Distribución del Ponderador de Calibración (w_{hijk}^{CAL}), según Macrozona y Tramo Etario.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

5.3. Suavizamiento de ponderador de calibración

En esta última etapa de construcción de los factores se observaron 7 ponderadores con tamaños superiores a las 10.000 unidades, concentrados en los NNA del tramo 5-8 años de la macrozona Metropolitana. Siguiendo con el procedimiento descrito en la sección V.2.2, se realizó un análisis visual de los ponderadores. El Gráfico V.9 presenta los ponderadores de calibración ordenados de forma decreciente. El eje y presenta el valor de los ponderadores de calibración (w_{hijk}^{CAL}) mientras que el eje x representa simplemente un índice de 1 a 9.978. La línea vertical en el gráfico ($v = 299$) marca el límite máximo de ponderadores a truncar. Los valores de los 299 ponderadores más altos van desde 1.509 a 13.8225. En la gráfica se puede observar discontinuidades en la distribución a partir del ponderador de 6.940 unidades (enmarcados en un círculo).

El Cuadro V.15 presenta las estadísticas descriptivas asociadas al set de ponderadores sin truncar (w_{hijk}^{NR}) y a los tres ponderadores truncados ($w_{hijk}^{NR'}$). Se puede observar que, al truncar y redistribuir los pesos de los ponderadores, disminuye levemente la variabilidad entre el ponderador sin truncar ($sd = 613,18$) y los ponderadores truncados ($sd_{c1} = 612,95$; $sd_{c2} = 613,13$; $sd_{c3} = 613,18$). Medidas de la forma de la distribución de los ponderadores, como la curtosis y asimetría, tampoco cambiaron sustancialmente. Este resultado se explica porque los valores extremos más grandes de la muestra no alcanzan a ser truncados utilizando ninguno de los tres puntos de corte definidos a priori⁷⁶.

El problema se concentra en una de las 16 celdas de ajuste – la que corresponde a los NNA de 5-8 años de la macrozona Metropolitana. En esta celda, el valor promedio de los ponderadores calibrados es $w_{prom}^{CAL} = 3.380$ unidades y el ponderador más grande es $w_{max}^{CAL} = 13.822$ unidades, por lo tanto la razón entre el valor promedio y el ponderador más grande es $T = \frac{3.380}{13.822} = 1/4,1$, lo cual es menor que cualquiera de los umbrales de corte predefinidos ($c_1 = 1/5$; $c_2 = 1/8$; $c_3 = 1/10$), por lo tanto valores extremos como este en la celda 5-8 años Metropolitana no son truncados.

En atención a este resultado, se evaluaron otros posibles umbrales de corte que permitieran truncar algunos de estos valores extremos. Umbrales de corte por sobre las 10.000 unidades generaban distorsiones en la distribución de los ponderadores al momento de “redistribuir” las unidades entre los ponderadores no truncados⁷⁷. El umbral de corte más alto que no presentó estos problemas fue $c_4 = 9.731$.

Después de realizar estos análisis, se procedió a truncar y redistribuir los valores del vector original de ponderadores w_{hijk}^{CAL} siguiendo la siguiente expresión:

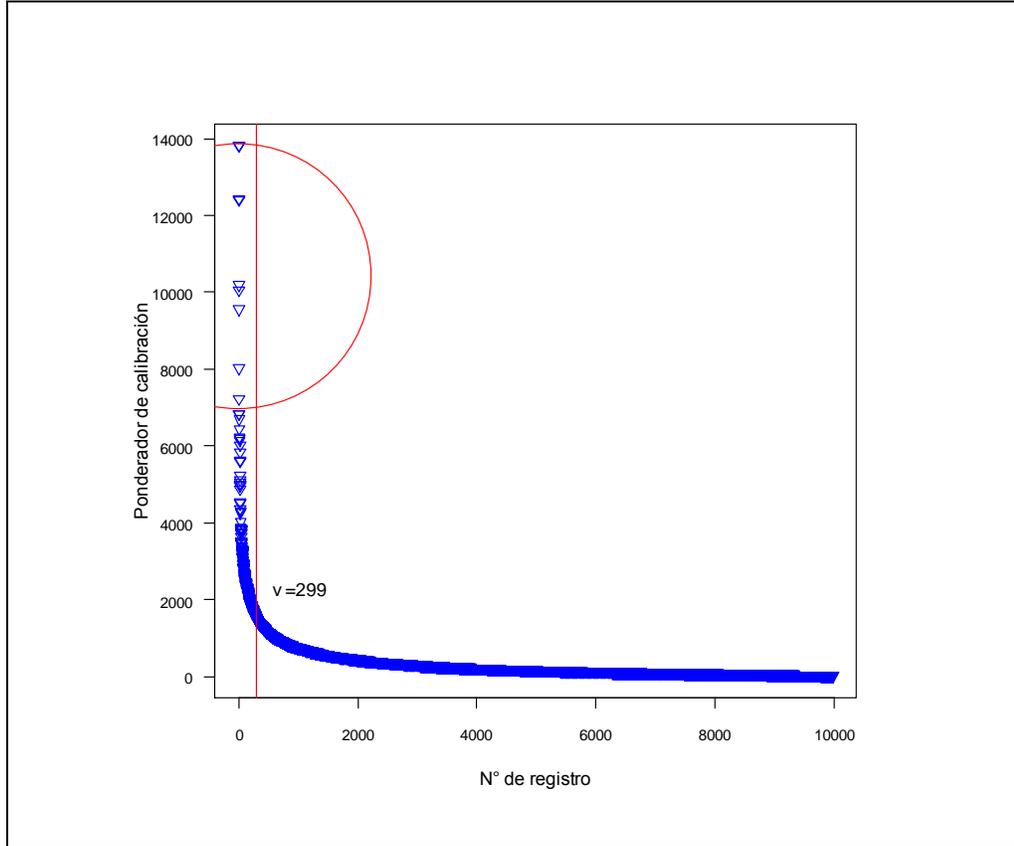
$$w_{hijk,l}^{CAL''} = \begin{cases} w_{hijk,l}^{CAL} \times \frac{(\sum_{l \in g} w_{hijk,l}^{CAL} - \sum_{l \in g}^Q w_{hijk,l}^{CAL'})}{\sum_{l \in g \cap w_{hijk,l} < 9.731} w_{hijk,l}^{CAL'}} & w_{hijk,l}^{CAL} < 9.731 \\ 9.731 & w_{hijk,l}^{CAL} \geq 9.731 \end{cases} \quad (v.20)$$

⁷⁶ Bajo el punto de corte $c_1 = 1/5$ se truncaron 11 valores extremos (en los tramos etarios 2, 3 y 4); para el punto $c_2 = 1/8$ se truncaron 3 valores (en el tramo etario 2); y para el punto $c_3 = 1/10$ no se detectaron valores extremos.

⁷⁷ Ver detalles del procedimiento de “truncamiento y redistribución” en el Paso 2 de la sección V.2.2.

Los Cuadros VI.16 y VI.17 presentan la distribución del ponderador de calibración suavizado. Los cambios entre los ponderadores iniciales y truncados se observan en el tramo etario 5-8 años y la macrozona Metropolitana. Si bien el percentil 95 se reduce de 3.112 a 3.115 unidades, el valor máximo se reduce de 13.822 a 9.564 unidades.

Gráfico V.9: Ponderador de calibración (w_{hijk}^{CAL}) ordenado de forma decreciente.



Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.15: Estadísticas descriptivas del ponderador de calibración inicial (w_{hijk}^{CAL}) y los ponderadores "truncados" ($w_{hijk}^{CAL'}$).

Estadígrafos		Sin truncar	Truncados			
			$c_1 = 1/5$	$c_2 = 1/8$	$c_3 = 1/10$	$w^* = 9.731$
N° Observaciones		9,978	9,978	9,978	9,978	9,978
Mínimo		9,75	9,75	9,75	9,75	9,75
Máximo		13,822	13,822	13,822	13,822	9,564
Suma		3,328,002	3,328,002	3,328,002	3,328,002	3,328,002
Media		333,53	333,53	333,53	333,53	333,53
Desviación Estándar (sd)		613,18	612,95	613,13	613,18	588,87
Coeficiente de Asimetría	Estimación	9,01	9,02	9,01	9,01	7,11
	Error	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Coeficiente de Curtosis	Estimación	138,975	139,182	139,023	138,975	78,885
	Error	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.16: Estadísticas descriptivas del ponderador de calibración (w_{hijk}^{CAL}) y truncado ($w_{hijk}^{CAL''}$), según Tramo Etario.

Macrozona Ponderador	n	Mínimo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Máximo	Media	Suma
5 a 8 años												
Inicial	1.175	38	115	163	274	518	1.078	2.122	3.112	13.822	977	983.720
Truncado	1.175	38	115	163	274	518	1.078	2.175	3.238	9.564	977	983.434
9 a 11 años												
Inicial	2.338	12	47	65	104	200	437	829	1.208	5.242	366	748.104
Truncado	2.338	12	47	65	104	200	437	829	1.208	5.242	366	748.390
12 a 14 años												
Inicial	4.090	10	27	41	67	124	241	475	715	3.035	216	774.110
Truncado	4.090	10	27	41	67	124	241	475	715	3.035	216	774.110
15 a 17 años												
Inicial	3.870	11	29	44	70	131	283	575	820	3.805	246	822.068
Truncado	3.870	11	29	44	70	131	283	575	820	3.805	246	822.068

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

Cuadro V.17: Estadísticas descriptivas del ponderador de calibración inicial (w_{hijk}^{CAL}) y truncado ($w_{hijk}^{CAL''}$), según Macrozona.

Macrozona Ponderador	n	Mínimo	Percentil 05	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Máximo	Media	Suma
Norte												
Inicial	3.013	11	37	46	65	104	198	348	518	2.726	170	428.160
Truncado	3.013	11	37	46	65	104	198	348	518	2.726	170	428.160
Centro												
Inicial	3.696	10	48	70	117	218	387	684	1.078	4.973	335	1.104.848
Truncado	3.696	10	48	70	117	218	387	684	1.078	4.973	335	1.104.848
Sur												
Inicial	3.365	10	21	29	57	102	178	338	566	2.557	165	479.710
Truncado	3.365	10	21	29	57	102	178	338	566	2.557	165	479.710
Metro												
Inicial	1.421	45	193	289	447	685	1.134	2.131	3.035	13.822	1.057	1.315.284
Truncado	1.421	45	193	289	447	687	1.138	2.199	3.115	9.564	1.057	1.315.284

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

VI. Estimación de Varianza

Análisis que utilicen intervalos de confianza (o test de hipótesis y *p-values*) requieren estimar la variabilidad muestral asociada a los estimadores muestrales. En este último capítulo se presentan elementos conceptuales y las aplicaciones prácticas que permitan a los analistas de la EANNA desarrollar estimaciones que den cuenta en forma apropiada del diseño muestral “complejo” de la encuesta.

En la sección VI.1 se introducen las variables, en la base de datos EANNA, que permiten identificar el diseño muestral complejo de la encuesta, mientras que en la sección VI.2 se presenta la sintaxis a utilizar en los paquetes estadísticos Stata y SPSS. Para terminar, la sección VI.3 presenta ejemplos de análisis desarrollados en SPSS que incorporan el diseño complejo en el cálculo de los errores de muestreo.

1. Variables que identifican el diseño muestral complejo EANNA

La EANNA tiene un diseño muestral de dos fases o bifásico. La primera fase, asociada a la selección de viviendas, presenta un diseño muestral probabilístico, estratificado según área geográfica, y en múltiples etapas (la primera submuestra de la Encuesta Casen 2011). La segunda fase, asociada a la selección de NNA entre 5 y 17 años de edad, presenta un diseño muestral probabilístico y estratificado según edad de los NNA⁷⁸.

Para facilitar el cálculo de los errores de muestreo de la EANNA, se optó por desarrollar un *modelo de cálculo de errores de muestreo*⁷⁹. Un modelo de cálculo de los errores de muestreo es una aproximación, o “modelo” del diseño muestral complejo, que permite la estimación práctica de la varianza muestral para los estadísticos muestrales. Este tipo de modelos se hace necesario porque, en muchos casos, los diseños muestrales de las encuestas de gran escala implementadas imponen problemas analíticos para la estimación de las varianzas. Ejemplos de características del diseño que hacen complejo la derivación de fórmulas directas para la estimación de la varianza incluyen:

1. Muestreo multietápico de entrevistados;
2. Selección de unidades sin reemplazo, en cada etapa de selección;
3. Selección de una sola unidad primaria de muestreo (UPM) de un estrato no auto-representado de primera etapa;
4. Conglomerados de primera etapa de tamaño pequeño, que no sean óptimos para el análisis de subclases o sean de alto riesgo de identificación estadística.

El diseño muestral de la EANNA presenta todos estos desafíos. La Figura VI.1 ilustra algunos de estos puntos. A la izquierda de la imagen se ilustra la conformación de los pseudo-estratos y pseudo-conglomerados, desarrollados para la primera submuestra de Casen 2011, al interior de una celda de ajuste definida por el cruce de Provincia y Zona (urbano/rural). Como se puede observar en la ilustración, existen 4 pseudo-estratos (denominados *varstrat*) y en

⁷⁸ Existe una multiplicidad de diseños para implementar bajo el marco general del muestreo bifásico. Para antecedentes en el contexto de las encuestas de trabajo infantil revisar el capítulo 6.3 del documento OIT (2005). Se recomienda a los investigadores revisar la literatura especializada (Kish 1965, Cochran 1977, Fuller 2009) para ver expresiones asociadas a otras variantes del diseño bifásico.

⁷⁹ Ver páginas 98-107 en Heeringa *et al.* (2010) para una breve introducción a los modelos de cálculo de errores de muestreo en el contexto del análisis aplicado de datos de encuestas.

cada pseudo-estrato existen dos pseudo-conglomerados (denominados *varunit*) con exactamente 30 viviendas cada uno. En la práctica, cada varstrat contiene como mínimo 2 varunits y cada varunit tiene entre 30 y 50 viviendas⁸⁰. Al seleccionar la muestra de la EANNA, sin embargo, la conformación original de los varstrat y varunits se ve desarmada ya que: (1) aproximadamente un 50% de las viviendas tienen NNA entre 5 y 17 años y por lo tanto son elegibles para la muestra de la EANNA; y (2) la muestra de la EANNA fue estratificada y seleccionada a partir de cuatro tramos etario, por lo tanto esta información debe incorporarse en la conformación de los pseudo-estratos y pseudo-conglomerados de la EANNA. La imagen a la derecha de la Figura VI.1 ilustra el impacto de estos dos efectos en los varstrat y varunits originales de Casen 2011:

1. Se generan varstrats con un solo varunit (ej. celda "Provincia X Zona, 12-14 años"), lo que imposibilita el cálculo de la varianza bajo el diseño estratificado por conglomerados de la EANNA. Este corresponde al problema #3 en la lista anterior. En la literatura, estratos con un solo conglomerado se denominan "estratos unitarios" (*singleton strata*). En la EANNA se identificaron 106 estratos unitarios.
2. Se generan varunits con muy pocas viviendas (ej. celda "Provincia X Zona, 5-8 años"), lo que hace inestables las estimaciones de varianza desarrolladas bajo el diseño estratificado por conglomerados de la EANNA. Este corresponde al problema #4 en la lista anterior. En la EANNA se identificaron 2.780⁸¹ conglomerados con menos de 20 viviendas (el total de NNA por conglomerado, de acuerdo a la categoría de edad oscila entre 1 y 16 NNA).

En consecuencia, siguiendo mejores prácticas internacionales⁸², se optó por desarrollar un modelo de cálculo de errores muestrales para la EANNA. Al ser la EANNA una submuestra de la Encuesta Casen 2011, el modelo desarrollado toma como base el modelo de cálculo de errores desarrollado para Casen 2011. El modelo EANNA busca retener la mayor cantidad de información posible acerca del diseño muestral complejo original, pero eliminando los problemas analíticos que presenta el diseño original para la estimación de varianza.

La base de datos EANNA incluye tres variables que permiten aproximar la estimación de la varianza bajo el diseño muestral complejo de la encuesta: (1) la variable *fexp_n*, que identifica el factor de expansión que da cuenta de las probabilidades de selección, ajusta por la no respuesta, y finalmente ajusta a totales externos dados por las proyecciones de población entre 5 y 17 años; (2) la variable *varstrat_nna*, que identifica los pseudo-estratos de primera etapa y (3)

⁸⁰ Para detalles respecto a la metodología de desarrollo de los pseudo-estratos y pseudo-conglomerados para la Encuesta Casen 2011 revisar el capítulo 7 del documento Ministerio de Desarrollo Social (2012).

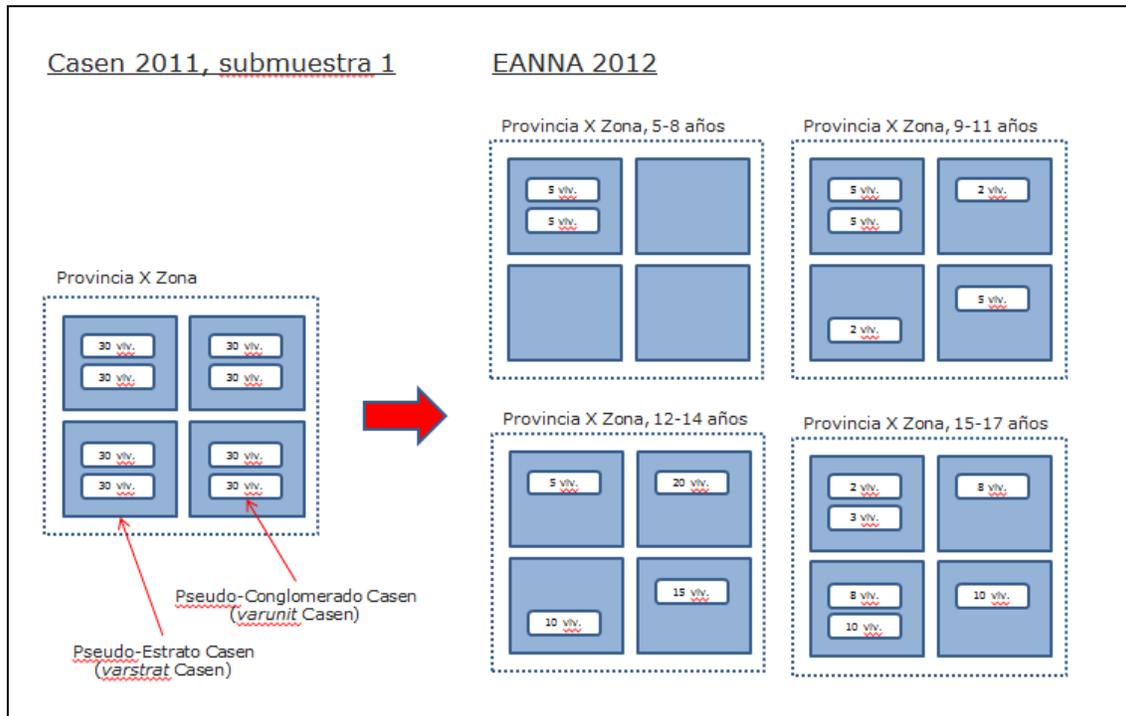
⁸¹ Se descartan aquellos casos donde existen inicialmente NNA seleccionados en la muestra, pero posteriormente descartados al implementar la corrección por cambio en la variable de identificación de la edad (ver detalle de este problema en sección IV.4). El total de conglomerados de la muestra inicialmente seleccionada ascendía a 2.801 conglomerados.

⁸² El capítulo 15.5 en Valliant *et al.* (2013) presenta ejemplos y consideraciones prácticas para combinar estratos y unidades primarias de muestreo bajo distintas especificaciones del diseño muestral y distintos métodos de estimación de varianza (ej. TSL, JKK y BRR). Consideraciones adicionales se encuentran disponibles en el Manual de Wesvar (Westat, 2007) y Rust (1984, 1985).

la variable *varunit_nna*, que identifica los pseudo-conglomerados de primera etapa (UPMs)⁸³.

Las secciones VI.2.1 y VI.2.2 describen los procedimientos implementados para el desarrollo de *varstrat_nna* y *varunit_eanna*. Para una revisión del desarrollo de los factores de expansión (*fexp_n*) ver el capítulo V.

Figura VI.1: Ilustración del efecto del submuestreo y estratificación de la EANNA en la conformación de las unidades de cálculo del error de muestreo (*varstrat* y *varunit*) desarrolladas para la primera submuestra de Casen 2011.



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

2.1. Creación de los pseudo-estratos de la EANNA (*varstrat*)

La conformación de pseudo-estratos tiene como objetivo corregir el problema de estimación de varianza que generan los estratos unitarios. Los pseudo-estratos de la EANNA, denominados aquí *varstrat_eanna*, son una re-agrupación de los *varstrat* Casen en cada uno de los Tramos Etarios a partir de los cuales se seleccionó la muestra de la EANNA 2012.

Cada *varstrat_eanna* fue creado de acuerdo a reglas de ordenamiento jerárquico en cuanto a la división político administrativa y los tramos etarios, y el total de conglomerados que estos poseen, uniendo de cada uno de los 106 *varstrat* unitarios Casen junto a otros *varstrat* para lograr *varstrat_eanna* que tengan un mínimo de dos conglomerados. El procedimiento de construcción de los *varstrat_eanna* es como sigue:

⁸³ Las variables *varstrat_eanna* y *varunit_eanna* fueron creadas en forma "ex-post" con el objetivo de corregir los problemas ya descritos asociados a la conformación de las variables originales. En la literatura se denomina a estas variables "unidades de cálculo de errores de muestreo" (*sampling error computation units*, SECU). Las variables "originales" que identifican los estratos y unidades de primera etapa de la muestra de la EANNA corresponden a las variables *estrato* y *segmento* de la encuesta Casen 2011.

1. Si el varstrat Casen unitario se encuentra en una Provincia X Zona X Tramo Etario que posee dos o más varstrat Casen, se combina con otro varstrat Casen al interior de la Provincia X Zona X Tramo Etario.
2. Si el varstrat Casen unitario se encuentra en una Provincia X Zona X Tramo Etario que posee sólo un varstrat Casen, se une a un varstrat Casen en otra provincia al interior de la misma Región, siempre perteneciente a la misma Zona (urbana o rural) Tramo Etario.
3. En caso de existir un varstrat Casen en una Región X Zona X Tramo Etario que posee sólo un varunit Casen, se une a un varstrat Casen de otra Región al interior de la misma Macrozona, siempre perteneciente a la misma Zona (urbana o rural) y Tramo Etario.

De un total de 537 estratos de selección "originales" Casen 2011 (en la primera submuestra), se conformaron 169 varstrat Casen. Una vez seleccionada y entrevistada la muestra de la EANNA, se conformaron a partir de ellos 138 varstrat_eanna los que poseen al menos dos conglomerados (varunits) cada uno. La Tabla VII.1 presenta el total de estratos y varstrat por Macrozona y Tramo Etario.

Cuadro VI.1: Total de estratos originales casen, varstrat Casen y Varstrat EANNA, según Macrozona y Tramo Etario.

Macrozona	Estratos Casen 2011	Varstrat Casen 2011	Varstrat EANNA 2012
Norte			
5 a 8 años	52	26	4
9 a 11 años	58	26	9
12 a 14 años	58	26	11
15 a 17 años	59	26	11
Total	62	26	35
Centro			
5 a 8 años	174	66	7
9 a 11 años	231	67	12
12 a 14 años	248	67	20
15 a 17 años	253	67	19
Total	269	67	58
Sur			
5 a 8 años	114	46	6
9 a 11 años	128	47	11
12 a 14 años	134	47	18
15 a 17 años	132	47	18
Total	140	47	53
Metro			
5 a 8 años	54	29	2
9 a 11 años	62	29	5
12 a 14 años	62	29	8
15 a 17 años	62	29	6
Total	66	29	21
País	537	169	167

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

2.2. Creación de los pseudo-conglomerados EANNA (*varunit*)

La conformación de pseudo-estratos tiene como objetivo estabilizar las estimaciones de varianza, la cual tiende a incrementarse cuando las estimaciones se basan en conglomerados con muy pocas unidades muestrales. Es importante recordar que, tanto por diseño (ver Figura VI.1) como por falta de respuesta (ver Cuadros V.6 y V.7) la EANNA posee conglomerados con pocas unidades, razón por la cual se construyeron los *varunits* EANNA, que son una re-agrupación de los *varunits* Casen en donde cada uno contiene un número mínimo de viviendas.

Cada *varunit_eanna* fue creado de acuerdo a reglas de ordenamiento jerárquico en cuanto a la división político-administrativa y Tramos Etarios, según el total de NNA entrevistados en la EANNA. El procedimiento consistió en unir *varunits* Casen con menos de 20 NNA entrevistados⁸⁴, las cuales correspondieron al 100% de los *varunits* Casen. El procedimiento utilizado es como sigue:

1. Se ordenan los *varunits* Casen al interior de cada *varstrat_eanna* según el total de NNA entrevistados.
2. Al interior de un *varstrat_eanna*, cada uno de los *varunits* Casen con menos de 20 NNA se unen al otro *varunit* Casen hasta acumular un total de 20 o más NNA, con un tope máximo de 50 NNA.
3. Si al combinar los *varunits* Casen la cantidad de NNA sigue siendo inferior a 20, o bien la cantidad de *varunit_eanna* es igual a 1 el *varstart_eanna* en el cual se realiza la agrupación (problema del "estrato unitario"), se procede a unir el *varstrat_eanna* con otro según los criterios establecidos para la creación de los *varstrat_eanna* (ver sección VI.2.1).

El procedimiento fue repetido hasta que cada *varunit_eanna* tuviera entre 20 y 50 NNA, y hasta que cada *varstrat_eanna* tuviera dos o más *varunit_eanna*. En la implementación del algoritmo se detectaron problemas con 60 *varunits* Casen:

- 67 *varunits*, con 15-19 unidades cada uno, generaban un conglomerado de más de 50 unidades si eran combinados con otro *varunit*.
- 1 *varunit* de 12 unidades en zona "rural" que, para ser combinado con el más próximo geográficamente, sólo podía ser combinado con un *varunit* "urbano".

Ante estas situaciones, se optó por dejar a estos 68 *varunits* con sus tamaños originales, flexibilizando el umbral mínimo establecido de 20 unidades, ya que es preferible no combinar "artificialmente" conglomerados que pueden ser de naturaleza distinta respecto a la variable de interés (ej. "urbanos" y "rurales"). Al aplicar este último criterio, se obtuvieron *varunits* EANNA que tienen entre los 12 y 38 NNA cada uno.

⁸⁴ Los *varunits* Casen se desarrollaron con un mínimo de 30 unidades (viviendas), sin embargo para la EANNA se optó por un mínimo de 20 unidades (niños). La muestra EANNA, al ser una submuestra de la Encuesta Casen, se encuentra mucho más dispersa geográficamente (menos conglomerada) por lo tanto, al momento de definir el tamaño mínimo de los *varunits*, se debe balancear el objetivo de contar con más unidades (para estabilizar mejor la estimación de varianza) versus contar con menos unidades (que eviten "forzar" la conglomeración de unidades) en el modelo de cálculo del error de muestreo de la EANNA. Los umbrales de 30 y 20 unidades fueron sugeridos por el consultor internacional que asesoró al Ministerio de Desarrollo Social y al Instituto Nacional de Estadísticas en el desarrollo de los factores de expansión Casen y la EANNA.

De un total de 2.931 conglomerados de selección "originales" Casen 2011 (en la primera submuestra), se conformaron 862 varunits Casen. Una vez seleccionada y entrevistada la muestra EANNA, se conformaron a partir de ellos 376 varstrat EANNA, los cuales agrupan entre 12 y 38 NNA cada uno. La Tabla VII.2 presenta el total de conglomerados y varunits por Macrozona y Tramo Etario.

Cuadro VI.2: Total de conglomerados originales Casen, Varunit Casen y Varunit EANNA, según Macrozona y Tramo Etario.

Macrozona	Conglomerados Casen 2011	Varunit Casen 2011	Varunit EANNA 2012
Norte			
5 a 8 años	320	162	14
9 a 11 años	462	172	24
12 a 14 años	588	175	36
15 a 17 años	584	174	35
Total	918	175	109
Centro			
5 a 8 años	316	205	16
9 a 11 años	484	237	31
12 a 14 años	643	241	52
15 a 17 años	616	239	48
Total	861	241	147
Sur			
5 a 8 años	294	192	13
9 a 11 años	455	210	29
12 a 14 años	554	219	45
15 a 17 años	581	221	44
Total	813	223	131
Metro			
5 a 8 años	121	75	6
9 a 11 años	186	82	12
12 a 14 años	245	86	20
15 a 17 años	233	90	18
Total	339	223	56
País	2.931	862	443

Fuente: Departamento de Investigación y Desarrollo, INE.

3. Definiendo el diseño muestral en Stata y SPSS

Los programas para la estimación de varianza implementados en la mayoría de los paquetes estadísticos tienen incorporados dos supuestos que simplifican los cálculos de los métodos TSL, JRR y BRR⁸⁵:

1. Se asume que las unidades de selección de primera etapa (unidad primaria de muestreo, UPM), en muestreo con múltiples etapas, son seleccionadas *con reemplazo* a partir de los estratos de primera etapa. Se ignora cualquier *corrección por población finita* para la selección de primera etapa. Las estimaciones de varianza resultan ligeramente sobreestimadas asumiendo este supuesto.
2. La selección en múltiples etapas al interior de las unidades de primera

⁸⁵ Los dos enfoques más comunes utilizados en la actualidad son: (1) el método de linearización, tanto del estimador como la estimación de la varianza, mediante el desarrollo de una serie de Taylor (TSL) y (2) los métodos de replicación, como los métodos de Replicación Repetida de Jackknife (JRR), el de Replicación Repetida Equilibrada (BRR) y el de Bootstrap. Heeringa *et al.* (2010), pág. 66.

etapa (UPMs) da origen a un único “conglomerado último” (*ultimate cluster*)⁸⁶ de observaciones para esa UPM. Métodos de estimación de varianza basados en el modelo de último conglomerado *van agregando* los componentes de varianza de la fórmula de múltiples etapas es una sola etapa, la cual requiere sólo la identificación de los estratos de primera etapa y los identificadores de las UPM para los cálculos de varianza. Bajo este supuesto, todas las fuentes de variabilidad anidadas al interior de la UPM se capturan en el *estimador compuesto* de la varianza.

Paquetes estadísticos como Stata y SPSS poseen rutinas que permiten desarrollar estimaciones de varianza incorporando información acerca del diseño muestral complejo de una encuesta. Ambos paquetes entregan una variedad de opciones para obtener las estimaciones de los parámetros de interés para análisis de frecuencias, descriptivos, tablas de contingencia, razones, así como análisis de regresión lineal, logística, ordinal y de Cox, entre otros. En la mayoría de los análisis se pueden obtener estadígrafos como errores estándares, coeficientes de variación, efectos de diseño, intervalos de confianza, etc. Para todos estos análisis, tanto Stata como SPSS asumen el diseño muestral que el analista debe definir en forma explícita, previo al proceso de estimación. Si no se define en forma explícita el modelo del diseño muestral, las estimaciones de varianza se desarrollan, por defecto, bajo el supuesto de muestreo aleatorio simple de elementos.

La EANNA 2012 presenta un diseño muestral que se puede caracterizar como probabilístico, bifásico, estratificado y multietápico. Para facilitar la estimación de los errores de muestreo, se optó por desarrollar un *modelo de cálculo de los errores de muestreo* (ver en sección VI.1) que permite caracterizar el diseño muestral de la EANNA a través de tres variables disponibles en la base de datos Principal:

- la variable *fexp_n*, que identifica el factor de expansión que da cuenta de las probabilidades de selección, ajusta por la no respuesta, y finalmente ajusta a totales externos dados por las proyecciones de población entre 5 y 17 años;
- la variable *varstrat_enna*, que identifica los pseudo-estratos de primera etapa; y
- la variable *varunit_enna*, que identifica los pseudo-conglomerados de primera etapa (UPMs).

⁸⁶ Para una revisión completa del modelo del último conglomerado ver Kalton (1979).

Para desarrollar estimaciones a partir de los datos de la EANNA se deben seguir tres pasos:

Paso 1: Definir la variable de análisis.

Para efectos de ilustración, definiremos la variable bajo análisis como el "porcentaje de NNA que realizó alguna(s) actividad(es) económica(s) por al menos una hora durante la semana pasada". En la base de datos EANNA_NNA, ya se encuentra generada la variable binaria TI que sirve de base para la estimación del porcentaje bajo estudio, donde:

$$TI = \begin{cases} 1 & ; \text{ si reportó realizar activ. econ. la semana pasada} \\ 0 & ; \text{ si no reportó activ. econ. la semana pasada} \end{cases} \quad (\text{VI.1})$$

En Stata sólo basta generar la variable binaria TI, según las especificaciones en la expresión (VI.1) para proceder a la estimación de estadístico de interés. En SPSS, en cambio, se requiere además crear la variable "Niño", que corresponde a un vector que contiene solamente valores "1", para posteriormente generar la razón entre los NNA que realizaron actividades económicas (TI) y el total de NNA (Niño), ya sea a nivel nacional o por subgrupos de interés (e.g. por Macrozona, Tramo-Etario, Tramo-Etario por Sexo, etc.).

Paso 2: Especificar las variables que definen el diseño complejo.

El código en el Cuadro VI.3 ilustra la sintaxis que se utiliza en SPSS 19 para definir el plan de muestreo asociado a EANNA. La expresión en el Cuadro VI.4 ilustra la sintaxis para definir el plan de muestreo en Stata 11. En ambos planes de muestreo, lo más relevante es la especificación de la variable de estratificación o Strata (*varstrat_eanna*), la definición del conglomerado o cluster (*varunit_eanna*) y la identificación del factor de expansión o el analysisweight (*fexp_n*).

Cuadro VI.3: Plan de muestreo en SPSS 19 para análisis de TI en la base de datos Principal.

```
CSPLAN ANALYSIS
/PLAN FILE='PLAN_EANNA_VarUnit_VarStrat_NNA'
/PLANVARS ANALYSISWEIGHT=fexp_n
/SRSESTIMATOR TYPE=WOR
/PRINT PLAN
/DESIGN STRATA=varstrat_eanna CLUSTER=varunit_eanna
/ESTIMATOR TYPE=WR
```

Cuadro VI.4: Plan de muestreo en Stata 11 para análisis de TI en la base de datos Principal.

```
svyset varunit_eanna [pw=fexp_n], strata(varstrat_eanna)
```

Paso 3: Realizar el análisis de datos.

Una vez definido el plan de muestreo, ya sea en Stata o SPSS, es posible desarrollar diversos tipos de análisis estadísticos que tengan en consideración el diseño complejo de la muestra de la EANNA al momento

de estimar los errores de muestreo. El Cuadro VI.5 presenta los resultados de la estimación del porcentaje de NNA en trabajo infantil (TI) para el total país, por tramo etario y por macrozona. El Cuadro VI.6 presenta la sintaxis en Stata 11 utilizada para producir los resultados asociados a la estimación (\hat{p}) y su error estándar o error típico ($se(\hat{p})$). El cálculo del margen de error ($moe(\hat{p})$) y de los límites del intervalo de confianza al 95% ($ic_{inf}(\hat{p}), ic_{sup}(\hat{p})$) vienen dados por las siguientes expresiones:

$$moe(\hat{p}) = se(\hat{p}) \times Z_{1-\alpha/2} \quad (VI.2)$$

$$ic_{inf}(\hat{p}) = \hat{p} - moe(\hat{p}) \quad (VI.3)$$

$$ic_{sup}(\hat{p}) = \hat{p} + moe(\hat{p}) \quad (VI.4)$$

Cuadro VI.5: Estimación del porcentaje de NNA en trabajo infantil, según tramo etario y macrozona.

Subgrupos	Estimación de la razón \hat{p}	Error típico $se(\hat{p})$	Margen de error $moe(\hat{p})$	Intervalo de Confianza al 95%	
				$ic_{inf}(\hat{p})$	$ic_{sup}(\hat{p})$
<i>Tramo Etario</i>					
5 a 8 años	0,9%	0,2%	0,48%	0,4%	1,4%
9 a 11 años	4,5%	1,0%	1,99%	2,6%	6,5%
12 a 14 años	6,6%	0,7%	1,36%	5,3%	8,0%
15 a 17 años	15,3%	0,9%	1,80%	13,5%	17,1%
<i>Macrozona</i>					
Norte	5,2%	0,5%	1,00%	4,2%	6,2%
Centro	5,8%	0,5%	1,04%	4,7%	6,8%
Sur	9,6%	0,9%	1,70%	7,9%	11,3%
Metro	6,7%	0,8%	1,58%	5,1%	8,2%
País	6,6%	0,4%	0,76%	5,8%	7,4%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

Cuadro VI.6: Plan de muestreo en Stata 11 para estimaciones en Cuadro VI.5.

```
svyset varunit_eanna [w= fexp_n], strata(varstrat_eanna)
svy: prop TI
svy: prop TI, over(tramo_edad)
svy: prop TI, over(macrozona)
```

4. Ejemplos de análisis en SPSS 19

En esta última sección se presentan ejemplos de análisis básicos desarrollados en SPSS 19⁸⁷.

4.1. Estimación (\hat{p}) y error de muestreo ($se(\hat{p})$)

El Cuadro VI.7 presenta los resultados, para el total país y por tramo etario, de la estimación del porcentaje de NNA que realizan trabajo infantil (\hat{p} , estimador de razón definido en la ecuación VI.1), el error típico ($se(\hat{p})$, o error estándar), el intervalo de confianza al 95% (límite inferior, $ic_{inf}(\hat{p})$, y límite superior, $ic_{sup}(\hat{p})$), el coeficiente de variación ($cv(\hat{p})$), el efecto del diseño ($deff(\hat{p})$), el tamaño de la población (\hat{N}) y el tamaño de la muestra (n). El Cuadro VI.8 presenta la sintaxis en SPSS 19 que permite obtener estos resultados.

Podemos apreciar, por medio de los intervalos de confianza, que el porcentaje de NNA de 15-17 años en trabajo infantil es estadísticamente diferente a todos los otros tramos etarios, porque presenta un intervalo de confianza que no se intercepta con los demás. Utilizando el mismo razonamiento, también podemos concluir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el porcentajes de NNA en trabajo infantil entre los NNA de 9-11 años y los de 12-14 años, porque sus intervalos de confianza se interceptan. El porcentaje de trabajo infantil de los NNA de 5-8 años es, sin embargo, estadísticamente menor al de los NNA de mayor edad, ya que el intervalo de confianza de este grupo no se intercepta con los de los otros tres.

A nivel general, se puede concluir que existe al menos dos tramos etarios con \hat{p} diferentes y, por lo tanto, el tramo etario es un factor significativo (que aporta a la variabilidad total) en el trabajo infantil. Una forma de probar este resultado es realizando test de hipótesis. La sección que sigue presenta estos resultados.

Cuadro VI.7: Estimación del porcentaje de NNA en trabajo infantil, según tramo etario.

Macrozona	Estimación de la razón	Error típico	Intervalo de confianza al 95%		Coeficiente de variación	Efecto del diseño	Tamaño de la población	Tamaño de la muestra
	\hat{p}	$se(\hat{p})$	$ic_{inf}(\hat{p})$	$ic_{sup}(\hat{p})$	$cv(\hat{p})$	$deff(\hat{p})$	\hat{N}	n
5 a 8 años	,009	,002	,004	,014	,276	1,993	983.416	1.007
9 a 11 años	,045	,010	,025	,065	,224	5,366	748.377	2.042
12 a 14 años	,066	,007	,053	,080	,104	1,799	774.114	3.587
15 a 17 años	,153	,009	,135	,171	,060	1,606	822.032	3.342
País	,066	,004	,058	,074	,059	2,472	3.327.939	9.978

Cuadro VI.8: Sintaxis en SPSS 19 para el desarrollo de estadísticas descriptivas, bajo diseño muestral complejo de la EANNA.

```
CSD DESCRIPTIVES
/PLAN FILE='D:\RESULTADOS_EANNA2012\PLAN_EANNA_VarUnit_VarStrat_Niños.csaplan'
/RATIO NUMERATOR=TI DENOMINATOR=Niños
/STATISTICS SE CV COUNT POPSIZE DEFF CIN(95)
/SUBPOP TABLE=macrozona DISPLAY=LAYERED
/MISSING SCOPE=ANALYSIS CLASSMISSING=EXCLUDE.
```

⁸⁷ Una excelente referencia para el análisis de datos de encuestas con diseños complejos es el texto "Applied Survey Data Analysis" de Heeringa *et al.* (2010). El texto presenta ejercicios desarrollados con Stata 10 y cubre desde análisis descriptivos hasta modelos lineales generalizados.

4.2. Test de Hipótesis $H_0: \hat{p} = 0$

Para probar realmente si los factores anteriormente descritos son realmente significativos, basta especificar en el comando el contraste de hipótesis "TTEST = 0", como se muestra en el panel superior del Cuadro V.10. Lo que se contrasta en estos test son la(s) hipótesis nula(s), H_0 , versus la hipótesis alternativa, H_1 :

- $H_0: \hat{p} = 0 \rightarrow$ El porcentaje de NNA en Trabajo Infantil es igual a cero.
- $H_1: \hat{p} \neq 0 \rightarrow$ El porcentaje de NNA en Trabajo Infantil es distinto de cero.

Se usa generalmente un nivel de significancia a priori $\alpha = 5\%$ para estos contrastes y la regla es que si el nivel de significancia a posteriori, llamado $\alpha^* = p\text{-value}$ (menor nivel de significancia desde el cual se comienza a rechazar H_0) es menor a $\alpha = 5\%$, se rechaza H_0 y se concluye que estadísticamente la proporción \hat{p} es distinta de cero. El Cuadro VI.10 presenta la sintaxis en SPSS 19 que permite desarrollar este test⁸⁸.

El Cuadro VI.9 muestra los resultados del test de hipótesis a nivel nacional y por macrozonas. Según los resultados a nivel nacional, el porcentaje de NNA en trabajo infantil ($\hat{p} = 6,6\%$) es estadísticamente distinto de cero al 95% de confianza ($t_{276} = 16,9; pvalue = 0,000$). Los resultados de los test de hipótesis para cada macrozona muestran el mismo resultado.

Cuadro VI.9: Estimación del test de hipótesis $H_0: \hat{p}_i = 0$, según macrozona.

Macrozonas	Estimación de la razón \hat{p}	Error típico $se(\hat{p})$	Contraste de hipótesis			
			Valor de contraste C	Test-t t	gl df	Sig. $pvalue$
Norte	,052	,005	0	10,124	276	,000
Centro	,058	,005	0	10,894	276	,000
Sur	,096	,009	0	11,061	276	,000
Metro	,067	,008	0	8,276	276	,000
País	0,066	0,004	0	16,911	276	,000

Cuadro VI.10: Sintaxis para el desarrollo de test de hipótesis $H_0: \hat{p} = 0$, bajo diseño muestral complejo de la EANNA.

```

CSDESCRIPTIVES
/PLAN FILE='F:\RESULTADOS_EANNA2012\PLAN_EANNA_VarUnit_VarStrat_Niños.csaplan'
/RATIO NUMERATOR=TI DENOMINATOR=Niños TTEST=0
/MISSING SCOPE=ANALYSIS CLASSMISSING=EXCLUDE.
CSDESCRIPTIVES
/PLAN FILE='F:\RESULTADOS_EANNA2012\PLAN_EANNA_VarUnit_VarStrat_Niños.csaplan'
/RATIO NUMERATOR=TI DENOMINATOR=Niños TTEST=0
/SUBPOP TABLE=macrozona DISPLAY=LAYERED
/MISSING SCOPE=ANALYSIS CLASSMISSING=EXCLUDE.
    
```

⁸⁸ Nótese que se puede testear también si la razón es estadísticamente diferente a un valor especificado a priori "K", bastando con escribir "TTEST=K" en el comando del Cuadro VI.10.

4.3. Test de Hipótesis $H_0: \hat{p}_i - \hat{p}_j = 0$

Para analizar si existe diferencia significativa entre dos medias o razones, o entre más de dos medias o razones, se utilizan los contrastes múltiples o individuales que en muestras complejas está dado por el "Modelo Lineal Generalizado en Muestras Complejas (*complex samples generalized linear models, CSGLM*).

Un contraste es una combinación lineal de las medias o Razones de los niveles del factor en estudio, digamos Macrozona, Tramo-Etario, Sexo, etc. Sea L el contraste en estudio: $L = \sum_{i=1}^K C_i R_i$ siendo su estimador $\hat{L} = \sum_{i=1}^K C_i \hat{R}_i$ con $\sum_{i=1}^K C_i = 0$. Si se quiere comparar dos medias: $H_0: \mu_p = \mu_q$ vs $H_1: \mu_p \neq \mu_q$ se puede usar el contraste $L: \mu_p - \mu_q = 0$ para probar $H_0: L = 0$ vs $L \neq 0$.

El Cuadro VI.15 presenta la sintaxis en SPSS 19 que permite desarrollar contrastes múltiples "simples"⁸⁹⁹⁰ para testear las diferencias entre el porcentaje de NNA en trabajo infantil en la macrozona Metropolitana y cada una de las otras tres macrozonas. Los Cuadros VI.11 a VI.14 presentan parte de los resultados que entrega SPSS 19 al programar esta sintaxis.

El Cuadro VI.11 presenta información acerca de los parámetros del diseño muestral. Como se puede observar, se reporta un total de 167 estratos y 443 unidades. Estos corresponden exactamente a los *varstrat* y *varunits* EANNA reportados en los Cuadros VI.1 y VI.2. Los grados de libertad disponibles para el test de hipótesis son 276 y vienen dados por la siguiente expresión⁹¹:

$$\text{Grados de Libertad} = (\text{N}^\circ \text{Conglomerados}) - (\text{N}^\circ \text{Estratos}) \quad (\text{VI.5})$$

El Cuadro VI.12 entrega la estimación del porcentaje \hat{p} de todos los niveles del factor bajo estudio, en este caso, de las cuatro macrozonas. El Cuadro VI.13 presenta los resultados del test de significancia global del modelo, del cual se concluye que existe al menos un contraste diferente de cero o significativo ($F_{273}^4 = 101,8; pvalue = 0,000$).

Finalmente el Cuadro VI.14 presenta los resultados de los test de significancia para los contrastes individuales de las macrozonas. Según estos resultados, solo las macrozonas Sur y Metropolitana son estadísticamente distintas entre sí en

⁸⁹ Para realizar estos contrastes mediante el CSGLM, existen varias alternativas de contraste que determina como se configuran las hipótesis para comparar las medias estimadas: (1) Simple, compara la media de cada nivel con la media de un nivel especificado. Este tipo de contraste resulta útil cuando existe un grupo de control; (2) Desviación, compara la media de cada nivel (excepto una categoría de referencia) con la media de todos los niveles (media global). Los niveles del factor pueden colocarse en cualquier orden; (3) Diferencia, compara la media de cada nivel (excepto el primero) con la media de los niveles anteriores. En ocasiones se les denomina contrastes de Helmert invertidos; (4) Helmert, compara la media de cada nivel del factor (excepto el último) con la media de los niveles siguientes; (5) Repetido, compara la media de cada nivel (excepto el último) con la media del nivel siguiente; y (6) Polinómico, compara el efecto lineal, cuadrático, cúbico, etc. El primer grado de libertad contiene el efecto lineal a través de todas las categorías; el segundo grado de libertad, el efecto cuadrático, y así sucesivamente. Estos contrastes se utilizan a menudo para estimar las tendencias polinómicas.

⁹⁰ Algunas alternativas de contraste necesitan que se especifique una categoría de referencia o un factor de nivel con que comparar los demás, como los contrastes Simple y Desviación.

⁹¹ Bajo el diseño muestral complejo, paquetes estadísticos como SPSS (y también Stata) emplean una regla de *grados de libertad "fijos"* para determinar los grados de libertad para la distribución de referencia utilizada en la construcción de intervalos de confianza (ej. $t_{1-\alpha/2,df}$) o un p-value para un test de hipótesis (ej. $P(F > F_{k,d})$) (Heeringa *et al.* 2010, pág 63). Para más antecedentes en relación al cálculo de grados de libertad bajo diseño muestral complejo ver Korn y Graubard (1999).

relación al porcentaje de NNA en trabajo infantil ($F_{273}^4 = 6,043; pvalue = 0,015$). La diferencia entre ellas es de 2,9 puntos porcentuales. Las diferencias entre las otras dos macrozonas y la Metropolitana no resultaron significativas al 95% de confianza.

Cuadro VI.11: Resultados CSGLM, información sobre el diseño de la muestra.

		N
Casos no ponderados	Válidos	9.978
	Inválidos	0
	Total	9.978
Tamaño de la población		3.327.939
Etapa 1	Estratos	167
	Unidades	443
Grados de libertad del diseño de muestreo		276

Cuadro VI.12: Resultados CSGLM, información sobre el factor "macrozona".

		Recuento ponderado	Porcentaje ponderado
macrozona	Norte	428.162	12,9%
	Centro	1.104.819	33,2%
	Sur	479.710	14,4%
	Metro	1.315.248	39,5%
Tamaño de la población		3.327.939	100,0%

Cuadro VI.13: Resultados CSGLM, contrastes de los efectos del modelo^a

Origen	gl1	gl2	F de Wald	Sig.
(Modelo)	4,0	273,0	101,885	0,000
macrozona	4,0	273,0	101,885	0,000

a. Modelo: TI Trabajo Infantil en Frontera de Producción = macrozona

Cuadro VI.14: Resultados CSGLM, resultados de los contrastes individuales.

Contrastes simples macrozona ^a	Estimación del contraste	Valor hipotetizado	Diferencia (estimación, hipotetizado)	Error Típico	gl1	gl2	F de Wald	Sig.
Norte vs. Metro	-,01511	0,000	-,01511	,010	1,0	276,0	2,514	,114
Centro vs. Metro	-,00887	0,000	-,00887	,010	1,0	276,0	,845	,359
Sur vs. Metro	,02907	0,000	,02907	,012	1,0	276,0	6,043	,015

a. Categoría de referencia = 4 metropolitana

Cuadro VI.15: Sintaxis en SPSS 19 para el desarrollo de estadísticas descriptivas, bajo diseño muestral complejo de EANNA.

```
CSGLM TI BY macrozona
/PLAN FILE='F:\RESULTADOS_EANNA2012\PLAN_EANNA_VarUnit_VarStrat_Niños.csaplan'
/MODEL macrozona
/INTERCEPT INCLUDE=NO
/STATISTICS PARAMETER SE CINTERVAL TTEST DEFF
/PRINT SUMMARY VARIABLEINFO SAMPLEINFO
/TEST TYPE=F PADJUST=LSD
/EMMEANS TABLES=macrozona COMPARE CONTRAST=SIMPLE(4)
/EMMEANS
/MISSING CLASSMISSING=EXCLUDE
/CRITERIA CILEVEL=95.
```

VII. Referencias bibliográficas

- Blanco, F. (2011). *Seminario "Conceptos y definiciones de trabajo infantil"*. Programa de Información Estadística y de Seguimiento en materia de Trabajo Infantil (SIMPOC). Santiago, 2011.
- Breidt, F.J., Claeskens, G., and Opsomer, J.D. (2005). "Model-assisted estimation for complex surveys using penalized splines", *Biometrika*, 92, 831-846.
- Chowdhury, S., Khare, M., and Wolter, K. (2007). "Weight Trimming in the National Immunization Survey", *Proceedings of the Joint Statistical Meetings, Section on Survey Research Methods, American Statistical Association*.
- Cochran, W.G. (1977). *Sampling Techniques*, 3rd ed. Wiley, New York.
- Cox, B. G., and McGrath, D. S. (1981). "An examination of the effect of sample weight truncation on the mean square error of estimates", presented at Biometrics Society ENAR meeting, Richmond VA.
- Fuller, W. (2009). *Sampling Statistics*, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Griffin, R. A. (1995). "Dealing with Wide Weight Variation in Polls", *Proceedings of the Social Statistics Section, American Statistical Association*, 908-911.
- Groves, R., Fowler, F.J., Couper, M., Lepkowski, J. and Singer, E. (2004). *Survey Methodology*, New York: Wiley.
- Heeringa, S., West, B. and Berglund, P. (2010). *Applied Survey Data Analysis*. Chapman & Hall/CRC Statistics in the Social and Behavioral Sciences.
- Henry, K. (2011). *Weight Adjustment Methods and Their Impact on Sample-based Inference*. PhD thesis, University of Maryland, College Park MD.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2004). *Informe Final: Encuesta Nacional sobre las Actividades de Niños y Adolescentes*. Santiago, 2004.
<http://www.trabajoinfantil.cl/metodologia.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas (2010). *Nueva Encuesta Nacional de Empleo: Manual conceptual y metodológico diseño muestral*. Santiago, 2010.
http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/mercado_del_trabajo/empleo/metodologia/pdf/031110/manual_metodologico031110.pdf
- Kalton, G. (1979). *Ultimate cluster sampling*, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 142 (2) 210-222.
- Kalton, G. (1983). *Introduction to Survey Sampling*. Sage Publications.
- Kalton, G. (1993). *Sampling Rare and Elusive Populations United Nations Statistics Division*, New York.
- Kalton, G., and Flores-Cervantes, A. (2003). "Weighting Methods", *Journal of Official Statistics*, 19 (2), 81-97.

- Kish, L. (1965). *Survey Sampling*. Wiley, New York.
- Korn, E. and Graubard, B. (1999). *Analysis of Health Surveys*, Wiley Series in Survey Methodology. New York.
- Liu, B., Ferraro, D., Wilson, E., and Brick, M.J. (2004). "Trimming extreme weights in household surveys", Proceedings of the Joint Statistical Meetings, Section on Survey Research Methods, American Statistical Association, 3905-3912.
- Ministerio de Desarrollo Social (2012). *Metodología del Diseño Muestral y Factores de Expansión Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) 2011*. Serie Documentos Metodológicos Casen 2011 N°1. http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/layout/doc/casen/Informe%20Diseno%20Muestral_Revision_13sep12.pdf
- Ministerio de Desarrollo Social (2013). *Manual del Trabajo de Campo EANNA 2012*.
- Ministerio De Economía, Fomento Y Turismo (2010). *Primera Encuesta de Microemprendimiento, Presentación General y Principales Resultados*. Observatorio Empresas. Santiago, Chile. <http://www.google.cl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.economia.gob.cl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F03%2FInforme-de-resultados-EME1.pdf&ei=GZiSUfbOGYm69QSi7YAY&usq=AFQjCNHtOqD8JnzKPdBXR9fd2Dofr0NeWg&sig2=GfD1OOrPmGE51PJdO6Y6Vw&bvm=bv.46471029,d.eWU>
- Ministerio de Salud (2003). *Resultados I Encuesta de Salud, Chile 2003*. Santiago, Chile. <http://epi.minsal.cl/Epi/Html/Invest/ENS/InformeFinalENS.pdf>
- Oficina Internacional del Trabajo (2004). *Trabajo infantil y adolescente en cifras. Síntesis de la primera encuesta nacional y registro de sus peores formas*. Santiago, Oficina Internacional del Trabajo, 2004. <http://www.ilo.org/ipecinfo/product/viewProduct.do?productId=8010>
- Oficina Internacional del Trabajo (2005). *Estadísticas del Trabajo Infantil: Manual sobre las metodologías para la recolección de datos a través de encuestas*. Programa de Información Estadística y Seguimiento en Materia de Trabajo Infantil (SIMPOC), Ginebra, 2005. http://www.ilo.org/ipec/Informationresources/WCMS_IPEC_PUB_2960/lang--es/index.htm
- Oficina Internacional del Trabajo (2007). *Preguntas esenciales sobre el trabajo infantil para encuestas de hogares*. Ginebra, 2007. <http://www.ilo.org/ipec/ChildlabourstatisticsSIMPOC/model-questionnaires/lang--en/index.htm>

- Oficina Internacional del Trabajo (2008). *Resolución Internacional sobre Estadísticas del Trabajo Infantil*. Adoptada por la decimoctava Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo (noviembre-diciembre 2008). http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/normativeinstrument/wcms_112462.pdf
- Oficina Internacional del Trabajo (2009). *Trabajo infantil en el Perú: Magnitud y perfiles vulnerables. Informe nacional 2007-2008*. Ciudad: Lima. Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC), Organización Internacional del Trabajo, 2009. <http://www.ilo.org/ipeinfo/product/viewProduct.do?productId=13173>
- Oficina Internacional del Trabajo (2011). *Magnitud y características del trabajo infantil en Uruguay*. Organización Internacional del Trabajo; Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC); Instituto Nacional de Estadística (INE) de Uruguay. - Ginebra: OIT, 2011. <http://www.ilo.org/ipeinfo/product/searchProduct.do?userType=3&selectedMediaTypes=31&selectedSortById=4&selectedThemes=91&selectedPublicOrIntranet=1&selectedCountries=251>
- Pedlow, S., Porras, J., O.Muircheartaigh, C., and Shin, H. (2003). "Outlier Weight Adjustment in Reach 2010", Proceedings of the Joint Statistical Meetings, Section on Survey Research Methods, American Statistical Association, 3228-3233.
- Potter, F.A. (1988). "Survey of Procedures to Control Extreme Sampling Weights", Proceedings of the Section on Survey Research Methods, American Statistical Association, 453-458.
- Potter, F. A. (1990). "Study of Procedures to Identify and Trim Extreme Sample Weights", Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association, 225-230.
- Reynolds, P.D., and Curtin, R.T. (2009). *Business Creation in the United States: Initial Explorations with the PSED II Data Set*, New York: Springer.
- Rust, K. (1984). *Techniques for estimating variances for sample surveys*. PhD thesis, University of Michigan, Ann Arbor MI, unpublished.
- Rust, K. (1985). *Variance estimation for complex estimators in sample surveys*, Journal of Official Statistics 1:381-397.
- Särndal, C.-E., Swensson, B. and Wretman, J. (1992). *Model Assisted Survey Sampling*. New York: Springer-Verlag.
- Universidad de Chile (2006). *Diseño Muestral Encuesta de Ocupación y Desocupación en el Gran Santiago*. Centro de Microdatos, Santiago, 2006. http://www.empleo.microdatos.cl/documentos/docs_encuesta_ocu/1/MetodologiaDisenoMuestral_EncuestaOcupacion.pdf
- Universidad de Chile (2011a). *INFORME Nº II. ENCUESTA CASEN 2011 Y ENCUESTA EANNA 2012*. Centro de Microdatos, Santiago, 2011.

- Universidad de Chile (2011b). *INFORME N° I: Análisis de resultados de focus group de encuestadores y Análisis de resultados de focus group de padres*. Centro de Microdatos, Santiago, 2011.
- Universidad de Chile (2011c). *INFORME N° II: Análisis de resultados de Estudio de Pensamiento en Voz Alta de niños(as) y Propuesta de preguntas sobre percepción del trabajo infantil*. Centro de Microdatos, Santiago, 2011.
- Universidad de Chile (2011d). *INFORME N° III: Informe de resultados del pretest final Encuesta EANNA*. Centro de Microdatos, Santiago, 2011.
- Valliant, R., Dorfman, A., and Royall, R. M. (2000). *Finite Population Sampling and Inference*, New York: Wiley & Sons.
- Valliant, R., Dever, J. and Kreuter, F. (2013). *Practical Tools for Designing and Weighting Survey Samples*, Springer, Statistics for Social and Behavioral Sciences.
- Westat (2007). *WesVar 4.3 User's Guide*. Westat, Rockville MD, URL www.westat.com
- Zheng, H. and Little, R.J.A. (2003). "Penalized spline model-based estimation of finite population total from probability-proportional-to-size samples", *Journal of Official Statistics*, 19, 99-117.
- Zheng, H., and Little, R.J.A. (2005). "Inference for the population total from probability proportional-to-size samples based on predictions from a penalized spline nonparametric model", *Journal of Official Statistics*, 21, 1-20.