

DIRECCIÓN DE CENSOS Y DEMOGRAFÍA
-DCD-

COORDINACIÓN DE PROYECCIONES DE
POBLACIÓN Y ANÁLISIS DEMOGRÁFICO-PPAD

METODOLOGÍA GENERAL DE PROYECCIONES DE
POBLACIÓN Y ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS (PPED)

Marzo - 2021

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO
NACIONAL DE ESTADÍSTICA
(DANE)**

JUAN DANIEL OVIEDO ARANGO
Director

RICARDO VALENCIA RAMÍREZ
Subdirector

MARÍA FERNANDA DE LA OSSA ARCHILA
Secretaria General

DIRECTORES TÉCNICOS

HORACIO CORAL DÍAZ
Dirección de Metodología y Producción
Estadística

ANGELA PATRICIA VEGA LANDAETA
Dirección de Censos y Demografía

JULIETH ALEJANDRA SOLANO VILLA
Dirección de Regulación, Planeación,
Estandarización y Normalización

JUAN PABLO CARDOSO TORRES
Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

SANDRA LILIANA MORENO MAYORGA
Dirección de Geoestadística

MAURICIO ORTIZ GONZÁLEZ
Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura
Estadística

© DANE, 2020

Prohibida la reproducción total o parcial sin
permiso o autorización del Departamento
Administrativo Nacional de Estadística,
Colombia.

**MARIANA FRANCISCA OSPINA
BOHÓRQUEZ**

Coordinadora de Proyecciones de Población y
Análisis Demográfico

**OSCAR MAURICIO ACOSTA ORTIZ
GLENN HARRY AMAYA CRUZ
LELIO ALEJANDRO ARIAS VIZCAINO
JORGE CABEZAS ZABALA
JUAN CAMILO CALDERÓN GONZALES
OSCAR AUGUSTO CASTELLANOS OSPINA
CLAUDIA CECILIA CHACÓN
ANDRÉS FELIPE COPETE MARTÍNEZ
CÉSAR ANDRÉS CRISTANCHO FAJARDO
YENNY ANDREA MARÍN SALAZAR
JUAN SEBASTIÁN OVIEDO MOZO
MARCELA PANTOJA ECHEVERRY
JOAQUÍN RECAÑO VALVERDE
LUIS HERNÁN RUÍZ CETINA
LINA MARÍA SÁNCHEZ CÉSPEDES
JUAN CAMILO TRILLOS MELO**

Equipo técnico PPED

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES	7
2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA	12
2.1. DISEÑO TEMÁTICO	13
2.1.1. Necesidades de información	13
2.1.2. Formulación de objetivos	14
2.1.3. Alcance.....	15
2.1.4. Marco de referencia.....	15
2.1.5. Definición de variables e indicadores estadísticos	25
2.1.6. Plan de resultados	33
2.1.7. Estándares estadísticos utilizados	37
2.2. DISEÑO ESTADÍSTICO	38
2.2.1. Universo de estudio.....	38
2.2.2. Población objetivo	38
2.2.3. Cobertura geográfica	39
2.2.4. Desagregación geográfica.....	39
2.2.5. Desagregación temática	39
2.2.6. Fuentes de datos	40
2.2.7. Unidades estadísticas	43
2.2.8. Período de referencia	44
2.2.9. Período de acopio	44
2.3. DISEÑO DEL ACOPIO	44
2.3.1. Métodos y estrategias de acopio de datos	44
2.3.2. Diseño de la estrategia de comunicación y plan de contingencias.....	46
2.3.3. Diseño de la estrategia de seguimiento y control	47
2.4. DISEÑO DEL PROCESAMIENTO	47
2.4.1. Consolidación de archivos de datos.....	47
2.4.2. Diccionario de datos.....	48
2.4.3. Métodos aplicados para la elaboración de las retroproyecciones y proyecciones de población	48
2.4.4. Diseño de instrumentos de edición (validación y consistencia) e imputación de datos	72
2.4.5. Diseño para la generación de cuadros de resultados	73

2.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS	73
2.5.1. <i>Métodos de análisis de resultados</i>	73
2.5.2. <i>Comités de expertos</i>	79
2.6. DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN	79
2.6.1. <i>Diseño de los sistemas de salida</i>	80
2.6.2. <i>Diseño de productos de comunicación y difusión</i>	80
2.6.3. <i>Entrega de productos</i>	81
2.6.4. <i>Estrategia de servicio</i>	81
2.7. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN DE LAS FASES DEL PROCESO	82
2.8. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO	83
3. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA	84
GLOSARIO	85
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	91

INTRODUCCIÓN

Proveer estadísticas oficiales sobre población con un elevado grado de confiabilidad y mayores niveles de desagregación, es uno de los retos que enfrentan actualmente las Oficinas Nacionales de Estadística. Este ejercicio requiere el uso de herramientas tecnológicas avanzadas y capacidades técnicas particularmente en aspectos demográficos y en estudios de población.

Las proyecciones de población son uno de los productos de información demográfica que brindan insumos a entidades públicas, privadas y organismos internacionales, para prever y cuantificar demandas de bienes y servicios que necesitarán, además proporciona insumos fundamentales para una amplia gama de actividades gubernamentales tales como la planeación de sus políticas públicas, la planeación del ordenamiento de sus territorios, la toma de decisiones en base a las características de su población, entre otras actividades donde se considere a la población no solo como demandante de recursos sino también como recurso productivo y actor del desarrollo mismo.

Las proyecciones de población se pueden definir como una estimación objetiva sobre la evolución de la población, con base en un análisis detallado del pasado reciente de los componentes que producen cambios en ésta como la fecundidad, la mortalidad y la migración. En el periodo de la proyección de población se puede analizar aspectos tales como las características de los subgrupos de población: población envejecida (65 años y más), mujeres en edad fértil (desde los 10 hasta los 49 años), adolescentes, menores de 5 años, población en edad de trabajar), la velocidad de cambio de la población y los efectos que genera la reducción de la fecundidad en la distribución poblacional.

Este documento describe los aspectos metodológicos implementados por la Dirección de Censos y Demografía del DANE, para la producción de retroproyecciones y proyecciones de población a partir de información demográfica proveniente del Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018.

El primer capítulo describe los antecedentes de la operación estadística, conforme a los aspectos generales para realización de proyecciones a partir de los censos de población y vivienda de 1985, 1993 y 2005.

El segundo capítulo explica en detalle el desarrollo de cada uno de los pasos metodológicos llevados a cabo para las proyecciones de población según el periodo de referencia definido.

En el tercer capítulo se hace una relación de la documentación utilizada en el desarrollo de la operación estadística.

1. ANTECEDENTES

Desde la década de 1950, la comunidad internacional ha enfocado esfuerzos en la elaboración de recomendaciones que apuntaran a mejorar las formas de conocer los niveles, las tendencias y la estructura de la fecundidad, la mortalidad y la migración, y consecuentemente la dinámica poblacional y su composición por sexo y edad. En 1957 se fundó el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), con el apoyo del Consejo Económico y Social de Naciones Unidas, con el fin de promover en la región estudios sobre población, la enseñanza de las técnicas del análisis demográfico, y el desarrollo de proyectos de investigación sobre evaluación y ajuste de datos demográficos, estimaciones en los cambios de la mortalidad y fecundidad, proyecciones de población y el desarrollo de los modelos teóricos para el uso de computadoras.¹ En 1997, CELADE se constituye como la División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y continúa con su misión de fortalecer la capacidad de los países de la región mediante capacitación avanzada en la aplicación de la demografía, elaborar datos demográficos y metodologías uniformes a fin de asegurar la comparabilidad entre los países, y promover el intercambio de información sobre temas de población. Actualmente cuenta con el apoyo de los organismos del Sistema de Naciones Unidas, celade, logrando brindar asistencia técnica a los países mediante convenios de trabajo firmados con institutos nacionales principalmente de estadística.

Dentro de su alcance, CELADE elabora las estimaciones y proyecciones de población agregadas para 20 países de América Latina, con base en el "Manual III. Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad", publicado por Naciones Unidas en el año 1956. Desde su publicación, se han incorporado varios cambios metodológicos en el proceso de estimación y proyección de los niveles y estructuras de los componentes demográficos. Este manual también es un referente para que los países de la región elaboren las estimaciones y proyecciones de población por componentes. En la mayoría de los países de la región, las entidades nacionales son las encargadas de elaborar las estimaciones y proyecciones de población, las cuales difieren de las desarrolladas por CELADE principalmente por la manera en que se estiman y proyectan los componentes demográficos, las decisiones tomadas durante el proceso de conciliación demográfica, las fuentes de datos utilizadas, el periodo analizado o periodo de estimación y los supuestos de evolución futura de los componentes demográficos.

La década de 1980 trajo cambios importantes en el proceso de estimación y proyección de la población con el surgimiento de los microcomputadores, abriendo una ventana de oportunidades para el manejo de datos. En esos años, el CELADE desarrolló un programa de proyecciones demográficas (PRODEM) para microcomputadores. En 2009 se comenzó el desarrollo de un sistema de planillas en ambiente EXCEL

¹ UN. CEPAL. CELADE. CELADE, origen, actividades y objetivos.

denominado PRODEX, que elabora estimaciones y proyecciones de población por edades simples, tratando de suplir así las necesidades inmediatas de los institutos nacionales de estadística de la región.²

PROYECCIONES DE POBLACIÓN 1950-2025.

La elaboración de las proyecciones de población derivadas del Censo Nacional 1985, se percibió como una prioridad para el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), fue así como se suscribió un convenio con el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-Canadá), con el apoyo del Centro Latinoamericano de Demografía CELADE, encaminado a realizar Proyecciones de Población para Colombia, Total Nacional 1950-2025.

A continuación, se describen los pasos metodológicos generales llevados a cabo para la medición de las proyecciones de población derivadas del Censo Nacional 1985: 1) evaluación y ajuste del Censo 1985 por el proceso de conciliación censal. La conciliación censal es un procedimiento demográfico que consiste en la comparación de los resultados del censo con los resultados de previos ejercicios censales, en lo que tiene que ver con la evolución correspondiente de las variables demográficas que intervienen en el cambio de la población: fecundidad, mortalidad y migración y de esta manera establecer una población base coherente; 2) definición de la población base 1985, con un ejercicio que involucró varias alternativas, tales como una proyección de 1950 a 1985 y una retroproyección, ajustando previamente el censo de 1985 hasta 1950; y 3) evaluación, ajuste y evolución de cada uno de los componentes del cambio poblacional.

De manera alterna se evaluaron las estadísticas vitales, pero su uso fue limitado debido a que se evidencia un rezago causado por cambios en la fuente de los registros, tradicionalmente eran las parroquias quienes reportaban, posteriormente y con la creación del Servicio Nacional de Inscripción, la fuente paso a ser las notarías, las alcaldías y las inspecciones de policía.

En el sitio web del DANE, reposa copia de la documentación y resultados de las proyecciones que se pueden consultar en: http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD_8875_1950_2025.PDF.

² Tomado página web CELADE: <https://www.cepal.org/es/acerca-de-poblacion-y-desarrollo>

PROYECCIONES QUINQUENALES DE POBLACIÓN POR SEXO Y EDAD, 1950-2050

Con la información definitiva del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993 se abrió el camino para la elaboración de proyecciones de población, con el fin de conocer la dinámica demográfica del país; fue así como con el trabajo de un equipo de expertos del DANE, con la asistencia técnica de la Corporación Centro Regional de Población (CCRP) y la consulta permanente a especialistas nacionales en el campo demográfico, se elaboraron un conjunto de proyecciones de población para los ámbitos nacional, departamental y municipal.

Estas proyecciones de población son el resultado del Censo Nacional de Población y Vivienda 1993 y de censos anteriores y hace parte de un mecanismo de aprovechamiento de la información sociodemográfica disponible; dicha información se compiló en los llamados Estudios Censales en los cuales se consignaron además de las proyecciones de población para todas las divisiones político-administrativas del territorio nacional, incluyendo la población residente en las áreas urbanas como la residente en las áreas rurales, una serie de indicadores sociodemográficos que daban cuenta de las dinámicas presentes y las dinámicas esperadas para los siguientes años.

ESTIMACIONES 1985-2005 Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN 2005-2020

A partir de la entrega de resultados del Censo General 2005, el grupo de proyecciones de población y análisis demográfico de la Dirección de Censos y Demografía del DANE, inició la elaboración de las proyecciones demográficas.

En la primera etapa, se llevó a cabo el procedimiento denominado conciliación demográfica³ intercensal, método indirecto que se utiliza para evaluar y corregir la información censal respecto al volumen y composición de la población. Este método se fundamenta en el análisis del comportamiento de los componentes demográficos, fecundidad, mortalidad y migración, a partir de la información de los diferentes censos realizados, lo cual permite identificar las tendencias de la dinámica demográfica, facilitando la construcción de los supuestos para proyectar dichas variables. En este sentido, el censo general 2005 brindó la oportunidad de revisar los cambios poblacionales experimentados por la dinámica demográfica durante el periodo 1985- 2005, los cuales a su vez están determinados por la variación en

³ CEPAL - SERIE Población y desarrollo No.65

cada uno de los fenómenos que la componen - fecundidad, mortalidad y migración, y sus efectos en la estructura poblacional.

De acuerdo con el proceso de conciliación censal los cambios que se evidencian durante la última década en los componentes demográficos de fecundidad y mortalidad, comparados con la evolución observada para los años 70 y 80 son significativos mostrando avances en el proceso de transición demográfica y por lo tanto en el epidemiológico, es decir asociados con los cambios ocurridos en las causas principales de muerte.

Las estimaciones realizadas en el proceso de conciliación censal para el periodo 1985 -2005, demandaron información de los tres últimos censos de población de los años 1985, 1993 y 2005, el registro de estadísticas vitales y los resultados de la Encuesta de Demografía y Salud –ENDS de los años 1985- 2005, ratificando las tendencias esperadas dentro del proceso transicional.

Este proceso identificó factores de vulnerabilidad demográfica y grandes brechas a nivel departamental anticipando posibles impactos en términos de vulnerabilidad económica y social.

Los resultados obtenidos durante el proceso de conciliación censal fueron el insumo fundamental para formular los supuestos y configurar la tendencia de los componentes demográficos consistente con la trayectoria historia y la proyección futura de la dinámica demográfica.

Una vez finalizada la conciliación censal, se llevó a cabo la proyección nacional y departamental utilizando el método de los componentes demográficos, lo cual implicó la estimación de los indicadores de fecundidad, mortalidad y migración del pasado reciente y de establecer supuestos de evolución de los mismos hacia el año 2020. El programa empleado para llevar a cabo este ejercicio es el que en ese momento disponía el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), llamado PRODEM.

Para el ámbito municipal, el DANE, con el fin de garantizar coherencia metodológica y teniendo en cuenta la importancia de la información, se elaboraron las proyecciones de población utilizando un modelo semi-demográfico llamado método de Relación de Cohortes, el cual se emplea generalmente para proyectar poblaciones de áreas geográficas pequeñas e intermedias. Este método, según Duchesne, "tiene la ventaja de tomar en cuenta la estructura de la población y algunos cambios de las variables demográficas

(en particular la fecundidad) asegurando la coherencia entre las sumas de las áreas intermedias y menores de un área grande y las proyecciones ya conocidas de ella”⁴.

La ventaja analítica del modelo utilizado, a diferencia de los métodos matemáticos, estadísticos o económicos para elaborar proyecciones de población, reside en la utilización de estructuras de población por sexo y edad, así como cambios de algunos parámetros demográficos, en especial fecundidad, permitiendo obtener proyecciones municipales robustas al garantizar coherencia de los parámetros demográficos que determinan los cambios poblacionales de cada departamento y las áreas menores que los conforman.

ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN NACIONAL 1950-2070

Ante la creciente necesidad de información por parte de las diferentes entidades públicas y privadas y con la llegada de nueva información demográfica proveniente del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, el DANE inicia la elaboración de estimaciones de población 1950-2018 y proyecciones de población nacionales 2018-2070. Este trabajo incluye la revisión de los antecedentes sobre el comportamiento de la dinámica demográfica del país, de igual manera se da a conocer el comportamiento de las componentes del cambio poblacional a lo largo del periodo de la retroproyección y de la proyección de población.

Las nuevas realidades demográficas del país particularmente en el componente migratorio reveladas en el censo 2018, permitieron reevaluar e incorporar las nuevas tendencias demográficas que venían de las proyecciones de población elaboradas con base en el censo 2005 y anteriores.

Con este nuevo conjunto de proyecciones de población, se corrigen las tendencias en nivel y estructura de la proyección de población anterior y permiten corregir el sesgo que se venía observando en las proyecciones, dado a que a medida que nos alejamos del punto de partida en este caso del censo 2005, aumenta la incertidumbre de las cifras de proyecciones de población.

Las estimaciones de población 1950-2018, requirieron del diagnóstico de la dinámica demográfica del periodo de referencia (fecundidad, mortalidad y migración) para ello se recurrió a la recopilación

⁴ Duchesne Louis. Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores – Método Relación de Cohortes”. En Métodos para proyecciones subnacionales de población. DANE, Bogotá 1989; pag. 74

bibliográfica de trabajos DANE, también de investigaciones realizadas por reconocidos investigadores con el propósito de establecer las tendencias históricas del nivel y estructura de la fecundidad, la mortalidad y la migración internacional.

Como parte del ejercicio de generación de proyecciones de población con base en nueva información demográfica proveniente del censo nacional de población 2018, el DANE pone a disposición de usuarios internos y externos estimaciones de población departamental 1985-2018 y proyecciones de población departamentales 2018-2050.

La dinámica poblacional de cada uno de los departamentos del país es muy variada, se perciben en ellos brechas económicas y sociales que se visibilizan en los niveles y tendencias de la fecundidad y en los comportamientos migratorios, de igual manera la mortalidad infantil refleja una diversidad que impacta directamente en la esperanza de vida de la población en cada uno de los departamentos.

De otro lado las transformaciones económicas y sociales se manifiestan en el permanente avance de la urbanización, el ejercicio aquí presentado recoge toda esta nueva realidad demográfica de los territorios y propone una prospectiva de comportamiento en el espacio temporal que abarca hasta el año 2070.

A partir de la constitución de 1991 se da a los municipios autonomía para planear, ejecutar y gestionar recursos, por lo que la disponibilidad de proyecciones de población actualizadas se torna en un elemento fundamental para llevar a cabo estas actividades. De esta forma el DANE, dispone información por área geográfica que sirva a los propósitos de los municipios en su tarea de atender a la población residente.

2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

A continuación, se describen cada uno de los diseños establecidos para la elaboración de las proyecciones de población y estudios demográficos, los cuales abarcan el diseño temático, estadístico, de acopio, procesamiento, análisis, difusión y comunicación, así como la evaluación de las fases del proceso y el diseño de los sistemas de producción.

2.1. DISEÑO TEMÁTICO

2.1.1. Necesidades de información

La elaboración de las proyecciones de población se justifica en gran parte para dar respuesta a requerimientos normativos, entre los cuales están:

El decreto 262 de 2004 establece en las funciones generales del DANE, generar y certificar las proyecciones de población, además en este mismo se encuentran las funciones de la Dirección de Censos y Demografía, dentro de las que se determina “realizar los estudios de análisis demográficos para atender de manera permanente el proceso de elaboración, revisión y actualización de las proyecciones de población que se requieren en el país”

La Ley 715 de 2001, “Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros.” Exhorta al ministerio de educación al uso de proyecciones de población a fin de certificar a aquellos municipios que mantienen la capacidad necesaria para administrar el servicio público de educación. De igual manera el ministerio de salud utiliza los datos de proyecciones de población con el propósito de distribuir los recursos para financiar las acciones de salud pública, así como también se utiliza la información para la distribución de recursos por población urbana y rural. Asimismo, la población en resguardos indígenas también recibe recursos del sistema general de participaciones los cuales se distribuyen utilizando las proyecciones de población en resguardos, son administrados por los municipios y tienen una destinación específica descrita en la ley.

Por otro lado, la ley 1530 de 2012. “Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías”, pone al Ministerio de Hacienda y crédito público y al Departamento Nacional de Planeación como usuarios de la información poblacional pues en su artículo 33 y 34 ordena distribuir los recursos provenientes del fondo de desarrollo regional y fondo de compensación regional utilizando los datos de las proyecciones de población departamental.

Organismos como el Fondo de Población de las Naciones Unidas - UNFPA, plantean algunos criterios de desagregación y sugieren la estimación para periodos de 100 años (1950-2050) con el fin de realizar estudios y análisis comparativos a nivel regional y mundial.

Es así que las proyecciones de población responden principalmente a las necesidades de información poblacional que se presentan en los periodos intercensales para la formulación de políticas públicas. Las proyecciones de población sirven de insumo tanto para entidades públicas como privadas en la planeación de bienes y servicios, dando respuesta a los cambios demográficos tales como: el aumento y disminución de la población, cambios en las estructuras de consumo como consecuencia de las variaciones de la composición por sexo y edad de la población, evolución de la distribución espacial y al mismo tiempo establece la capacidad de producción, generación de empleo, consumo y ordenamiento territorial acorde con las tendencias demográficas presentes y futuras.

2.1.2. Formulación de objetivos

a) **Objetivo general:**

Elaborar proyecciones y retroproyecciones de población, así como indicadores demográficos por edad y sexo, para el nivel nacional, departamental y municipal, con base en la evolución de los componentes del cambio poblacional – fecundidad, mortalidad y migración - para el periodo 1950 a 2017 y 2018 a 2070.

b) **Objetivos específicos:**

- Elaborar estimaciones de población para el periodo 1950-2017 y proyecciones de población nacional para el periodo 2018 a 2070, por área geográfica, sexo y edades simples desde los cero hasta los cien años.
- Elaborar estimaciones de población para el periodo 1985-2017 y proyecciones de población departamental para el periodo 2018 a 2050 por área geográfica, sexo y edades simples desde los cero años hasta los cien años.
- Producir información de estimaciones de población 1985-2017 y proyecciones de población municipal para el periodo 2018 a 2035, por área geográfica, sexo y edades simples desde los cero años hasta los cien años.
- Calcular indicadores de estructura asociados a la retroproyección y proyección de población.
- Calcular indicadores de fecundidad, mortalidad y migración asociados a la retroproyección y la proyección de población.

2.1.3. Alcance

Contempla la elaboración de las proyecciones y retroproyecciones de población por sexo y edad a nivel nacional, departamental, municipal (cabecera y rural disperso), así como las estimaciones del cambio poblacional: fecundidad, mortalidad y migración.

Se elaborarán proyecciones de población utilizando el método de los componentes demográficos para los niveles nacional y departamental y métodos matemáticos para el nivel municipal. Una vez consultadas las necesidades de información con las diferentes entidades nacionales e internacionales y con los grupos internos de trabajo, la Dirección de Censos y Demografía del DANE estableció que el horizonte temporal del ejercicio será 2018 a 2070, además una retroproyección desde el año 1950 hasta 2017.

Dentro de las fuentes de información utilizadas para las proyecciones de población y estudios demográficos, se tienen: 1) los censos de población 1985, 1993, 2005 y el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018; 2) registros administrativos, entre otros, el de estadísticas vitales y el Registro Estadístico de Migración Internacional (REMI) y 3) información de contraste, proveniente de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) y de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS), entre otras fuentes y operaciones estadísticas.

2.1.4. Marco de referencia

a) Marco teórico:

La población humana, como objeto y sujeto de desarrollo, se constituye en un elemento clave para los procesos de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas públicas.

De las estrechas relaciones entre población y desarrollo, se desprende la necesidad de prever a nivel global y regional, las diversas necesidades de producción y/o adquisición de bienes y servicios, así como de establecer la capacidad de producción, de servicios de salud, de educación, recreación, entre otros, que deben ser incorporadas en los planes y programas nacionales y regionales. Por lo tanto, las proyecciones de población se elaboran atendiendo a los objetivos que se definan, a las condiciones específicas de desarrollo pasado, presente y de las perspectivas que se establezcan para el futuro, las características demográficas de la población (tamaño, composición por sexo y edad, distribución espacial), y las características económicas sociales y ambientales particulares de cada región.

Las proyecciones de población se elaboran, a partir de la aplicación de modelos específicos, siendo el más relevante en demografía “la ecuación compensadora”, conocida como la ecuación básica del cambio poblacional⁵; estos modelos deben estar en función del nivel de especificidad requerido, de la información, la tecnología y los recursos disponibles. Para ello, se plantean diferentes escenarios acerca del comportamiento esperado de la evolución de los componentes del cambio poblacional, apoyados en información del presente y del pasado reciente teniendo en cuenta las condiciones demográficas particulares de la población en los diferentes niveles administrativos del territorio nacional.

Como fundamentos teóricos principales de los modelos y los métodos empleados para la elaboración de las proyecciones de población, se siguen los principios de la teoría de la transición demográfica, que hacen referencia al cambio que experimentan las poblaciones humanas al pasar de altas a bajas tasas de natalidad y mortalidad en algún momento de su historia. Esta teoría fue expuesta inicialmente por Landry en 1909, 20 años más tarde Warren Thompson en el año 1929 continuó su desarrollo. Frank Notenstein acuñó el término de transición demográfica y expuso en forma más afinada lo que se conoce actualmente como “Teoría de la Transición Demográfica”, cuerpo teórico que describe y también explica el cambio demográfico⁶.

El método más usado por los países de la región para elaborar proyecciones de población y que es el que propone Naciones Unidas en su “Manual III. Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad” es el “método de los componentes”, el cual se fundamenta en la ecuación compensadora, siendo este método el que ha venido utilizando por el DANE en la elaboración de sus proyecciones de población.

Para la formulación de los diferentes escenarios de evolución de los componentes básicos del cambio poblacional se prevé que el país, al igual que los demás países del mundo, pueden experimentar una baja de la tasa de fecundidad, precedida por una baja de la tasa de mortalidad lo que conlleva necesariamente a la construcción previa, de un diagnóstico acerca de la intensidad y velocidad de este cambio, con fundamento en la información del presente y en la tendencia del pasado reciente.

Por lo anterior, es importante tener en cuenta, que toda proyección lleva implícito un grado de incertidumbre, independientemente de la calidad de información básica disponible y de los instrumentos,

⁵ Rincón, Manuel. Teoría y métodos para la preparación de estimaciones y proyecciones de población. 1989.

⁶ Welti, Carlos. 1997. Demografía.

herramientas y modelos aplicados. Por tal razón, periódicamente se adelantan revisiones a partir de información de referencia obtenida de fuentes externas.

b) Marco conceptual:

Los marcos conceptuales de las ciencias sociales tratan de explicar la realidad de los fenómenos. La economía trata de explicar la distribución de los recursos escasos, de igual manera la sociología intenta explicar las relaciones sociales que se dan dentro de una población humana, en el mundo real interactúan todos los fenómenos que las distintas ciencias tratan de extraer para su análisis y estudio.

Pero para que el economista, el antropólogo, el sociólogo puedan explicar esta realidad necesitan de la población y de todos los cambios que en ella suceden. De igual manera las conclusiones de la economía, la sociología, la psicología y demás ciencias sociales son de gran importancia para describir los cambios que ocurren en las poblaciones, es decir la relación entre la demografía y las demás ciencias, es una relación estrecha, directa e interdependiente.

En este sentido desde la economía se puede argumentar fenómenos como, el que un aumento en los ingresos de la población puede conducir a una reducción en el tamaño de los hogares, también puede disminuir la mortalidad permitiendo el aumento de la esperanza de vida o desde la antropología, que los cambios culturales probablemente reduzcan la fecundidad, de igual manera desde la sociología que las oleadas publicitarias promueven el cambio de residencia y la migración.

La interrelación de la demografía y las ciencias sociales permiten explicar la realidad, de igual manera las ciencias sociales requieren el apoyo de la demografía para poder llegar a conclusiones sobre esta realidad.

A continuación, se relacionan algunos conceptos de la operación estadística que fueron tomados de los principales referentes temáticos y conceptos estandarizados por el DANE:

Cohorte: grupo de personas que experimentaron la misma clase de acontecimientos durante un mismo período. Así, una cohorte por edad es un grupo de personas nacidas durante un período particular, y una cohorte por matrimonio es un grupo de personas que contrajeron matrimonio durante un determinado período. Los efectos de un conjunto dado de tasas de mortalidad o de fecundidad se ilustran a menudo aplicándolas a cohortes hipotéticas.

Estimación de población: es el número de personas que se calcula tiene o tuvo una población en un momento específico del tiempo, ya sea globalmente o de una categoría más reducida. Tal volumen no es el producto de medición directa, pero para obtenerla, se tuvo en cuenta alguna información sobre la población.

Estructura de población: es el modo en que está repartida la población según cualquier clasificación de las personas que la componen (su estado civil, su nivel de estudios, la región de residencia, la edad, sexo o cualquier otro).

Fecundidad: se estudian los fenómenos cuantitativos directamente relacionados con la procreación o reproducción humana en el seno de una población o de una subpoblación. Se emplea la palabra natalidad para designar la frecuencia de los nacimientos que ocurren en el seno de las poblaciones propiamente dichas tomadas como un conjunto y se entiende por fecundidad la frecuencia de los nacimientos que ocurren en el seno de conjuntos o subconjuntos humanos en edad de procrear.

Migración: movimiento geográfico de las personas a través de una frontera internacional específica o de un límite Político-administrativo (para departamentos y municipios) interno para establecer una nueva residencia habitual.

Migración interna: movimiento de personas a través de un límite Político-administrativo interno para establecer una nueva residencia habitual.

- **Emigración interna:** Traslado que realiza una persona de su residencia habitual hacia otro municipio o departamento, de modo que el municipio o departamento de destino se convierte en el de su nueva residencia habitual.
- **Inmigración interna:** Traslado que realiza una persona de su municipio o departamento de residencia habitual, de manera que el municipio o departamento de destino se convierta efectivamente en el de su nueva residencia habitual.

Migración internacional: movimiento de personas que cambian su país de residencia habitual, para establecerse temporal o permanentemente en otro país.

- **Emigración internacional:** Traslado que realiza una persona desde su país natal o hacia otro país, en búsqueda de mejores medios de vida, de modo que el país de destino se convierte en el de su nueva residencia habitual.

- **Inmigración Internacional:** Traslado que realiza una persona de un país distinto al natal de manera que el país destino se convierta en el de su residencia habitual.

Mortalidad: se emplea para expresar la acción de la muerte sobre los integrantes de una población.

Nivel de población: volumen de personas residentes habituales de un área geográfica determinada, es conocido como tamaño poblacional.

Población base: población que ha sido previamente evaluada y corregida tanto en la declaración de la edad y sexo como en la cobertura del tamaño poblacional, es decir, en nivel como en estructura y que es el punto de partida de las proyecciones de población.

Preferencia de dígitos: tendencia de enumeradores o informantes a declarar ciertas edades en lugar de otras; también llamado preferencia de edades o "preferencia de dígitos". Está extendida la preferencia por edades terminadas en cero o cinco.

Proyección de población: conjunto de resultados provenientes de cálculos relativos a la evolución futura de una población partiendo usualmente de ciertos supuestos con respecto al curso que seguirá la fecundidad, la mortalidad y las migraciones.

Retroproyección: técnica para estimar la población en un momento anterior a partir de una población observada, contando a aquellos miembros de la población que habrían muerto de cumplirse las condiciones observadas o supuestas de mortalidad. Se usa como método para estimar la fecundidad calculando a partir del número observado de supervivientes de una edad dada x el número esperado de nacimientos que ocurrieron x años antes, (en situaciones en que tanto la fecundidad como la mortalidad se conozcan o puedan estimarse de modo fidedigno, cabe usar la retroproyección para estimar la migración).

Transición demográfica: proceso evolutivo observado en la población de un país, caracterizado por el paso de altas a bajas tasas de fecundidad y mortalidad, que permite explicar la relación entre los cambios demográficos y los cambios sociales, económicos y culturales.

c) Marco legal o normativo:

A continuación, se enuncian las normas por las cuales el DANE emite las certificaciones de proyecciones de población:

- **Ley 136 de 1994.** Por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios. Establece en el artículo 6 la categorización de distritos y municipios, y en el artículo 8 establece los requisitos para la creación de municipios, para lo cual se requiere la certificación de población del año anterior expedida por el DANE.
- **Ley 617 de octubre 9 de 2000.** Por la cual se reforma parcialmente la Ley 136 de 1994, el Decreto Extraordinario 1222 de 1986, se adiciona la Ley Orgánica de Presupuesto, el Decreto 1421 de 1993, se dictan otras normas tendientes a fortalecer la descentralización, y se dictan normas para la racionalización del gasto público nacional. En el artículo 1 del parágrafo 4 se ratifica la obligación del DANE de expedir las certificaciones de población a más tardar el 31 de julio de cada año.
- **Ley 715 de 2001.** Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. A continuación, se citan los artículos relacionados con el tema poblacional:

ARTICULO 52.1. Población por atender. Es la población total de cada entidad territorial certificada por el DANE para el respectivo año y se distribuirá entre los distritos, municipios y corregimientos de acuerdo con su población.

Artículo 66. De la información para la asignación de recursos. La información utilizada para la distribución de recursos en materia de población urbana y rural, deberá ser suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE.

Artículo 79. Criterios de distribución de los recursos de la participación de propósito general. Los recursos de la Participación de Propósito General serán distribuidos de la siguiente manera: 79.1. 40 % según la pobreza relativa, para ello se tomará el grado de pobreza de cada distrito o municipio medido con el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI, o el indicador que lo sustituya determinado por el DANE, en relación con el nivel de pobreza relativa nacional.

Artículo 103. Censo válido. Para efectos de esta Ley, se tendrá en cuenta la información certificada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, con base en el último censo realizado. (Cálculo de la población base)

Artículo 82. Resguardos Indígenas. En tanto no sean constituidas las entidades territoriales indígenas, serán beneficiarios del Sistema General de Participaciones los resguardos indígenas legalmente constituidos y reportados por el Ministerio del Interior al Departamento Nacional de Estadísticas, DANE, y al Departamento Nacional de Planeación en el año inmediatamente anterior a la vigencia para la cual se programan los recursos.

Artículo 83. Distribución y administración de los recursos para resguardos indígenas. Los recursos para los resguardos indígenas se distribuirán en proporción a la participación de la población de la entidad o resguardo indígena, en el total de población indígena reportada por el INCORA al DANE.

- **Decreto 159 de 2002.** Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 715 de 2001. En su artículo 3 establece la certificación de población de los resguardos indígenas legalmente constituidos por municipio y departamento, para efectos de la distribución de los recursos del sistema general de participaciones.
- **Decreto 262 de 2004.** Por el cual se modifica la estructura del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE y se dictan otras disposiciones. Artículo 2°. Funciones Generales. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, tendrá, además de las funciones que establece el artículo 59 de la Ley 489 de 1998, las siguientes:
 - k) Generar y certificar las proyecciones oficiales de población de las entidades territoriales del país.
- **Decreto 72 de 2005.** Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 159 de 2002. A continuación, se citan los artículos de interés:

Artículo 1°. Modificase el artículo 1° del Decreto 159 de 2002, el cual quedará así: "Artículo 1°. Certificación de información. Para efectos de la evaluación, seguimiento y monitoreo de los recursos del Sistema General de Participaciones, de la distribución de la Participación de Propósito General y de la asignación para los programas de alimentación escolar de que tratan los artículos 2°, 3°, 4° y 76 numeral 17, de la Ley 715 de 2001, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, los municipios, distritos y el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina deberán enviar la siguiente información debidamente certificada al Departamento Nacional de Planeación, en los siguientes términos:

1. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística suministrará las estimaciones hechas, a más tardar el 30 de junio de cada año, sobre:
 - a) La población total del país, por municipios y distritos, incluyendo la del departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y los datos de población por corregimientos de los departamentos del Amazonas, Guainía y Vaupés, desagregada en población urbana y rural;
 - b) El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas por municipio, distrito y del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- **Ley 1176 de 2007.** Por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones. Mediante el artículo 23 se modifica el artículo 79 de la Ley 715 de 2001 sobre criterios de distribución de los recursos de la participación de propósito general. Se ordena la certificación de población de 0 a 6 años y la población distribuida por cabeceras municipales y centros poblados y rural disperso.
- **Decreto 313 de 2008.** Por medio del cual se reglamentan parcialmente las Leyes 715 de 2001, 1122 de 2007 y 1176 de 2007. A continuación, se cita el artículo de interés:

Artículo 6. Información para la distribución de los recursos adicionales destinados a la atención integral de la primera infancia del Sistema General de Participaciones. Para efectos de la distribución de los recursos adicionales destinados a la atención integral de la primera infancia del Sistema General de Participaciones, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, deberá enviar debidamente certificada al Departamento Nacional de Planeación la información correspondiente a la población de 0 a 6 años y el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas por municipios, distritos, incluyendo a las áreas no municipalizadas de los departamentos de Amazonas, Guainía y Vaupés, a más tardar el 30 de junio de cada año para la distribución de la siguiente vigencia.
- **Ley 1551 de 2012.** Por la cual se dictan normas para modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios. Mediante el artículo 7 modifica el artículo 6 de la Ley 136 de

1994 sobre categorización de municipios, también modifica mediante artículo 11 los numerales 2, 3 y los párrafos 1o, 2o y 3o del artículo 8o de la Ley 136 de 1994 sobre requisitos para la creación de municipios. Establece nuevos criterios para la creación de municipios teniendo como base la población certificada por el DANE.

- **Decreto 632 de 2018.** Por el cual se dictan las normas fiscales y demás necesarias para poner en funcionamiento los territorios indígenas ubicados en áreas no municipalizadas de los departamentos de Amazonas, Guainía y Vaupés. A continuación, se cita el artículo de interés: Artículo 13. Información demográfica de los territorios indígenas ubicados en las áreas no municipalizadas. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) realizará la identificación de la población del territorio indígena que se pretende poner en funcionamiento, y certificará su proporción en el total de la población del resguardo indígena dentro del cual se encuentra, previa entrega por parte de la ANT de la delimitación de la que trata el artículo 12 del presente Decreto.

Para los efectos de la información demográfica de que trata el presente artículo, se tomarán como base los resultados del último Censo Nacional de Población y Vivienda.

d) Referentes internacionales: el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), que es la División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), recomienda el uso del método de los componentes para el cálculo de estimaciones y proyecciones de población, el cual requiere:

- Estimaciones demográficas de mortalidad, fecundidad y migración.
- Población base de acuerdo con el punto de inicio de la proyección, la cual debe ser desagregada por sexo y edad.
- Elaborar las hipótesis del comportamiento esperado de la evolución de los componentes demográficos.

La División de Estadística de las Naciones Unidas y el Centro Latinoamericano de Demografía - CELADE, entre otros, han publicado los siguientes documentos que sirven como referente internacional:

- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Internacionales. Estudios de Población No. 81. (1986). Manual X. Técnicas Indirectas de estimación demográfica. Naciones Unidas.

- Hill, K. (1981). Notas de población, año IX, No. 27: Notas sobre la estimación de la distribución por edades de los hijos emigrantes sobrevivientes. CELADE.
- Duchesne, L. (1989). Proyecciones de población por sexo y edad para áreas menores - Método de "Relación de Cohortes" - Métodos para proyecciones subnacionales de población. CELADE.
- Stein Emil Vollset, Emily Goren, Chun Wei Yuan, Jackie Cao, Amanda E Smith, Thomas Hsiao, et al. (2020). Escenarios de fecundidad, mortalidad, migración y población para 195 países y territorios desde 2017 hasta 2100. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30677-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30677-2)
- Arriaga, E. E. (2009). El carácter exclusivo del proceso de envejecimiento en América Latina. X Jornadas Argentinas de Estudios de Población. Asociación de Estudios de Población de la Argentina, San Fernando del Valle de Catamarca.
- Smith, S. K., Tayman, J., & Swanson, D. A. (2006). State and local population projections: Methodology and Analysis. Springer Science & Business Media.
- Arriaga, E. E. (2001). El análisis de la población con microcomputadoras. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Económicas.

Otras instituciones internacionales, referentes para la elaboración de las proyecciones de población son:

- Banco Mundial. Referente en cuanto a la evolución del nivel y la estructura de la proyección de población.
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID-Canadá. DANE. (1989). Proyecciones nacionales de población Colombia 1950-2025.
- Centro de Estudios Demográficos, Universidad Autónoma de Barcelona España.

e) Referentes nacionales: El estudio de "Análisis de Situación de Población (ASP)" desarrollado por el Fondo de Población de las Naciones Unidas, es el principal trabajo a nivel nacional que sirve como insumo para el análisis de la dinámica poblacional en la elaboración de las proyecciones y retroproyecciones de población.

Igualmente, dentro de las entidades u organizaciones a nivel nacional que han brindado aportes temáticos para el desarrollo de las proyecciones y retroproyecciones de población se encuentran:

- Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE) de la Universidad de los Andes.
- Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República.

2.1.5. Definición de variables e indicadores estadísticos

Las variables que se deben describir principalmente con la operación estadística son la población nacional, departamental y municipal, por área, sexo y edad, la fecundidad, mortalidad y migración.

Cuando se aborda el tema de la fecundidad necesariamente se está hablando de la reproducción humana y de todos los fenómenos que allí ocurren; en cuanto a la mortalidad se puede definir como los efectos que genera la acción de la muerte sobre los integrantes de una población, la migración se define como el "movimiento geográfico de las personas a través de una frontera internacional específica o de un límite político-administrativo interno (para departamentos y municipios), para establecer una nueva residencia habitual."

Indicadores estadísticos

- **Volúmenes de población:** total población nacional, departamental, municipal, por edad y sexo.

Población municipal

$$P_{\dots m,d} = \sum_{x,s,a} P_{x,s,a,m,d}$$

Población departamental

$$P_{\dots d} = \sum_{x,s,a,m} P_{x,s,a,m,d}$$

Población nacional

$$P_{\dots} = \sum_{x,s,a,m,d} P_{x,s,a,m,d}$$

Donde:

P , es la población.

d , es el departamento

x , es la edad

s , es el sexo

a , es el área geográfica

m , es el municipio

*El municipio depende del departamento.

Los indicadores relacionados con la fecundidad son:

- **Tasa bruta de natalidad:** representa el número de nacimientos que ocurren en una población por cada mil habitantes, durante un periodo dado, generalmente un año.

$$TBN_z = \frac{B_z}{N_z} \times 1000$$

Donde:

TBN_z , es la tasa bruta de natalidad en el año Z

B_z , son los nacimientos ocurridos en el año Z

N_z , es la población total a mitad del año Z (al 30 de junio de dicho año)

- **Tasa de fecundidad general:** representa la cantidad de nacimientos por cada mil mujeres en edad fértil durante un periodo dado, generalmente un año.

$$TGF = \frac{B_z}{MEF_z} \times 1000$$

Donde:

TGF , es la tasa General de Fecundidad

B_z , son los nacimientos ocurridos en el año Z

MEF_z , es la población femenina en edad fértil desde los 10 hasta los 49 años de edad a mitad del año Z

- **Tasa específica de fecundidad:** representa el número medio de nacimientos por mujer ocurridos durante el periodo de referencia.

$$f_x^z = \frac{B_x^z}{NF_x^z}$$

Donde:

f_x^z , tasa específica de fecundidad de la edad x y del periodo z

B_x^z , nacimientos de mujeres de la edad x y del periodo z

NF_x^z , población femenina de la edad x y del periodo z

- **Tasa global de fecundidad:** es un indicador sintético producto de la suma de las tasas específicas de fecundidad y se interpreta como el número de hijos que, en promedio, tendría cada mujer de una cohorte sintética de mujeres no expuestas al riesgo de muerte desde el inicio hasta el fin del periodo fértil y que, a partir del momento en que se inicia la reproducción, están expuestas a las tasas de fecundidad por edad de la población en estudio⁷.

⁷ Welty, Carlos, Demografía I, pág. 112

$$TGF^Z = \sum_{x=15}^{49} f_x^Z$$

Donde:

TGF^Z , tasa global de fecundidad en el periodo Z

$\sum_{x=15}^{49} f_x^Z$, sumatoria de las tasas específicas de fecundidad desde los 15 hasta los 49 años de edad de las madres.

Los indicadores de la mortalidad son:

- **Tasa bruta de mortalidad:** representa la cantidad de fallecimientos por cada mil habitantes durante un periodo de tiempo determinado, generalmente un año.

$$d^Z = \frac{D^Z}{N^Z} \times 1000$$

Donde:

d^Z , es la tasa bruta de mortalidad del año Z

D^Z , son las defunciones ocurridas en el año Z

N^Z , es la población estimada a mitad de año del año Z

- **Tasas específicas de mortalidad:** se interpreta como la cantidad de fallecidos de edad x, por cada mil personas de esa misma edad, en el año calendario analizado.

$$m_x^Z = \frac{D_x^Z}{N_x^Z} \times 1000$$

Donde:

m_x^Z , es la tasa central de mortalidad a la edad x del año z

D_x^Z , son las defunciones de la edad x y del año z

N_x^Z , es la población a mitad de año expuesta al riesgo de esa edad x y del año z

- **Probabilidad de morir ($nq_{(x)}$):** en demografía se usa con mayor frecuencia la primera probabilidad de morir ($q_{(0)}$) que representa la probabilidad de morir entre el nacimiento y el primer año de vida, además se conoce como la mortalidad infantil. La probabilidad de morir ($nq_{(x)}$) representa la eventualidad de morir entre las edades x y x+n

$${}_nq_x = \frac{n \times {}_nM_x}{1 + (n - {}_nK_x){}_nM_x}$$

Donde:

${}_nM_x$ es la tasa específica por edad entre las edades x y $x+n$

${}_nK_x$ es el factor de separación de las defunciones para las edades x a $x+n$

n es el intervalo de edad.

- **Sobrevivientes a la edad exacta (l_x):** se define como las personas sobrevivientes a cada edad exacta. Se debe usar las probabilidades de morir que se explicaron en el indicador anterior.

$$l_{x+n} = l_x \times (1 - {}_nq_x)$$

${}_nq_x$: probabilidad de morir entre un intervalo de edad de n a x .

- **Población de la tabla de vida (L_x):** se denomina la población de la tabla de vida, y es el número de sobrevivientes entre las edades x y $x+n$.

$${}_nL_x = {}_nK_x * l_x + (n - {}_nK_x) * l_{x+n}$$

Donde:

${}_nK_x$ es el factor de separación de las defunciones

n , es la amplitud del intervalo

- **Tiempo vivido (T_x):** Esta función corresponde al tiempo que vive toda la generación, entre las edades " x " y " $x+1$ " o entre las edades " x " y " $x+n$ ".

$$T_x = \sum {}_nL_x$$

- **Relación de supervivencia (S_x) o (P_x):** significa la posibilidad que las personas que tienen las edades de x a $x+n$ sobrevivan hasta las edades de $x+n$ a $x+2n$.

$${}_nP_x = \frac{{}_nL_{x+n}}{{}_nL_x}$$

- **Esperanza de vida al nacer:** representa el número promedio de años que viviría una persona, siempre y cuando se mantengan las tendencias de mortalidad existentes en un determinado período.

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Donde:

e_x , es la esperanza de vida a una edad x

T_x , es el número total de años vividos por la generación de sobrevivientes, entre la edad x y w en donde w representa el límite de la vida.

l_x , es el número de personas que alcanzan con vida la edad exacta x, de una generación inicial de l_0 nacimientos.

- **Tasa de mortalidad infantil-TMI:** es el número de defunciones de niños menores de un año por cada mil nacidos vivos en un determinado año.

$$TMI = \frac{D_0^z}{B^z} \times 1000$$

Donde:

D_0^z , es el total de defunciones de menores de un año ocurridas en el año z.

B^z , es el número de nacidos vivos en el año z.

Los indicadores que tienen que ver con migración:

- **Tasa de emigración:** mide la cantidad de personas que salen de una región determinada y en un periodo analizado.

$$TE = \frac{E_t}{N_m}$$

Donde:

TE , es la tasa de emigración.

E_t son las emigraciones totales que registro la región en el periodo analizado.

N_m , es la población media de la región en el mismo periodo.

- **Tasa de inmigración:** mide la cantidad de personas que ingresan a una región determinada y en un periodo analizado.

$$TI = \frac{I_t}{N_m}$$

Donde:

TI_t , es la tasa de inmigración

I_t son las inmigraciones totales que registro la región en el periodo analizado.

N_m , es la población media de la región en el mismo periodo

- **Tasa de migración neta:** cociente entre la diferencia de los volúmenes de llegadas (inmigrantes) y salidas (emigrantes) de un área en un período dado por mil habitantes de la población media del lugar tomado como referencia. Si el resultado es negativo (-) es porque se da un predominio de las "salidas" de población sobre las "llegadas"; si es positivo (+), el volumen de inmigrantes es superior al de emigrantes.

$$TMN = TI_t - TE_t \times 1000$$

Donde:

TMN , es la tasa de migración neta

TI_t son las inmigraciones totales que registró la región en el periodo analizado.

TE_t son las emigraciones totales que registró la región en el periodo analizado.

- **Tasas específicas de migración por edad:** es la relación entre las migraciones efectuadas por los migrantes de una edad determinada con la población media de dicha edad.

$$m_{x,x+n}^{t,t+n} = \frac{M_{x,x+n}^{t,t+n}}{P_{x,x+n}}$$

Donde:

$M_{x,x+n}^{t,t+n}$: son los migrantes entre las edades $x,x+n$, n representa la amplitud del intervalo considerado, por lo tanto grupo de edad en cuestión.

$P_{x,x+n}$: es la población media de dicha edad.

- **Índice sintético de migración-ISM:** es la suma de las tasas específicas de migración por edad. Si se trabaja con grupos de edad quinquenales la suma debe multiplicarse por 5. Este índice permite comparar dos estructuras de migrantes de dos lugares diferentes.

$$ISM = n * \sum_{x=0}^{\omega} m_{x,x+n}$$

Donde:

$m_{x,x+n}$: son las tasas específicas de migración por edad, y n representa el intervalo de edad considerado.

Indicadores de estructura:

- **Tasa de crecimiento natural-TCN:** diferencia entre la tasa bruta de natalidad y la tasa bruta de mortalidad. Puede definirse también como el cociente entre el incremento natural (nacimientos menos defunciones) correspondiente a un año calendario y la población estimada a mitad del mismo año.

$$TCN = TBN - TBM$$

Donde:

TBN : Tasa Bruta de Natalidad

TBM : Tasa Bruta de Mortalidad

Crecimiento Total-CT: corresponde a la suma entre el crecimiento natural (nacimientos menos las defunciones) y el Saldo Neto Migratorio (inmigrantes menos emigrantes).

$$CT = B(0, t) - D(0, t) + I(0, t) - E(0, t)$$

Crecimiento Natural Saldo Neto Migratorio

Crecimiento Total de la Población

Donde:

$B(0, t)$: Nacimientos en el año cero hasta t .

$D(0, t)$: Defunciones en el año cero hasta t .

$I(0, t)$: Inmigrantes en el año cero hasta t .

$E(0, t)$: Emigrantes en el año cero hasta t .

- **Relación de dependencia (demográfica)-RD:** es el cociente de la cantidad de personas que por su edad se definen como “dependientes” (menores de 15 años y mayores de 60 años) y personas que se definen como “económicamente productivas” (15 – 59 años) en una población. Sirve como indicador de la carga económica que tienen en promedio quienes están en edad productiva.

$$RD = \frac{({}_{15}N_0 + N_{60 \text{ y más}})}{{}_{59}N_{15}} \times 100$$

Donde:

${}_{15}N_0$: Población menor de 15 años.

$N_{60 \text{ y más}}$: Población de 60 años y más.

${}_{59}N_{15}$: Población entre 15 y 59 años de edad.

- **Razón niños por mujer- RNM:** número de niños menores de 5 años por cada mil mujeres en edad fértil.

$$RNM = \frac{{}_5N_0}{MEF} \times 1000$$

Donde:

${}_5N_0$: Población menor de cinco años.

MEF : Mujeres en edad fértil (10 a 49 años de edad)

- **Razón de masculinidad- RM:** expresa la relación entre la cantidad de hombres y la cantidad de mujeres.

$$RM = \frac{N_{Hombres}}{N_{Mujeres}} \times 100$$

Donde:

$N_{Hombres}$: Total de hombres

$N_{Mujeres}$: Total mujeres

- **Tasa de crecimiento exponencial-TC:** muestra el incremento o disminución del tamaño de la población por cada cien personas, desde el punto x-n hasta el punto x.

$$TC = \ln\left(\frac{\text{Población final}}{\text{Población inicial}}\right) \times 100$$

- **Estimación de nacimientos:** son el resultado de los supuestos de la fecundidad basado en la evolución observada en los censos de población y en las estadísticas vitales.

$$\text{Estimación de nacimientos} = \frac{B_x^z}{NF_x^z} \times MEF$$

Donde:

B_x^z , Nacimientos de mujeres de la edad x y del periodo z

NF_x^z , Población femenina de la edad x y del periodo z

MEF , mujeres en edad fértil

- **Estimación de defunciones:** son el resultado de los supuestos de la mortalidad basado en la evolución observada en los censos de población y en las estadísticas vitales.

$$\text{Estimación de defunciones} = \frac{D_x^z}{N_x^z} \times PT$$

Donde:

D_x^z , son las defunciones de la edad x y del año z

N_x^z , es la población a mitad de año expuesta al riesgo de esa edad x y del año z

PT , población total por grupos de edad y sexo.

- **Índice de envejecimiento:** relaciona la población de 65 años y más, de un área determinada y la población menor de 15 años, de la misma área por cada cien habitantes.

$$IE = \frac{P_{65 \text{ y más}}}{P_{0-14}} \times 100$$

Donde:

IE , es el índice de envejecimiento

$P_{65 \text{ y más}}$, población de 65 años y más

P_{0-14} , población menor de 15 años.

2.1.6. Plan de resultados

Los resultados de la operación estadística de proyecciones de población y estudios demográficos son:

- Archivos en Excel con los cuadros estadísticos de las proyecciones y retroproyecciones de población con desagregación por área, periodo, sexo y edad.
- Presentación general de las proyecciones y retroproyecciones de población y métodos empleados.
- Archivo de Excel con resúmenes de indicadores demográficos.

- Documentación técnica de las proyecciones de población y estudios demográficos (Metodología y ficha metodológica).

- **Cuadros de salida**

Los siguientes cuadros de salida se presentan a los usuarios mediante archivos en Excel:

Proyecciones de población nacional, para el periodo 2018 – 2070 con base en el CNPV 2018

- Serie nacional de población por área, para el periodo 2018-2070.
- Serie nacional de población por sexo, para el periodo 2018 – 2070.
- Serie nacional de población por área, sexo y edad, para el periodo 2018 – 2070.

Proyecciones de población departamental para el periodo 2018 – 2050 con base en el CNPV 2018

- Serie departamental de población por área, para el periodo 2018 -2050.
- Serie departamental de población por sexo, para el periodo 2018 -2050.
- Serie departamental de población por área, sexo y edad, para el periodo 2018 -2050.

Proyecciones de población municipal para el periodo 2018 – 2035 con base en el CNPV 2018

- Serie municipal de población por área, para el periodo 2018 -2035.
- Serie municipal de población por sexo, para el periodo 2018 -2035.
- Serie municipal de población por área, sexo y edad, para el periodo 2018 -2026.
- Serie municipal de población por área, sexo y edad, para el periodo 2027 -2035.

Retroproyecciones de población nacional, para el periodo 1950 – 2017 con base en el CNPV 2018

- Serie nacional de población por área, para el periodo 1950 – 2017.
- Serie nacional de población por sexo, para el periodo 1950 – 2017.
- Serie nacional de población por área, sexo y edad, para el periodo 1950 – 2017.

Retroproyecciones de población departamental para el periodo 1985 – 2017 con base en el CNPV 2018

- Serie departamental de población por área, para el periodo 1985 – 2017.
- Serie departamental de población por sexo, para el periodo 1985 – 2017.
- Serie departamental de población por área, sexo y edad, para el periodo 1985 – 2017.

Retroproyecciones de población municipal para el periodo 1985 – 2017 con base en el CNPV 2018

- Serie municipal de población por área, para el periodo 1985 – 2017.
- Serie municipal de población por sexo, para el periodo 1985 – 2017.
- Serie municipal de población por área, sexo y edad, para el periodo 1985 – 2017.

Proyecciones de población indígena en Resguardos Indígenas a 30 de junio de cada año.

Principales indicadores demográficos nacional 1950-2017 y departamental 1985-2017

Principales indicadores - estimaciones por sexo nacional 2018-2070 y departamental 2018-2050 con base en el CNPV 2018

Crecimiento poblacional

- Tasa crecimiento (exponencial)
- Estimación nacimientos
- Tasa bruta de natalidad (por mil habitantes)
- Estimación defunciones
- Tasa bruta de mortalidad (por mil habitantes)
- Tasa migración internacional neta (por mil habitantes)

Cambio demográfico

- Esperanza de vida al nacer (hombres)
- Esperanza de vida al nacer (mujeres)
- Esperanza de vida al nacer (ambos sexos)
- Tasa de mortalidad infantil, por mil (hombres)
- Tasa de mortalidad infantil, por mil (mujer)
- Tasa de mortalidad infantil, por mil (ambos sexos)
- Tasa global de fecundidad, por mujer (5) (grupos quinquenales de edad)
- Tasa global de fecundidad, por mujer (1) (edades simples)
- Diferencial por sexo $e(0)$ (Esperanza de vida al nacer)
- Razón por sexo (Índice de masculinidad de la mortalidad infantil)

Indicadores demográficos según departamento y total nacional

- Relación de masculinidad (por cien mujeres)
- Relación de masculinidad al nacer o razón por sexo al nacer
- Relación de dependencia (por mil)

- Relación de niños por mujer
- Edad media de la fecundidad (años)
- Crecimiento natural (por mil)
- Tasa de migración neta (por mil)
- Tasa general de fecundidad (por mil)
- Tasa de reproducción neta (por mujer)

Fecundidad nacional 1950-2017 y departamental 1985-2017

Fecundidad - estimación nacional 2018-2070 y departamental 2018-2050 con base en el CNPV 2018

- Tasa global de fecundidad a nivel nacional y departamental por área.
- Tasas específicas de fecundidad de 10 a 49 años a nivel nacional y departamental por área.

Mortalidad nacional 1950-2017 y departamental 1985-2017

Mortalidad - estimaciones por sexo nacional 2018-2070 y departamental 2018-2050 con base en el CNPV 2018

- Tasas centrales de mortalidad específicas en edades de 0 a 100 (hombres), a nivel nacional y departamental por área.
- Tasas centrales de mortalidad específicas en edades de 0 a 100 (mujeres), a nivel nacional y departamental por área.
- Tablas de vida completas y abreviadas por sexo y área a nivel nacional 2018 – 2070 y departamental 2018 – 2050

Migración nacional 1950-2017 y departamental 1985-2017

Migración - estimaciones por sexo nacional 2018-2070 y departamental 2018-2050 con base en el CNPV 2018

- Migración internacional a nivel nacional y departamental por área, grupos quinquenales de edad y sexo: hombres.
- Migración internacional a nivel nacional y departamental por área, grupos quinquenales de edad y sexo: mujeres.
- Migración interna a nivel nacional y departamental por área, grupos quinquenales de edad y sexo: hombres.
- Migración interna a nivel nacional y departamental por área, grupos quinquenales de edad y sexo: mujeres.

Tablas de vida completas y abreviadas por sexo y área a nivel nacional 2018 – 2070 y departamental 2018 – 2050

- Probabilidades de morir - $Q(x)$
- Tasas centrales de mortalidad - $M(x)$
- Sobrevivientes a la edad exacta - $l(x)$
- Población de la tabla de vida - $L(x)$
- Relación de supervivencia - $S(x)$
- Tiempo vivido - $T(x)$
- Esperanza de vida - $E(x)$

Por último, los cuadros de salida de la población en edad de trabajar-PEA, entrega información de la población por quincenas a la Dirección de metodología y producción estadística -DIMPE a nivel municipal, por área geográfica y sexo, de acuerdo con el periodo solicitado.

El esquema de los cuadros de salida diseñados para la presentación de resultados se encuentra en el documento “DSO-PPED-CSA-001 Especificaciones de cuadros de salida de Proyecciones de Población y Estudios Demográficos”, disponible para su consulta en la herramienta Isolución del Sistema Integrado de Gestión Institucional.

2.1.7. Estándares estadísticos utilizados

Para la elaboración de las proyecciones de población y estudios demográficos se utilizan las siguientes nomenclaturas:

- **División Político-Administrativa de Colombia (DIVIPOLA) actualizada a Mayo de 2020:** la codificación de la DIVIPOLA es una nomenclatura estandarizada, diseñada por el DANE para la identificación de entidades territoriales (departamentos, distritos y municipios), áreas no municipalizadas y centros poblados, mediante la asignación de un código numérico único a cada una de estas unidades territoriales. Esta nomenclatura surge en 1967 y se actualiza anualmente desde 2008.
- **Codificación de resguardos indígenas (RI):** elaborada por el DANE, a partir de información suministrada por la Agencia Nacional de Tierras - ANT (antes Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER). Mediante esta nomenclatura se identifican, mediante una codificación uniforme y estandarizada, los resguardos indígenas, dentro de las áreas censadas.

La codificación la inició el DANE en el año 1998 a partir del registro completo de acuerdos o resoluciones de constitución, ampliación o reestructuración de los resguardos indígenas expedidas por el INCODER, actualmente por la ANT, y se actualiza a medida que dicha entidad expide nuevos actos administrativos, de manera que es una codificación que se actualiza de manera dinámica con base en la creación de acuerdos. Para garantizar que al DANE lleguen dichos acuerdos, desde la Coordinación de Censos y Demografía cada seis meses se solicitan copias de los acuerdos o resoluciones legalizados en el periodo, con cortes a 30 de mayo y 30 de noviembre.

Es importante precisar que con base en el tipo de acuerdo (constitución, ampliación o reestructuración) se incluye o no como nuevo, es decir, si el acuerdo es de constitución se le asigna un nuevo código al resguardo, pero si es de ampliación o reestructuración se mantienen los códigos ya asignados al(los) resguardo(s).

El Código DANE corresponde a un número de 4 dígitos que comienza por el número uno para indicar que se está hablando de un Resguardo Indígena y por el número dos para los Territorios Colectivos de Comunidades Negras (TCCN) y se asigna de manera consecutiva de acuerdo con el momento de su constitución.

La codificación de los territorios étnicos es importante para las proyecciones de población indígena en resguardos porque permite su identificación única, asociada a los departamentos y municipios del país, facilitando el uso de la información censal y el análisis de la información.

- **Codificación Internacional de países:** Estándar internacional de normalización ISO 3166-3, que define códigos de letras y/o números reconocidos internacionalmente para identificar nombres de países y subdivisiones.

2.2. DISEÑO ESTADÍSTICO

A continuación, se presenta el diseño estadístico de la operación.

2.2.1. Universo de estudio

Total de personas residentes habitualmente en Colombia, para el periodo 1950-2070.

2.2.2. Población objetivo

Total de población residente habitual en el territorio colombiano.

2.2.3. Cobertura geográfica

Las Proyecciones de Población y Estudios Demográficos tienen cobertura nacional, departamental y municipal.

2.2.4. Desagregación geográfica

Las proyecciones y retroproyecciones de población se elaboran de acuerdo con los siguientes niveles de desagregación geográfica:

- Total Nacional:
 - Cabecera Nacional
 - Centros poblados y rural disperso
- Total Departamental:
 - Cabecera Departamental
 - Centros poblados y rural disperso departamental
- Total Municipal:
 - Cabecera Municipal
 - Centros poblados y rural disperso municipal

Los componentes del cambio demográfico, migración internacional, migración interna, mortalidad y fecundidad, se presentan a nivel nacional y departamental por área.

2.2.5. Desagregación temática

Las proyecciones y retroproyecciones de población a nivel nacional y departamental se desagregan por:

- Sexo (hombres, mujeres y total),
- Edades simples (de 0 a 100 años y más)

Las proyecciones y retroproyecciones de población a nivel municipal se desagregan por:

- Sexo (hombres, mujeres y total),
- Edades simples (desde 0 a 100 años y más).

Proyecciones de población indígena en resguardos indígenas:
Por volúmenes totales de la población residente en resguardos indígenas

Los componentes del cambio demográfico se desagregan por:

Mortalidad

- Sexo (hombres, mujeres y total)
- Y edades simples (de 0 a 100 años y más).

Fecundidad

- Edades simples (de 10 a 49 años).

Migración internacional, migración interna

- Sexo (hombres, mujeres y total)
- Y grupos quinquenales de edad (desde 0 a 100 años y más).

2.2.6. Fuentes de datos

El desarrollo de las proyecciones demográficas requeridas para la planificación socioeconómica, se encuentran estrechamente ligadas a la evolución y desarrollo de las fuentes de información y a la investigación y conocimiento demográfico de la población⁸.

En lo que refiere a fuentes básicas de información para la estimación de las proyecciones de población, los datos demográficos que tratan sobre información referente a las personas y algunas de sus

⁸ RINCÓN, Manuel. Teoría y métodos para la preparación de estimaciones y proyecciones de población. Bogotá, agosto de 2000.

características como edad, sexo, educación, ocupación, residencia y composición de los hogares y familias, se obtienen mediante las operaciones estadísticas de censos de población y vivienda, convirtiéndose en la fuente de datos principal y más importante. Otras fuentes de datos de población, que resultan indispensables para contar con diagnósticos apropiados, son las estadísticas vitales, (EEV), las cuales brindan información requerida tanto para la medición del componente de fecundidad: nacimientos por edad y lugar de residencia de la madre, desagregados por área geográfica (cabecera departamental y centro poblados y rural disperso), como también para el componente de mortalidad, a partir de la cual se obtienen las defunciones agrupadas por sexo y edades simples, residencia habitual del fallecido y área geográfica (cabecera departamental y centros poblados y rural disperso).

Adicionalmente, se consultan encuestas de hogares, encuestas socio demográficas y estimaciones que se obtienen de sistemas de registro, que además de recopilar información particular de acuerdo a su objetivo, recojan también datos relativos a la población. Para el componente de fecundidad, el país obtiene información de variables que pueden llegar a ser útiles al momento de atender requerimientos regionales y buscar mejoras en la calidad de la información, estas son la Encuesta Nacional de Demografía y Salud -ENDS 2010 y 2015, liderada por el Ministerio de Salud y Protección Social junto con la cooperación de Profamilia y el ICBF y la Encuesta Nacional de Situación Nutricional - ENSIN 2015 cuya entidad responsable de su producción es el Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF.

Para el componente de migración, el Registro Estadístico de Migración Internacional – REMI y la Gran Encuesta Integrada de Hogares – GEIH, son fuentes de datos importantes para la medición de la migración internacional y la migración interna; estos datos se complementan con estadísticas espejo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE y de la Oficina Estadística de la Comisión Europea – Eurostat. Para conocer la emigración hacia los países Latinoamericanos, se consultan fuentes como el sistema de Investigación de la Migración Internacional en Latinoamérica – IMILA de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL y la información de los censos de los países de interés como Ecuador, Venezuela y Panamá, a través de REDATAM⁹. Para otros países de preferencia de migración como Estados Unidos, se consultó el American Community Survey - ACS del Census Bureau y para España las estadísticas disponibles por el Instituto Nacional de Estadística – INE. Para complementar la migración interna, se consulta la Encuesta de Calidad de Vida -ECV de alcance nacional

⁹ Acrónimo de Recuperación de Datos para Áreas pequeñas por Microcomputador

y la Encuesta Multipropósito de alcance regional a nivel de Bogotá y municipios aledaños.

A continuación, se listan las fuentes de datos para la preparación de las proyecciones de población:

Población Base

- Base de datos del último censo de población por municipio a nivel de cabecera y centros poblados y rural disperso, desagregado por edad y sexo, proporcionado por la operación estadística Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018-DANE.

Fecundidad

- Información de la operación estadística Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018, 2005 y 1985 del total de hijos nacidos vivos por edad de la madre.
- Información de la operación estadística CNPV 2018, 2005 y 1985 de hijos nacidos vivos el último año.
- Información de la operación estadística CNPV 2018, 2005 y 1985 de total de mujeres en edades fecundas (10-49 años).
- Información de la operación estadística "Estadísticas vitales" por área geográfica (cabecera departamental y centro poblados y rural disperso), de nacimientos por edad y lugar de residencia de la madre para el periodo 2016-2018 y 2004-2006.

Mortalidad

- Información de la operación estadística "Estadísticas vitales", registro de defunciones por sexo y edades simples, por residencia habitual del fallecido y área geográfica (cabecera departamental y centros poblados y rural disperso).
- Información de la operación estadística CNPV 2018, 2005, 1993 y 1985, de número de defunciones por hogar.
- Información de la operación estadística CNPV 2018, 2005, 1993 y 1985, de población censada corregida por cobertura.

- Información de la operación estadística CNPV 2018, 2005, 1993 y 1985, del número de hijos nacidos vivos y sobrevivientes por edad de la madre.
- Información de la operación estadística Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN) 2015 del ICBF.
- Información de la operación estadística Encuesta Nacional de Demografía y Salud ENDS 2010 y 2015 de Profamilia.

Migración:

- Registro Estadístico de Migración Internacional-REMI (2005-2017), elaborado por el DANE a partir del registro administrativo de entradas y salidas de la Unidad Administrativa Especial Migración Colombia¹⁰.
- Información de la operación estadística Gran Encuesta Integrada de Hogares-GEIH (2014-2019) Módulo de Migración.
- Información de la operación estadística CNPV 2018, 2005, 1993 y 1985. Módulo de Migración.
- Otra de las fuentes utilizadas en la estimación de emigrantes colombianos, corresponde a las estadísticas espejo (OCDE-Eurostat¹¹, IMILA¹², ACS¹³ e INE¹⁴), obtenidas a través de las fuentes externas que registran, censan o estiman los volúmenes de colombianos en otros países.
- Para las mediciones de migración internacional, específicamente de la población venezolana, se emplean las siguientes fuentes de información: Permiso Especial de Permanencia-PEP, el Sistema de información para el Reporte a Extranjeros – SIRE, y el Registro único de trabajadores Extranjeros en Colombia -RUTEC.

2.2.7. Unidades estadísticas

Unidad de observación y de análisis: personas residentes habituales en el territorio colombiano.

¹⁰ Entidad encargada de ejercer las funciones de autoridad de vigilancia y control migratorio y de extranjería del Estado Colombiano

¹¹ Se utilizaron las estadísticas espejo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos – OCDE y de la Oficina Europea de Estadística – Eurostat.

¹² Para conocer la emigración a los países Latinoamericanos se consultaron fuentes como el sistema de Investigación de la Migración Internacional en Latinoamérica – IMILA de la CEPAL.

¹³ Para Estados Unidos se consultó el American Community Survey -ACS del Census Bureau.

¹⁴ Para España se consultaron las estadísticas disponibles en el Instituto Nacional de Estadística –INE

2.2.8. Período de referencia

La dimensión temporal de la proyección se encuentra directamente ligada con su aplicación en la solución de problemas asociados a períodos muy variables que exigen distintos niveles de decisión¹⁵. Así, las proyecciones de población cubren diversos períodos de referencia, de acuerdo con sus objetivos. Las proyecciones nacionales buscan aportar cifras que cubran el corto, mediano y largo plazo. En el caso de entidades departamentales, se cubren períodos de corto y mediano plazo, y en el caso de los entes municipales, las proyecciones por lo regular, se elaboran para corto plazo, dada la escasa disponibilidad de información y la calidad de la misma en este nivel geográfico. Es así que con un nuevo censo se cuenta con los insumos para elaborar nuevas proyecciones de población. Adicionalmente, cuando el período de referencia es pasado, se habla de la retroproyección de población.

2.2.9. Período de acopio

El periodo de acopio de la operación estadística de proyecciones de población y estudios demográficos depende del tiempo de cierre oficial de la última base de datos censal y la base de datos de estadísticas vitales (nacimientos y defunciones). En este caso el cierre oficial del Censo Nacional de Población y Vivienda fue el 4 de julio de 2019.

2.3. DISEÑO DEL ACOPIO

2.3.1. Métodos y estrategias de acopio de datos

El equipo técnico que participa en la elaboración de las proyecciones de población está conformado por profesionales que, en su mayoría, tienen una formación específica en temas demográficos, adquirida mediante capacitación y por experticia en el manejo de datos poblacionales. La OE requiere que el grupo de trabajo este vinculado desde el diseño hasta la entrega de resultados, por lo que no existen roles específicos, sino funciones transversales al proceso estadístico.

La operación estadística de proyecciones de población y estudios demográficos realiza el aprovechamiento de fuentes secundarias tanto internas como externas al DANE.

¹⁵ RINCÓN, Manuel. Teoría y métodos para la preparación de estimaciones y proyecciones de población. Bogotá, 2000.

Para el caso de la información generada por operaciones estadísticas del DANE (Estadísticas Vitales-EEV, Censo Nacional de Población y Vivienda-CNPV, Gran Encuesta Integrada de Hogares-GEIH) dicha información es solicitada al coordinador de cada operación estadística, y se accede a través de servidores dispuestos por la entidad aplicando los protocolos de intercambio para su acceso, de manera que su uso se realiza de acuerdo a lo que dispone la oficina de sistemas de la entidad, obedeciendo a los acuerdos de servicios establecidos al momento de su uso.

Sobre información proveniente de fuentes externas, para los componentes demográficos de fecundidad y mortalidad se consultan la Encuesta Nacional de Demografía y Salud-ENDS y la Encuesta Nacional de Situación Nutricional-ENSIN, las cuales proveen datos sobre el contexto, las características, los niveles y estructuras de la mortalidad infantil y la reproducción de la población en Colombia. Estas se descargan del sitio web Demographic Health Survey-DHS y de la página web del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF respectivamente. Para el componente migratorio el resultado de los censos de los países de interés como Ecuador, Venezuela y Panamá se consulta a través del REDATAM de cada país; los datos de Estados Unidos se consulta en el American Community Survey ACS del Census Bureau y para España las estadísticas disponibles por el Instituto Nacional de Estadística –INE; también se consulta los datos disponibles en el sistema de Investigación de la Migración Internacional en Latinoamérica – IMILA y estadísticas espejo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos – OCDE y de la Oficina Europea de Estadística – Eurostat, a través de las respectivas páginas web. Adicionalmente, como parte del convenio interadministrativo de cooperación 002 de 2015 entre la Unidad Administrativa Especial Migración Colombia¹⁶ y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística¹⁷, se obtienen los datos del registro de entradas y salidas de viajeros del país, los cuales sirven como un insumo para establecer el status migratorio de estos viajeros mediante algoritmos adaptados a la definición de migración que establecen las Naciones Unidas.

Igualmente se hace revisión bibliográfica de la información histórica relacionada con los componentes del cambio demográfico para el periodo 1950-1985 y población base 1951.

Para la estimación de las proyecciones de población se requiere la base de datos del CNPV con todas sus variables y la población del censo corregida por grupos de edad y sexo, a nivel nacional y departamental.

¹⁶ Entidad encargada de ejercer las funciones de autoridad de vigilancia y control migratorio y de extranjería del Estado Colombiano

¹⁷ Este convenio fue firmado el 15 de septiembre de 2015 con una vigencia de cinco (5) años con posibilidad de prórroga por el mismo periodo

La otra fuente importante de datos son las Estadísticas Vitales – EEVV. En las tablas de datos recibidas de las EEVV es común encontrar datos sin desagregar en las variables de edad de la madre y departamento de residencia de la madre, los cuales aparecen como una fila o una columna adicional denominada “sin información”. Para el año 1998 del total de nacimientos, el 0,96% no se sabía dónde reside la madre, mientras que para el año 2017 esta cifra se redujo al 0,01%

Con el propósito de obtener los cálculos de los componentes demográficos y que estos reflejen niveles adecuados acorde con la dinámica demográfica del momento, se procura incorporar toda la información disponible incluyendo los “sin información”, por lo que es necesario un proceso de imputación, es decir una distribución de éstos, por edad y departamento de residencia de la madre mediante la asignación de un peso relativo de estas variables, de manera que el total de datos estén distribuidos en sus variables de desagregación.

Una vez realizados los ejercicios de imputación de los “sin información” y obtenidas las nuevas tablas de datos con las variables requeridas, se puede dar por concluida la fase de acopio, cuyo resultado son los archivos de datos para cada componente demográfico (Base de población, fecundidad, mortalidad y migración).

2.3.2. Diseño de la estrategia de comunicación y plan de contingencias

Las principales fuentes de datos utilizadas para el desarrollo de las Proyecciones de Población y Estudios Demográficos son producidas por el DANE. A continuación, se relaciona el flujo de comunicación de la Coordinación de proyecciones de población y Análisis Demográfico por cada fuente de datos:

Las bases de los censos de población se obtienen a través de la Coordinación de Censos y Estudios Especiales, así mismo se realiza un trabajo conjunto entre los equipos de trabajo de proyecciones y censos, quienes revisan de forma articulada y continua, la coherencia y consistencia de las bases de datos.

Los registros de nacimientos y defunciones se obtienen a través de la Coordinación de Estadísticas Vitales; estos datos son entregados con los niveles de desagregación que requiere la operación estadística, atendiendo la normatividad relacionada con la confidencialidad de la información.

Los datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares se obtienen a través del Grupo Interno de Trabajo Temática de Mercado Laboral de la Dirección de Metodología y Producción Estadística -DIMPE.

En el caso de identificarse algún tipo de problema con la calidad de la información y el acopio de los archivos requeridos se establece comunicación directa con las entidades que administran los datos o registros para solicitar el soporte respectivo.

2.3.3. Diseño de la estrategia de seguimiento y control

El acopio de la información para la producción de proyecciones y retroproyecciones de población y estudios demográficos tiene en cuenta los planes de trabajo de las operaciones estadísticas que proveen datos, particularmente las estadísticas vitales – EEVV y los censos de población, con el fin de obtener la información precisa, oportuna y consistente.

La información obtenida durante el acopio es revisada con el fin de asegurar que contengan las variables y registros necesarios para la producción de las retroproyecciones y proyecciones de población; como se indicó anteriormente, dado que no es necesario un proceso de consistencia y validación, si es necesario realizar una imputación de datos a los registros “sin información”, proceso realizado a aquellos registros a los cuales se tiene certeza que no se puede obtener el dato por otro medio.

2.4. DISEÑO DEL PROCESAMIENTO

El procesamiento de bases de datos (censos, estadísticas vitales y el componente migratorio) para la elaboración de las proyecciones de población y estudios demográficos se realizan teniendo en cuenta las siguientes actividades:

2.4.1. Consolidación de archivos de datos

La información que se obtiene de las bases de datos se clasifica por componente demográfico, y cada uno de estos se organiza por departamento y por área geográfica. Asimismo, para la población base se toma la información de los censos clasificada por departamento y área geográfica.

Además, se realiza una verificación de la estructura de las bases de datos y la población censada, revisando el formato, el contenido esperado de las variables y la cobertura geográfica de la misma.

2.4.2. Diccionario de datos

Las Proyecciones de Población y Estudios Demográficos utilizan fuentes secundarias en su desarrollo, para lo cual toma las variables requeridas con base en los diccionarios de datos de las operaciones estadísticas que recopilan la información, quienes se encargan de establecer así mismo las propiedades de las variables recolectadas como nombre, longitud, obligatoriedad de respuesta, descripción, reglas de validación, entre otros. El documento “DSO-PPED-DDT-001 Diccionario de datos de Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED)”, está disponible para su consulta en la herramienta Isolución del Sistema Integrado de Gestión Institucional.

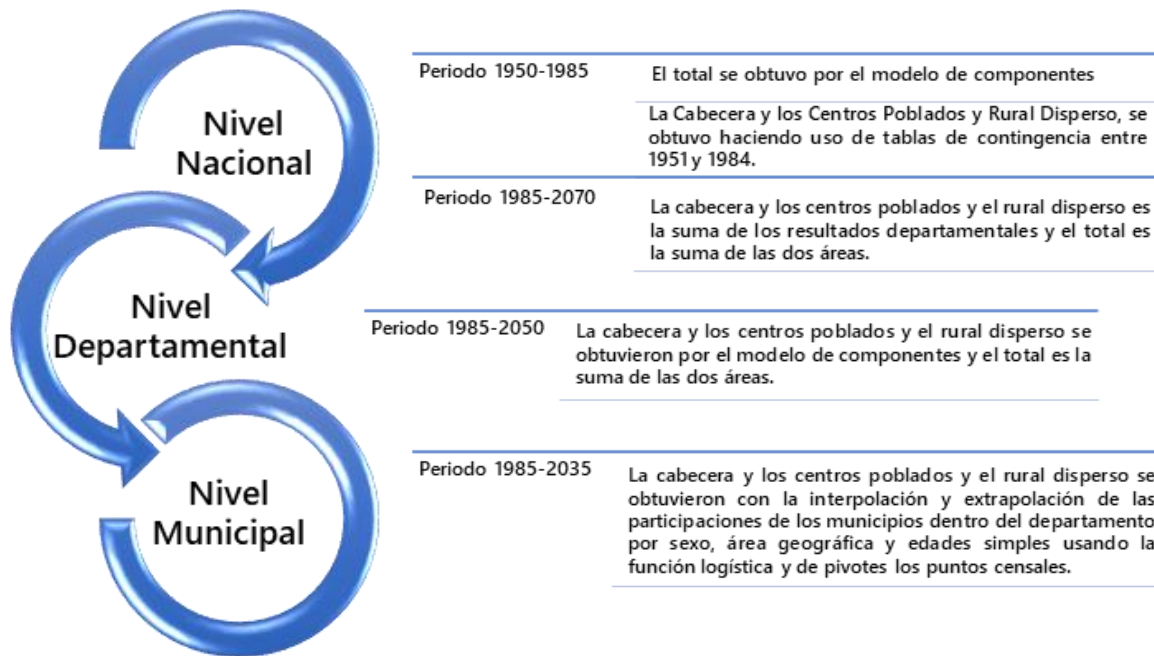
2.4.3. Métodos aplicados para la elaboración de las retroproyecciones y proyecciones de población

La información sociodemográfica de los censos, las encuestas por muestreo y los registros administrativos continuos, constituyen un importante punto de partida para establecer la evolución de los componentes poblacionales y sirven de antecedente para generar los insumos de los modelos usados para las proyecciones de población y estudios demográficos.

El Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE), recomienda utilizar el método de los componentes: 1) se define una población de partida o población base, la cual es la población censada pero corregida tanto por nivel como por estructura, el resultado de esto es poblaciones de un área determinada por edad y sexo; 2) se establece el nivel y estructura de cada uno de los componente del cambio poblacional; 3) se formula la hipótesis de evolución probable de la fecundidad, la mortalidad y la migración, con base en su comportamiento histórico y se relacionan con la población de partida o población base.

En la Gráfica 1 se representan los modelos aplicados para la elaboración de las retroproyecciones y proyecciones de población, los cuales son muy variados y responden a diversos grados de complejidad, en función de nuevos métodos y técnicas de estimación, desarrollos informáticos, y a las también nuevas y variadas demandas de información y necesidades de la sociedad.

La elección de la estrategia metodológica ha sido consecuente con factores como la extensión de la retroproyección y proyección, el tipo de población, los datos disponibles, el grado de desagregación, la tecnología disponible, el tiempo disponible y los recursos humanos.

Gráfica 1. Modelos aplicados para la elaboración de las retroproyecciones y proyecciones de población

Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

Método demográfico

Modelo de los componentes

Es tradicional el uso del método demográfico de los componentes en la elaboración de las proyecciones de población nacionales, según el principio básico de la ecuación compensadora, consistente en la desagregación del cambio poblacional en sus respectivos componentes demográficos fundamentales (fecundidad, mortalidad y migración), según la siguiente ecuación:

$$N^{t+a} = N^t + B^{t,t+a} - D^{t,t+a} + M^{t,t+a}$$

Donde:

N^t , es la población en el instante t ; a es el tiempo transcurrido entre dos censos,

$B^{t,t+a}$, son los nacimientos ocurridos durante el período intercensal,

$D^{t,t+a}$, son las defunciones ocurridas durante el período intercensal y

$M^{t,t+a}$, son los migrantes netos (inmigrantes menos emigrantes) llegados al país durante el período intercensal.

La aplicación de este método se encuentra supeditada a la disponibilidad de información confiable del área geográfica objeto de proyección, por tanto, se aplica en áreas geográficas grandes con información robusta, es decir, en las que se dispone de series históricas sobre nacimientos, defunciones, patrones de migración, indicadores demográficos, procedentes de fuentes censales, estadísticas vitales, en cuevas especializadas y otros estudios relacionados. En Colombia, la aplicación del método de los componentes está focalizada a nivel nacional, departamental y Bogotá. El método de componentes no se recomienda para la proyección de poblaciones de municipios o áreas menores, por la ausencia de información óptima de algunas variables demográficas, en especial, sobre migración.

Métodos matemáticos

Para el cálculo de las proyecciones municipales se emplean funciones logísticas, las cuales son uno de los modelos matemáticos empleados en demografía para analizar las tendencias de diversos indicadores demográficos incluyendo la evolución de la población.

Para la elaboración de las proyecciones de población a nivel municipal se requiere tener en cuenta los años en los cuales se han creado nuevos municipios bajo la Ley 617 de 2000, la cual define los requisitos para su creación, con el fin de obtener tendencias coherentes de los cambios poblacionales.

El conjunto de proyecciones de población municipales 1985-2035 requiere el uso de funciones logísticas de las participaciones por edad, sexo y área geográfica, de los puntos censales ajustados de los años 1985, 1993, 2005 y 2018 para cada municipio, respetando los techos departamentales.

Definición de la población base

Los censos de población normalmente tienen márgenes de error que se expresan en los indicadores de cobertura y calidad. El error en la cobertura se da por dificultades para acceder a determinadas áreas, inconvenientes cartográficos entre otros que hacen que algunas zonas geográficas, viviendas o personas no queden contabilizadas en la operación censal. De igual manera los problemas de calidad de la información están relacionados principalmente con la inexactitud en la declaración de la edad, por parte de quien suministra la información.

Existen ecuaciones matemáticas que permiten medir el grado de error de la edad, es decir que tan precisa es la edad declarada de una determinada población. Cabe resaltar que la variable edad es muy importante

en gran variedad de indicadores demográficos los cuales permiten la caracterización de una población, de allí la importancia del correcto ajuste de esta variable. Dentro de las más conocidas para medir el grado de error están: el índice de Myers y el de Whipple.

✓ Índice de Myers

Tiene un rango de variación entre 0 y 180. Entre más alto el valor del índice mayor será la preferencia por ciertos dígitos. El valor 0 se asocia a la no preferencia de dígitos y el valor de 180 cuando la declaración de la edad se concentra totalmente en un dígito. Lo anterior significa que los valores bajos son muestra de poca atracción de los dígitos, es decir que la declaración de la edad es aproximadamente correcta y como consecuencia, la información en general se interpreta como de buena calidad. En la Tabla 1 se encuentra la escala de rangos de valores que puede tomar este índice.

Tabla 1. Escala de rangos del Índice de Myers

Rango de Myers	Clasificación
0 a 4.99	Baja concentración en algún dígito
5 a 14.99	Mediana concentración en algún dígito
15 a 29.99	Alta concentración en algún dígito
30 a más	Muy alta concentración en algún dígito

Fuente: Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE). Evaluación y corrección de datos demográficos. VI. Análisis de la población por edades”.

En la medida que el resultado del índice se aleje de cero se puede concluir que tan afectados están los datos con la mala declaración de edad.

✓ Índice de Whipple

Este índice mide la atracción o preferencia por los dígitos terminados en cero y cinco: su rango de variación se extiende desde un mínimo de 100, cuando hay ausencia de atracción, hasta un máximo de 500, cuando todas las edades terminan en 0 y 5. En la Tabla 2 se encuentra la escala de rangos de valores que puede tomar el Índice de Whipple.

Tabla 2. Escala de rangos del Índice de Whipple.

Rango de Whipple	Calidad de los datos
100 a 105	Datos muy precisos
105 a 110	Datos relativamente precisos
110 a 125	Datos aproximados
125 a 175	Datos malos
175 y más	Datos muy malos

Fuente: Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE). Evaluación y corrección de datos demográficos. VI. Análisis de la población por edades”.

En la medida que el resultado del índice se aleje de cien se puede concluir que tan afectados están los datos con la mala declaración de edad de dígitos terminados en 0 y 5.

Una vez se conoce la calidad de la información censal, se procede a la estimación de la población que no fue censada, mediante la escogencia del método más apropiado. Los métodos a tener en cuenta para este propósito son: un método directo Dual System y otro demográfico llamado Conciliación censal, los cuales se explican a continuación:

✓ **Ajuste del nivel de la población base- Método Dual System**

Para el ajuste del nivel de la población base se utiliza el **Método Dual System**. Los métodos directos de mayor uso para estimar los tamaños poblacionales son los basados en captura y recaptura, estas técnicas fueron desarrolladas en estudios de fauna para estimar abundancia¹⁸, sin embargo, su uso en poblaciones humanas fue introducido por (Wolter, 1986) usando la técnica presentada por (ChandraSekar, 1949). Esta metodología básicamente consiste en el aprovechamiento de las fuentes de información proporcionadas por los sistemas estadísticos. Dichas fuentes de información pueden provenir de encuestas realizadas de forma periódica en los hogares, censos de población, registros administrativos entre muchos otros.

“El **método Dual System** se basa en la comparación de dos mediciones independientes sobre un mismo universo. El concepto básico subyacente a este sistema es que, dadas las siguientes categorías, es posible estimar la población total:

Tabla 3. Representación Método Dual System

	Presente en el Censo	Ausente en el Censo	
Presente en la encuesta	A	B	TE
Ausente en la encuesta	C	X	
	TC		POB

Fuente: CELADE-UNFPA. Los datos demográficos: Alcances, limitaciones y métodos de evaluación.

A = Personas contadas en ambos.

B = Persona contadas solo en la encuesta.

C = Personas contadas solo en el censo.

TC = Total contado por el censo.

TE = Total contado por la encuesta.

X = Desconocido por ambos.

La población total puede estimarse como: $POB = (TC * TE) / A$

O, lo que es lo mismo $X = (C * B) / A$, donde la población será $POB = A+B+C+X$

La omisión censal respecto a la población estimada $(100 * TC/POB)$ será entonces $= 100 * (A+C) / (A+B+C+X)$ " (CELADE-UNFPA, 2014, pág. 56)

✓ Estimadores

Como propuesta metodología, se consideraron los estimadores de Chandrasekar–Deming (ChandraSekar, 1949), Chapman (Brittain, 2009) y Nour (Nour, 1982), basados en las siguientes ecuaciones:

- Chandrasekar–Deming:

$$N = \frac{n_1 n_1}{n_{11}}$$

- Chapman:

$$N_C = \frac{(n_1+1)(n_1+1)}{(n_{11}+1)} - 1$$

- Nour:

$$N_N = n_{11} + n_{10} + n_{01} + \frac{2 n_{11} n_{10} n_{01}}{n_{11}^2 + n_{10} n_{01}}$$

En donde se cuenta con los siguientes valores observados:

n_{11} representa la totalidad de personas que se encuentran en la encuesta y en el censo

n_{10} la totalidad de personas que se encuentran en la encuesta y no en censo

n_{01} representa la totalidad de personas que no se encuentran en la encuesta y si en el censo

Y por último los valores no observados que están sujetos a estimación:

n_{00} que representa las personas que no se encuentran ni en la encuesta ni en el censo.

N que representa el total de personas.

Es importante mencionar los supuestos que se deben asumir para los dos primeros estimadores:

- Las fuentes de datos deben ser independientes.
- La población de cada fuente debe tener los mismos límites geográficos y definición de residencia.
- Debe existir una migración mínima (inmigración y emigración) de la población si la otra fuente de datos es una encuesta de hogares retrospectiva o un censo de población.

Dentro de las ventajas con las que cuenta esta metodología, se encuentra la confiabilidad de las estimaciones, esto debido al emparejamiento directo de las fuentes y una reducción en supuestos que se deben asumir en comparación con otros métodos. Reducción de tiempos y costos, estimaciones a bajos niveles de desagregación, además de una fácil interpretación de los resultados obtenidos.

Los estimadores de Chapman y Nour se obtienen con el fin de observar el comportamiento y comparar los resultados con Chandrasekar, dado que en (Sadinle, 2008) se encuentra para ciertos niveles de prevalencia el estimador es asintóticamente insesgado, en caso de alcanzar dichas estimaciones en los parámetros, la mejor opción en términos de parsimonia corresponde al primer estimador propuesto.

✓ **Método indirecto- Conciliación censal**

La evaluación de cobertura a través de la conciliación demográfica se define como el "conjunto de procedimientos analíticos por medio de los cuales se logra evaluar y corregir la distribución por sexo y edad de un número sucesivo de censos de población y/o datos de registros permanentes, compatibilizándolos con las estimaciones de la mortalidad de la fecundidad y de la migración neta de cada uno de los periodos intercensal." (Rincón & Fajardo, 2007).

Este método evalúa la información censal con los datos demográficos disponibles y su interacción en la llamada ecuación compensadora, la cual presenta la siguiente forma:

$$P(t) = P(0) + N(0,t) - D(0,t) + M(0,t)$$

En dónde:

- $P(0)$ y $P(t)$ son las poblaciones en el momento 0 y t respectivamente.
- $N(0,t)$ y $D(0,t)$ son los nacimientos y defunciones entre 0 y t.
- $M(0,t)$ es el saldo migratorio neto entre 0 y t

“A partir de la ecuación compensadora se propone la dinámica demográfica coherente más plausible del país, y como subproducto se obtiene la función de error censal por sexo y edades y, por lo tanto, los porcentajes de omisión para esas categorías” (CELADE-UNFPA, 2014). Para el Censo 2018 se realizó la conciliación censal del total nacional, se evaluó el volumen poblacional y la estructura a nivel de agregación nacional a partir de los años 1985 y 2005, estableciendo las cifras de sobrevivientes en grupos quinquenales, y los nacimientos y saldos netos migratorios estimados en los quinquenios intermedios. Para tal fin, se definieron las tendencias históricas de la evolución de los componentes y la población ajustada de censos anteriores, con la realización de los siguientes subprocesos:

- a) Evaluación de las fuentes poblacionales históricas y estimaciones propias por componentes.
- b) Estimación de la población de las cohortes de 0-9 años, a partir del método de diagrama de Lexis.
- c) Estimaciones de población de 10 años y más.
- d) Construcción de escenarios de volumen de población 2018 a partir del juego de estimaciones propuestas e históricas.
- e) Estimación de la omisión censal por el método de conciliación censal

Para el suavizamiento de las estructuras departamentales de población se utiliza la función Spline Cubico que se explica a continuación:

✓ **Ajuste de la estructura de la población base**

Uno de los métodos utilizados para ajustar la estructura de la población base es el método de mejoramiento de perfiles por suavizamiento a partir del uso de la función **Spline Cubico**: “La función *Spline* está formada por varios polinomios cada uno definido sobre un subintervalo, que se unen entre sí obedeciendo a ciertas condiciones de continuidad” (León & Contanzo, 2006).

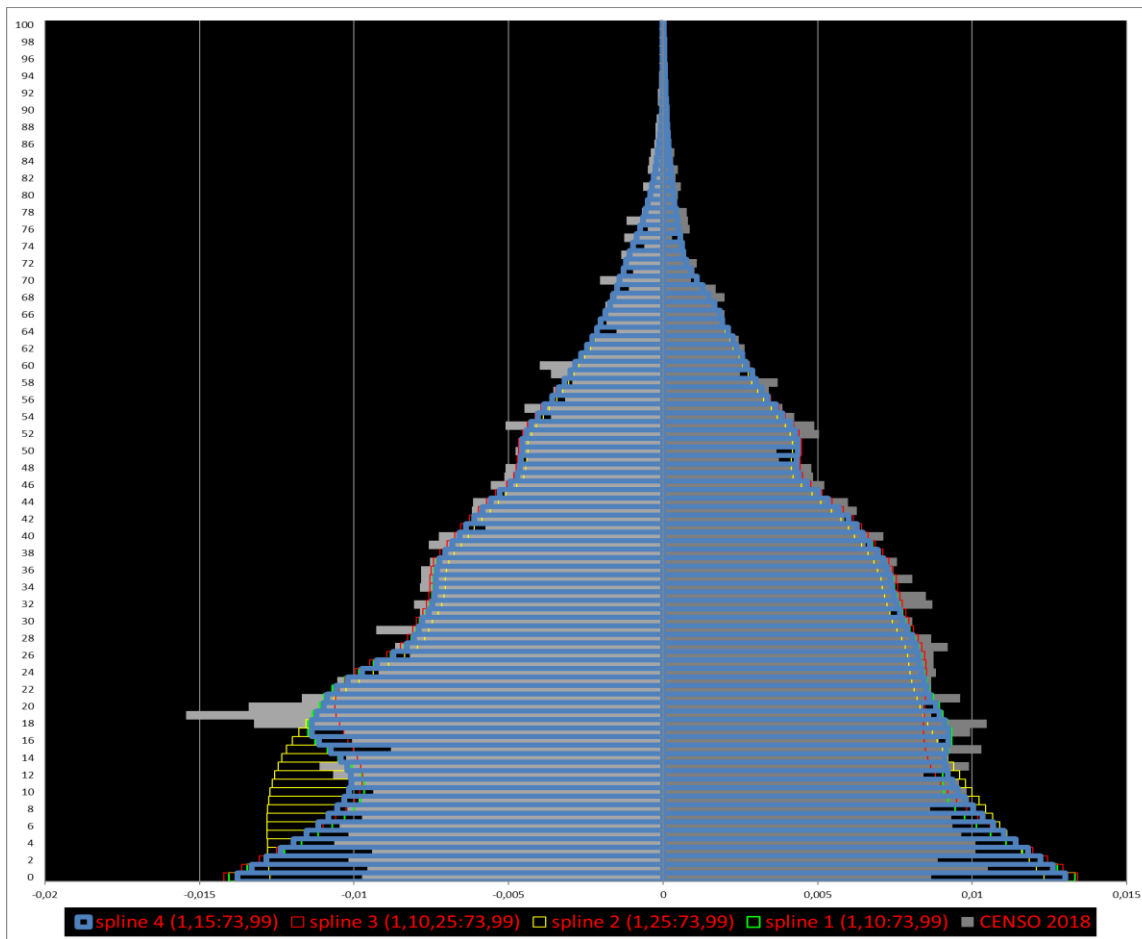
En el caso del **Spline Cubico**, cada polinomio $P(x)$ a través del que construimos los Splines en $[m,n]$ tiene grado 3. Esto quiere decir, que va a tener la forma:

$$P(x) = ax^3 + bx^2 + cx + b$$

La fortaleza del método es conservar las estructuras observadas del censo en edades entre 10 y 70 años, esto quiere decir que guarda las formas observadas de la pirámide poblacional. También, facilita la corrección de la estructura manteniendo los ajustes por omisión (mantiene los techos). Esta interpolación mediante **Spline Cubico** se aplica directamente en edades simples.

En el Gráfico 1 se muestra cómo mediante la aplicación de la función **Spline Cubico** se suaviza el perfil de la estructura poblacional, respetando las curvas que se consideran hacen parte de la misma:

Gráfico 1. Estructura poblacional suavizada mediante Spline Cubico



Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

Estimación y proyección de la fecundidad

Para la estimación de la fecundidad se toman como insumo las siguientes fuentes de información:

- Los datos definitivos del censo nacional de población y vivienda 1985, 2005 y 2018, en lo que tiene que ver son las preguntas sobre mujeres de 10 años y más, hijos nacidos e hijos nacidos vivos en el último año.
- Los registros finales de nacimientos por lugar de residencia de la madre proveniente de estadísticas vitales.

Con esta información se establece el nivel y las estructuras de la fecundidad y definir el punto de partida de las proyecciones de población 2018-2070.

Las estimaciones se realizan para las cabeceras departamentales y los centros poblados y el rural disperso. El total departamental se obtiene como adición de las anteriores áreas.

Adicionalmente, como punto de comparación se utiliza la información de la Encuesta de Demografía y Salud-ENDS- desde la realizada en el año 1990 hasta la última que fue en el año 2015, pues allí se consigna información que se relaciona con los determinantes de la fecundidad, los cuales permiten explicar el nivel y las diferencias entre poblaciones.

El DANE tradicionalmente, realizó estimaciones de la fecundidad utilizando la metodología P/F de William Brass. Ésta, supone que la fecundidad se ha mantenido constante en el pasado (Arriaga, UNFPA COL/5P37A, 2011) y en el caso de Colombia esto no se ha cumplido, por lo tanto, las estimaciones producidas por esta técnica en poblaciones donde la fecundidad ha estado disminuyendo tienen un sesgo y sobreestima el nivel de la fecundidad.

Por este motivo en el presente ejercicio se utiliza el **Modelo Relacional de Gompertz**, el cual es un refinamiento de la técnica de Brass y admite una disminución de la fecundidad en el pasado.

El modelo utiliza un patrón de fertilidad confiable para regímenes de fertilidad media y alta.

El modelo consiste en relacionar una distribución de fecundidad dada con una distribución de fertilidad estándar. La manera en que se transforma la distribución de fecundidad dada y la distribución estándar se denomina transformación de Gompertz y se basa en la linealización de las curvas de fecundidad dada y la estándar.

Las proporciones transformadas se conocen como gompits y están dadas por:

$$Y_{(x)} = \text{gompit}\left(\frac{F_{(x)}}{F}\right) = -\ln\left(-\ln\left(\frac{F_{(x)}}{F}\right)\right)$$

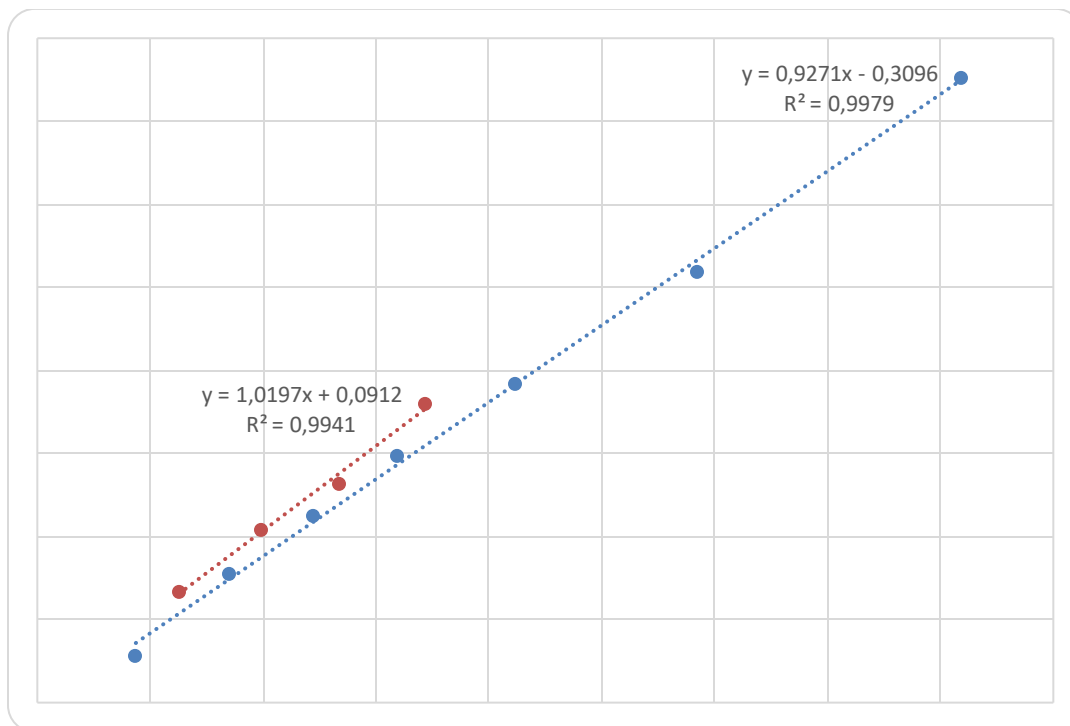
Donde:

$Y_{(x)}$ = representa la linealización de las curvas de fecundidad estandarizadas y dada

$F_{(x)}$ = es la suma de las tasas de fecundidad específicas por edad acumuladas hasta la edad x

F = es la tasa de fecundidad total

Gráfico 2. Linealización de las curvas de fecundidad estándar y dada



Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

Una de las ventajas de este modelo frente al modelo de Brass es que cuando se ajusta el modelo a una regresión lineal, se calculan parámetros para su validación: mínimos cuadrados y el coeficiente R2, lo que permite tomar una decisión sobre el nivel y estructura dada, basado en criterios de tipo estadístico.

Una vez se escogen los mejores valores para los parámetros se aplica el inverso del logaritmo para obtener las nuevas distribuciones de fecundidad.

Para más detalles sobre la técnica de Gompertz Relacional, se puede consultar en el siguiente link <http://demographicestimation.iussp.org/content/relational-gompertz-model>.

Posteriormente se tomaron los resultados provenientes de la técnica de Gompertz Relacional, para los ámbitos cabecera y los centros poblados y rural disperso departamental y se aceptaron los niveles, es decir las Tasas Globales de Fecundidad-TGF.

Las Tasas Específicas de Fecundidad-TEF describen cómo se distribuye la fecundidad a lo largo del período fértil, se interpretan como la proporción de mujeres de determinada edad que tuvieron algún hijo o hija y, en términos prácticos, corresponde al cociente entre el total de nacidos vivos tenidos por las mujeres de una edad determinada y el número de mujeres de esa edad en particular.

La TGF, por su parte, es una medida resumen que se obtiene sumando las TEF y se interpreta como el número de hijas e hijos que tendría cada mujer de acuerdo con las TEF, si no estuviera expuesta al riesgo de muerte desde el inicio hasta el fin del período fértil (CELADE, 1997).

La estructura, es decir las Tasas Específicas de Fecundidad (TEF), provino de los resultados de nacidos vivos por edad de la madre desde los 10 hasta los 49 años de edad del registro de estadísticas vitales, años 2004-2006 y 2016-2018 y el denominador fue la población evaluada y corregida de los censos 2005 y 2018.

Para reducir las fluctuaciones atípicas en los nacimientos se utiliza la información de 2004-2006 y 2016-2018 y se realiza promedios de tres años. Luego de estimar la estructura y nivel de la fecundidad para los años 2005 y 2018, se calculó la distribución relativa de la TEF, las que posteriormente fueron suavizadas a través de promedios móviles.

La sumatoria de las TEF desde los 10 a 49 años proporciona un nivel (TGF) que es necesario llevar a uno nuevo que es el que se obtuvo por Gompertz Relacional.

Para el caso de la estimación de la fecundidad 1985 dadas las limitaciones relacionadas con la no disponibilidad de la información de nacimientos de estadísticas vitales por edad de la madre, se tomó tanto el nivel como la estructura de la fecundidad que provino de la aplicación de la técnica de Gompertz Relacional.

Para la proyección de la fecundidad, el primer paso consiste en llevar la estimación de la TGF desde 1985 hasta 2070, mediante el uso de una función logística, con los puntos censales ya establecidos 2005 y 2018 y ajustando las asíntotas a estos puntos.

✓ **Proyección del nivel de la fecundidad**

La proyección de la fecundidad se basa en la técnica propuesta por el Census Bureau de los EEUU, sugerida por Eduardo Arriaga y aplicada por Uruguay en su proyección subnacional, más reciente y consiste en ajustar la proyección de los departamentos bajo el supuesto de que experimentarán anualmente el mismo cambio relativo en los complementos de sus TGF con relación al valor límite de la TGF (asíntota inferior) en la proyección nacional. El complemento de un valor de la TGF es la diferencia entre la TGF límite y dicho valor.

En términos prácticos la técnica consiste en proyectar el cambio relativo de cada departamento frente al Nacional, en cada quinquenio desde el inicio hasta el fin de la proyección de la fecundidad. Esta dada por la siguiente fórmula:

$$TGF^{t,dpt} = 1,4 - (1,4 - TGF^{base,dpt}) \times \left(\frac{1,4 - TGF^{nacional}}{1,4 - TGF^{nacional-1}} \right)$$

para t=2018, 2020, 2025, 2030, ... 2070

Donde:

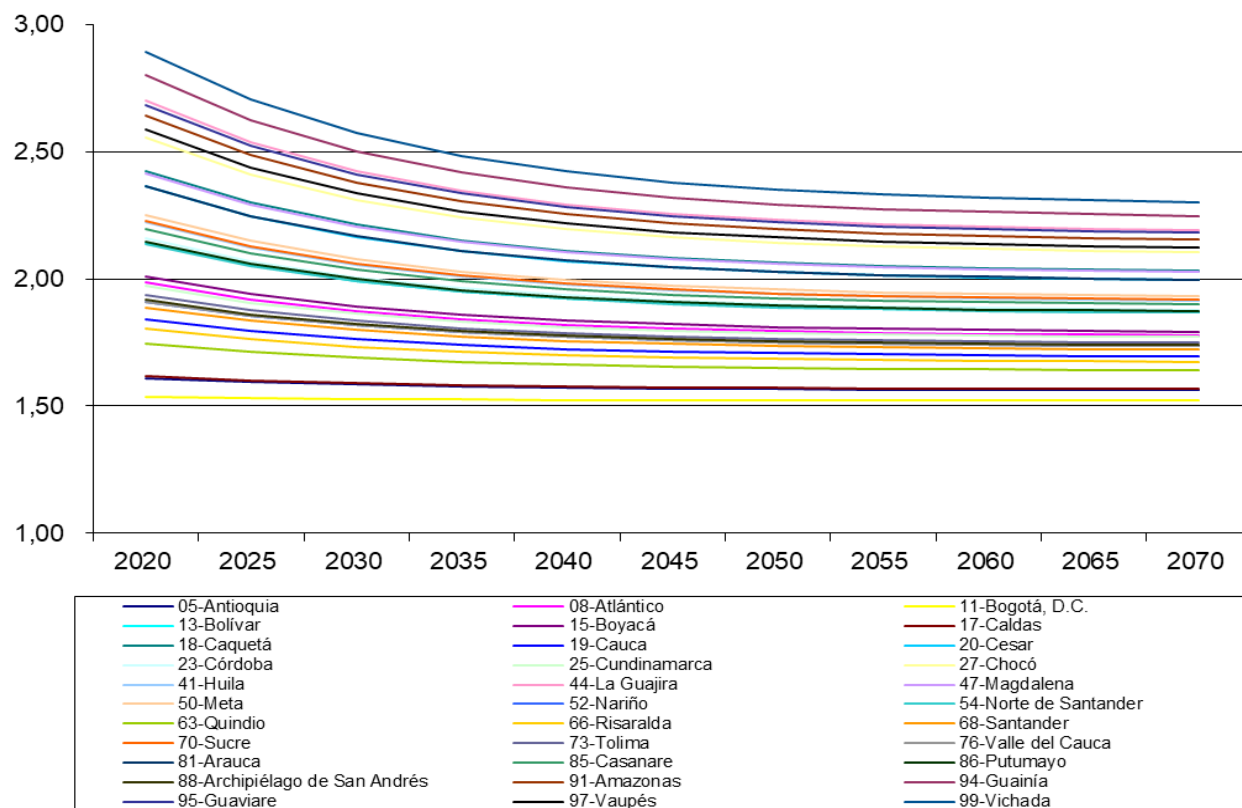
TGF, es la Tasa Global de Fecundidad

t, es el año de la estimación de la TGF

dpt, es el departamento

base, es la TGF del quinquenio anterior

Gráfico 3. Proyección de la TGF departamental



Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

✓ **Proyección de la estructura de la fecundidad**

Para llevar a cabo el ejercicio de proyección de población se emplea el programa RUP del Census Bureau de los EE.UU. dentro de los insumos que se le incluyeron esta la estructura de la fecundidad, la cual se planteó como estructura límite al año 2100, la dispuesta para Brasil variante media del World Population Prospect -WPP.

El programa RUP interpola las tasas específicas de fecundidad desde el año 2018 hasta la estructura límite al año 2100.

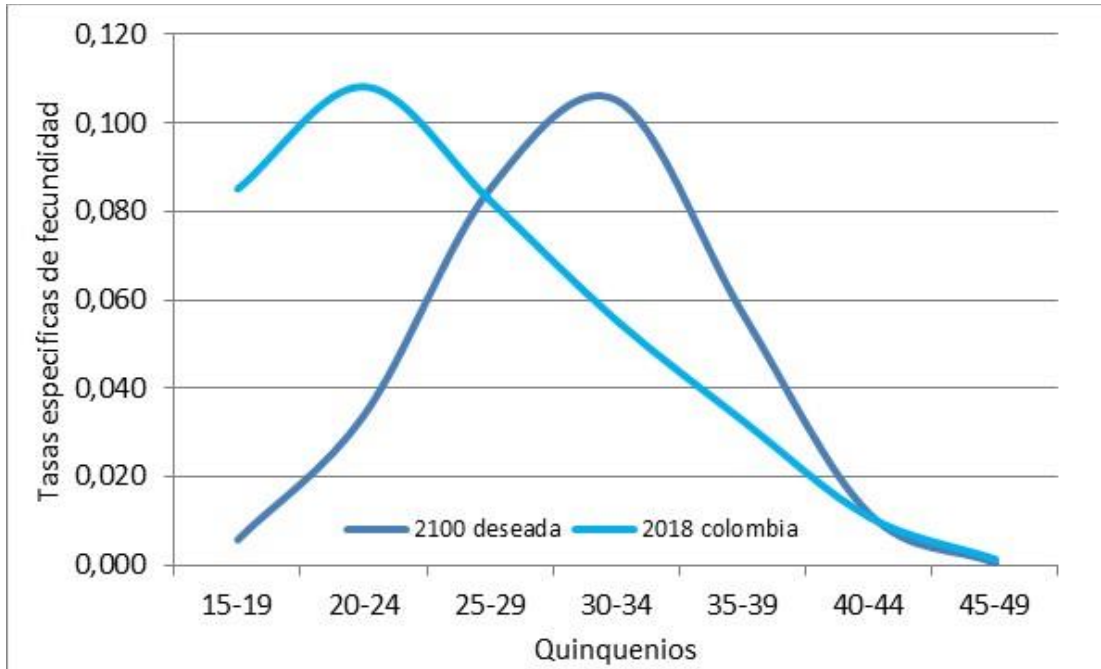
Tabla 4. Estructura modelo para la definición de la proyección de la fecundidad

WPP -BRASIL*								
TEF FINAL	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	TGF
2095 - 2100	0,007	0,039	0,096	0,119	0,064	0,013	0,001	1,69
2100 deseada	0,006	0,034	0,085	0,105	0,057	0,012	0,001	1,50
2018 Colombia	0,085	0,108	0,082	0,055	0,033	0,011	0,001	1,88

Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios demográficos

* Para la información de Brasil se tomó lo dispuesto en <https://population.un.org/wpp/>

Gráfico 4. Estructura de la fecundidad 2018 y 2100 Colombia



Fuente: para la información de Brasil se tomó lo dispuesto en <https://population.un.org/wpp/>

Estimación de la mortalidad

Al igual que con la estimación de la fecundidad, en la mortalidad se estiman dos áreas: la cabecera y la suma de los centros poblados y el rural disperso de cada departamento. A continuación, se describe la metodología a seguir para la estimación de cada una de estas.

✓ Cabeceras departamentales

1. Estimación de las tasas centrales de mortalidad (m_x), y la probabilidad de morir (q_x) por sexo, edad simple y departamento a partir del Registro de Estadísticas Vitales (EEVV) considerando el factor de corrección del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (CNPV-2018). Este factor se calculó con la pregunta que informa si una muerte cuenta o no con registro de defunción.
2. Se realizaron dos tipos de suavizamiento sobre los valores estimados en el paso 1: A. Heligman-Pollard basado en el artículo original de 1980. Este suavizamiento se hizo considerando y sin considerar los outliers. B. Se llevó a cabo el procedimiento propuesto por Alexander et al. (2017) "A Flexible Bayesian Model for Estimating Subnational Mortality". Este método se propuso

inicialmente para corregir el subregistro, pero no se obtuvieron los resultados esperados; sin embargo, se observó que suavizaba el patrón. En conclusión, se compararon tres curvas: dos de Heligman-Pollard y una del Bayesiano. El criterio de elección de la curva final fue la minimización de la sumatoria de los errores al cuadrado.

3. En cuanto a la mortalidad infantil, esta se estimó por dos métodos: a. directo corregido por el subregistro de la pregunta del registro de defunción del CNPV-2018, y b. el método indirecto de Brass. Este último método se implementó a partir de los Censos de 1993, 2005 y 2018, obteniéndose la curva de decrecimiento de la probabilidad de morir antes del primer año (q_0) desde 1985. La familia de tabla de vida para cada departamento se determinó considerando principalmente el consumo de leche materna durante el primer año, como aconseja el Capítulo 31 de Tools for Demographic Estimation. Esta información fue tomada de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional 2015 (ENSIN-2015). La escogencia de la probabilidad de morir antes del primer año (q_0) se basó en los rankings históricos de los departamentos.

✓ **Centros poblados y rural disperso departamentales**

Debido a que el subregistro en el resto no fue captado correctamente por la pregunta del registro de defunción del CNPV-2018 – obteniéndose en algunos casos menores tasas de mortalidad que en la cabecera-, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se estimaron modelos logísticos de probabilidad de morir en 2017 uniendo las bases de personas vivas y fallecidas del CNPV-2018. Así, se obtuvo el factor $q_x(\text{resto})/q_x(\text{cabecera})$ por sexo y departamento. Este factor se utilizó para calcular la probabilidad de morir (q_x) del resto a partir de la probabilidad de morir (q_x) de la cabecera.

Finalmente, las curvas calculadas con el anterior procedimiento se compararon con las estimadas por dos métodos demográficos: el *método* de la ecuación del *equilibrio del crecimiento de Brass* (The Brass Growth Balance Method) y el método del equilibrio del crecimiento generalizado (The Generalized Growth Balance Method). Se obtuvo que las curvas estimadas a partir del segundo método, el cual tiene en cuenta la migración, fueron similares a las calculadas por el método implementado por el DANE.

✓ **Retroproyección de las curvas de mortalidad**

Al igual que para la proyección de las curvas de mortalidad (tasas centrales de mortalidad (m_x) y probabilidad de morir (q_x) de 2017, la retroproyección requiere igualmente estimar las curvas de mortalidad para tres años censales, 1985, 1993 y 2005.

El procedimiento se divide en dos partes. En la primera, se hace la retroproyección de la probabilidad de morir a la edad x para las personas entre 0 y 14 años, y en la segunda, para los de 15 años y más. En la retroproyección de esta probabilidad para el primer grupo se debe respetar los niveles calculados para 2017. Por su parte, la tendencia desde 1985 es estimada con el Método Indirecto de Brass – Coale (1968). De esta forma, se garantiza que los niveles de la mortalidad para las personas menores a 15 años disminuyeran con el tiempo.

En cuanto a la retroproyección de la mortalidad para los de 15 años y más para la cabecera en 2005 se debe utilizar el mismo método implementado para el 2017 (DANE 2020). En cambio, para las curvas de 1985, 1993 y resto 2005 se requieren dos métodos. El primero consiste en corregir la cobertura de los Registros de Estadística Vitales (EEVV) con un factor de corrección que se calcula año a año usando una función logística que pasa por los factores de 2005 y 2017. Por su parte, el segundo método ajusta las curvas de Coale-Demeny (1966) a la realidad colombiana de los ochenta, noventa y dos mil. En términos generales, a partir de la mortalidad infantil retroproyectada se aproximan las curvas de mortalidad por departamento y sexo con el método de Coale-Demeny. Como estas curvas no presentan la sobremortalidad masculina, esta se estima a partir de los resultados de 2017 con una función que consideró la tasa de homicidios.¹⁹

Estimación de la migración

Migración internacional

Colombia ha sido hasta fechas muy recientes un país con una escasa inmigración. El modelo dominante en la última década se caracterizaba por unos flujos de entrada sujetos a una intensa circulación; Es decir, con entradas de inmigrantes vinculados a empresas extranjeras que permanecían unos cuantos años en el país y luego marchaban y por un constante, aunque no numeroso retorno de colombianos. Sin embargo, el éxodo masivo de venezolanos ha cambiado el sistema de flujos imperante y han convertido momentáneamente a Colombia en un país de inmigración.

Esa excepcionalidad conlleva también una mayor complejidad en la proyección de los flujos migratorios de entrada a Colombia. No se puede realizar una sola proyección de la inmigración porque las intensidades y temporalidades marcadas por los flujos venezolanos distorsionarían el proceso de construcción de las hipótesis y el desarrollo metodológico de la proyección. Es por ello que se plantean

¹⁹ Para consultar el detalle de la metodología utilizada para el componente de mortalidad ver la Guía Metodológica para la estimación de la estructura de la mortalidad.

dos proyecciones independientes: la del flujo de venezolanos y la del flujo procedente del resto del Mundo. La estrategia conceptual y metodológica dominante en ambas proyecciones difiere de los ejercicios precedentes, basados en la determinación de un saldo migratorio o flujo de entrada adaptado al componente endógeno (los flujos son independientes de lo que sucede en el origen de los inmigrantes); en esta proyección se considera, por el contrario, una modelización de la propensión a emigrar hacia Colombia que tiene como población de riesgo las personas existentes en los lugares de origen; de esa manera se recogen los cambios estructurales y de dimensión que experimentan los potenciales emigrantes hacia Colombia.

La proyección de la inmigración internacional plantea de esta forma dos modelos con hipótesis diferenciadas, porque temporalidades, volúmenes y estructuras demográficas son marcadamente diferentes. La primera de las proyecciones de la inmigración se concentra en la procedente desde todos los países hacia Colombia sin contar con Venezuela. La segunda, se centra en las entradas desde Venezuela y se construye también como una proyección independiente. Posteriormente la inmigración internacional, es la suma de las dos proyecciones. Las razones son claras, se considera que el flujo de inmigración venezolana es un episodio excepcional que tiene una temporalidad restringida por su elevado volumen y por la capacidad reactiva de los países receptores que pondrán trabas a la entrada de ciudadanos de ese país a medida que el flujo crezca. Esta estrategia tiene también efectos en la evolución futura de los flujos, puesto que a medida que la inmigración de Venezuela disminuye el flujo adquiere una estructura demográfica más acorde a la que históricamente ha recibido Colombia.

Para la medición de la inmigración del resto del Mundo sin Venezuela, se tiene en cuenta el Registro Estadístico de Migración Internacional para el periodo 2005 – 2017 (periodo del cual se tiene información) y la población de riesgo es la que proyecta Naciones Unidas para el resto del mundo en su variante media publicada en 2019. Con los flujos registrados en Colombia (numeradores) y la población de riesgo se construye el Índice Sintético de Migración del período 2005-2017 (serie histórica) que es proyectado a partir de una interpolación logística hasta el año 2070 (en el que se encuentra el límite de la proyección).

Para la estimación de la inmigración desde Venezuela se toman en cuenta dos momentos, antes de 2015 y después de 2015. Antes de 2015 la inmigración desde Venezuela se comportaba igual que la del resto del mundo, es decir con intensidades bajas. Después de 2015, se presenta el choque exógeno de la inmigración con niveles más altos y crecientes. En esa fase se identifica que el REMI no capta bien esa migración, puesto que la mayoría de las personas que entran a Colombia desde Venezuela no fueron incluidas en el registro de entradas y salidas internacionales porque, debido a su volumen no se inscribieron dentro de este registro o bien porque no ingresaron al país por puntos fronterizos controlados, por lo que se subestima la inmigración desde este país.

De las revisiones que se han hecho a la GEIH se identificó que ésta contiene información de los stocks de inmigrantes, que se obtienen a través de la pregunta del país dónde vivía hace 5 años y sumando los últimos 12 meses se logra una imagen aproximada de la evolución del stock de personas procedentes de Venezuela que concuerda con otras fuentes independientes. Al emplear la GEIH pretendemos obtener un flujo anual de la inmigración de venezolanos entendida como variación neta de los stocks: que se consigue a partir de la resta de los años móviles con corte en diciembre (stock).

Tabla 5. Análisis de los resultados de la GEIH sobre las preguntas de migración

Periodo	Stock	Flujo semestral	Flujo anual
2014-12	103,730		
2015-6	117,310	13,580	
2015-12	162,397	45,087	58,667
2016-6	242,574	80,178	
2016-12	340,702	98,128	178,305
2017-6	422,247	81,545	
2017-12	544,065	121,818	203,363
2018-6	843,759	299,694	
2018-12	1,240,117	396,359	696,053
2019-6	1,592,049	351,931	
2019-10	1,823,288	328,435	583,171
2019-12 ²⁰	1,920,484	680,366	680,366

Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

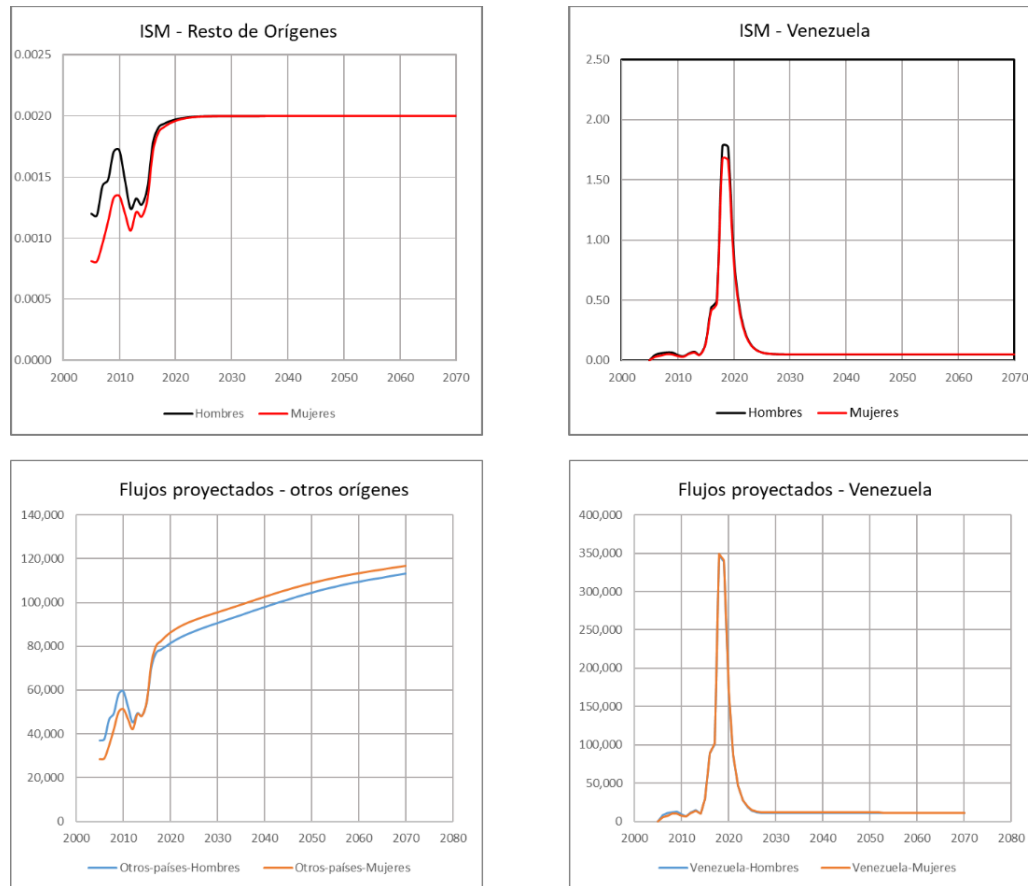
A partir de esta información, se genera un modelo en el cual el crecimiento de los flujos se da hasta el segundo semestre de 2018, y empieza a disminuir a partir del primer semestre de 2019, con lo cual se proyecta un modelo del Índice Sintético de Migración, a través de una interpolación logística, que lleva a la disminución del volumen a valores constantes de inmigración. El calendario de inmigración de Venezuela (estructura por edades) se deriva en esta proyección de una exploración del CNPV-2018. La evolución de los flujos e indicadores netos de la proyección se observa en las siguientes gráficas. Hay que destacar que una hipótesis añadida es la equiparación de los comportamientos migratorios de hombres y mujeres en la línea de la creciente igualdad de género que registran diferentes estudios.

La excepcionalidad de la inmigración venezolana viene determinada por la exuberancia de los registros netos de migración. El índice sintético de migración (de interpretación similar al Total Fertility Rates o al indicateur conjoncturel de fécondité) registrado en 2018 asciende a 1,77 para los hombres. La

²⁰ Cálculo a partir de la tendencia de los últimos 12 meses

interpretación longitudinal del indicador transversal nos dice: “si las condiciones excepcionales del año 2018 se repitieran a lo largo de toda la vida, los hombres emigrarían 1,77 veces a Colombia. En realidad, lo que nos cuenta el valor de ese indicador es la inusual concentración del fenómeno en muy poco tiempo (concentración de calendario) que condena inapelablemente a la inmigración venezolana a una disminución rápida en los próximos años.

Gráfico 5. Índices sintéticos de migración y flujos proyectados desde Venezuela y el resto del mundo



Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

Migración interna:

“Los Censos de población y vivienda son la principal fuente para el estudio de los flujos migratorios, por cuanto son el único instrumento que captura información sobre residencia actual y pasada a una escala territorial desagregada y sin limitaciones de naturaleza muestral” (CEPAL, 2014). En los últimos cuatro censos de población de Colombia, se han incluido módulos específicos para el análisis de la migración,

aunque no se han realizado de forma estandarizada, generando inconvenientes en el proceso de comparación de los valores calculados.

En Colombia se dispone de encuesta que miden aspectos de migración interna, como la Gran Encuesta Integrada de Hogares - GEIH y la Encuesta de Calidad de Vida -ECV de alcance nacional y la Encuesta Multipropósito de alcance regional a nivel de Bogotá y municipios aledaños. No obstante, debido a la necesidad de tener una cobertura y nivel desagregación departamental completa del país, como insumo de las proyecciones de población, la fuente más idónea para este tipo de estimaciones corresponde a los censos de población y vivienda.

Los censos permiten la construcción de las matrices de migración intra e interdepartamental y a nivel de desagregación por clases²¹ (cabecera, resto). En el CNPV 2018 se observa que el ordenamiento de los departamentos responde más o menos a la configuración tradicional del país por regiones de atracción y de expulsión. **Fuente especificada no válida.**

Las principales limitaciones de estas fuentes se derivan de la pregunta de lugar de residencia cinco (5) años anterior al Censo, lo que dificulta la estimación de los migrantes menores de cinco (5) años, por lo cual es necesario el uso de modelos como Rogers y Castro²² que estiman el calendario de la migración ajustados a los datos censales.

Otra de las restricciones que presenta los censos como fuente para la migración interna, corresponde la dificultad de conocer las tendencias de los flujos en los periodos intercensales, por lo cual deben ser estimadas matemáticamente a través de funciones que modelen el comportamiento de este fenómeno en el periodo estudiado.

La metodología propuesta para la elaboración de las estimaciones base para las proyecciones de población en el marco del censo 2016, se fundamenta en el ejercicio realizado por Joaquín Recaño **Fuente especificada no válida.** Incorporando nuevos elementos que brindan las fuentes de información más recientes, así como técnicas alternativas de estimación.

La metodología utiliza la perspectiva de lugar de origen, es decir, de la emigración, donde a diferencia de la perspectiva de saldos netos migratorios el evento se relaciona con la población en riesgo.

²¹ Categorías usadas por el DANE para definir las características urbanas y rurales del país.

²² Modelos que expresan de manera matemática los patrones empíricos por edad y sexo de la migración.

La información de base para la preparación de las estimaciones de migración interdepartamental en el componente interno es la proveniente del censo de población de 2018. Teniendo que la información censal provee datos sobre migrantes y no sobre flujos migratorios, estos últimos necesarios para el cálculo de tasas (Rees, 1977), es necesario entonces realizar transformaciones a la información. Adicionalmente, teniendo en cuenta que el modelo propuesto se basa en el cálculo de propensiones de migrar, pero que el insumo requerido son los saldos netos migratorios, será necesario contar con una población proyectada en el ámbito departamental a partir de la cual se calcularán estos valores.

El modelo planteado simplifica la estimación de la inmigración (flujos de entrada) de cada departamento, ya que las entradas que recibe un departamento son la suma de todos los emigrantes del resto de departamentos que tienen como destino esa área, magnitud que se obtiene mediante la aplicación de unos coeficientes de distribución. Por lo tanto, la estimación de la migración se realizará según los criterios del *modelo de caja negra*, aun cuando los insumos finales serán saldos migratorios. Esto supone que deben estimarse unas inmigraciones y emigraciones por sexo y edad, cuya diferencia constituirá el insumo de la proyección. Por lo anterior, se requiere obtener los indicadores de intensidad y estructura para la emigración entre departamentos para el censo de 2018.

En los dos momentos censales, la pregunta sobre lugar de residencia cinco (5) años antes brinda información sobre aquellos que cambiaron de departamento de residencia durante los periodos 1989-1993 y 2001-2005; por lo tanto, se cuenta con los migrantes acumulados de cinco (5) años. No es adecuado realizar una división por cinco (5), como una aproximación al flujo anual ya que algunas de las personas habrán efectuado más de un movimiento en el período, por lo que se hace imprescindible encontrar un conversor de migrantes en migraciones (Courgeau, 1973).

En la literatura científica sobre migraciones se han realizado diferentes ensayos para establecer igualdades que permitan convertir las magnitudes que ofrece la pregunta sobre lugar de residencia cinco (5) años antes a un valor que se aproxime a los cambios de residencia medidos por una pregunta de lugar de residencia un (1) año antes, que sería la más próxima a un flujo anual de migraciones (Kitsul & Philipov, 1981), (Long & Boertlein, 1990); (Rogerson, 1990). Así, diferentes investigadores han establecido con datos estadounidenses y canadienses y con mediciones de diferentes intervalos temporales en la misma fuente un factor de conversión k de tres (3) para migraciones de media y larga distancia (Rogers, Raymer, & Newbold, 2003)²³.

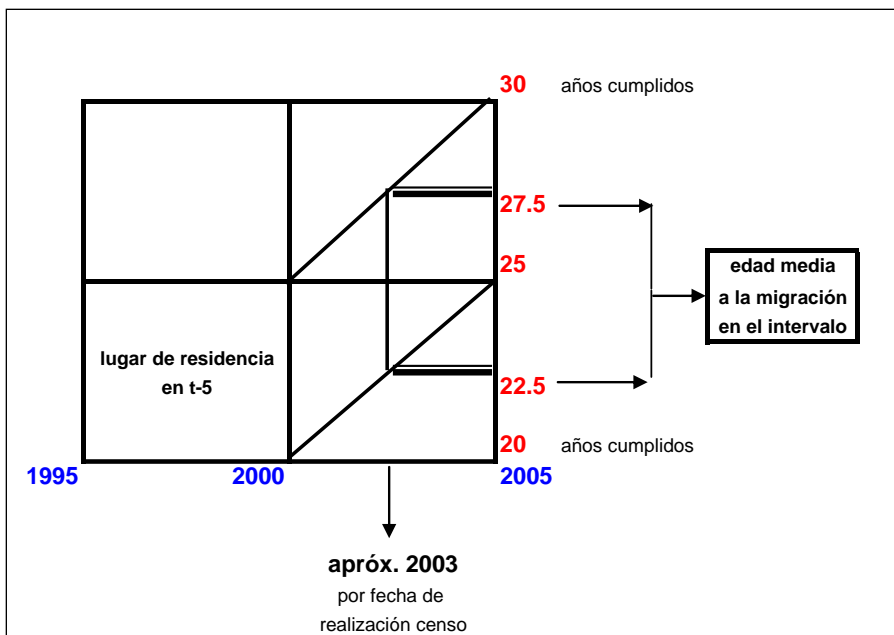
²³ Para la migración corta distancia el conversor disminuye y puede ser inferior a 2.

La presencia de ambas preguntas, cinco (5) y un (1) año en el censo, permite abordar la cuestión en Colombia. El proceso de cálculo se ha realizado en este caso sobre los valores de en ambas preguntas, dividiendo el número total de migrantes del intervalo de residencia hace cinco (5) años sobre el número de migrantes del intervalo a un (1) año para determinar el valor del factor de conversión k para cada uno de los departamentos:

$$k = \frac{\text{número de migrantes 5 años}}{\text{número de migrantes 1 año}}$$

De otro lado, las edades declaradas en el censo por los migrantes no corresponden con las edades en las cuales efectivamente se realizó el movimiento migratorio, sino que es necesario establecer una hipótesis que acepte que por término medio será la edad en la mitad del intervalo de los cinco (5) años anteriores (el intervalo quinquenal/2). De esta forma, las personas que tienen 25-29 años cumplidos en el recuento censal y que declaraban residir en un departamento diferente cinco (5) años antes, emigraron por término medio entre 22.5 y 27.5 años (**Gráfico 6**).

Gráfico 6. Diagrama de Lexis con la representación de la pregunta censal sobre residencia anterior en el censo colombiano de 2005



Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

Una vez establecido que el factor k de conversión y que $Z_{x,x+4}$ es la inversa de la probabilidad de supervivencia entre las edades $x, x + 4$ y $x, x + 9$ ²⁴, se pueden estimar las migraciones anuales efectuadas en el año medio, que permitirá construir una mínima serie histórica de estimación del Índice Sintético de Migración – ISM – interno sobre la que extrapolar esos indicadores.²⁵

Finalmente, se debe considerar cómo se aborda el análisis y la preparación de datos de la inmigración en el ámbito de la migración interna. Ya se ha subrayado con anterioridad que los flujos de entrada de cada departamento desde el resto de los departamentos son distribuidos mediante unos coeficientes específicos de reparto, los cuales se aplican al conjunto de salidas de todos los departamentos como se ilustra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Matriz de coeficientes de inmigración entre departamentos según datos censales

Hombres		Departamento								
Edad	Antioquia	Atlántico	Bogotá	.....	.....	.....	.....	Vaupés	Vichada	Σ
0-4	NC ²⁶	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	1
5-9	C _{05,5-9}	C _{08,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{97,5-9}	C _{99,5-9}	1
10-14	C _{05,10-14}	C _{08,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
x, x+4	C _{05,x,x+4}	C _{08,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
100+	C _{05, 100+}	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
Mujeres		Departamento								
Edad	Antioquia	Atlántico	Bogotá	.....	.....	.....	.....	Vaupés	Vichada	Σ
0-4	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	1
5-9	C _{05,5-9}	C _{08,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{i,5-9}	C _{97,5-9}	C _{99,5-9}	1
10-14	C _{05,10-14}	C _{08,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{i,10-14}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
x, x+4	C _{05,x,x+4}	C _{08,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1

²⁴ Las tablas de mortalidad de los departamentos para los períodos censales se cierran en el grupo 80 y más. Hemos realizado algunos ajustes con fines operativos para extender las tablas hasta el grupo 100 y más y así obtener las correspondientes inversas de las probabilidades de supervivencia. El detalle de dichas operaciones puede verse en el módulo de proyecciones de las migraciones desarrollado en Excel.

²⁵ ROGERS, A.; RAYMER, J; y NEWBOLD, K.B. (2003). "Reconciling and translating migration data collected over time intervals of differing widths", Annals of Regional Science, vol. 37(4), pp. 581-601

²⁶ Para el grupo 0-4 años que no responde a la pregunta sobre lugar de residencia hace 5 años por no haber nacido se ha procedido a una estimación simple basada en la aplicación al grupo 5-9 de la ratio del grupo (10-14/5-9) de la siguiente forma. $l_{0-4} = l_{5-9} * (l_{10-14} / l_{5-9})$.

...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
...	C ₀₅	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1
100+	C _{05, 100+}	C ₀₈	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{i,x,x+4}	C _{97,x,x+4}	C _{99,x,x+4}	1

Fuente: DANE, Proyecciones de Población y Estudios Demográficos (PPED).

2.4.4. Diseño de instrumentos de edición (validación y consistencia) e imputación de datos

La operación estadística Proyecciones de Población y Estudios Demográficos no realiza procesos de edición de datos. Por un lado, los datos que la operación estadística usa del CNPV tienen la garantía de calidad y completitud requerida para su uso, en gran medida porque la operación estadística del CNPV realiza una estimación de la omisión censal (población que se deja de registrar en el territorio nacional) por niveles: nacional, departamental y municipal, y elimina los posibles duplicados dentro de la base, realiza imputaciones de las variables de identificación de personas e identifica los registros inconsistentes para corregirlos. Esto garantiza que los datos estimados a partir de la población base sean consistentes.

Por su parte, la operación estadística solo realiza un tipo de imputación la cual es necesaria para continuar con el procesamiento; esta imputación se realiza a los datos provenientes de las estadísticas vitales - EEVV, dado que en las tablas de datos recibidas es común encontrar datos sin desagregar en las variables de edad de la madre y departamento de residencia de la madre, los cuales aparecen como una fila o una columna adicional denominada "sin información".

Con el propósito de obtener los cálculos de los componentes demográficos y que estos reflejen niveles adecuados acorde con la dinámica demográfica del momento, se procura incorporar toda la información disponible incluyendo los "sin información", por lo que es necesario un proceso de imputación, es decir una distribución de éstos, por edad y departamento de residencia de la madre mediante la asignación de un peso relativo de estas variables, de manera que el total de datos estén distribuidos en sus variables de desagregación.

Para el procesamiento estadístico de los datos se hace uso del software estadístico R y macros en Excel que permiten agilizar los procesos de generación de los principales indicadores a nivel departamental, los cuales son insumo fundamental para la elaboración de las proyecciones y retroproyecciones de población y otros indicadores del cambio demográfico, que se procesan a partir del programa demográfico **Rural-Urban Projection** (RUP), desarrollado por la Oficina de Censos de los Estados Unidos,

para elaborar proyecciones por componentes para una población base definida y sus salidas pueden ser en grupos de edades quinquenales o años simples. Estas salidas no requieren de procesos de validación y consistencia ya que la automatización asegura la calidad; los resultados son analizados en términos contextuales frente a las dinámicas propias de los cambios demográficos.

2.4.5. Diseño para la generación de cuadros de resultados

Una vez se culmina con el procesamiento de datos por componente demográfico, estos archivos se deben preparar de manera que puedan importarse a un programa demográfico seleccionado, el cual genera los resultados finales de la operación. Este programa denominado RUP es un software libre que permite generar los resultados requeridos por las PPED. Este programa también es utilizado para generar los cuadros de salida preliminares que se han previsto en el diseño y los indicadores demográficos derivados de las proyecciones de población. Cuenta con un componente adicional llamado RUPAGG el cual permite mediante programación, consolidar las proyecciones y retroproyecciones de población a nivel departamental y nacional.

A partir del procesamiento en el programa RUP se obtienen los archivos de resultados finales. La información obtenida debe ser organizada en cuadros de salida, para ello se requiere del diseño de macros en Excel que facilitan la generación de los cuadros de resultados de la Operación Estadística.

Finalmente, los archivos consolidados o cuadros de salida pasan por un proceso de edición de acuerdo con la plantilla DANE para anexos estadísticos.

2.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS

2.5.1. Métodos de análisis de resultados

- Análisis de coherencia

Las proyecciones de población durante todo su proceso se analizan, evalúan y validan confirmando su coherencia con respecto a las tendencias históricas de cada uno de los componentes de la dinámica demográfica; adicional y para algunos componentes y específicamente para algunas variables de estos componentes, se realizan cotejos con reportes de fuentes externas con el fin de corroborar la consistencia de los resultados obtenidos; una de ellas es el reporte anual de las estimaciones y proyecciones de población publicadas por Naciones Unidas (World Population Prospects - WPP 2019), la cual publica

información por país sobre: población por edades simples, nacimientos por edad de la madre, tasas globales de fecundidad, defunciones por sexo, edad, probabilidad de sobrevivencia, esperanza de vida por sexo y por edades simples.

Por otro lado, el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) de la CEPAL publica datos demográficos para países de la región, con series desde 1950 hasta 2050, sobre: población total de cada país desagregada por sexo, por áreas y por grupos de edad, tasa global de fecundidad, tasa de mortalidad infantil por sexo y esperanza de vida al nacer por sexo, los cuales se usan como referente.

A continuación, se presenta la descripción sobre el análisis para cada componente: la fecundidad, la mortalidad y la migración.

Fecundidad

La construcción de los escenarios para estimar la fecundidad requiere de una aproximación al conocimiento de los aspectos sociales, económicos, culturales, geográficos y demográficos a nivel nacional, departamental y municipal. Dentro del contexto demográfico, el componente de la fecundidad tiene los siguientes supuestos orientadores de la evolución de la tasa global de fecundidad y su estructura:

- El descenso de las tasas de fecundidad para todo el periodo, según se observe en las tendencias históricas. Algunos departamentos vienen presentando desde hace varias décadas una TGF por debajo del nivel de reemplazo por lo que se espera que la tendencia al descenso continúe.
- Una de las razones del descenso de la fecundidad es la reducción del número de hijos que tiene las parejas (Cabella & Nathan, 2018). Según los registros de nacimientos de estadísticas vitales en el 2005 el 71% de la fecundidad de ese año ocurría en madres que tenían hijos de primer o segundo orden²⁷, en el año 2018 esta cifra ascendió al 80%.
- Diversas investigaciones han encontrado que el nivel educativo alcanzado por la mujer está significativamente asociado a su fecundidad, donde a mayor educación menor fecundidad; y según la clasificación de los determinantes próximos²⁸, se puede suponer que las mujeres con baja educación suelen unirse a más temprana edad y en consecuencia iniciar su vida sexual, aumentando la probabilidad de fecundidad, además de lo anterior también es probable que las mujeres con baja educación generalmente no usen métodos anticonceptivos modernos, lo cual

²⁷ El orden hace relación al número de hijos nacidos vivos que ha tenido la madre incluido el presente.

²⁸ Según K. Davis y J. Blake (1956), los determinantes próximos son las variables de orden socio-biológico que explican los cambios en la fecundidad.

también aumenta la exposición a la fecundidad. Por el contrario, las mujeres con mayor nivel educativo, al dar prioridad a su crecimiento académico se unen a mayor edad, lo cual reduce su exposición a la fecundidad; además estas mujeres conocen y usan métodos anticonceptivos modernos.

- El efecto de los determinantes próximos, en especial el uso de métodos anticonceptivos modernos, continuará influyendo en el cambio de las pautas reproductivas, por parte de las mujeres y hombres. La generalización de su uso tiene un papel decisivo en la determinación del nivel de la fecundidad. Para establecer este supuesto se recurrió a las tendencias observadas en las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud 2005 y 2015.
- La inserción de la mujer en el mercado laboral urbano: cuando un grupo cada vez mayor de mujeres ingresa a actividades propias del sector moderno se diluye su papel dentro de las actividades tradicionales y del hogar entre la que se encuentra la alta fecundidad (Florez C., 2000).

Dentro de las estimaciones del componente reproductivo de la población, el nivel de fecundidad por mujer para el nivel nacional se compara con información de investigaciones como la Encuesta Nacional de Demografía y Salud – ENDS - (2010 y 2015). La verificación de la consistencia de los resultados de los hechos vitales de nacimientos a nivel departamental se realiza mediante la revisión de información histórica proveniente de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud -ENDS-(2010 y 2015) y ejercicios de estimaciones con base en los censos 1993 y 2005 obtenidos.

Mortalidad

Para el análisis de los resultados del componente de mortalidad se establecen los siguientes supuestos orientadores de su evolución:

- Históricamente la mortalidad infantil ha tendido a disminuir, por lo que se espera que continúe este comportamiento para el periodo de análisis. Construidos los escenarios de mortalidad, se prevé que la mortalidad infantil en Colombia para hombres se reducirá a 16,56 defunciones por mil nacidos vivos en 2030 y la esperanza de vida para hombres será de 74,62 años; Para mujeres la mortalidad infantil será de 12,6 defunciones por mil nacidos vivos en 2030 y la esperanza de vida será de 80,76 años.
- La mortalidad presenta diferenciales en la reducción por departamento, y se espera que la tendencia continúe de acuerdo con las condiciones y factores que han generado este comportamiento.

- Algunos departamentos presentaron una alta esperanza de vida al nacer en los últimos 20 años, por lo que se espera una menor ganancia en el futuro.
- De acuerdo con la información de Estadísticas Vitales, para 2018 la principal causa de muerte era la Enfermedad isquémica del corazón, mientras que en 2002 el perfil epidemiológico del país mostraba que la principal causa de muerte eran causas externas.

Para el análisis de estimaciones específicas del componente de mortalidad se realizan algunas comparaciones con fuentes alternas, es el caso de la mortalidad infantil la cual se estima a partir del número de defunciones reportadas en las EEVV y se compara con los datos reportados en childmortality.org y con estimaciones usando la Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2015 (ENDS 2015).

Las curvas de mortalidad (q_x), las esperanzas de vida de los departamentos y algunos casos particulares como por ejemplo que la sobremortalidad masculina en épocas de violencia a nivel departamental, se analizan con datos históricos de los tres años censales 1985, 1993 y 2005 y algunos se validan con estimaciones de por otros autores (Ciro Martínez, CELADE).

Migración

Se establecen los siguientes supuestos orientadores de la evolución de la migración:

- **Migración internacional**
Inmigración

La inmigración internacional es tratada en esta proyección como un fenómeno demográfico exógeno, es decir, se modela la propensión de emigrar a Colombia desde el resto del Mundo y ésta se descompone en dos proyecciones independientes:

- La emigración de población venezolana a Colombia, es tratada como una emigración excepcional, lo cual se prevé llegue a una fase de agotamiento. La información procede del flujo neto de inmigración que detecta la GEIH. Esta inmigración se reducirá en los próximos años a niveles previos al explosivo episodio que ha experimentado Colombia en los años anteriores.
- La emigración del resto del Mundo mantiene unos valores constantes que dada la actual evolución de la población mundial supondrá un aumento de la inmigración, aunque en niveles no elevados.

La estructura demográfica y distribución territorial de ambas inmigraciones es constante durante toda la proyección, pero diferente para cada una de ellas. Ambas derivadas del censo de 2018.

En términos generales, para la medición de la inmigración internacional se tiene en cuenta:

- Para realizar las estimaciones de inmigración internacional se realiza la interpolación entre los puntos censales desde 1985-2005.
- Para las estimaciones a partir del año 2005 se hace uso del Registro Estadístico de Migración Internacional-REMI.
- Para la migración desde Venezuela se hace uso de la GEIH desde 2015.

Emigración

- Para realizar la estimación de la emigración desde Colombia se consultan censos, encuestas y registros administrativos de otros países (estadísticas espejo) para el periodo 1985-2005.
- Para las estimaciones a partir del año 2005 se hace uso del Registro Estadístico de Migración Internacional-REMI.
- En cuanto a la estructura territorial de la emigración internacional se obtiene el departamento de salida, el sexo y la edad, de una vinculación entre la REMI y el Registro Estadístico Base de Población (REBP). El área geográfica se obtiene de la explotación de los datos del censo de 2018 que nos proporciona un coeficiente de distribución que es constante para cada sexo, edad y departamento a lo largo de toda la proyección.

Migración interna

- En un contexto mundial de reducción global de la movilidad interna, se considera que Colombia no permanecerá ajena a esa evolución y que las tendencias observadas en la evolución 2005-2018 así lo confirman.
- La migración interna se reducirá en las áreas geográficas del país y será mayor en las zonas urbanas y a un ritmo temporal más intenso entre 2018 y 2030, seguirá la reducción a un menor ritmo hasta 2045, fecha a partir de la cual se mantendrá constante el índice sintético de migración (ISM).
- Las intensidades son diferentes para hombres y mujeres.
- La pregunta empleada ha sido la de residencia 5 años por la baja calidad de la de 1 año. Los valores anualizados se han obtenido mediante el uso de coeficientes de ajuste K.
- Para cada sexo, departamentos y área se calcula un ISM y una estructura demográfica. El ISM es proyectado y el número de emigrantes se obtienen a partir de un sistema de coeficientes de

reparto por edad, departamento y área, que son diferentes para cada sexo. Esta matriz de entrada de los migrantes internos se mantiene constante en la proyección y procede de los censos de población.

- Los calendarios de migración²⁹, han sido objeto de estimación mediante un modelo multiexponencial (modelos de Rogers y Castro) cuyos parámetros se han obtenido por un proceso de optimización. Estos calendarios son propios de cada sexo, departamento y área. En el caso de los restos se ha procedido a una simplificación empleado un solo calendario para cada caso que es el del conjunto de Colombia. En el caso de las cabeceras, se ha utilizado un calendario conjunto para los departamentos 81-99.
- Para la estimación de la migración interna toda la información procede de los censos.
- Análisis estadístico
 - Análisis multivariado

Fecundidad

Para el análisis de la fecundidad se emplean los siguientes parámetros estadísticos:

- Para la aplicación del modelo Gompertz relacional se ingresan la paridez media³⁰ por edad de la madre y los hijos nacidos vivos en el último año y en toda la vida, y para definir el mejor conjunto de resultados de tasa global de fecundidad y tasas específicas de fecundidad se utilizan los parámetros de mínimos cuadrados y coeficiente R^2 con el propósito de seleccionar el mejor modelo de interpolación de la fecundidad por grupos de edad.

Mortalidad

- Se ingresa la información proveniente de las defunciones de estadísticas vitales y la población del censo, conforme a esto se observa la necesidad de suavizar las curvas de las tasas centrales de mortalidad (m_x), se hace un ejercicio incluyendo los valores atípicos y otro sin incluirlos. Después de esto se consideran dos curvas de Heligman-Pollard y una del Bayesiano. El criterio de elección de la curva final es la minimización de la sumatoria de los errores al cuadrado.

²⁹ Los calendarios de migración son las estructuras por edad y sexo de los índices sintéticos de migración (ISM).

³⁰ La paridez media se obtiene dividiendo el número de hijos nacidos de mujeres de una cohorte determinada, entre la edad promedio de las mujeres que conforman ese grupo.

Migración

- Los calendarios de migración (estructuras por edades de los índices sintéticos de migración-ISM) son irregulares y no cuentan con la información de los menores de 5 años, por lo que han sido objeto de estimación y suavizamiento mediante un modelo multiexponencial (modelos de Rogers y Castro) cuyos parámetros se han obtenido por un proceso de optimización. Estos calendarios son propios de cada sexo, departamento y área. En el caso de los restos se ha procedido a una simplificación empleado un solo calendario para cada caso que es el del conjunto de Colombia.

2.5.2. Comités de expertos

Con el fin de contextualizar, analizar, validar y ajustar los resultados se realiza la contratación de expertos nacionales e internacionales los cuales brindan acompañamiento técnico en los temas de mortalidad, fecundidad y migración, para la elaboración y análisis de las proyecciones de población, asesorando al equipo técnico de PPED desde la etapa del diseño mediante la formulación de lineamientos y revisión de las metodologías, hasta su implementación y el análisis de las estimaciones finales en los diferentes niveles de desagregación. Asimismo, la Dirección General participa en las conversaciones con el equipo técnico y los expertos contratados, donde se presentan los avances metodológicos, y en la contextualización y análisis de los resultados antes de su difusión.

Además, para el análisis de los resultados el DANE solicita la asesoría de expertos externos en materia de proyecciones demográficas del Centro Latinoamericano de Demografía-CELADE con el acompañamiento del Fondo de Población-UNFPA, a quienes se les realiza una exposición de los avances que se tienen en materia de la medición de los distintos componentes del cambio poblacional, además de los avances en la estimación de la población inicial; Seguidamente el equipo de expertos realiza la revisión de los insumos verificando la calidad de los datos obtenidos, presentan ejercicios realizados en otros países y dan algunas sugerencias respecto a la implementación de métodos demográficos.

2.6. DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

A continuación, se describen los mecanismos, canales y medios previstos para la difusión y el acceso a la información producida por las Proyecciones de Población y Estudios Demográficos.

2.6.1. Diseño de los sistemas de salida

El almacenamiento de la información producida por la operación estadística se realiza en el servidor local ubicado en las instalaciones del DANE Central, el equipo de PPED cuenta con una carpeta la cual contiene las tablas con la información generada mediante el uso del programa RUP, así como los cuadros de salida definitivos ajustados de acuerdo con la plantilla de anexos estadísticos definida por la entidad.

Asimismo, se establecen los permisos de acceso a la carpeta donde se almacena la información para el equipo de trabajo y se realiza una copia de respaldo de la documentación y los programas generados, cumpliendo con el procedimiento de seguridad informática establecido por la Oficina de sistemas.

Por otro lado, la información a ser publicada es enviada a la Dirección de Difusión y Cultura Estadística – DICE, a quienes se les especifica la forma de visualización de la información que se debe disponer en la página web de la entidad.

Los cuadros de salida son organizados mediante el uso de una macro en Excel, la cual se programa de acuerdo con el contenido definido en el diseño para la publicación respectiva. Igualmente, la ficha metodológica y la metodología general se manejan y actualizan a través de la plataforma Isolución, cumpliendo con los lineamientos establecidos por la entidad.

2.6.2. Diseño de productos de comunicación y difusión

La operación estadística de PPED para la visualización de los resultados y consulta de los grupos de interés entrega a la Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística – DIMCE, los siguientes archivos, para su cargue en la página Web del DANE:

- Archivos en Excel con los cuadros de salida para las proyecciones y retroproyecciones de población e indicadores demográficos derivados de estas, desagregados por área geográfica, sexo y edad, para el horizonte temporal definido previamente.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Archivos en Excel con las estimaciones del cambio demográfico, tablas de vida abreviadas y simples, desagregadas por sexo y de acuerdo al periodo establecido.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/estimaciones-del-cambio-demografico>

- Documentos en Word con los metadatos de la operación estadística (ficha metodológica y metodología general)

Por otro lado, de acuerdo a la Ley 715 de 2001 el DANE debe certificar la población municipal desagregada por área urbana y rural. Estas certificaciones son remitidas anualmente mediante oficio al DNP antes del 30 de junio y 31 diciembre para las proyecciones de población indígena en resguardos, en medio magnético (CD con archivos en Excel) y físico.

También se generan archivos en Excel de la población en edad de trabajar -PET, estos archivos presentan la información de población por quincenas y son entregados mediante correo electrónico a la Dirección de Metodología y Producción Estadística- DIMPE, para los diversos universos de la Encuesta Continua de Hogares.

Por último, se hace entrega de información por demanda a Organismos Internacionales, tales como Naciones Unidas, Centro Latinoamericano de Demografía, Banco Mundial entre otros.

2.6.3. Entrega de productos

Para la comunicación y difusión de los resultados se realiza una rueda de prensa, para presentar los principales resultados de las proyecciones y retroproyecciones de población. Además, a través de redes sociales se comunica y emite la presentación y por medio de la página web se disponen los diferentes archivos para consulta de los grupos de interés.

2.6.4. Estrategia de servicio

La operación estadística brinda orientación y soporte a las dudas e inquietudes de los usuarios por medio de los canales virtuales y telefónicos definidos por la entidad, de la siguiente forma:

- A través de la página web www.dane.gov.co en la pestaña de servicio al ciudadano, se encuentra el formulario para la recepción de Petición, Queja, Reclamo, Sugerencia y Denuncia -PQRSD, o mediante el correo electrónico, contacto@dane.gov.co, los cuales permiten la gestión a través del sistema documental de la entidad, se clasifican y asignan a la Coordinación de Proyecciones de Población y Análisis Demográfico, donde el equipo de PPED da respuesta oportuna cumpliendo con los lineamientos establecidos.

- Por medio de las líneas telefónicas dispuestas por la entidad, las cuales son dirigidas a la dependencia y atendidas por el equipo de PPED.
- De igual manera en las instalaciones de la entidad se solucionan las inquietudes de aquellas autoridades municipales que deciden acudir presencialmente a las instalaciones del DANE Central.

2.7. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN DE LAS FASES DEL PROCESO

En la elaboración de las PPED se realizan las siguientes actividades que permiten evaluar el desarrollo de las fases que se llevan a cabo para la producción de información estadística, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos propuestos:

- Para el diseño se realiza una revisión bibliográfica de las técnicas demográficas usadas internacionalmente en países con datos incompletos, para la producción de las proyecciones de población, estas técnicas se evalúan teniendo en cuenta parámetros estadísticos que permiten validar los modelos específicos, para cada componente demográfico.
- En la fase de acopio se verifican que los datos municipales por área geográfica, sexo y edad coincidan con los respectivos techos departamentales y nacionales provenientes de la información censal pertinente para cada componente demográfico. Igualmente, se evalúan los criterios establecidos en la Guía evaluación de insumos para la realización de las PPED, PES-PPED-GU-002. Además, la categoría sin información de las variables sexo, edad y área geográfica, se le da un tratamiento que consistente en la distribución proporcional del "sin información" en cada una de las demás categorías.
- En la fase de procesamiento de la información se toman los censos anteriores y se verifica su coherencia, mediante la construcción de indicadores como la relación de masculinidad, el índice de envejecimiento, dependencia demográfica y la tasa de crecimiento, entre otros.
- Se evalúan las herramientas creadas en Excel, así como también el software demográfico RUP mediante el análisis de los resultados obtenidos, éste se lleva a cabo construyendo indicadores tales como: relación de masculinidad, relación niños mujer, índice de envejecimiento, relación de dependencia demográfica, que permiten conocer la coherencia de la información demográfica obtenida con el corrimiento de la macro.
- Al elaborar las proyecciones de población, también se obtienen los indicadores demográficos, los cuales paralelamente se van analizando y evaluando de manera que el tamaño de la población se encuentre acorde con las características poblacionales para el área geográfica a la cual se

encuentra referida, de acuerdo con los diferentes sectores sociales, económicos, culturales, ambientales, es decir, al contexto de la población proyectada.

- En la fase de análisis se revisa que los resultados obtenidos sean consistentes con las series históricas y presentes de cada uno de los componentes demográficos y las variables sociodemográficas utilizadas, con el fin de obtener estadísticas que reflejan de manera más confiable los cambios y transformaciones de la población. Así mismo, se analiza la dinámica demográfica de nuestro país comparado con otros países de América Latina, si esto resulta coherente y consistente, se valida la proyección de población.
- Para la difusión de los resultados se verifica el acceso a los documentos publicados en la página web, se verifica que los archivos no sean de gran tamaño, permitiendo que cualquier usuario pueda consultarlo y descargarlo.

2.8. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO

El sistema de producción para el desarrollo de la operación estadística, que incluye la estructura técnica, operativa y los flujos de trabajo se incorporan en el documento: Descripción del modelo funcional de PPED; este incluye el diagrama jerárquico el cual permite identificar las áreas y grupos de trabajo de la organización que participan o con los que la operación interactúa para un desarrollo funcional, oportuno y eficiente. El diagrama de contexto identifica los proveedores o fuentes que suministran información necesaria para el desarrollo de las PPED, los productos relevantes y las partes interesadas y usuarios que demandan o utilizan la información producida. También, se encuentra el diagrama de nivel cero que permite identificar los flujos de trabajo por cada subproceso que componen la operación estadística, así como las principales salidas de información generadas. Finalmente, se representan de forma específica en los diagramas de nivel uno el flujo de trabajo llevado a cabo en cada uno de los subprocesos identificados en el diagrama de nivel cero, además los archivos y salidas que se generan en cada una de las actividades identificadas.

Este documento se encuentra en la plataforma institucional del Sistema de Gestión de la Calidad para su consulta:

- Descripción modelo funcional operación estadística Proyecciones de Población y Estudios Demográficos – PPED DSO-PPED-DFU-001.

3. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

A continuación, se relacionan los documentos técnicos y metodológicos empleados en la generación de información de la operación estadística y su respectivo link para consulta:

- Ficha metodológica de Proyecciones de Población y Estudios Demográficos.
- Modelo funcional de la operación estadística Proyecciones de Población y Estudios Demográficos.
- Descripción modelo funcional operación estadística Proyecciones de Población y Estudios Demográficos.
- Especificaciones de cuadros de salida Proyecciones de Población y Estudios Demográficos
- Guía evaluación de insumos para la realización de las Proyecciones de Población y Estudios Demográficos.
- Diseño de los indicadores demográficos PPED

Los anteriores documentos se encuentran disponibles en la plataforma del Sistema de Gestión de Calidad de la entidad:

<http://isolucionpro.dane.gov.co/Isolucion40Dane/Documentacion/frmListadoMaestroDocumentos.aspx>

- Códigos de los procesamientos, anexos a la presente metodología.
- Conceptos Estandarizados SEN, por medio de este sistema de consulta puede encontrar las definiciones de los principales conceptos que se utiliza la operación estadística: <https://www.sen.gov.co/normatividad/conceptos-estandarizados>
- Guía del usuario del Software RUP, contiene una descripción completa del programa RUP: <https://www2.census.gov/software/rup/rupusersguide2013.pdf>
- Guía de referencia para datos y formato de archivo de entrada a RUP: <https://www2.census.gov/software/rup/rupsum2.pdf>
- Libro de Eduardo Arriaga: El análisis de la población con microcomputadoras, en el cual explica el funcionamiento del programa RUP.

GLOSARIO

- **Área rural dispersa (rural disperso):** delimitación geográfica definida por el DANE para fines estadísticos, comprendida entre el perímetro censal de las cabeceras municipales y de los centros poblados, y el límite municipal. Se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y de explotaciones agropecuarias existentes en ella.
- **Cabecera municipal:** delimitación geográfica definida por el DANE para fines estadísticos, alusiva al área geográfica delimitada por el perímetro censal. A su interior se localiza la sede administrativa del municipio, es decir la alcaldía.
- **Centro poblado:** concepto construido por el DANE con fines estadísticos, para la identificación y localización geográfica de núcleos o asentamientos de población. Se define como una concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área resto municipal o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos. Dicha concentración presenta características tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales.
- **Cohorte:** grupo de personas que experimentaron la misma clase de acontecimientos durante un mismo período. Así, una cohorte por edad es un grupo de personas nacidas durante un período particular, y una cohorte por matrimonio es un grupo de personas que contrajeron matrimonio durante un determinado período. Los efectos de un conjunto dado de tasas de mortalidad o de fecundidad se ilustran a menudo aplicándolas a cohortes hipotéticas.
- **Estimación de población:** es el número de personas que se calcula tiene o tuvo una población en un momento específico del tiempo, ya sea globalmente o de una categoría más reducida. Tal volumen no es el producto de medición directa, pero para obtenerla, se tuvo en cuenta alguna información sobre la población.
- **Estructura de población:** es el modo en que está repartida la población según cualquier clasificación de las personas que la componen (su estado civil, su nivel de estudios, la región de residencia, la edad, sexo o cualquier otro).
- **Fecundidad:** se estudian los fenómenos cuantitativos directamente relacionados con la procreación o reproducción humana en el seno de una población o de una subpoblación. Se emplea la palabra natalidad para designar la frecuencia de los nacimientos que ocurren en el seno de las poblaciones propiamente dichas tomadas como un conjunto y se entiende por fecundidad la frecuencia de los nacimientos que ocurren en el seno de conjuntos o subconjuntos humanos en edad de procrear.

- **Flujo Migratorio (Corriente migratoria):** número de personas que realizan movimientos migratorios y que han ocurrido durante un intervalo temporal dado. Es una medida de periodo que tiene implícito un lugar de origen y un lugar de destino.
- **Migración:** movimiento geográfico de las personas a través de una frontera internacional específica o de un límite Político-administrativo (para departamentos y municipios) interno para establecer una nueva residencia habitual.
- **Migración interna:** movimiento de personas a través de un límite Político-administrativo interno para establecer una nueva residencia habitual.
- **Emigración interna:** desde la perspectiva de la salida de un municipio o departamento, movimiento que realiza una persona de residencia habitual hacia otro municipio o departamento, de modo que el municipio o departamento de destino se convierte efectivamente en su nuevo municipio o departamento de residencia habitual.
- **Inmigración interna:** desde la perspectiva del municipio o departamento de llegada, el acto de trasladarse a un municipio o departamento de residencia habitual, de manera que el municipio o departamento de destino se convierta efectivamente en el nuevo municipio o departamento de residencia habitual.
- **Migración internacional:** movimiento de personas que cambian su país de residencia habitual, para establecerse temporal o permanentemente en otro país.
- **Emigración internacional:** desde la perspectiva del país de salida, movimiento que realiza una persona desde el país de nacionalidad o de residencia habitual hacia otro país, de modo que el país de destino se convierte efectivamente en su nuevo país de residencia habitual.
- **Inmigración Internacional:** desde la perspectiva del país de llegada, el acto de trasladarse a un país distinto del país de nacionalidad o de residencia habitual, de manera que el país de destino se convierta efectivamente en el nuevo país de residencia habitual.
- **Mortalidad:** se emplea para expresar la acción de la muerte sobre los integrantes de una población.
- **Nivel de población:** volumen de personas residentes habituales de un área geográfica determinada, es conocido como tamaño poblacional.
- **País de residencia habitual:** el país donde la persona vive, es decir, el país que tiene una vivienda donde normalmente pasa los periodos diarios de descanso. Los viajes temporales al exterior con fines de ocio, vacaciones, visitas a parientes y amigos, negocios, tratamiento médico o peregrinación religiosa no cambian el país de residencia habitual.

- **Población base:** población que ha sido previamente evaluada y corregida tanto en la declaración de la edad y sexo como en la cobertura del tamaño poblacional, es decir, en nivel como en estructura y que es el punto de partida de las proyecciones de población.
- **Preferencia de dígitos:** tendencia de enumeradores o informantes a declarar ciertas edades en lugar de otras; también llamado preferencia de edades o "preferencia de dígitos". Está extendida la preferencia por edades terminadas en cero o cinco.
- **Proyección de población:** conjunto de resultados provenientes de cálculos relativos a la evolución futura de una población partiendo usualmente de ciertos supuestos con respecto al curso que seguirá la fecundidad, la mortalidad y las migraciones.
- **Residente habitual:** es la persona que habita la mayor parte del tiempo en una unidad de vivienda o en un lugar especial de Alojamiento (LEA), aunque en el momento de la entrevista se encuentre ausente temporalmente. Además de los residentes presentes, son residentes habituales en una unidad de vivienda, las siguientes personas: *Los miembros del hogar que en el momento de la entrevista, se encuentren ausentes temporalmente por un periodo igual o inferior a seis meses, por motivos especiales, como: comisiones de trabajo, vacaciones, cursos de capacitación. *Los secuestrados, sin importar el tiempo de ausencia. *Los enfermos que reciben atención en hospitales o clínicas, sin importar el tiempo de ausencia. *Los desplazados, sin importar el tiempo de permanencia en el hogar que se está entrevistando. *Las personas detenidas temporalmente en inspecciones de policía. *Los residentes en las casas fiscales al interior de guarniciones militares.
- **Retroproyección:** técnica para estimar la población en un momento anterior a partir de una población observada, contando a aquellos miembros de la población que habrían muerto de cumplirse las condiciones observadas o supuestas de mortalidad. Se usa como método para estimar la fecundidad calculando a partir del número observado de supervivientes de una edad dada x el número esperado de nacimientos que ocurrieron x años antes. (en situaciones en que tanto la fecundidad como la mortalidad se conozcan o puedan estimarse de modo fidedigno, cabe usar la retroproyección para estimar la migración.)
- **Transición demográfica:** proceso evolutivo observado en la población de un país, caracterizado por el paso de altas a bajas tasas de fecundidad y mortalidad, que permite explicar la relación entre los cambios demográficos y los cambios sociales, económicos y culturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander. M., Zagheni. E., & Barbieri. M. (2017). A flexible Bayesian model for estimating subnational mortality. *Demography*. 54(6). 2025-2041.
- Arriaga. E. E. (2001). El análisis de la población con microcomputadoras. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Económicas.
- Brittain, S. B. (2009). Estimators in capture--recapture studies with two sources. *AStA Advances in Statistical Analysis*, 23--47.
- Cabella, W., & Nathan, M. (2018). *Los desafíos de la baja fecundidad en América Latina y el Caribe*.
- CELADE-UNFPA. (2014). Los datos demográficos: Alcances, limitaciones y métodos de evaluación. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- CEPAL. (2014). Los datos demográficos. Alcances. limitaciones y métodos de evaluación. OCTUBRE 2014: CEPAL.
- ChandraSekar, C. a. (1949). On a method of estimating birth and death rates and the extent of registration. *J. Amer. Statist. Assoc.*, 101-115.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Internacionales. Estudios de Población No. 81. (1986). Manual X. Técnicas Indirectas de estimación demográfica. Naciones Unidas.
- Duchesne, L. (1989). Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores – Método Relación de Cohortes”. Métodos para proyecciones subnacionales de población. DANE, 74.
- Flórez, C. E. (2000). Las transformaciones sociodemográficas en Colombia durante el siglo XX (Tercer Mundo Editores).
- Gray. A. (1987. February). The missing ages: adjusting for digit preference. In *Asian and Pacific population forum* (Vol. 1. No. 2. p. 11).
- Keyfitz. N. (1968). Introduction to the mathematics of population. Massachusetts.
- León Vásquez, R. J., & Constanzo, J. (24 de octubre de 2006). Splines Cúbicos.

Moultrie. T. A., Dorrington. R. E., Hill. A. G., Hill. K., Timæus. I. M., & Zaba. B. (2013). Tools for demographic estimation. International Union for the Scientific Study of Population. https://researchonline.lshtm.ac.uk/id/eprint/25321/1/Tools%20for%20Demographic%20Estimation_GOLD%20VoR.pdf

Narro, J., & Moctezuma, D. (2001). La transición demográfica en América Latina. Algunas consideraciones sobre el caso mexicano. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rmcyps/article/view/48525/43872>

Nour, E. S. (1982). On the Estimation of the Total Number of Vital Events with Data from Dual-record Collection Systems. *J. R. Statist. Soc. A*, 106-116.

Ordoñez, M. (1989). La fecundidad en Colombia 1985. Niveles, diferenciales y determinantes.

Peláez. E., González. L. M., & Macadar. D. (2010). Programas Informáticos para Proyecciones Demográficas.

Rincón, M., & Fajardo, M. (2007). Teoría y Métodos para la elaboración de estimaciones y proyecciones de población. Bogotá.

Rogers. A., & Castro. L. J. (1981). Model migration schedules.

Sadinle, M. (2008). On the Performance of Dual System Estimators of Population Size: A Simulation Study. CERAC, Paper, No. 13.

Smith. S. K., Tayman. J., & Swanson. D. A. (2006). State and local population projections: Methodology and analysis. Springer Science & Business Media.

Statistics Korea. (2019). Esquema de Proyecciones de Población para la República de Korea. Disponible en: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.11/2019/mtg1/D1_1420_S6_WP07_An.pdf

Willekens. F. J. (1991). El componente de migración en los modelos multiregionales de proyección demográfica. *Demografía urbana y regional*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 93-123.

Wittgenstein Cetre. Ediev. D. (2019). Interpolación de datos demográficos y en proyecciones demográficas. Disponible en:

https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.11/2019/mtg1/D1_1100_S4_WP02_Ediev.pdf

Wolter, K. M. (1986). Some Coverage Error Models for Census Data. *Journal of the American Statistical Association*, 81(394):338–346.

ANEXOS

Anexo A. Programación componente mortalidad-Función ajuste simples.R

La función que se encuentra en el código "Función Ajuste Simples.R" es la aplicación de la metodología de Heligman, L. & Pollard, J.H. (1980) para suavizar las curvas de mortalidad.

Anexo A. Programación en R para Mortalidad-Función Ajuste Simple R

```

library(dplyr)

library(plyr)

library(data.table)

opt.smooth.qx = function(datos, mod = "general", .sel = NULL, edad.max = 100, .opt = "pocos",
guardar = F, edades = "todos", optimizar.mod = F, prog = "text"){

#=====#

# Parámetros de la función #

#=====#

#=====#
=====#

# 1. datos : data.frame con las variables "Dpto", "Area", "Sexo", "Edad" y "qx"

#     donde Dpto es el código de los departamentos,
#     Area es la zona geográfica (Urbano o rural),
#     Edad tiene que estar en edades quinquenales codificada de la forma 0, 1, 5, 10, .... y
#     qx es la probabilidad de morir en edades quinquenales, es decir 5qx, a excepción de las
edades 0 y 1.

#

# 2. mod : Es una de las opciones de modelo que se desean ajustar, para más detalles ver la
sub-función llamada

#     "modelo".

#

# 3. edad.max: Es la edad miáxma donde se quiere estimar.

#

# 4. .sel : Es un vector de valores TRUE o FALSE el cual se usa para filtrar los datos que se van a
utilizar para el

#     ajuste.

#

```

Anexo B. Programación componente mortalidad-Función Ajuste Quinquenales.R

La función que se encuentra en el código "Función Ajuste Quinquenales.R" se utiliza para obtener las probabilidades de morir en edades simples a partir de las probabilidades de morir en edades quinquenales de acuerdo a la metodología descrita en Kostaki, A. (1991).

Anexo B. Programación componente Mortalidad - Función Ajuste Quinquenales.R

```

#=====#
## Helingman-Polard ##
#=====#

#=====#
# Paquetes #####
#=====#
library(plyr)
library(data.table)
library(ggplot2)
library(dplyr)

#=====#
# Función para abrir las nqx y estimarlas en edades simples a utilizar #
#=====#
opt.abrir.nqx = function(datos, mod = "general", edad.max = 100, .sel = datos$Edad < 85, .opt =
"pocos", guardar = F, optimizar.mod = F){
#=====#
# Parámetros de la función #
#=====#

#=====#
#=====#
# 1. datos : data.frame con las variables "Dpto", "Area", "Sexo", "Edad" y "qx"
#         donde Dpto es el código de los departamentos,
#         Area es la zona geográfica (Urbano o rural),
#         Edad tiene que estar en edades quinquenales codificada de la forma 0, 1, 5, 10, .... y

```

Anexo C. Programación componente mortalidad-Función Tablas de Vida.R

La función que se encuentra en el código "Función Tablas de Vida.R" se utilizó para calcular las tablas de vida con base a diferentes tipos de insumos.

Anexo C. Programación componente Mortalidad - Función Tablas de Vida.R

```

#=====#
#  Tablas de Vida  #
#=====#

#=====#

### Paquetes ###
#=====#

library(ggplot2)
library(stringr)
library(dplyr)

#=====#
===#

### Función para calcular la tabla de vida a partir de Población y defunciones ####
#=====#
===#

t.vida = function(pob, def, def.fac, edad.max, edades, agregar, insumo = "defunciones"){

#=====#

#  Parámetros función  #
#=====#

#=====#

#=====#

# 1. pob      : Data.frame con la información de Población en grupos de edades quinquenales o
simples.

# 2. def      : Data.frame con la información de defunciones en grupos de edades quinquenales o
simples.

```


Anexo D. Programación componente Fecundidad

La programación toma la información de la paridez y las tasas específicas de fecundidad, las lleva a Gompertz. También suaviza el patrón de fecundidad proveniente de las estadísticas vitales y las mujeres en edad fértil del censo.

Anexo D. Programación Fecundidad

```
Sub LLEVA_A_GOMPERTZ()  
Range("C4").Copy  
Windows("FE_RelationalGompertz.xlsx").Activate  
Sheets("Method").Activate  
Range("C3").Select  
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues  
Windows("Cuadrosdesalida2005.xlsm").Activate  
Range("G7:G14").Copy  
Windows("FE_RelationalGompertz.xlsx").Activate  
Range("B7").Select  
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues  
Windows("Cuadrosdesalida2005.xlsm").Activate  
Range("H7:H14").Copy  
Windows("FE_RelationalGompertz.xlsx").Activate  
Range("D7").Select  
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues  
Windows("Cuadrosdesalida2005.xlsm").Activate  
ActiveWorkbook.Save  
Windows("FE_RelationalGompertz.xlsx").Activate  
End Sub
```

```
Sub TRAE_DE_GOMPERTZ()  
depto = Range("C4")  
Sheets("Niveles").Activate  
Range("A752").Select  
Windows("FE_RelationalGompertz.xlsx").Activate  
Sheets("Method").Activate  
Range("B6:H16").Copy
```

Anexo E. Programación componente Migración

El código clasifica los migrantes en tipos de migración.

Anexo E. Programación Migración

```

data a.migracion_dpto_5__;
set a.migracion_dpto_5_;
length tipo5_ $16;
/*Excluidos No nacidos*/
if ( edad < 5 or vivia_5 = 1 ) then tipo5_ = 'No_nacido' ;
else if ( vivia_5 = 4 ) then tipo5_ = 'Extranjero' ;
/*Sedentarios no se movieron de municipio ni de clase*/
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 = 1 and clase = 1 ) then tipo5_ = 'sedentario' ;
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 = 2 and clase = 1 ) then tipo5_ = 'sedentario' ;
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 = 3 and clase = 3 ) then tipo5_ = 'sedentario' ;
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 = 2 and clase = 3 ) then tipo5_ = 'sedentario' ;
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 = 3 and clase = 2 ) then tipo5_ = 'sedentario' ;
/*Intramunicipales cabecera-resto, resto-cabecera*/
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 = 1 and clase in (2,3)) then tipo5_ = 'IntraMun_c_r' ;
else if ( vivia_5 = 2 and clase_5 in(2,3) and clase = 1 ) then tipo5_ = 'IntraMun_r_c' ;

/* Intradepartamentales */
else if ( vivia_5 = 3 and dpto = dpto_5_ and clase_5 = 1 and clase = 1) then tipo5_ =
'IntraDpto_c_c';
else if ( vivia_5 = 3 and dpto = dpto_5_ and clase_5 = 1 and clase in (2,3)) then tipo5_ =
'IntraDpto_c_r';
else if ( vivia_5 = 3 and dpto = dpto_5_ and clase_5 in (2,3) and clase = 1) then tipo5_ =
'IntraDpto_r_c';
else if ( vivia_5 = 3 and dpto = dpto_5_ and clase_5 in (2,3) and clase in (2,3)) then tipo5_
= 'IntraDpto_r_r';

/* Interdepartamentales */
else if ( vivia_5 = 3 and dpto ne dpto_5_ and clase_5 = 1 and clase = 1) then tipo5_ =
'InterDpto_c_c';
else if ( vivia_5 = 3 and dpto ne dpto_5_ and clase_5 = 1 and clase in (2,3)) then tipo5_ =
'InterDpto_c_r';
else if ( vivia_5 = 3 and dpto ne dpto_5_ and clase_5 in (2,3) and clase = 1) then tipo5_ =
'InterDpto_r_c';
else if ( vivia_5 = 3 and dpto ne dpto_5_ and clase_5 in (2,3) and clase in (2,3)) then tipo5_
= 'InterDpto_r_r';

else if clase_5 = 9 then tipo5_ = 'sin_info_clase';
else tipo5_ = "sedentario" ;

run;

```

Anexo F. Códigos software RUP

Se presentan archivos por departamento y área geográfica que tienen los códigos que el programa RUP requiere para hacer el procesamiento de las proyecciones de población, los cuales tienen extensión .IN. Por otra parte, también se relacionan códigos con extensión .AGG por departamento los cuales permiten realizar la agregación de las áreas geográficas de los departamentos y para el total nacional.



Anexo F.zip

Anexo G. Códigos retroproyecciones municipal 1985 a 2017

Las retroproyecciones se realizan por periodos (1985-2005 y 2005-2017), en este anexo se encuentran tres carpetas con los códigos de acuerdo al periodo correspondiente, y luego en la carpeta "Municipios 1985 a 2017" se encuentran los códigos que permiten unir estos resultados para garantizar una mejor tendencia.



Anexo G.rar

Anexo H. Descripción del uso de los códigos y pasos para las retroproyecciones municipal 1985 a 2005

Los códigos de la carpeta "Municipios 2005 a 2017" incluyen dentro de estos, la descripción de lo que hace cada código.

Los códigos de la carpeta "Municipios 1985 a 2017" se utilizan para unir los resultados de 1985 a 2005 y de 2005 a 2017.

A continuación, se describen el manejo de los códigos empleados contenidos en la carpeta "Municipios 1985 a 2005" de acuerdo con los archivos del ANEXO G, los cuales van numerados de acuerdo al orden en que se ejecutan.

Orden de códigos para correr retroproyección 1985-2005

Niveles municipales

1. **0-Insumos/1 – Arreglo Insumos – Participaciones.R:** Se corre este código para obtener los niveles homologados en los años de pivotes, es decir, en este caso se suma la población de los municipios hijos a la de sus respectivos padres.

2. **1-Interpolación (Clase, Sexo, Total)/1 – Interpolación Participación.R:** En este código se obtienen las participaciones interpoladas para los niveles municipales por clase y sexo con los datos obtenidos en el punto anterior.
3. **1-Interpolación (Clase, Sexo, Total)/2 – Población Interpolada y Redondeo.R:** Con las participaciones interpoladas en el punto anterior y los techos departamentales a respetar, se obtiene la población redondeada a nivel municipal por clase y sexo.

Estructuras + niveles

4. Obtener población en todas las edades redondeada:
 - a. **3-Estructuras Municipales/1 – Estructuras y Totales Municipales_85_93.R:** Se pegan las participaciones de Sebastián (por clase, sexo y edad) a los techos municipales, posteriormente se pegan esas estructuras a los techos departamentales y se redondea.
 - b. **3-Estructuras Municipales/1 – Estructuras y Totales Municipales_93_05.R:** El mismo procedimiento que en (a) pero para los datos de 1993 a 2005.

Separación población municipios padres e hijos

5. **4-Separación Cabecera-Resto/1 – Interpolación (Cabecera – Resto).R:** Para los municipios nuevos, al separarlos de sus padres se obtiene el total del municipio nuevo, por lo cual, en este código se realiza el cálculo de los porcentajes de cabecera y resto para separar a los municipios nuevos por clase.
6. **4-Separación Cabecera-Resto/2 – Separación Cabecera Resto.R:** En este código se unen los distintos archivos que se tienen de la serie municipal 1985-1993, 1993-2004, municipios hijos separados en cabecera y resto, municipios padres en resto. De esta forma, se obtiene un archivo con la serie desde 1985 hasta 2004 con todos los municipios (padres, hijos y no padres).
7. **4-Separación Cabecera-Resto/3 – Redondeo Población Final.R:** En este código se redondea la población obtenida en el punto anterior con lo cual se ajusta al techo departamental desajustado debido a la inclusión de los municipios nuevos separados por cabecera y resto.

Los códigos siguientes:

- Separación Cabecera-Resto/4 – Ajuste edades 90 a 100.R
- Separación Cabecera-Resto/5 – Ajuste Montañitas Finales.R
- Separación Cabecera-Resto/5 – 1 – Ajuste Montañitas Finales (Splines).R

- Separación Cabecera-Resto/6 – Ajuste Cundinamarca Viejitos.R

Se realizan para corregir defectos de las estructuras en las últimas edades.

Pasos a seguir retroproyección municipal 1985-2005:

Niveles municipales por clase y sexo:

1. **1. Interpolación (Clase, Sexo, Total)/1 – Interpolación Participación.R:** En este código se realiza la interpolación de las participaciones para las dos fracciones de retroproyección (85-93 y 93-05), el resultado son dos archivos con las participaciones.

No hay necesidad de correrlo

2. **1. Interpolación (Clase, Sexo, Total)/2 – Población Interpolada y Redondeada.R:** En este paso se unen las participaciones obtenidas en el punto anterior con los techos departamentales que se deben respetar, el resultado de este código son dos archivos con las poblaciones redondeadas a nivel de clase y sexo.

Sí hay necesidad de correrlo

Estructuras municipales ajustadas a los niveles municipales y techo departamental:

3. Para obtener la población a nivel de edad, sexo y clase en todos los años desde 1985 hasta 2005 se corren los siguientes códigos:
 - a. **3. Estructuras Municipales/1 – Estructuras y Totales Municipales 85-93.R**
 - b. **3. Estructuras Municipales/1 – Estructuras y Totales Municipales 93-05.R**

Al final de este código se obtienen las poblaciones redondeadas por edad, clase y sexo para las dos fracciones de retroproyección y los municipios hijos agregados a sus padres.

Sí hay necesidad de correrlo

Separación municipios nuevos de sus padres

4. **4. Separación Cabecera-Resto/1 – Interpolación (Cabecera – Resto).R:** En este código se generan las participaciones para separar por cabecera y resto a la población de los municipios nuevos para cada una de las edades y sexo. De esta forma, el resultado de este código son las participaciones desde el año de creación del municipio hasta el 2005.

No hay necesidad de correrlo

5. **4. Separación Cabecera-Resto/2 – Separación Cabecera Resto.R:** En este código se recopilan las dos estimaciones de población para los dos periodos y se separan los municipios hijos en Cabecera y Resto. De esta forma, el resultado de este código es la población municipal por clase,

sexo y edad desde 1985 hasta 2004 para los 1118 municipio existentes hasta 2005.

Sí hay necesidad de correrlo

6. **4. Separación Cabecera-Resto/3 – Redondeo Población Final.R:** En este código se ajustar nuevamente los datos a los techos departamentales debido al desajuste creado por los municipios nuevos. De esta forma, las salidas de este código son los datos desde 1985 hasta 2004 para los 1122 municipios (incluyendo los que no se han creado para 2005).

Sí hay necesidad de correrlo

7. Los demás códigos que están en "4. Separación Cabecera-Resto" es necesario correrlos para arreglar los problemas que se presentan al final de las pirámides.

Sí hay necesidad de correrlo

Gráficas y resultados:

8. **5. Análisis Resultados/1 – Gráficas y Otros.R:** Se crean las gráficas de crecimientos poblacionales, volúmenes y razones de masculinidad.

Anexo I. Plantillas proyecciones municipales 2018-2023

Estas plantillas en Excel contienen hojas que han sido formuladas, de manera que permiten, a partir de datos base ingresados en alguna sección de la hoja, generar desagregaciones por área (cabecera y centros poblados y rural disperso) y la desagregación a nivel municipal mediante el uso de funciones logísticas.

[Metodología PPED\Anexo I.xlsm](#)

Anexo J. Códigos y metodología para la desagregación municipal de las proyecciones departamentales 2023 a 2035

A continuación, se describe la metodología aplicada para desagregar las proyecciones departamentales 2023 a 2035 en edades simples, clase y sexo. Está se divide principalmente en dos partes, en la primera se realiza la extrapolación de las participaciones de los municipios por clase, sexo y total de edades dentro del departamento en la misma clase, sexo y total de edades. Posteriormente, al obtener la población municipal a partir de estas participaciones, se busca obtener la estructura de los municipios por edades simples, clase y sexo.

1. **Participaciones del municipio dentro del departamento por clase, sexo y total de edades:**

- a. Con el fin de obtener las participaciones de 2023 a 2035 se aplican dos tipos de extrapolaciones usando la función logística optimizando los parámetros de entrada de dicha función.

En el primer caso se realiza la optimización de la función logística utilizando como pivotes los puntos de 2021 y 2023, pero se usan los puntos de 2018 a 2023 como puntos observados por los cuales la función tiene que pasar. En el segundo caso se utilizan los mismos pivotes de 2021 y 2023, sin embargo, se agrega el punto de 2022 para mejorar la optimización.

- b. Con las participaciones obtenidas con ambos métodos se realiza la corrección de estas participaciones para que sumen uno haciendo el siguiente cálculo:

$$p^{corr} = \frac{p^{s.corr}}{\sum p^{s.corr}}$$

donde $p^{s.corr}$ es la participación obtenida directamente de la logística.

- c. De esta forma, la población proyectada a nivel municipal va a ser igual a las participaciones obtenidas en (b) multiplicadas por la población proyectada a nivel departamental por clase, sexo y total de edades.
- d. Se realiza el redondeo acumulativo de la población municipal obtenida en (c) para obtener población en valores enteros.
- e. Por último, se realiza la elección del mejor método calculando los crecimientos exponenciales de los años de 2018 a 2023 comparando lo observado contra lo estimado con las respectivas funciones logísticas. Se selecciona el método a nivel departamental que tenga un ECM más pequeño en la mayoría de los municipios dentro del departamento.

De esta forma, en este paso se obtienen totales municipales por clase y sexo.

2. Estructuras municipales

- a. Se calculan las participaciones del municipio dentro del departamento por edad, clase y sexo usando la función logística.

- b. Se multiplican las participaciones obtenidas por la población departamental proyectada y se obtiene población en decimales de todos los municipios por edad, clase y sexo.
- c. A partir de la población obtenida en (b) se calcula la participación de cada edad del municipio por clase y sexo dentro de la suma de todas las edades del municipio en la misma clase y sexo. Esto se realiza con el fin de ajustar las estructuras municipales obtenidas en (a) a los totales municipales obtenidos en el paso (1).
- d. Con el fin de obtener la población municipal por edad, clase y sexo, se multiplican las participaciones obtenidas en (c) por los totales obtenidos en el paso (1).
- e. La población obtenida en (d) va a respetar los totales departamentales por clase y sexo, sin embargo, no respeta los totales departamentales por edad. Por esta razón, el redondeo se realiza de la siguiente forma:
 - i. Se redondea la población obtenida en (d) al decimal más cercano, es decir, valores superiores estrictamente a 0.5 se redondean a 1 y valores inferiores se aproximan a 0.
 - ii. Se hallan las diferencias de la población total municipal por edad, clase y sexo con la población que se debe respetar a nivel departamental por edad, clase y sexo. Este número de personas va a ser un valor entero que se tiene que repartir en la misma edad, clase y sexo en los distintos municipios que pertenecen al mismo departamento.
 - iii. Para distribuir las personas obtenidas en (ii) se calcula la participación de los municipios dentro del departamento por edad, clase y sexo.
 - iv. De esta forma, se multiplican las participaciones obtenidas en (iii) por las personas a repartir calculadas en (ii).
 - v. La población obtenida en (iv) se redondea usando la metodología acumulativa.
 - vi. Se suma la población calculada en (v) con la población redondeada en (i).
 - vii. La idea del procedimiento es que la población obtenida en (vi), respete lo departamental por edad, clase y sexo, sin embargo, hasta este paso se siguen presentando diferencias muy pequeñas entre lo departamental proyectado con lo departamental obtenido a partir de la desagregación de todos los municipios, por lo cual, esta población que falta por ajustar se agrega a las capitales de los municipios.

Así, en este paso se obtiene la población a nivel municipal por edad, clase y sexo, la cual coincide con la población departamental proyectada por edad, clase y sexo.