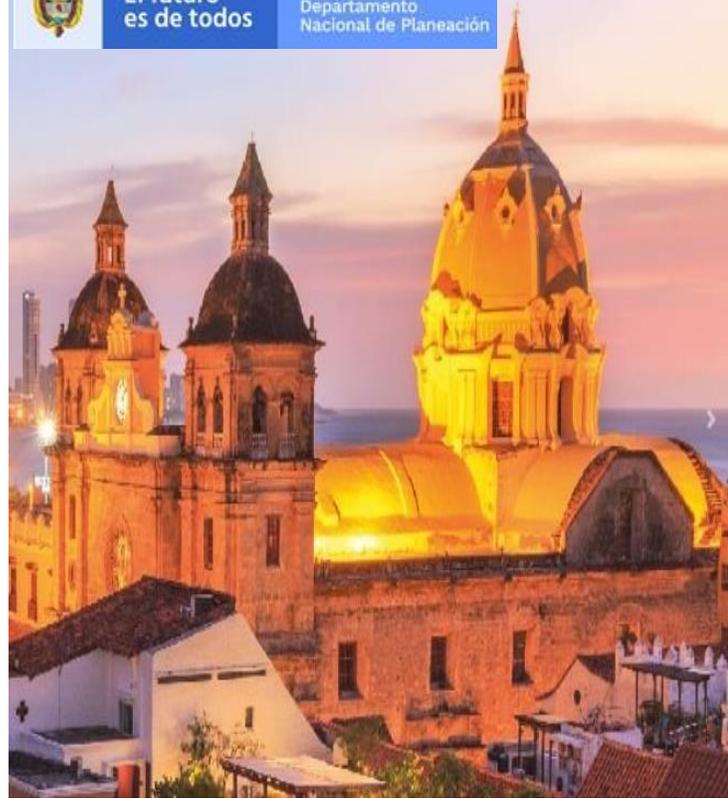




El futuro
es de todos

DNP
Departamento
Nacional de Planeación



Memorias de Cálculo Índice de Ciudades Modernas (ICM)

DIRECCIÓN DE DESARROLLO
URBANO

Observatorio del Sistema de Ciudades

Mayo 2022

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE PROCESOS GENERALES.....	5
2.1 RECOLECCIÓN Y CRÍTICA DE INFORMACIÓN	5
2.1.1 Fuentes de información.....	5
2.1.2 Problemas más comunes	5
2.1.3 Tipos de crítica realizados	6
2.2 INTERPOLACIÓN Y EXTRAPOLACIÓN DE SERIES	7
2.2.1 Interpolación.....	8
2.2.2 Extrapolación	8
2.3 PROMEDIO MÓVIL CENTRADO	8
3. INDICADORES GENERADOS.....	9
3.1 NIVELES	9
3.2 TASAS	9
3.2.1 Tasas relativas a población.....	9
3.2.2 Tasas relativas a otras variables.....	11
3.2.3 Tasas calculadas por fuentes externas	11
3.3 VARIABLES ESTANDARIZADAS PARA EL CÁLCULO DEL ICM.....	12
3.4 ÍNDICES DE DIMENSIONES E ICM.....	17
3.5 DEFLACTORES	18
4. PROCESOS ESPECÍFICOS	21
4.1 EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL- EIS.....	21
4.1.1 Índice de Pobreza Multidimensional- IPM	21
4.1.2 Mortalidad Infantil	23
4.1.3 IRCA	24
4.1.5 Estimaciones de Educación Superior	26
4.1.6 Calidad de los colegios.....	30
4.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN- CTI.....	32
4.2.1 Velocidad y usuarios de internet.....	32
4.2.2 Terminales por estudiante	33
4.2.3 Grupos de investigación	34
4.3 SOSTENIBILIDAD- SOS.....	35
4.3.1 Desastres (Eventos considerados)	36
4.3.2 Deforestación y ecosistemas estratégicos.....	39
4.3.3. Caudal tratado (tratamiento y estimación del servicio regional)	43
4.3.4. Sitio y vida útil de disposición final de residuos solidos	45
4.4 PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD Y COMPLEMENTARIEDAD- PCC	48

4.4.1 Carga y relaciones uni-bidireccionales.....	48
4.4.2 Valor agregado.....	51
4.5 GOBERNANZA, PARTICIPACIÓN E INSTITUCIONES- GPI.....	55
4.5.1 Participación Electoral (cálculo y promedio entre elecciones alcaldes y presidentes)	55
4.5.2 Delitos contra la administración pública	57
4.5.3 Esquemas asociativos	59
4.5.4 Pertenencia a sitios de disposición final de residuos	61
4.6 SEGURIDAD- SEG	63
4.7 INDICADORES QUE PERTENECEN A VARIAS DIMENSIONES	64
4.7.1 PCC-CTI: Ciudad nodo más cercana (nodos del Sistema de Ciudades y nodos educativos)	64
4.7.2 PCC-CTI: Distancias y tiempo de viaje por carretera.....	66
4.7.3 SOS-GPI: Tratamiento estadísticas presupuestales.....	68
5. Referencias.....	72
6. Anexos.....	73

SIGLAS Y ABREVIACIONES

SC	Sistema de Ciudades
ICM	Índice de Ciudades Modernas
OSC	Observatorio del Sistema de Ciudades
SOS	Sostenibilidad
EIS	Equidad e Inclusión Social
SEG	Seguridad
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
GPI	Gobernanza, Participación e Instituciones
PCC	Productividad, Competitividad y Complementariedad

1. INTRODUCCIÓN

Este documento de *memorias de cálculo* describe la metodología utilizada para el cálculo del Índice de Ciudades Modernas. El objetivo es describir todos los procesos -generales y específicos- que se realizan para cada uno de los indicadores que hacen parte del ICM. Por lo tanto, este documento expone el desarrollo desde la recolección de los datos de diferentes fuentes de información, hasta los procedimientos específicos generados en cada una de las dimensiones del ICM.

El ICM es un indicador sintético y multidimensional que es calculado a nivel municipal con el objetivo de determinar los avances y retos de las ciudades y municipios del país. Cuenta con 6 dimensiones que incluyen los ámbitos social, económico, tecnológico, ambiental, institucional y de seguridad; las cuales incluyen 15 dominios, 36 indicadores sintéticos y más de 200 variables de soporte. En este sentido, el cálculo del índice requiere de diferentes procesos de recolección, crítica y análisis de datos que serán expuestos a continuación. En principio, se ha establecido que el índice se actualiza cada dos años, esto en virtud que muchas de las problemáticas involucradas tienen un carácter estructural, por lo que en el muy corto plazo no se esperan cambios significativos.

2. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE PROCESOS GENERALES

2.1 RECOLECCIÓN Y CRÍTICA DE INFORMACIÓN

En esta sección se presentan los procesos generales utilizados para la recolección y crítica de los datos utilizados para el cálculo del ICM, así como los problemas más comunes que se encontraron durante este proceso.

2.1.1 Fuentes de información

La elección de buenas fuentes de información desde donde se obtienen los datos usados para el cálculo de los indicadores del ICM es uno de los aspectos más importantes de este proceso. Debido a que, la información no solo debe ser confiable, sino también accesible y actualizada.

Por lo tanto, los datos utilizados se obtuvieron de las fuentes oficiales generadoras de información como del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -- DANE, de los Ministerios y del Sistema de Estadísticas Territoriales --TerriData, para lo que se utilizan tanto las plataformas institucionales como la plataforma del gobierno nacional de Datos Abiertos. Hay que recordar que el ICM se calcula a nivel municipal y que se parte de una batería de indicadores que quedó definida en buena medida en el diseño del indicador en 2016¹. Cada indicador cuenta con su propia fuente de información y que puede ser encontrada en los metadatos publicados en la página del OSC.

2.1.2 Problemas más comunes

Como se mencionó anteriormente, elegir buenas fuentes de información es uno de los aspectos más importantes de este proceso. Es por esta razón que el OSC busca utilizar fuentes de

¹ No obstante, se han realizado ajustes en algunas variables.

información oficiales para realizar el cálculo del ICM. Muchas de ellas cuentan con procesos de calidad estrictos que garantizan su confiabilidad, sin embargo, también existe un margen de que se presenten ciertos problemas que se describen a continuación:

I. *La calidad de los datos*

Los datos pueden presentar problemas de calidad por varias razones:

- **Consistencia:** esto significa que los datos pueden no estar representando la realidad de la información, presentan algún tipo de comportamiento atípico, se ha cambiado la metodología de construcción o inclusive de han variado los dominios de estudio.
Duplicación de registros. Se ha encontrado que, para algunas instancias, ciertamente pocos casos, la información en la fuente se encuentra duplicada para algunos municipios.
- **Credibilidad.** Siendo fuentes oficiales, la producción de información goza de un respaldo de seriedad y en general procesos técnicos de captura, crítica y producción.

II. *Disponibilidad de los datos*

- El fácil acceso y la oportunidad de la información determina que ésta pueda ser recolectada o incorporada.
- **Accesibilidad.** En cuanto al acceso, en general esta es pública y está dispuesta para su consulta en la Web. Sin embargo, el formato con que está dispuesta la información puede requerir diferentes transformaciones a fin de procesarla e incorporarla.
- **Compleitud.** En ocasiones la información no se registra para todos los municipios por lo que hay que buscar fuentes alternas para completarla. En otras, la información no se ha consolidado de manera definitiva, pero en ocasiones se evidencian revisiones posteriores de las cifras que no se incorporan a las bases de consulta ya publicadas.
- **Oportunidad.** En cuanto a la oportunidad, algunas entidades siguen calendarios de publicación, pero para otra información depende de la disponibilidad de personal para generarla, o la consolidación por parte de la cadena de información hacia atrás. Igualmente, la falta de consolidación de ciertos miembros o elementos en esta cadena introduce errores a veces poco perceptibles.

2.1.3 Tipos de crítica realizados

Después de realizar el proceso de recolección de datos es necesario realizar ciertos procesos para evaluar la consistencia de las series de datos obtenidas de las fuentes de información. Esta evaluación puede variar de acuerdo con el tipo de datos con el que se está trabajando, pero generalmente se utilizan los siguientes:

- **Gráficos.** La representación gráfica es de gran ayuda para identificar anomalías en la información. Sin embargo, el hacerlo para más de mil municipios no es práctico, por lo que se usan primeramente las herramientas estadísticas mencionadas abajo, dejando los gráficos para casos puntuales, o para agregados de municipios (departamentos, categorías del Sistema de Ciudades con dispersión de municipios, agregados nacionales). Siempre se contrasta la evolución en el tiempo, y en ocasiones se evalúan cambios en la estructura.

- *Desviación estándar*: Es una de las medidas de dispersión más comunes, la cual indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos.
- *Media*: la media o promedio es una medida de tendencia central que representa el reparto equitativo, el equilibrio de una serie de datos. Generalmente se utiliza la media aritmética.
- *Mínimo*: se trata del menor valor de una serie de datos.
- *Máximo*: se trata del mayor valor de una serie de datos.
- *Atípicos*: con estos estadísticos en algunos casos se identifican los “outliers”.

Adicionalmente, parte de la crítica de la información incluye entender el contexto de cada uno de los indicadores y variables obtenidas. Se debe tener en cuenta que todas las series tienen un contexto histórico y metodológico diferente, y por lo tanto se debe comparar siempre las series respecto a los resultados pasados, y realizar un estudio de si existió un cambio metodológico o si la metodología se mantuvo.

I. Municipios (DIVIPOLA)

De la misma manera, al manejar la información a nivel municipal, es importante realizar una revisión y crítica de los municipios que cuentan con datos y de aquellos que no presentan información para un periodo en específico. Esto con el fin de revisar y analizar si esta ausencia de datos se debe a que el municipio no almacena información para ese indicador en particular o si se debe a algún error que debe ser corregido. También al realizar la revisión municipal se debe tener en cuenta que el OSC, para realizar el cálculo del ICM, utiliza un código único de municipio conocido como DIVIPOLA, el cual fue creado por el DANE como un estándar nacional que codifica y lista las entidades territoriales de Colombia y presenta la siguiente estructura:



Es un código con cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento, y los tres siguientes a los municipios en ese departamento.

Muchas bases de datos originales no presentan este código Divipola para el municipio, sino únicamente presentan los nombres de municipios y de departamento. Por lo tanto, se debe asignar el código de municipio manteniendo un formato de texto de cinco caracteres. Se debe tener en cuenta que hay municipios homólogos (con el mismo nombre) en diferentes departamentos, por lo que, al agregar el código de municipio en la base de datos, se debe controlar cuidadosamente que los códigos de municipio y departamento coincidan.

2.2 INTERPOLACIÓN Y EXTRAPOLACIÓN DE SERIES

La interpolación y extrapolación de series son métodos que se han utilizado para completar algunas series con datos faltantes. La interpolación busca hallar un dato dentro de un intervalo en el que se conocen los valores en los extremos, es decir, su objetivo es obtener valores intermedios dentro de una serie de datos. Por su parte, la extrapolación consiste en hallar datos fuera del intervalo.

Para las versiones posteriores a la primera edición del ICM (año 2017), se emprendió el proyecto de obtener las series desde el año 2010. En la medida que se retrocede en el tiempo algunas series carecen de información para algunos municipios; acá se aplicaría la interpolación. En otros casos, como en transporte terrestre, solo se cuenta con unos cuantos períodos: acá se aplicaría la extrapolación. En general, cuando había un gran faltante de información se prefirió interpolar o extrapolar los puntos disponibles, en lugar de hacerlo sobre la serie original. Cuando los faltantes eran muy pocos sí se aplicó el ajuste sobre la serie original; casos como los ingresos fiscales, que tienen una tendencia relativamente estable, la interpolación lineal parece entregar un buen ajuste.

2.2.1 Interpolación

La interpolación se centra en utilizar los puntos más cercanos al punto de interpolación para estimar un valor x en este punto en particular, el conjunto de puntos más cercanos se conoce como el conjunto de interpolación. El método de interpolación utilizado fue el *lineal*.

2.2.2 Extrapolación

Cuando no se encuentran datos hacia atrás o hacia adelante, la extrapolación permite realizar un proceso para estimar más allá del intervalo de observación inicial. En el OSC, generalmente se asigna el valor del punto más cercano, también conocido como el método del vecino más próximo. El cual consiste en repetir el valor existente más cercano para los años anteriores o posteriores de la serie.

2.3 PROMEDIO MÓVIL CENTRADO

El promedio móvil consiste en calcular los promedios de grupos consecutivos de observaciones en una serie y su objetivo es suavizar las fluctuaciones presentes en los datos. En el OSC, este proceso se lleva a cabo cuando las series presentan un comportamiento errático e introducen ruido; esto particularmente se presenta en el cálculo de tasas (una variable relativa otra) para municipios pequeños.

Como se mencionó anteriormente, el promedio móvil se calcula sustituyendo cada valor de una serie por la media obtenida con esa observación y algunos de los valores inmediatamente anteriores y posteriores, así:

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum(n \text{ valores consecutivos de datos})}{n}$$

Donde n es el número de períodos u observaciones que se quieren promediar.

Los valores resultantes del promedio móvil se suelen colocar en el periodo en el cual se calculan. Por ejemplo, para un promedio móvil de 2 períodos, el primer valor de promedio móvil numérico se coloca en el período 2, el siguiente en el período 3 y así sucesivamente. Sin embargo, en el OSC, se calcula un **promedio móvil centrado** de 3 observaciones consecutivas, en este caso el resultado se ubica en el periodo de la mitad, así:

$$\text{Promedio móvil}_{p2} = \frac{\sum(X_{p1} + X_{p2} + X_{p3})}{3}$$

Donde:

X_{p1} Es el valor observado en el periodo 1; X_{p2} Es el valor observado en el periodo 2; y X_{p3} Es el valor observado en el periodo 3.

Una de las características de centrar el promedio es que este se ajusta más al ciclo de la variable original, en particular preserva los picos y valles de la serie.

Por otro lado, una dificultad del método es que en los extremos de la nueva serie suavizada no hay dato disponible; para obviar este inconveniente y tener un estimativo simple (sin la utilización de métodos avanzados de matemática, como ARIMA u otro proceso autorregresivo) se duplicaron los valores extremos en la serie original, a modo del método del vecino más próximo. En casos, como la tasa de mortalidad, la variabilidad de la serie era muy alta, por lo que se aplicó una segunda vez el promedio móvil.

Para el cálculo del ICM, los indicadores que presentaban fluctuaciones en las series se corrigieron a través del promedio móvil centrado de 3 períodos, como es el caso de los indicadores que hacen parte de la dimensión de Seguridad, en las tasas de mortalidad y algunas participaciones. En la codificación de indicadores estos casos se distinguen porque terminan con el sufijo “p3”.

3. INDICADORES GENERADOS

3.1 NIVELES

Como se mencionó anteriormente, el ICM cuenta con 6 dimensiones, 15 dominios, 36 indicadores sintéticos y más de 200 variables. Los datos se obtienen desde las diferentes fuentes de información en niveles, es decir, en su forma original, y posteriormente pasan a ser trabajados de diferentes formas para calcular el Índice de Ciudades Modernas.

3.2 TASAS

3.2.1 Tasas relativas a población

Estas tasas son aquellas que se calculan con los datos de población municipal, generalmente, en el OSC, se utilizan los datos de población publicados por el DANE.

I. Tasas por cada 100.000 habitantes

Las tasas son coeficientes que expresan la relación entre dos cantidades. En este caso, se calcula de la siguiente manera:

$$T = \frac{NTE}{PT} * 100.000$$

Donde:

T: es la tasa por 100 mil habitantes.

NTE: es el número total de eventos de interés.

PT: es la población total.

Para el cálculo del ICM, se deben generar las siguientes tasas, las cuales hacen parte de la dimensión de Seguridad:

Tabla 1. Tasas por cada 100.000 habitantes

Código	Indicador
CV-03-54	Tasa de víctimas de secuestro por 100.000 habitantes
CV-03-16	Tasa de homicidios por 100.000 habitantes
CV-03-36	Tasa de lesiones por 100.000 habitantes
CV-03-41	Tasa de hurtos a residencias por 100.000 habitantes
CV-03-44	Tasa de hurtos a personas por 100.000 habitantes
CV-03-47	Tasa de hurtos a comercio por 100.000 habitantes
CV-03-49	Tasa promedio de hurtos Totales por 100.000 habitantes (personas, residencial y comercial)
CV-03-51	Tasa de extorsiones por 100.000 habitantes

Fuente: DNP-OSC

II. *Tasas por población de acuerdo con rangos de edad*

En el OSC, se calculan algunas tasas de acuerdo con rangos de edad, para conocer la frecuencia de ocurrencia de un evento para esa población en específico. A continuación, se presentan las tasas utilizadas en el cálculo del ICM de acuerdo con los rangos de edad de la población:

Tabla 2. Tasas de población de acuerdo con rangos de edad

Código	Indicador
CV-03-30	Tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años), por causas distintas a desnutrición
CV-03-65	Tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años)
CV-03-21	Tasa de mortalidad infantil (menores de 1 año)
P-04-28	Tasa de grupos de investigación equivalentes a A1 Colciencias por cada 10000 personas entre los 17-21 años

Fuente: DNP-OSC

Las tasas de mortalidad por cada mil habitantes se calculan de la siguiente manera:

$$TM = \frac{D}{N} * 1.000$$

Donde:

TM: es la tasa de mortalidad.

D: es el número de defunciones de la población en el rango de edad a evaluar: 1 año, 5 años, etc.

N: es el número total de nacimientos.

Por otro lado, la tasa de grupos de investigación se calcula del cociente entre el número de grupos de investigación (A1, A, B, C y D) equivalentes a A1 Colciencias dividido en la población de entre 17-21 años para el municipio, multiplicado por 10,000, así:

$$TGI = \frac{X}{P_{17-21 \text{ Años}}} * 1.000$$

Donde:

TM: es la tasa de grupos de investigación equivalente a A1.

X: es el número de grupos de investigación (A1, A, B, C y D) equivalentes a A1 Colciencias.

$P_{17-21 \text{ Años}}$: la población de 17-21 años para el municipio.

3.2.2 Tasas relativas a otras variables

Estas tasas son aquellas que se calculan no con datos de población sino con otras variables. Para el cálculo del ICM, se utilizan las siguientes tasas:

Tabla 3. Tasas relativas a otras variables

Código	Indicador
INS-03-6	Tasa de participación electoral- Alcaldía
INS-03-7	Tasa de participación electoral – Presidencia

Fuente: DNP-OSC

La tasa de participación electoral se calcula de la siguiente manera:

$$Tpe = \frac{v}{ce} * 100,$$

Donde:

Tpe : es la tasa de participación electoral.

v : es el total de votos.

ce : es el censo electoral, el cual hace referencia al número de colombianos habilitados para ejercer el derecho al voto.

3.2.3 Tasas calculadas por fuentes externas

Finalmente, para el cálculo del ICM, se pueden utilizar tasas que son calculadas por fuentes externas, en este caso, tenemos la tasa de cobertura en educación que es calculada por el Ministerio de Educación, a continuación, se presenta el nombre del indicador y el código correspondiente:

Tabla 4. Tasas calculadas por fuentes externas

Código	Indicador
CV-03-25	Tasa de cobertura neta en educación media

Fuente: DNP-OSC

Este indicador mide el número de estudiantes de educación media (grados 10 y 11) respecto a la población entre 15 y 16 años.

3.3 VARIABLES ESTANDARIZADAS PARA EL CÁLCULO DEL ICM

Para el manejo y procesamiento de los datos, es necesario normalizar la información para que sean compatibles con el resto de las fuentes y series de datos disponibles. En este sentido, la estandarización es un proceso que permite ajustar los valores que presentan diferentes escalas, y convierte todas las fuentes de datos en una escala de 0 a 100 puntos. El método de estandarización es el siguiente:

$$Z_{i,m} = \left(\frac{x_{i,m} - p_i}{m_i - p_i} \right) \times 100,$$

Donde:

$x_{i,m}$: es el valor sin estandarizar del indicador i para el municipio m .

p_i : es el valor más bajo aceptable o peor resultado para el indicador i .

m_i : es el valor correspondiente al objetivo o mejor resultado para el indicador i .

Teniendo en cuenta lo anterior, para realizar el cálculo de las variables estandarizadas es necesario definir los parámetros que cada una de las variables va a tomar, es decir, se deben definir los valores mínimos (más bajo aceptable) y el máximo (el valor objetivo) para cada variable. Es importante considerar que estos parámetros pueden definirse así: a) se utiliza el mismo valor para todos los años del mismo indicador; b) se utiliza un valor diferente para todos los años del mismo indicador; esto va a depender del indicador que se esté trabajando.

A continuación, se presentan las variables estandarizadas que se utilizan para el cálculo del ICM organizados por Dimensión, con sus respectivos códigos y parámetros de estandarización.

Tabla 5. Parámetros de estandarización de la dimensión CTI

Código	Nombre del Indicador	Año	Máximo	Mínimo
CTI-01-1	Estandarizada: Tasa de grupos de investigación equivalentes a A1 Colciencias por cada 10000 personas entre los 17-21 años	Todos	8	0
CTI-02-1	Estandarizada: Promedio de estudiantes por terminal en colegios oficiales	Todos	9,1	1,1
CTI-02-2	Estandarizada: Suscriptores de banda ancha fija	2010	24,6	0
		2011	25,73	0
		2012	26,6	0
		2013	27,43	0
		2014	28,1	0
		2015	29,18	0
		2016	30,11	0
		2017	31,03	0

		2018	31,63	0
CTI-02-3	Estandarizada: Velocidad de bajada banda ancha	Todos	25	0

Fuente: DNP-OSC

Tabla 6. Parámetros de estandarización para la dimensión PCC

Código	Nombre del Indicador	Año	Máximo	Mínimo
PCC-02-1	Estandarizada: Conectividad física	Todos	2,5	1
PCC-02-2	Estandarizada: Número de muertes en accidentes tránsito por cada 100 mil habitantes	Todos	3,93	0
PCC-02-3	Estandarizada: Ton/KM	2013	42357	0
		2018	31352	0
PCC-02-3a	Estandarizada: Ton-KM	2013	4501	0
		2018	1672	0
PCC-02-5	Estandarizada: Transporte aéreo según categoría de aeropuerto	Todos	5	0
PCC-01-2	Estandarizada: Valor agregado sin actividades extractivas como proporción del área municipal	2010	255348	0
		2011	274579	0
		2012	273749	0
		2013	268092	0
		2014	279541	0
		2015	318490	0
		2016	370988	0
		2017	361690	0
		2018	374666	0
PCC-01-1	Estandarizada: Grado de importancia económica	Todos	7	0
PCC-03-2	Estandarizada: Categoría de ruralidad	Todos	4	0
PCC-03-1	Estandarizada: Puntaje de las relaciones unidireccionales y bidireccionales de carga terrestre	2013	979,19	0
		2018	1420,1	0

Fuente: DNP-OSC

Tabla 7. Parámetros de estandarización para la dimensión de EIS

Código	Nombre del Indicador	Año	Máximo	Mínimo
--------	----------------------	-----	--------	--------

EIS-01-1	Estandarizada: índice de pobreza multidimensional	Todos	0	100
EIS-02-2	Estandarizada tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años), por causas distintas a desnutrición	2010	2,8	0
		2011	2,6	0
		2012	2,5	0
		2013	2,5	0
		2014	2,4	0
		2015	2,3	0
		2016	2,3	0
		2017	2,2	0
		2018	2,4	0
EIS-02-2t	Estandarizada tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años), todas las causas	2010	38	0
		2011	39,4	0
		2012	37	0
		2013	40,3	0
		2014	47,8	0
		2015	47	0
		2016	52,5	0
		2017	51,4	0
		2018	52,4	0
EIS-02-3	Estandarizada tasa de mortalidad infantil (menores de 1 año)	2010	27,8	0
		2011	29,7	0
		2012	28,4	0
		2013	29,5	0
		2014	36,2	0
		2015	36,4	0
		2016	40,5	0
		2017	38,2	0
		2018	39	0
EIS-02-1	Estandarizada: IRCA	Todos	5	0
EIS-03-1	Estandarizada: Calidad de la educación - Colegios según categoría de desempeño	Todos	100	0
EIS-03-3	Estandarizada: tasa de cobertura neta de educación media	Todos	100	0
EIS-03-2	Estandarizada: Cobertura en Educación Superior-Pregrado	Todos	100	0
EIS-03-5	Estandarizada: Cobertura Potencial en Educación Superior-Pregrado ajustada por acceso	Todos	100	0

Fuente: DNP-OSC

Tabla 8. Parámetros de estandarización para la dimensión de SEG

Código	Nombre del Indicador	Año	Máximo	Mínimo
SEG-01-7p3	Estandarizada: promedio tasa de extorsiones por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	19	0
SEG-01-8p3	Estandarizada: promedio tasa de víctimas de secuestro por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	1	0
SEG-01-2p3	Estandarizada: tasa promedio de lesiones por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	261,1	84,8
SEG-01-1p3	Estandarizada: tasa promedio de homicidios por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	31	7
SEG-01-3p3	Estandarizada: tasa promedio de hurtos a residencias por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	90,6	15,7
SEG-01-4p3	Estandarizada: tasa promedio de hurtos a personas por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	110,6	20,5
SEG-01-5p3	Estandarizada: tasa promedio de hurtos a comercios por cada 100.000 habitantes, con serie suavizada	Todos	70,5	14,2

Fuente: DNP-OSC

Tabla 9. Parámetros de estandarización para la dimensión de GPI

Código	Nombre del Indicador	Año	Máximo	Mínimo
GPI-02-5	Estandarizada: Estado de actualización catastro urbano y rural	Todos	1	0
GPI-02-4	Estandarizada: Tasa de sentencias de delitos contra la administración pública por cada 100.000 habitantes	Todos	8,02	0
GPI-02-2	Estandarizada: Tasa de recaudo tributación predial por predio	Todos	1.800.000	18.000
GPI-01-4	Estandarizada: Pertenencia a circuitos del sistema de transporte público integrado y colectivo	Todos	4	0

Fuente: DNP-OSC

Tabla 10. Parámetros de estandarización para la dimensión de SOS

Código	Nombre del Indicador	Año	Máximo	Mínimo
SOS-01-7		2010	27,5	0

		2011	27,5	
		2012	28,5	
		2013	28,6	
		2014	37	
		2015	38	
		2016	39	
		2017	41	
		2018	41	
		2019	54,3	
		2020	54,3	
		2021	54,3	
		2022	54,3	
SOS-01-1	Estandarizada: Sitio Disposición Final	Todos	7	1
SOS-01-2	Estandarizada: Vida útil del sitio de disposición final	Todos	10	3
SOS-03-1	Estandarizada: Promedio de personas afectadas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)	2010	2310	0
		2011	1930	
		2012	1510	
		2013	420	
		2014	420	
		2015	300	
		2016	230	
		2017	120	
		2018	120	
SOS-03-2	Estandarizada: Promedio de personas fallecidas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)	2010	0,51	0
		2011	0,37	
		2012	0,23	
		2013	0,02	
		2014	0,02	
		2015	0,02	
		2016	0,02	
		2017	0,01	
		2018	0,01	
SOS-03-3	Estandarizada: Promedio de viviendas destruidas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)	2010	40	0
		2011	30	
		2012	20	
		2013	10	
		2014	10	
		2015	5	
		2016	5	

		2017	5	
		2018	5	
		2019	5	
SOS-03-3a	Estandarizada: Promedio de viviendas averiadas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)	2010	620	
		2011	520	
		2012	410	
		2013	110	
		2014	110	
		2015	80	
		2016	60	
		2017	30	
		2018	30	
		2019	30	
SOS-03-6	Estandarizada: Promedio inversión de gestión del riesgo como proporción de la inversión total	Todos	3,4	0
SOS-01-5	Estandarizada:PM10	Todos	50	30
SOS-02-1t	Estandarizada: Hectáreas de bosque deforestadas	Todos	83	1,9
SOS-02-2	Estandarizada: Proporción de ecosistemas estratégicos, áreas de protección y áreas de bosque respeto al área municipal	Todos	100	0
SOS-01-6	Estandarizada: Uso adecuado del suelo rural	Todos	100	0

Fuente: DNP-OSC

3.4 ÍNDICES DE DIMENSIONES E ICM

El índice de Ciudades Modernas tiene como objetivo medir el desarrollo integral de las ciudades en los ámbitos económico, social, tecnológico, ambiental, institucional y de seguridad. Como se mencionó anteriormente, es un indicador sintético y multidimensional que es calculado a nivel municipal con el objetivo de determinar los avances y retos de las ciudades y municipios del país. Cuenta con 6 dimensiones, las cuales incluyen 15 dominios, 36 indicadores sintéticos y más de 200 variables.

El proceso de cálculo del ICM, parte de las variables obtenidas desde diferentes fuentes de información, posteriormente se calculan los indicadores sintéticos a partir de los cuales se calculan los dominios y, finalmente, con los dominios se calculan las dimensiones y el ICM.

A continuación, se presenta una tabla con la descripción del proceso de cálculo de los índices de dimensiones e ICM. Haciendo énfasis en los indicadores que se utilizan de acuerdo con cada dimensión.

Tabla 11. Índices y dimensiones del ICM

Código	Nombre	Fórmula
--------	--------	---------

ICM-00-0	Índice de Ciudades Modernas	Promedio entre todas las dimensiones.
CTI-00-0	Índice de Ciencia, Tecnología e Innovación	Promedio entre el índice de ciencia y el de tecnología
EIS-00-0	Índice de Equidad e inclusión social	Promedio entre los índices de pobreza, salud y educación.
GPI-00-0	Índice de Gobernanza, Participación e Instituciones	Promedio entre los índices de gobernanza, fortaleza institucional y participación.
PCC-00-0	Índice de Productividad, Competitividad y Complementariedad Económica	Promedio entre los índices de productividad, competitividad y complementariedad económica.
SEG-00-0	Índice de Seguridad	Promedio entre las estandarizadas de tasa promedio de homicidios, la tasa de lesiones, la tasa promedio de hurtos y el promedio de la tasa de extorsiones y secuestros (todas las tasas por 100.000 habitantes).
SOS-00-0	Índice de Sostenibilidad	Promedio entre los índices de cuidado ambiental, ecosistemas estratégicos y adaptabilidad y resiliencia.

Fuente: DNP-OSC

Las dimensiones se calculan de los promedios entre los índices de dominios, sin embargo, vale la pena destacar que para la dimensión de seguridad los dominios son las estandarizadas de las tasas de seguridad por cada 100.000 habitantes.

3.5 DEFLACTORES

El proceso de deflactar es importante y se utiliza en el OSC para interpretar variables correctamente, para lo cual, es necesario utilizar las variables reales, es decir, aquellas que no incluyan el efecto de la inflación. Este proceso se realiza dado que, al analizar ciertas variables, los valores tomados de estas pueden estar afectados por las variaciones de los precios. Por lo tanto, se deben deflactar las variables a evaluar, convirtiendo los valores nominales o valores corrientes de una variable, en valores reales, es decir, a precios constantes. El proceso para deflactar en tanto por uno es el siguiente:

$$x_c = \frac{V_n}{I_p}$$

Donde:

x_c : valor de la variable a precios constantes.

V_n : Valor nominal de la variable

I_p : Índice de precios o indicador de inflación de acuerdo con un año base.

A continuación, se presentan las listas de los indicadores que se deflactaron y los deflatores utilizados con año base 2018. Los cálculos específicos para cada indicador pueden ser encontrados en los metadatos.

Tabla 12. Indicadores a precios constantes

Código	Indicador
INS-01-10c	Recaudo de tributación predial, constantes
INS-01-8c	Recaudo del Impuesto Predial Unificado por predio, constantes
P-01-40c	Valor agregado urbano, constantes
P-01-41c	Valor agregado agrícola, constantes
P-01-39c	Valor agregado sin actividades extractivas, constantes
P-01-48c	Valor agregado total, constantes
P-01-26c	Valor agregado sin actividades extractivas como proporción del área municipal, constantes
M-04-27c	Inversión en gestión del riesgo de desastres, constantes
INS-01-13ac	Inversión total municipal OEC, constantes

Fuente: DNP-OSC

Tabla 13. Indicadores de inflación

Año	IPP Producción Nacional	IPP Oferta Interna	IPC Nacional	PIB Total	PIB Inversión	PIB Agro	PIB sin extractivas	PIB Urbano
2000	45,7	50,3	43,3	41,0	50,1	43,6	40,9	40,7
2001	48,1	53,8	46,6	43,5	55,2	45,2	43,9	43,8
2002	53,0	58,8	49,8	46,1	58,0	47,7	46,4	46,3
2003	55,9	62,2	53,1	49,8	64,0	50,1	49,9	50,0
2004	59,1	65,0	56,0	53,6	69,7	52,7	53,5	53,7
2005	61,3	66,4	58,7	56,6	70,4	57,9	56,4	56,3
2006	65,3	70,1	61,3	59,9	72,5	61,1	59,3	59,2
2007	68,4	71,0	64,8	63,0	72,8	63,7	62,7	62,6
2008	74,2	77,3	69,8	67,9	74,9	68,9	66,3	66,1
2009	75,8	75,6	71,2	70,8	79,2	72,7	70,0	69,8
2010	80,2	78,9	73,5	73,4	77,5	74,3	71,9	71,8
2011	87,1	83,3	76,2	77,8	78,0	79,9	74,3	73,9
2012	82,9	80,8	78,1	80,7	81,3	76,9	77,3	77,3
2013	82,8	80,4	79,6	82,7	83,1	74,1	80,1	80,5
2014	87,8	85,5	82,5	84,4	84,8	77,7	83,1	83,4
2015	92,6	93,7	88,1	86,5	89,6	86,2	87,2	87,3
2016	94,6	95,2	93,1	90,9	93,9	99,5	92,6	92,1
2017	97,7	97,0	96,9	95,6	96,4	97,2	96,5	96,4
2018	100	100	100	100	100	100	100	100

2019	106,1	104,7	103,8	104,0	105,0	107,8	104,3	104,1
2020	105,2	106,4	105,5	105,5	110,1	118,8	106,8	105,9
Inflación anual 2010- 2020	2,7	3,0	3,7	3,7	3,6	4,8	4,0	4,0

Fuente: DNP-OSC

Nota: Series estandarizadas. 2018=100

4. PROCESOS ESPECÍFICOS

Como se ha mencionado anteriormente, el Índice de Ciudades Modernas cuenta con 6 dimensiones que incluyen los ámbitos social, económico, tecnológico, ambiental, institucional y de seguridad; las cuales incluyen 15 dominios, 36 indicadores sintéticos y más de 200 variables de soporte. Muchos de los indicadores requieren de procesos generales que fueron expuestos en los apartados anteriores, sin embargo, dentro de cada dimensión, algunos indicadores requieren de procesos diferentes para la recolección y crítica de la información, así como para el cálculo de los indicadores. A continuación, se presenta una descripción detallada de estos procesos, ordenando cada uno de los indicadores de acuerdo con la dimensión a la que pertenece dentro del ICM.

4.1 EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL- EIS

4.1.1 Índice de Pobreza Multidimensional- IPM

Para realizar la estimación del IPM a nivel municipal, en la dimensión de Equidad e Inclusión Social, se utilizan datos de diferentes fuentes de información. A continuación, se presenta una descripción de los procesos realizados para el cálculo de este indicador.

Para realizar la estimación del ICM se utiliza el Índice de Pobreza Multidimensional, el cual es calculada por el DANE a través de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida y cuyos cálculos se encuentran a nivel departamental. A nivel municipal únicamente se han realizado dos estimaciones correspondientes a los años 2005 y 2018, las cuales han sido aproximaciones a través de los Censos Nacionales de población. Por lo tanto, para el cálculo del IPM a nivel municipal para los años 2010 a 2020 se realizó una estimación de este indicador siguiendo los siguientes pasos:

Se definieron dos niveles de estimación: a) Nivel departamental, el que a su vez determina el techo para los agregados de municipios; b) Nivel municipal, que es el nivel usado en el ICM.

I. Nivel departamental

Inicialmente, se determina la relación entre pobreza monetaria y el IPM para los años con información 2005 y 2018. Posteriormente, para cada período se estima una regresión entre estas mediciones de la pobreza, se interpolan los coeficientes de las dos estimaciones para reflejar el cambio en las condiciones de pobreza.

$$IPM_d = \beta_0 + \beta_1 Pobreza Monetaria_d + \varepsilon_d$$

Con tales coeficientes interpolados se estima la pobreza IPM por departamento conociendo que la pobreza monetaria el DANE la calcula al nivel departamental.

Con los errores de las regresiones se construye una variable aleatoria de los mismos con la cual se ajustó la estimación previa de los niveles de IPM. Este cálculo servirá de referencia para las estimaciones municipales.

II. Nivel municipal

Para realizar la estimación a nivel municipal se siguieron los siguientes procesos:

Se realiza la búsqueda de la mayor cantidad de variables a nivel municipal que tuvieran relación con las dimensiones contempladas en el IPM. Por ejemplo, para educación, se tomó la variable de cobertura en educación media; para niñez, mortalidad infantil; para salud, esquemas de afiliación al sistema de salud; entre otras. Además, se tomaron variables como personas registradas en las bases de SISBEN y las categorías de ruralidad resultado de la Misión para la Transformación del Campo (2014).

Posteriormente, se realiza un análisis gráfico y de correlación entre el IPM y las variables seleccionadas con el fin de perfilar las variables que guardan relaciones importantes con la variable de interés y así poderlas usar en el pronóstico. En este caso se encuentran dinámicas diferenciadas por departamento, por lo que se decide realizar las estimaciones a este nivel geográfico.

Después se corren modelos por Mínimos Cuadrados Ordinarios para diferentes especificaciones por departamento. Siguiendo el principio de parsimonia, se selecciona el modelo más simple posible y con mayor poder de predicción. De esta manera se selecciona el siguiente modelo:

$$IPM_d = \beta_0 + \beta_1 Dependencia_salud_d + \beta_2 Categorías_ruralidad_d + \varepsilon_d$$

Donde:

Dependencia_salud²: Es la relación entre el número de personas afiliadas en salud al régimen subsidiado respecto a los afiliados al régimen contributivo y especial.

Categorías_ruralidad_d : Son las categorías de los municipios resultantes de la Misión para la Transformación del Campo (Se tomó la variable estandarizada para este indicador, el mayor valor para las aglomeraciones).

A partir de esto se obtienen modelos con un ajuste promedio de departamento del 63%. Para algunos departamentos (Caquetá, Córdoba, Chocó, La guajira, Meta y Nariño) fue necesario incluir la variable “población vulnerable”³ para afinar el modelo. La cual se define como el porcentaje de la población pobre (aquellos que pertenecen a Sisbén 1 y 2) que está afiliada al régimen subsidiado.

Posteriormente, se procede a realizar la estimación del IPM municipal con el modelo identificado por departamento, esta estimación además incluye un ajuste por variable aleatoria basada en los errores del modelo de estimación. Seguidamente se realiza una estimación del IPM por departamento por interpolación y que una vez más incluye un ajuste por variable aleatoria de los errores. Luego, se realiza un proceso de ajuste a los valores de IPM municipales para que coincidan con el IPM departamental estimado, esto con el fin de que los datos guarden consistencia y coherencia entre diferentes niveles geográficos. Para este ajuste se utiliza la población del municipio.

Finalmente, se realiza un análisis de los resultados y se utilizan métodos de ajuste a los valores que presenten inconsistencias a través de truncamiento de valores y utilización de filtros de tendencia (Filtro de Hodrick- Prescott). De esta manera se obtuvo una estimación del IPM

2 Los datos utilizados de dependencia en salud se obtienen de la base de datos BDUA.

3 y los datos para “población vulnerable”, se obtienen del porcentaje de Cobertura en Régimen Subsidiado tomados de la página del Ministerio de Salud.

municipal que en sus series guarda consistencia y solo se usa como indicativo para cumplir el objetivo particular de construir el ICM, pero que en ningún caso sustituye las estimaciones oficiales realizadas por el DANE.

4.1.2 Mortalidad Infantil

I. Contexto

En la dimensión de Equidad e Inclusión Social del ICM se utilizan varios indicadores de mortalidad infantil a nivel municipal que son calculados por el OSC, de acuerdo con los datos de defunciones y nacimientos de las Estadísticas Vitales y los datos de población del DANE. Este indicador es importante dentro del Índice de Ciudades Modernas porque permite medir la efectividad del sistema de salud, y da una idea del grado de desarrollo de los municipios en Colombia. Debido a que refleja las condiciones económicas, sociales y culturales de las comunidades como el saneamiento, la cobertura de servicios, el abastecimiento de agua potable pública, entre otros.

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores que se calculan:

Tabla 14. Indicadores de mortalidad infantil

Código	Indicador
CV-03-30	Tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años), por causas distintas a desnutrición
CV-03-65	Tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años)
CV-03-21	Tasa de mortalidad infantil (menores de 1 año)

Fuente: DNP-OSC

En las secciones que se presentan a continuación se describen los procesos realizados para los cálculos de las tasas de mortalidad infantil.

II. Tasa de mortalidad infantil (menores de 1 año)

Este indicador hace referencia al número de defunciones de niños menores de un año ocurridas en un determinado período y los nacidos vivos en ese mismo periodo de tiempo. Y su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$TMI_{<1} = \frac{D_{<1i}}{P_{<1i}} \times 1.000$$

Donde:

$TMI_{<1}$: Tasa de mortalidad infantil menores de 1 año.

$D_{<1i}$: Defunciones de menores de 1 año en el municipio i .

$P_{<1i}$: Población menor de 1 año (nacimientos) en el municipio i .

III. Tasa de mortalidad infantil (menores de 5 años)

Este indicador hace referencia al número de defunciones de menores de cinco años en un área y momento específico, por cada 1.000 niños menores de 5 años en la población. Y su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$TMI_{<5} = \frac{D_{<5 i}}{P_{<5 i}} \times 1.000$$

Donde:

$TMI_{<5}$: Tasa de mortalidad infantil menores de 5 años.

$D_{<5 i}$: Defunciones de menores de 5 años en el municipio i .

$P_{<5 i}$: Población menor de 5 años en el municipio i .

IV. *Tasa de mortalidad en la niñez (menores de 5 años), por causas distintas a desnutrición*

Este indicador hace referencia al número de defunciones por causas distintas a desnutrición, de menores de cinco años en un área y momento específico, por cada 1.000 niños menores de 5 años en la población. Y su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$TMI_{<5} = \frac{D_{DES<5 i}}{P_{<5 i}} \times 1.000$$

Donde:

$TMI_{<5}$: Tasa de mortalidad infantil menores de 5 años.

$D_{DES<5 i}$: Defunciones de menores de 5 años por causas distintas a desnutrición en el municipio i .

$P_{<5 i}$: Población menor de 5 años en el municipio i .

4.1.3 IRCA

I. *Contexto*

Para la estimación del ICM se utiliza el Índice de Riesgo para la Calidad del Agua Potable (IRCA). Este indicador se obtiene a través del Instituto Nacional de Salud y mide "el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano" (Artículo 12 del Decreto 1575 de 2007).

De acuerdo con la Resolución 2115 del 22 junio de 2007, el cálculo del IRCA se realiza utilizando las siguientes fórmulas:

IRCA por muestra

$$IRCA \% = \frac{\sum \text{Puntaje de riesgo asignado a las características NO ACEPTABLES}}{\sum \text{Puntaje de riesgo asignado a TODAS las características analizadas}} \times 100$$

IRCA mensual, por prestador

$$IRCA \% = \frac{\sum IRCA\text{s obtenidos en cada muestra realizada al mes}}{\text{Número de muestras realizadas al mes}}$$

Y la clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual es la siguiente:

Tabla 15. Clasificación niveles de riesgo en salud según IRCA

Niveles de Riesgo	IRCA
Sin Riesgo	0 - 5
Riesgo Bajo	5,1 - 14
Riesgo Medio	14,1 - 35
Riesgo Alto	35,1 - 80
Inviabile Sanitariamente	80,1 - 100

Fuente: Resolución 2115 del 22 junio de 2007

El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la Resolución 2115 de 2007 y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

II. Problemática

Actualmente, el Instituto Nacional de Salud realiza el cálculo del IRCA a nivel municipal con base en el IRCA calculado a nivel de prestador de servicio, lo cual conlleva a realizar una ponderación por número de muestras para cada prestador, por lo tanto, no hay una consideración directa de la población atendida en el área de prestación de servicios. En este sentido, se requiere realizar una medida del IRCA que considere la población afectada a nivel urbano, rural y total municipal.

Con la metodología del INS, el número de muestras de los municipios no es proporcional al tamaño poblacional, por ejemplo, en Bogotá, quien ofrece principalmente el servicio de agua es la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, pero también existen unas pequeñas empresas que ofrecen el servicio a barrios o zonas más pequeñas. Entonces, con el método del INS se toman estas muestras de pequeñas empresas y se promedian con las del acueducto, y quedan ponderadas como si atendieran la misma cantidad de hogares que el acueducto, lo que afecta el buen índice de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y el IRCA para Bogotá baja de calidad.

III. Cálculo

Para incluir este indicador en el cálculo del ICM a nivel urbano, rural y total municipal usando la ponderación de la población, en el OSC se realizan los siguientes procesos:

Ajuste de interpolación y extrapolación

Como en algunos años de la serie de IRCA del Instituto Nacional de Salud no existía dato, se realizó un ejercicio previo de interpolación (y extrapolación en algunos casos) con el objetivo de tener la serie lo más completa posible antes de abordar el recálculo del índice. Estos procesos de interpolación y extrapolación se realizaron usando la metodología expuesta en la sección de interpolación y extrapolación de series del presente documento (ver sección 2.2).

Población y porcentaje de población urbana

Se utiliza la serie de población de Álvaro Pachón a nivel municipal. Y se realiza el cálculo del porcentaje de población urbana de la siguiente manera:

$$\% \text{ población urbana} = \frac{P_u}{P_t}$$

Donde:

P_u : Población urbana

P_t : Población total

Recálculo IRCA total por municipio

Posteriormente, para obviar el contrasentido en los municipios muy urbanos pero que las muestras del área rural pudieran estar sesgando los resultados del índice total, se diseñó un ejercicio de recálculo del IRCA total a partir de los índices urbano y rural ponderado por población. A diferencia del INS que simplemente mezcla las muestras urbanas y rurales, en el OSC, se toma el parámetro de IRCA rural y se multiplica por la población y de igual manera, se toma el parámetro urbano multiplicado por la población, lo cual da como resultado el IRCA total. En este sentido, se tiene un resultado del IRCA que considera la población afectada a nivel de urbano, rural y total por municipio así:

$$IRCA \text{ total} = IRr_t^i * \%PUR_t^i + IRur_t^i * (1 - \%PUR_t^i)$$

Donde:

IRr_t^i : IRCA rural del municipio i en el periodo t .

$IRur_t^i$: IRCA urbano del municipio i en el periodo t .

$\%PUR_t^i$: Porcentaje de la población urbana del municipio i en el periodo t .

Evaluación de resultados

El cálculo del IRCA total a partir de los IRCA urbano y rural se sometió a un proceso de crítica a fin de evaluar la consistencia de los resultados. Con la ayuda de un visor y algunos indicadores, se evaluaron puntualmente cerca de 500 municipios según distintos grupos de criterios.

Al final se adoptó el recálculo para 31 municipios, 14 de ellos capitales, entre estas Bogotá, Medellín y Cali. Los cambios son significativos. Para 59 municipios se prefirió el dato de INS cambiando el modelo de recálculo sugerido por el algoritmo. Se imputaron valores a 3 municipios por contar información escasa y poco creíble. Finalmente, para 1062 municipios se adoptó el valor del INS, pero interpolado (serie completa).

4.1.5 Estimaciones de Educación Superior

I. Contexto

Para la estimación del ICM, en la dimensión de Equidad e Inclusión Social, se utilizan diferentes indicadores de educación superior. Los cálculos los realiza el OSC a partir de los datos que se obtienen del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) del Ministerio

de Educación Nacional (MEN) e incluye los indicadores que se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 16. Indicadores de educación

Código	Indicador
CV-03-26b	Matrícula en Educación Superior-Pregrado
CV-03-26c	Matrícula en Educación Superior-Posgrado
CV-03-26	Cobertura en Educación Superior-Pregrado
CV-03-27	Cobertura Potencial en Educación Superior-Pregrado ajustada por acceso
EIS-03-2	Estandarizada: Cobertura en Educación Superior-Pregrado
EIS-03-5	Estandarizada: Cobertura Potencial en Educación Superior-Pregrado ajustada por acceso

Fuente: DNP-OSC

En los siguientes apartados se va a presentar la descripción de los procesos para el cálculo de estos indicadores.

II. *Matrícula en Educación Superior – Pregrado y Posgrado*

Este indicador hace referencia al número total de personas que formalizan el proceso de matrícula y se encuentran cursando un programa académico en pregrado o posgrado en una institución de educación superior (IES), y es importante porque se utiliza para el cálculo de los demás indicadores de cobertura.

Dadas las características propias de este nivel de formación, el OSC estima el dato mediante la sumatoria de las matrículas reportadas por las IES al SNIES en el primer semestre de cada año más lo reportado por el SENA en el segundo semestre de cada año a nivel municipal. Adicionalmente, dentro de cada matrícula se incluye el núcleo básico de conocimiento y unas desagregaciones mayores como lo son: las áreas del conocimiento y los programas académicos.

Finalmente, es importante tener en cuenta que la base de datos obtenida de SNIES cuenta con diferentes códigos municipales, el primero es el Código Municipio IES, el cual hace referencia al municipio en el que la sede de la universidad se encuentra ubicada; y el segundo es el Código Municipio de Programa, el cual se refiere al municipio donde se dicta el programa. Éste último es el que se utiliza para realizar la estadística de matrículas y se usa porque las universidades sin necesidad de construir sedes han expandido su cobertura geográfica a través de convenios con instituciones educativas y otro tipo de instituciones para dictar programas en otros municipios.

III. *Cobertura en Educación Superior- Pregrado (CV-03-26)*

Este indicador muestra la relación entre los alumnos matriculados en el nivel de pregrado y la población entre 17 y 21 años, por tanto, mide el porcentaje de los jóvenes y adultos en edad estudiantil que se encuentran efectivamente cursando un programa de pregrado, el cálculo es el siguiente:

$$CESP = \frac{ES_i}{P_{i\ 17-21}}$$

Donde:

CESP: Cobertura en educación superior- pregrado.

ES_i: Estudiantes efectivamente matriculados en educación superior (pregrado) en el municipio donde se dicta el programa *i*.

P_{i 17-21}: Población entre 17 y 21 años en el municipio donde se dicta el programa *i*.

El MEN realiza el cálculo de cobertura a nivel departamental, sin embargo, en el OSC, se calcula este indicador a nivel municipal teniendo en cuenta el municipio en donde se dicta el programa, como se mencionó anteriormente.

IV. Cobertura Potencial en Educación Superior- Pregrado ajustada por acceso (CV-03-27)

El cálculo de cobertura requiere de un proceso específico, en el que se busca conocer cuál es el nodo universitario más cercano para cada municipio del país. Esto con el fin de determinar cuál es el potencial de cobertura en educación superior, aún para aquellos municipios que no cuentan con sedes de universidades, pero que pueden tener acceso a universidades en municipios vecinos.

Identificación de nodos de educación superior

Para cada municipio se identificó cuál era el nodo de educación superior. Este nodo, es aquel municipio hacia el cual los estudiantes deberán invertir el menor tiempo de viaje desde sus propios municipios para asistir a la universidad. Los cálculos son realizados por el OSC con base en la información de SNIES; y las mediciones de tiempo de viaje se realizan con API de Google.

Para obtener estos nodos, se utiliza un algoritmo de programación en API de Google que permite medir el tiempo y la distancia de viaje desde cada municipio al nodo universitario acreditado más cercano. Inicialmente, se identificaron 3 nodos cercanos en tiempo y distancia para cada municipio; finalmente, se elige que el tiempo de viaje y no la distancia será el determinante para elegir los nodos de educación superior, y se escogen aquellos nodos con menor tiempo de viaje para cada municipio.

Este ejercicio permitió identificar 64 nodos de educación superior a los que el resto del país tiene acceso potencialmente, y este acceso depende del tiempo de viaje que deben invertir los estudiantes por trayecto hacia la universidad. Entre más cerca al nodo universitario, mayor chance de acceso de los estudiantes a dicho nodo. Se considera que la gente no está dispuesta a conmutar más de dos horas en un viaje (un solo sentido).

Una vez realizada la identificación de los nodos, se realiza el cálculo del factor de ajuste que se describe a continuación:

$$\text{Si } T_V \leq 1 = 1$$

$$\text{Si } T_V \leq 2 = -T_V + 2$$

$$\text{Si } T_V > 2 = 0$$

Donde

T_V: Tiempo de viaje

Así, obtenemos un factor de ajuste entre 0 y 1, el cual va a determinar la cobertura preliminar de acuerdo con el tiempo de viaje hacia cada nodo de educación superior.

Cobertura Preliminar Ajustada por Acceso

El cálculo de la cobertura preliminar se realiza utilizando la cobertura inicial de educación superior (CV-03-26) y el factor de ajuste de la siguiente manera:

$$CN_i * f_i$$

Donde:

CN_i : Cobertura del nodo de educación superior del municipio a evaluar i .

f_i : Factor de ajuste del municipio a evaluar i .

En este sentido, para cada municipio se toma la cobertura de su nodo principal, es decir el municipio a evaluar i hereda la cobertura del nodo de educación superior, pero no se toma el valor completo del nodo, sino que se ajusta por una fracción determinada por el tiempo que invierte en desplazamiento hacia el nodo. Si el tiempo de viaje hacia el nodo es menor o igual a una hora, entonces se tomará toda la cobertura igual a la del nodo, porque es realmente como si el municipio estuviera en el área metropolitana del nodo. Si el tiempo de viaje es menor o igual a dos, entonces el municipio i va a tener una cobertura ajustada mayor a la del nodo. Finalmente, aquellos municipios que tengan un tiempo de viaje mayor a dos horas, debido al tiempo de desplazamiento tan alto, ya no es viable transportarse hacia ese municipio para acceder a educación superior, entonces su factor de ajuste es cero y, por tanto, su cobertura será cero.

Cobertura potencial

Recordemos que la cobertura potencial hace referencia a la cobertura de educación superior que se tendría si los estudiantes de un municipio pudieran acceder a una institución de educación superior **en su propio municipio o en un municipio cercano** (a menos de 2 horas). Si recordamos de la cobertura preliminar ajustada por acceso, debido al factor de ajuste por tiempo de viaje, los municipios hacia cuyos nodos el tiempo de transporte era superior a dos horas obtenían una cobertura de cero, sin embargo, muchos de estos municipios sí cuentan con datos en cobertura tradicional (CV-03-26), porque tienen acceso en sus propios municipios. En este sentido, para finalizar el cálculo de cobertura potencial, se utiliza el máximo valor obtenido entre la cobertura tradicional y la cobertura preliminar ajustada por acceso para cada municipio en cada periodo de tiempo.

V. Estandarizadas: Cobertura en Educación Superior-Pregrado y Cobertura Potencial en Educación Superior - Pregrado, ajustada por acceso.

Una vez realizado el cálculo de cobertura, se realiza el cálculo de las variables estandarizadas, con el objetivo de normalizar la información para que sean compatibles con el resto de las fuentes y series de datos disponibles y convertirla en una escala de 0 a 100 puntos. El método de estandarización de la cobertura se puede encontrar en la sección 3.3 del presente documento, en esta sección también se pueden obtener los parámetros mínimos y máximos utilizados en la realización del cálculo.

4.1.6 Calidad de los colegios

I. Contexto

Dentro de la dimensión de EIS, se utilizan indicadores que buscan medir la calidad de la educación que se ofrece en los colegios del país. Este cálculo se realiza a través de la clasificación del plantel educativo del ICFES que refleja el desempeño de sus estudiantes en las pruebas Saber 11.

Los datos se obtienen en la página del ICFES, y su metodología consiste en clasificar los establecimientos y sedes educativas en cinco categorías, A+, A, B, C y D. Es importante tener en cuenta que los datos de este indicador se obtienen a partir del año 2014, debido a que anteriormente el ICFES calculaba el desempeño de los colegios con una clasificación y metodología diferente, a continuación, se presenta una tabla con el resumen de las diferencias en el cálculo, si se requiere más información se puede consultar la página del ICFES.

Tabla 17. Cambios en la metodología de cálculo de clasificación de colegios

Antes	Ahora
Se consultaba por código ICFES.	Se consulta por número DANE. Se producen clasificaciones de resultados para establecimientos y sedes.
Se asignaban 7 categorías: muy superior, superior, alto, medio, bajo, inferior y muy inferior.	Se asignan 5 categorías: A+, A, B, C y D.
Se tenía en cuenta los resultados de los dos últimos años.	Se tienen en cuenta los resultados de los tres últimos años.
La categoría se estimaba con la totalidad de los resultados.	Para estimar la categoría se excluye prueba a prueba el 20% de los resultados más bajo.
El número mínimo de evaluados en los últimos dos años debía ser igual o superior a 6 estudiantes.	El número mínimo de evaluados en los últimos tres años debía ser igual o superior a 9 estudiantes.
La clasificación se publicaba una vez al año.	La clasificación se actualizará dos veces al año

Fuente: ICFES (s.f.)

Adicionalmente, es importante destacar que la clasificación se realiza a partir de los resultados de los estudiantes en las cinco pruebas: Lectura Crítica, Matemáticas, Sociales y Ciudadanas, Ciencias Naturales e Inglés. Tienen mayor peso en la clasificación los resultados en Lectura Crítica, Matemáticas, Sociales y Ciudadanas y Ciencias Naturales. Aquellos colegios que tengan los puntajes más altos y homogéneos quedarán clasificados en la categoría A+.

En el OSC, se utiliza el número de planteles en cada categoría para cada municipio, para calcular los siguientes indicadores:

Tabla 18. Indicadores de calidad de los colegios

Código	Indicador
CV-03-59	Proporción de los colegios en categoría de desempeño A+ en el municipio
CV-03-60	Proporción de los colegios en categoría de desempeño A en el municipio
CV-03-61	Proporción de los colegios en categoría de desempeño B en el municipio

CV-03-62	Proporción de los colegios en categoría de desempeño C en el municipio
CV-03-63	Proporción de los colegios en categoría de desempeño D en el municipio
EIS-03-1	Estandarizada: Calidad de la educación - Colegios según categoría de desempeño

Fuente: DNP-OSC

II. *Proporción de colegios en categoría de desempeño*

Inicialmente, se toma la base generada por el ICFES, en la que presentan el número de colegios clasificados para cada categoría de desempeño. Como se mencionó anteriormente, el ICFES realiza esta clasificación para cada promoción, es decir dos veces al año. Posteriormente, a partir de esta base de datos, el OSC calcula la proporción (porcentaje) de cada categoría, pero únicamente teniendo en cuenta la primera aplicación. La proporción se calcula de la siguiente manera:

$$P_{CDi}^t = \frac{X_{CDi}^t}{T_i^t}$$

Donde:

P_{CD} : Es la proporción de colegios en la categoría de desempeño CD específica (ya sea A+, A, B, C, D), para el municipio i y el año t .

X_{CD} : Es la cantidad de colegios en la categoría de desempeño CD específica, para el municipio i y el año t .

T : Es el total de colegios para el municipio i y el año t .

III. *Estandarizada: Calidad de la educación - Colegios según categoría de desempeño*

Este proceso de estandarización consiste en la integración y escalamiento en un rango de 0 a 100 de las siguientes variables: “Proporción de los colegios en categoría de desempeño A+”, “Proporción de los colegios en categoría de desempeño A”, “Proporción de los colegios en categoría de desempeño B”, “Proporción de los colegios en categoría de desempeño C” y “Proporción de los colegios en categoría de desempeño D”. Y se analiza teniendo en cuenta que cuanto mejor desempeño tenga el colegio en la prueba saber 11, mayor será el indicador estandarizado.

Para el cálculo de la estandarizada se asigna una ponderación de 1 a los colegios con en categoría A+, 0,8 a los colegios en categoría A, 0,6 a los colegios en categoría B, 0,4 a los colegios en categoría C y 0,2 a los colegios en categoría D.

Cálculo de ponderación

En la construcción de esta variable se calcularon equivalencias de las cinco categorías de desempeño en las pruebas saber 11 (A+, A, B, C y D) con la de más alto desempeño (A+). A cada categoría se le asignó un número entre 1 y 5, donde 5 corresponde al desempeño más alto y 1 al más bajo. Las ponderaciones se calcularon dividiendo el número correspondiente a cada categoría entre el total de categorías posibles (5), de esta forma el ponderador de la categoría A+ es $5/5 = 1$, el ponderador de la categoría A es $4/5 = 0,8$, el de la categoría B es $3/5 = 0,6$, el

de la categoría C es $2/5 = 0,4$ y, finalmente, el ponderador de la categoría D es $1/5 = 0,2$. Por consiguiente, las ponderaciones de la cinco categorías equivalentes a A+ se asignan de la siguiente forma: A+ es 100%, A es 80%, B es 60%, C es 40%, y D es 20.

Cálculo de estandarización

Finalmente, el proceso de estandarización se realiza de la siguiente manera:

$$E_{CE} = \sum_{j=1}^5 P_{ji} \theta_j * 100$$

Donde:

E_{CE} : Estandarizada: Calidad de la educación - Colegios según categoría de desempeño.

P_{ji} : Proporción de los colegios de cada categoría j para el municipio i .

θ_j : Ponderación asignada a cada categoría j .

4.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN- CTI

4.2.1 Velocidad y usuarios de internet

Para realizar la estimación del ICM, en la dimensión de Ciencia, Tecnología e Innovación, se utilizan indicadores de velocidad y usuarios de internet. Esta información se obtiene del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones- MinTic. Y son indicadores importantes para el cálculo del ICM, porque la velocidad es un factor determinante de la calidad en la conexión a internet y, con ello, del acceso a los servicios y aplicaciones de mayor impacto para el crecimiento económico y el desarrollo social.

Para realizar el cálculo del ICM a nivel municipal se utilizan varios indicadores de velocidad de internet y de suscriptores de banda ancha, los cuales se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 19. Indicadores de internet (velocidad y suscriptores)

Código	Indicador
C-02-3	Velocidad promedio ancho de banda de internet - bajada
C-02-3r	Velocidad promedio ancho de banda de internet - bajada, residencial
C-02-3c	Velocidad promedio ancho de banda de internet - bajada, no residencial
C-02-4	Número de suscriptores de banda ancha fija
C-02-4r	Número de suscriptores de banda ancha fija, residenciales
C-02-4c	Número de suscriptores de banda ancha fija, no residenciales
C-02-5	Número de suscriptores de banda ancha fija por cada 100 habitantes

Fuente: DNP-OSC

La velocidad promedio de bajada es el promedio de la cantidad de datos que se puede descargar a través de una conexión de red por unidad de tiempo. En Colombia, hasta el año 2019 se considera banda ancha la que cuenta con un mínimo de velocidad de 1 Mbps. A partir de enero de 2019, según la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) en la resolución 5161 de

2017, se considera banda ancha las velocidades superiores a 25 Mbps en bajada y 5 Mbps de subida.

Para el cálculo de estos indicadores a partir de la base de datos de MinTIC, se deben realizar diferentes procesos que se describen a continuación:

I. *Homologación de municipios*

La base de datos original no cuenta con la clasificación por código de municipios, sino únicamente por nombre de municipio y de departamento. Por lo tanto, se procede a homologar cuidadosamente el código de municipio manteniendo un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente.

Se debe tener en cuenta que hay municipios homólogos en diferentes departamentos, por lo que al agregar el código de municipio en la base de datos se debe controlar cuidadosamente que los códigos de municipio y departamento coincidan.

II. *Revisión de datos*

La base de datos cuenta con la información de la velocidad de bajada, velocidad de subida, número de accesos fijos o suscriptores, segmento (corporativo o residencial), año, trimestre, tecnología, proveedor, entre otras variables. Para obtener la información necesaria para calcular los indicadores de velocidad y suscriptores, se tienen en cuenta todas excepto las de tecnología, proveedor y velocidad de subida.

El proceso de cálculo y revisión de datos para obtener el indicador de suscriptores es sencillo, únicamente, es importante tener en cuenta que para su cálculo se utilizan los registros del último trimestre (trimestre 4). Sin embargo, la crítica de los datos de velocidad de bajada de internet es más compleja dado que se debe encontrar y corregir los datos atípicos que se encuentran en la base de datos.

III. *Ajuste de datos*

Para realizar el ajuste de los datos atípicos de la velocidad de bajada de internet se han utilizado dos métodos.

- Para 2010-2016, período con reporte ante la CRC en Kbps, se dividió en 1.000 o 1.024, dependiendo si la velocidad era múltiplo de 32.
- Para 2017-2018, período con reporte ante la CRC en Mbps, se dividen en 1.000 o 1.024 (según sean múltiplo de 32) y que superen el umbral de 300 Mbps para residencial y 1000 Mbps para corporativo.

4.2.2 Terminales por estudiante

Dentro del ICM, en la dimensión de Ciencia, Tecnología e Innovación, se incluyen indicadores que muestran el número promedio de estudiantes por terminal (Portátil + Fijo+ tabletas) en los centros educativos públicos. Esto con el objetivo de medir el acceso a la tecnología que tienen los estudiantes y docentes en instituciones públicas del país. La tabla a continuación presenta los dos indicadores que son calculados por el OSC para el ICM.

Tabla 20. Indicadores de estudiantes por terminal en colegios

Código	Indicador
C-02-8t	Promedio de estudiantes por terminal en colegios oficiales
CTI-02-1	Estandarizada: Promedio de estudiantes por terminal en colegios oficiales

Fuente: DNP-OSC

Los datos se obtienen a partir de Terminales de Computadores para Educar del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y de la información de matrículas del Ministerio de Educación Nacional.

Para el cálculo de estos indicadores a partir de las bases de datos de MinTIC y MEN, se deben realizar diferentes procesos que se describen a continuación:

I. Homologación de municipios

La base de datos original cuenta con la clasificación por municipios, sin embargo, estos no presentan el mismo formato utilizado en el OSC o han presentado errores. Por lo tanto, es necesario realizar una revisión de los municipios y, si es necesario, homologar el código DIVIPOLA manteniendo un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente.

II. Cálculos

Como se mencionó anteriormente, el cálculo se realiza utilizando los datos de terminales de computadores para educar y de matrículas. La base de datos de terminales de computadores cuenta con una desagregación por zona urbana y rural, para este cálculo se tienen en cuenta el total (urbano más rural). La fórmula del cálculo se muestra a continuación:

$$pes_i = \frac{E_i}{T_i}$$

Donde:

pes_i : Promedio de estudiantes por terminal en colegios oficiales en el municipio i .

E_i : Total de estudiantes matriculados en colegios oficiales en el municipio i .

T_i : Total de terminales (Portátil + Fijo+ tabletas) en centros educativos oficiales en el municipio i .

4.2.3 Grupos de investigación

Para realizar la estimación del ICM, en la dimensión de CTI, se utiliza un indicador de Grupos de Investigación, cuya información se obtiene de Colciencias a partir de Datos Abiertos. La base de datos generada por Colciencias hasta el año 2016 contaba con la clasificación de los grupos de investigación en seis categorías: A1, A, B, C, D y reconocido. A partir de 2017 Colciencias eliminó la clasificación D y ahora cuenta solo con las cinco categorías restantes.

Para realizar el cálculo del ICM a nivel municipal con el uso del indicador de grupos de investigación, se deben realizar diferentes procesos que se describen a continuación:

I. *Homologación de municipios*

La base de datos original cuenta con la clasificación por municipios, sin embargo, estos no presentan el mismo formato utilizado en el OSC. Por lo tanto, se procede a homologar el código de municipio manteniendo un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente.

II. *Equivalencia a A1*

Para el cálculo del ICM se utiliza únicamente un indicador llamado: número de grupos de investigación equivalentes a A1 Colciencias, el cual mide la cantidad de grupos de investigación equivalentes a A1 y la gestión para la producción del conocimiento.

Para construir este indicador se utilizó el ponderador equivalente a la clasificación A1 de acuerdo con los siete criterios utilizados por Colciencias: 1- estar registrado en GrupLAC, 2- tener un mínimo de dos integrantes en el grupo, 3- contar con un año o más de existencia declarada, 4- tener al menos un proyecto en ejecución, 5- el líder del grupo debe tener título profesional, 6- contar con al menos un producto de nuevo conocimiento por año de existencia y 7- tener al menos un producto de apropiación social del conocimiento por año de existencia; a cada uno de estos parámetros se le asigna un puntaje de acuerdo a su grado de dificultad, siendo los últimos dos criterios los de mayor calificación.

Posteriormente, de acuerdo con el puntaje obtenido en los criterios anteriormente descritos, se establecen calificaciones finales para las diferentes categorías de grupos de investigación (A1, A, B, C, D y reconocido), de esta forma, se pueden establecer equivalencias de su puntaje. Así los clasificados en A1 pueden obtener hasta una calificación máxima de 43 puntos por parte de Colciencias, A hasta 22 puntos (22/43 es equivalente aproximadamente al 50% de A1), B hasta 14,5 puntos (14,5/43 es equivalente aproximadamente al 35% de A1), C hasta 9 puntos (9/43 es equivalente aproximadamente al 20% de A1), D hasta 4 puntos (4/43 es equivalente aproximadamente al 10% de A1) y reconocido hasta 3 puntos (3/43 es equivalente aproximadamente al 5% de A1). Por consiguiente, las ponderaciones de las seis categorías equivalentes a A1 se asignan de la siguiente forma: A1 es 100%, A es 50%, B es 35%, C es 20%, D es 10% y reconocido es 5%, donde la calificación normativa es la obtenida por los grupos de investigación A1.

Seguidamente, pasamos a sumar los productos entre las ponderaciones (100% para A1, 50% para A, 35% para B, 20% para C, 10% para D y 5% para reconocido) más los valores correspondientes de cada categoría (A1, A, B, C, D, reconocido) para cada municipio. Con lo cual obtenemos el indicador de número de grupos de investigación equivalentes a A1 Colciencias a nivel municipal.

III. *Tasa de grupos de investigación equivalentes a A1 Colciencias por cada 10000 personas entre los 17-21 años*

Para el cálculo de la tasa, se toma el resultado anterior a nivel municipal y se divide entre la población de entre 17 a 21 años de cada municipio y este resultado se multiplica por 10.000.

4.3 SOSTENIBILIDAD- SOS

4.3.1 Desastres

La información para estos indicadores se obtiene de la Unidad Nacional de Gestión de Riesgos Y Desastres (UNGRD). Y su propósito consiste en medir los eventos por desastres naturales que ocurren en los municipios del país, a continuación, se presenta una tabla con los indicadores que se calculan:

Tabla 21. Indicadores de desastres naturales

Código	Indicador
M-03-24	Número de desastres naturales ocurridos
M-04-30	Número de personas afectadas en desastres asociados a fenómenos naturales
M-04-29	Número de personas fallecidas por desastres asociados a fenómenos naturales
M-04-31	Número de viviendas destruidas por desastres asociados a fenómenos naturales
M-04-31a	Número de viviendas averiadas por desastres asociados a fenómenos naturales
M-04-16	Número de personas afectadas, por cada 100 mil habitantes, por evento de desastres naturales
M-04-17	Número de personas fallecidas por cada 100 mil habitantes, por evento de desastres naturales
M-04-18	Número de viviendas destruidas por cada 100 mil habitantes, por evento de desastres naturales
M-04-18a	Número de viviendas averiadas por cada 100 mil habitantes, por evento de desastres naturales
SOS-03-2	Estandarizada: Promedio de personas fallecidas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)
SOS-03-3	Estandarizada: Promedio de viviendas destruidas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)
SOS-03-3a	Estandarizada: Promedio de viviendas averiadas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)
SOS-03-4	Estandarizada: Personas afectadas y fallecidas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)
SOS-03-5	Estandarizada: Promedio de personas afectadas y fallecidas y viviendas destruidas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)
SOS-03-5a	Estandarizada: Promedio de personas (afectadas, fallecidas) y viviendas (destruidas, averiadas) por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)
SOS-03-1	Estandarizada: Promedio de personas afectadas por evento en desastres asociados a fenómenos naturales (por cada 100.000 habitantes)

Fuente: DNP-OSC

Para realizar el cálculo del ICM a nivel municipal con el uso de los indicadores de desastres se deben realizar diferentes procesos que se describen a continuación:

I. *Base de datos.*

La base de datos de esta fuente de información cuenta con diferentes variables, pero para el cálculo de desastres se utilizan las siguientes:

- a) número de muertos.
- b) número de eventos
- c) personas afectadas.
- d) viviendas destruidas.

e) viviendas averiadas.

II. *Homologación de municipios y prorrateo*

La base de datos original no presenta todas las variables a nivel municipal, debido a que algunos de los eventos de desastres son clasificados no por municipios sino por regiones y departamentos. Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a realizar una asignación del código municipal para aquellos desastres que están clasificados a nivel de regiones y departamentos. Para lo cual, se realiza un proceso de **prorrateo** a nivel municipal, el cual consiste en realizar una distribución del valor regional o departamental en los municipios de ese territorio.

Inicialmente, se deben identificar los departamentos y regiones que cuentan con algún valor que se puede repartir. En el caso de los departamentos se incluyen los 32 departamentos que cuentan con información, y para las regiones, es necesario identificarlas y hacer una búsqueda de los municipios que hacen parte de esa región, para poder realizar la asignación municipal, (ver anexo 2).

Una vez se identifiquen las regiones y departamentos, se deben homologar los municipios de cada territorio manteniendo el formato DIVIPOLA que se utiliza en el OSC, con el objetivo de que queden escritos de una misma forma. Para este proceso se asigna una llave de Departamento-Municipio a partir de la cual se homologan cuidadosamente los municipios considerando que hay municipios homólogos en diferentes departamentos, por lo que al agregar el código de municipio en la base de datos se debe controlar cuidadosamente que los códigos de municipio y departamento coincidan, adicionalmente, se deben tener en cuenta las siguientes reglas para asignar el municipio:

- Los eventos del municipio de Bogotá, pero con departamento Cundinamarca, se clasifican como departamento (DP) =11 (Bogotá D.C.)
- Para los eventos de regiones se ha dejado el "DP" según el departamento que se reporta en la base de datos, y al homologar el municipio, se ha marcado como "departamento". Hay que tener presente que una misma región, como La Mojana y Montes de María, puede ser identificada en la base con un sólo código de departamento, pero en realidad y en este caso, dichas regiones abarcan varios departamentos, (ver anexo 2).
- Para los casos en que no se puede hacer una asignación directa de DIVIPOLA a partir de la descripción del municipio y departamento, se revisó si se trataba de un Centro Poblado del municipio, se revisaron los archivos de UNGRD para cada año en donde se encuentra una descripción del evento (asociación del mismo evento en el departamento) y se deben realizar varias búsquedas en Internet acerca del evento o sitio del evento para poder realizar la homologación municipal.

Posteriormente, se realiza la distribución de los agregados departamentales y regionales a sus municipios correspondientes utilizando el método de **prorrateo**. El prorrateo se realizó para todas las variables mencionadas en el apartado I. excepto para el número de eventos. En este caso, el número de eventos se repite para cada uno de los municipios de la región. Con la anotación importante de que, si a nivel de departamento o región se registra evento, pero no hay afectados (muertes, viviendas afectadas, personas, excluyendo viviendas averiadas), entonces no hay evento a repartir, se coloca 0.

III. *Tipos de eventos seleccionados*

De los 81 eventos que se registran en la base de datos, los eventos considerados en desastres asociados a fenómenos naturales en la clasificación de Unidad Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres son (21): avenida torrencial, creciente súbita, desabastecimiento de agua, deslizamiento, erosión, erupción, erupción volcánica, evento volcánico, falla geológica, inundación, mar de leva, marea alta, marejada, movimiento en masa, remoción en masa, sequía, sismo, activación volcánica, erosión costera. Inicialmente, eran 19 eventos los que se tenían en cuenta para el ICM, pero en noviembre de 2021 se decidió incluir 2 eventos relacionados con huracanes a fin de considerar consistentemente la emergencia de San Andrés y Providencia por el huracán Lota en 2020.

Para los eventos también es necesario realizar la homologación de los nombres, dado que la base de datos puede presentar diferencias de formato. En este sentido se realiza la homologación para eliminar los errores, espacios y mantener el mismo formato de texto y ortografía.

IV. *Cambios año 2020*

Para el 2020 cambiaron la forma de mostrar los datos, las columnas de la base de datos presentaban nombres diferentes. Por lo tanto, se realizó el proceso de homologación de las columnas que se tenían con el equivalente de 2020.

V. *Series en niveles y por 100.000 habitantes.*

Hasta el momento, con los procesos realizados anteriormente se obtienen los indicadores en niveles. Posteriormente, se deben calcular los indicadores por 100.000 habitantes, procesos que se pueden obtener de los metadatos de cada uno de los indicadores.

VI. *Estandarizadas*

Para realizar el cálculo de los indicadores estandarizados se necesita de los indicadores por 100.000 habitantes para ver cómo se comportan las series y a partir de las mismas elegir los valores máximos y mínimos para la estandarización. Para determinar el comportamiento de las series se utiliza el cálculo de percentiles y de medias acotadas. Los percentiles permiten identificar y ser una guía de cómo están distribuidos los datos, ordenándolos de menor a mayor. Y la media acotada calcula la media de un conjunto de datos después de eliminar el porcentaje de los extremos inferior y superior de los puntos de datos, y se utiliza generalmente para excluir del análisis los valores extremos.

Este proceso se repite para cada uno de los indicadores por 100.000 habitantes, en caso de encontrar una serie muy errática al realizar los percentiles, se opta por realizar una suavización de los datos, usando el método del promedio móvil centrado explicado en la sección 2,3 de este documento.

El parámetro máximo final, es el máximo admisible, y se toma de acuerdo con los resultados de los percentiles. Se considera que el máximo cambia (disminuye) según el año porque se asume que en la medida que ocurren desastres los territorios aprenden de los mismos y van estableciendo mejoras para su prevención.

4.3.2 Deforestación y ecosistemas estratégicos

En la dimensión de Sostenibilidad, se utilizan varios indicadores relacionados con la deforestación y áreas de ecosistemas estratégicos que hacen parte del dominio de Capital Natural. Los cálculos son realizados por el OSC con base en la información geográfica de diferentes fuentes de información, a continuación, se presenta una tabla con los indicadores que se calculan:

Tabla 22. Indicadores de deforestación y ecosistemas estratégicos

Código	Indicador
M-03-25	Hectáreas de bosque deforestadas
SOS-02-1t	Estandarizada: Hectáreas de bosque deforestadas
M-01-1	Área del municipio con ecosistemas estratégicos, áreas de protección y áreas de bosque
M-01-6	Porcentaje del área del municipio con ecosistemas estratégicos y áreas de protección
SOS-02-2	Estandarizada: Proporción de ecosistemas estratégicos, áreas de protección y áreas de bosque respecto al área municipal

Fuente: DNP-OSC

La necesidad de incluir estos indicadores en la dimensión de sostenibilidad radica en la importancia de los bosques en el capital natural del país, dado que generan beneficios como la captura y almacenamiento de carbono, la regulación climática, el mantenimiento del ciclo del agua, la mitigación de riesgos naturales y sirven como hábitat para un gran número de especies. Por lo que, la deforestación es una problemática en Colombia que debe ser medida, controlada y mitigada.

A continuación, se describen los procesos realizados para el cálculo de estos indicadores.

I. Fuentes de información

Inicialmente es importante conocer las diferentes fuentes de información utilizadas para el cálculo de estos indicadores:

Deforestación

La información para deforestación se obtiene a partir del IDEAM (Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono - SMByC) e IGAC. La información es obtenida en formato Raster para ser trabajada en un Sistema de Información Geográfica, el cual permite realizar la cuantificación de la superficie de bosque natural y la deforestación ocurrida durante un periodo anual, a partir del procesamiento digital semi-automatizado de imágenes de sensores remotos agregada espacialmente por municipio.

Ecosistemas estratégicos

La información para ecosistemas estratégicos se obtiene de la información geográfica de Parques Nacionales Naturales de Colombia (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP), INVEMAR (Sistema de Información para la Gestión de los Manglares de Colombia - SIGMA), IDEAM (Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono - SMByC), Instituto de

Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt e IGAC. Esto debido a que este indicador tiene en cuenta el área del municipio con cobertura en Parque Nacional Natural, Parque Natural Regional o Reserva Natural de la Sociedad Civil, o, con humedal, paramo, manglar o bosque seco tropical, o, cobertura de bosque.

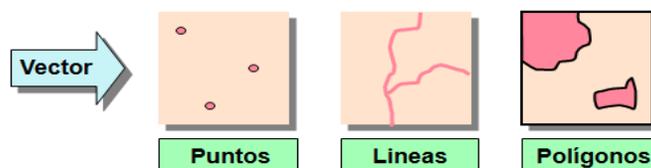
II. *Imágenes satelitales (IDEAM)*

Todos los años, el IDEAM genera una interpretación de la cobertura de bosque y área deforestada en el país. Este proceso se realiza a través de un método conocido como “*imágenes de satélite*”, el cual consiste en que diferentes satélites capturan información de la cantidad de energía reflejada por la superficie de la tierra, la cual es almacenada en un archivo de formato *raster* en el que se representa la superficie terrestre mediante una rejilla de celdas o píxeles con un color y coordenadas geográficas específicas⁴. Las zonas de bosques generan un color diferente de acuerdo con la cobertura de la tierra que se explica de la siguiente manera: “los objetos de la superficie de la tierra reflejan una cierta cantidad relativa de energía en cada longitud de onda de acuerdo con sus características físicas y químicas, de tal forma que existen patrones de respuestas o firmas espectrales que facilitan la identificación de las diferentes coberturas de la tierra, incluidos los bosques” (IDEAM, 2019). En este sentido, al comparar imágenes de satélite de diferentes periodos de tiempo es posible detectar cambios de tonalidades o reflectancia en estas celdas registradas en la zona geográfica correspondiente y así, identificar zonas de bosques y no bosques, y variaciones de los mismos a lo largo del tiempo.

III. *Proceso de raster a vectorial (OSC – a partir de información IDEAM)*

Como se observó anteriormente, el IDEAM genera esta información en formato raster, posteriormente el OSC genera un tratamiento de la información que permita analizar la deforestación y la información de bosque estable (para ecosistemas estratégicos) en Colombia a nivel municipal. Para esto, se utiliza un Sistema de Información Geográfica SIG, en este caso ArcGIS, que permite trabajar la información espacialmente.

Dentro de los SIG, existen dos tipos de datos o formatos: raster y vectorial. Como se mencionó antes, el formato raster representa las imágenes en celdas (píxeles) en donde cada una almacena un único valor, estas celdas tienen asociado un color y una ubicación espacial en el mapa. En cuanto al formato vectorial, los datos están representados mediante puntos, líneas y polígonos de la siguiente manera:



Fuente: ecoscript.org

De acuerdo con la escala del mapa, los objetos en la superficie terrestre se verán representados con estas formas geométricas. Cuando los objetos representados en el mapa son muy pequeños para ser limitados por polígonos, se usan puntos. Por ejemplo, en el caso de un Mapa Mundi, no se utilizan líneas para delimitar los límites de las ciudades, sino puntos para representar a las

⁴ Para más información de este proceso se puede consultar IDEAM (2019) Operación Estadística Monitoreo de la Superficie de Bosque Natural en Colombia.

ciudades en sí mismas. De igual manera, las líneas se utilizan para representar objetos de naturaleza lineal, como los ríos, o las carreteras, pero esto va a depender de la escala del mapa. Sin embargo, teniendo una ubicación más cercana, los polígonos se utilizarían para mostrar los límites de un elemento geográfico que ocupan un área sobre la superficie de la tierra. La ventaja de trabajar con objetos vectoriales es que a cada objeto se le puede asociar una información en forma de fila, por ejemplo, un polígono puede representar un lote a cierta escala, al cual se le puede asignar un área, un perímetro, e información más específica como el valor del lote, la información del dueño, etc., además de su ubicación geográfica.

En este sentido, a partir de la información raster generada por el IDEAM, el Observatorio procede a convertir la información a tipo vectorial, con el objetivo de asignarles más información a los polígonos localizados en los mapas, permitiendo desglosar la información a nivel municipal, además de permitir asignar las áreas de las superficies y otra información adicional.

IV. Deforestación

En cuanto a la deforestación, como se mencionó en el primer apartado, el IDEAM inicialmente interpreta la cobertura de bosques y de deforestación anual de Colombia usando la metodología de imágenes satelitales y convirtiéndola en formato raster con una gama de colores diferente para cada clasificación. Esta información raster es la que se trabaja en el OSC para calcular el área de deforestación municipal, la cual se interpreta como **el cambio de la cobertura de bosques de un año a otro**.

Para realizar este proceso se utiliza el Sistema de Información Geográfica – ArcGIS, el cual tiene unas herramientas que permiten convertir la información de formato raster a vectorial en forma de polígonos. Teniendo en cuenta que la unidad de información del Índice de Ciudades Modernas (ICM) es el municipio. La ventaja de tener la información en forma vectorial es que permite calcular el área de los polígonos e interceptarlos con los polígonos municipales, para de esta manera poder obtener la deforestación a nivel municipal. Para esto, se debe tener un mapa municipal, en formato *shapefile* (.shp)⁵, que permita realizar este cruce.

El proceso para convertir la información en formato raster a formato vectorial es el siguiente: La tabla de atributos del formato raster del IDEAM tienen la información desagregada de la siguiente manera:

OJD	Value	Red	Green	Blue	Opacity	Count	Tipo Cober
0	0	0	0	0	0	0	
1	1	60	137	69	255	641152529	Bosque Estable
2	2	255	0	0	255	1845597	Deforestación
3	3	255	165	0	255	2178472	Sin información
4	4	0	0	255	255	261	Regeneración
5	5	255	255	224	255	581813865	No Bosque Estable
6	6	0	0	0	255	0	
7	7	0	0	0	255	0	
8	8	0	0	0	255	0	
9	9	255	165	0	255	0	
10	10	255	255	0	255	0	
11	11	0	255	0	255	0	
12	12	0	0	0	255	0	
13	13	0	0	0	255	0	
14	14	0	0	0	255	0	
15	15	0	0	0	255	0	

Fuente: OSC- a partir de IDEAM

⁵ Se debe elegir bien el archivo shapefile, de acuerdo con los parámetros del IDEAM para evitar que los resultados cambien.

Para lo cual es necesario filtrar la información correspondiente a deforestación, la cual viene representada en el mapa con ciertas características de tonalidades de color, opacidad entre otras, como se puede apreciar en la imagen. Usando ArcGIS se convierte esta información a formato vectorial, el cual realiza aproximaciones de las áreas en pixeles a polígonos. Esto se realiza con la herramienta Geoprocesamiento- ArcToolBox- Herramientas de conversión- de ráster a polígono.

Posteriormente, con la información en formato vectorial y usando el *shapefile* de municipios se puede mostrar el área deforestada para cada municipio. Esto se realiza con la herramienta Geoprocesamiento- *dissolve*, la cual agrupa a nivel municipal los polígonos en donde había deforestación, presentando aquellas áreas municipales en donde se presenta este fenómeno año a año. Finalmente, se procede a calcular y sumar el área de la deforestación en cada municipio para cada año.

V. *Ecosistemas estratégicos*

Para el cálculo del indicador de ecosistemas estratégicos, como se mencionó en el apartado I. de esta sección, se utilizan diferentes fuentes de información. La información obtenida a partir del IDEAM (Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono – SMBByC) viene en formato raster, por lo tanto, se debe trabajar de la manera descrita en los apartados II. Imágenes satelitales y III. Proceso de raster a vectorial de esta sección. En este caso, la información de IDEAM que se tiene en cuenta es la de “bosque estable”, la cual se convierte en formato vectorial para ser trabajada con la información de las otras fuentes.

Unión geométrica

Una vez se tenga la información de cobertura de bosque del IDEAM en formato vectorial, se procede a realizar una unión geométrica del área del municipio con cobertura en Parque Nacional Natural, Parque Natural Regional o Reserva Natural de la Sociedad Civil, humedal, paramo, manglar, bosque seco tropical que ya vienen en formato vectorial desde las fuentes de información, y se procede a realizar agregar la información espacialmente por municipio.

Porcentaje del área del municipio con ecosistemas estratégicos y áreas de protección

Es un indicador que muestra las hectáreas de ecosistemas estratégicos y áreas de protección respecto al área municipal y se calcula de la siguiente manera:

$$\%A_i = \frac{AE_i}{AT_i}$$

Donde

$\%A_i$: es el porcentaje del área del municipio con ecosistemas estratégicos y áreas de protección del municipio i

AE_i : es el área correspondiente a ecosistemas estratégicos y áreas de protección del municipio i

AT_i : es el área total del municipio i

VI. *Estandarizadas*

El proceso de estandarización es similar a todas las variables a través del uso de un valor máximo y un mínimo y su proceso de cálculo se puede encontrar en la sección 3.3 de este documento. Para la deforestación, el cálculo de los valores aceptables se realizó determinando hasta qué punto está bien y mal deforestar de acuerdo con la información histórica de este fenómeno en Colombia. Es decir, se realizó un análisis del cambio de la cobertura de deforestación a lo largo del tiempo, encontrando que la deforestación se realizaba a un nivel constante durante muchos años, pero hubo ciertos años en los que este fenómeno aumentó significativamente. Por lo tanto, se evaluaron estos cambios en los patrones de deforestación anual de Colombia y se encontraron los valores mínimos de 1,9 hectáreas deforestadas y el valor máximo de 83 hectáreas como los valores de estandarización. Por encima de 83 se pone 0 y por debajo de 1,9 se le pone 100, es decir a menor deforestación mayor será el puntaje estandarizado.

4.3.3. Caudal tratado (tratamiento y estimación del servicio regional)

En la dimensión de sostenibilidad, dentro del dominio de Cuidado Ambiental, se incluyen indicadores relacionados con el tratamiento de aguas residuales. Para su cálculo, la información se obtiene a partir de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios), a partir de la información de caudales de aguas residuales depuradas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales. En la tabla a continuación se presenta la lista de indicadores que se calculan dentro de este dominio del ICM.

Tabla 23. Indicadores de Caudal Tratado

Código	Indicador
M-03-10	Caudal tratado de aguas residuales domésticas urbanas
M-03-12	Porcentaje de aguas residuales domésticas urbanas tratadas
SOS-01-7	Estandarizada: Porcentaje de aguas residuales tratadas

Fuente: DNP-OSC

La inclusión de estos indicadores en el ICM es importante porque la disponibilidad de agua potable de calidad es un problema que afecta a muchas regiones. La ONU (2015) en los ODS plantea la necesidad de mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación y la importancia de reducir el porcentaje de aguas residuales sin tratar.

En los siguientes apartados se van a describir los procesos realizados para el cálculo de estos indicadores.

I. *Base de datos*

La base de datos obtenida a partir de Superservicios contiene diferentes columnas a partir de la cual se obtiene la información para la construcción de los indicadores, en la tabla a continuación se muestra una breve descripción de la información:

Tabla 24. Variables utilizadas a partir de base de datos de Superservicios

Columna en Base STAR	Descripción
----------------------	-------------

Departamento	Nombre del departamento
Municipio	Nombre del municipio
Año	Año
Nombre del prestador	Nombre del nombre del prestador del sistema de tratamiento de aguas residuales
Caudal depurado de aguas residuales (l/s)	Hace referencia al Caudal tratado expresado en litros por segundo
Nombre del sistema de tratamiento de aguas residuales	Hace referencia al nombre del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales STAR

Fuente: DNP-OSC, a partir de Superservicios

II. *Homologación del código municipal y departamental*

Como se puede observar en la tabla de referencia anterior, la base de datos presenta únicamente el nombre de municipio y de departamento, pero no cuenta con códigos DIVIPOLA ni departamentales. Por lo tanto, se procede a incluir el código de municipio teniendo en cuenta el nombre del municipio y de departamento. Como se ha mencionado anteriormente, se debe tener presente que existen municipios homólogos en diferentes departamentos, este proceso se debe realizar cuidadosamente garantizando que el código de municipio y de departamento coincidan.

III. *Asignación u homologación nombre del STAR*

La base de datos cuenta con varios tipos de Sistema de Aguas Residuales (STAR) que generalmente no están homologados, es decir, pueden presentar diferentes formatos y ciertos errores, los STAR que se tienen en cuenta son los que se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 25. Tipos de Sistemas de Aguas Residuales

Tipo de Sistema (STAR)
EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales
Emisario submarino
Laguna de oxidación
Laguna estabilización
Laguna facultativa
FAFA: Filtro Anáerobio de Flujo Ascendente
RAFA: Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
PTAR Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PTARD: PTAR para aguas Domésticas
STAR
STARD
Lodos activados
Vertimiento a río
Estación de bombeo
Bombeo
Laguna
Tanque séptico

Tanque

Fuente: DNP-OSC, a partir de Superservicios

El objetivo es generar un proceso para homologar los **nombres** de los STAR de la base de datos para que tengan el mismo formato, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios genera un reporte de los sistemas de tratamiento de aguas residuales STAR, la cual se utiliza como referente para generar este proceso siguiendo las siguientes reglas:

1. No deben quedar nombres generales, como el tipo de tratamiento
2. Si hay nombre general, este debe iniciar con el nombre del municipio
3. Se prefiere especificar el tipo de STAR, si no dice qué tratamiento entonces sí se deja STAR ej.: STAR San Andrés de Sotavento lagunas de estabilización
4. El objetivo es que el nombre del tratamiento inicie por el tipo de sistema y luego se especifique el nombre específico, ej.: PTAR Venecia

IV. *Caudal tratado de aguas residuales domésticas urbanas*

Expresa el caudal tratado de aguas residuales y reportado por los prestadores de servicios ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). La SSPD reporta el caudal en litros por segundo que se utiliza en el ICM.

V. *Porcentaje de aguas residuales domésticas urbanas tratadas*

Este es un indicador que mide el porcentaje del caudal tratado de aguas residuales respecto a la estimación del caudal vertido; "cuando se habla de tratamiento de aguas residuales como indicador, se habla del porcentaje de aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado que reciben tratamiento, sin considerar el tratamiento de las descargas industriales... El tratamiento de aguas residuales es esencial para garantizar el ciclo del agua y debe ser una prioridad en las agendas municipales" (De la peña, Ducci y Zamora, 2013, p.20). El cálculo de este indicador se realiza de la siguiente manera:

$$PAR = \frac{Ct\ AR\ (l/s)}{(P_{ur} * \theta)}$$

Donde

PAR: Porcentaje de aguas residuales domésticas urbanas tratadas del municipio

Ct AR (l/s): Caudal tratado de aguas residuales en el municipio (en litros por segundo)

P_{ur}: Población del área urbana del municipio

θ : Factor de descarga al alcantarillado: 2,1 l/s por cada 1000 habitantes*

*El parámetro de 2,1 litros por segundo por cada 1.000 habitantes fue estimado por MVCT y SSPD para el nivel nacional.

4.3.4. Sitio y vida útil de disposición final de residuos sólidos

En la dimensión de Sostenibilidad, se utilizan diferentes indicadores relacionados con la disposición final de residuos sólidos que hacen parte del dominio de Cuidado Ambiental. La información para trabajar estos indicadores se obtiene de la Superintendencia de Servicios

Públicos Domiciliarios (Superservicios), principalmente de los registros del Sistema Único de Información (SUI). Y su inclusión en el ICM es importante debido a que el ODS 11, plantea la importancia de la gestión de los desechos municipales, a fin de sostener la calidad de vida para sus habitantes en el futuro (ONU, 2015). En la siguiente tabla se presentan los indicadores utilizados en el ICM, con relación a la disposición de residuos sólidos.

Tabla 26. Indicadores de disposición final de residuos

Código	Indicador
M-03-15	Sitio de disposición final de residuos sólidos
M-03-20	Vida útil del sitio de disposición final de residuos sólidos
SOS-01-1	Estandarizada: Sitio Disposición Final
SOS-01-2	Estandarizada: Vida útil del sitio de disposición final
SOS-01-3	Estandarizada: Disposición Final

Fuente: DNP-OSC

En las secciones a continuación se presenta la descripción de los procesos realizados para el cálculo de estos indicadores.

I. Base de datos

La información obtenida de la base de datos original presenta diferentes variables. En la tabla de referencia a continuación se muestra la información utilizada para el cálculo de los indicadores mencionados anteriormente y su descripción correspondiente.

Tabla 27. Base de datos de disposición final de residuos

Columna en base de datos	Descripción
Cod DANE atendido	Hacen referencia al municipio, código de municipio (DIVIPOLA), y departamento del municipio que es atendido por el sitio de DF.
Departamento atendido	
Municipio atendido	
ID operador	Los operadores pueden ser empresas de servicios públicos, las alcaldías de los municipios, entre otros.
Operador sitio de DF	
Año	Año de referencia
Nombre del sitio	Hacen referencia al nombre del relleno sanitario y su ubicación (departamento y municipio)
Departamento ubicación del sitio de DF	
Municipio ubicación del sitio de DF	
Tipo de sitio	Pueden ser: cuerpo de agua; quema; botadero a cielo abierto; celda transitoria; celda de contingencia; relleno sanitario; y planta de tratamiento.
Promedio ton/mes	Promedio de toneladas de residuos al mes
Promedio ton/día	Promedio de toneladas de residuos al día

Fecha final de vida útil	Es la fecha asignada por la autoridad ambiental, y define la fecha hasta la se va a poder disponer o hacer uso del sitio de disposición final.
--------------------------	--

Fuente: DNP-OSC

II. *Código municipal*

Como se puede observar en la tabla de referencia anterior, el municipio en donde se ubica el sitio de disposición final no cuenta con código DIVIPOLA. Por lo tanto, se procede a incluir el código de municipio teniendo en cuenta el nombre del municipio y de departamento. Como se ha mencionado anteriormente, teniendo en cuenta que existen municipios homólogos en diferentes departamentos, este proceso se debe realizar cuidadosamente garantizando que el código de municipio y de departamento coincidan.

III. *Sitios de disposición final de residuos*

Los sistemas de disposición final en Colombia se clasifican en formas **no autorizadas** de disposición final como: los botaderos a cielo abierto, la quema a cielo abierto, las celdas transitorias y disposición en cuerpos de agua y **formas autorizadas** como: los rellenos sanitarios, las celdas de contingencia y las plantas de tratamiento. De acuerdo con esto, se asigna una clasificación a cada una de las formas de disposición final teniendo en cuenta que obtendrán mayor puntaje las formas autorizadas y menor puntaje las no autorizadas que más efectos secundarios generan sobre el medio ambiente, así:

- 1: Cuerpo de agua
- 2: Quema
- 3: Botadero a cielo abierto
- 4: Celda transitoria
- 5: Celda de contingencia
- 6: Relleno sanitario
- 7: Planta de tratamiento

El sitio es básicamente una categoría de los sitios de disposición final que, si es botadero a cielo abierto, rio, celda contingencia. Cada uno tiene una calificación, entre más alta más puntaje va a sacar, si bota al rio saca 0 o 1.

IV. *Vida útil*

Es un indicador que mide el tiempo de vida útil del sitio de disposición final de los residuos sólidos municipal. Con el fin de evitar emergencias sanitarias se debe buscar la continuidad de la actividad del servicio público de aseo, esto se logra garantizando la vida útil del sitio de disposición final de residuos sólidos a largo plazo.

Teniendo en cuenta la fecha final de vida útil y el año a evaluar, se calcula el tiempo en años de cuánto tiempo de vida útil le queda al sitio de disposición final, a partir de la resta de la fecha final menos el tiempo a evaluar, expresado en años.

Existen casos en los que un municipio tiene varios sitios de disposición final y cada sitio tiene una vida útil distinta, pero generalmente, hay un sitio al que llevan más residuos, por lo que se

procede a calcular la vida útil de forma ponderada de acuerdo con las toneladas de residuos que se llevan a cada lugar.

Nota: para 2020 se dejaron los mismos datos de 2019. Para vida útil (M-03-20) se restó 1 año al valor de 2019

4.4 PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD Y COMPLEMENTARIEDAD- PCC

4.4.1 Carga y relaciones uni-bidireccionales

Dentro de los dominios de competitividad y complementariedad, en la dimensión PCC, se utilizan varios indicadores de carga, cuyos cálculos son realizados por el OSC a partir de datos que provienen desde diferentes fuentes de información como del Ministerio de Transporte, del Registro Nacional de Despacho de Carga-RNDC, y de API Google.

El Ministerio de Transporte de Colombia reconoce el papel fundamental del transporte de carga en el desarrollo del país, como consecuencia la entidad ha venido formulando políticas que busquen mejorar el servicio en términos de calidad y eficiencia, con el fin de obtener mayor competitividad de los productos colombianos tanto en el ámbito interno como el externo (Ministerio de Transporte, 2001). Por tal motivo, el OSC, incluye en el ICM indicadores que permiten determinar las relaciones de carga de los municipios.

A continuación, se presentan los indicadores de carga que son calculados por el OSC:

Tabla 28. Indicadores de carga

Código	Indicador
P-01-42	Número de relaciones bidireccionales de la carga transportada por carretera
P-01-43	Número de relaciones unidireccionales de la carga transportada por carretera (origen-destino)
P-01-44	Número de relaciones unidireccionales de la carga transportada por carretera (destino-origen)
P-01-45	Número de relaciones unidireccionales de la carga transportada por carretera
P-01-35	Número de relaciones bidireccionales y unidireccionales de la carga transportada por carretera
P-01-46	Número total relaciones unidireccionales / Número total relaciones bidireccionales
P-01-47	Puntaje de las relaciones unidireccionales y bidireccionales
C-01-9	Carga transportada por carretera desde el municipio
C-01-11	Movimiento de carga por carretera desde el municipio, Toneladas-kilómetro

Fuente: DNP-OSC

Para realizar el cálculo de todos los indicadores mencionados anteriormente e incluirlos en el ICM a nivel municipal, se deben realizar diferentes procesos que se describen a continuación:

I. *Homologación códigos municipales de origen y destino*

La base de datos de estadísticas RNDC presenta la información de viajes totales, kilogramos, galones de carga y kilómetros recorridos, presentados por municipio de origen y municipio de

destino. Sin embargo, el código municipal de la base de datos cuenta con más de 7 caracteres, y no con los 5 caracteres que se utilizan en el OSC para realizar la clasificación de DIVIPOLA, debido a que el RNDC incluye las subzonas de generación de carga de cada municipio en el código municipal. Por este motivo, es necesario homologar los municipios teniendo en cuenta los nombres de municipio y de departamento, manteniendo el formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente. Al realizar este procedimiento, también se debe tener en cuenta que en la base de datos el código de los 9 primeros departamentos debe estar antecedido por un 0. Por ejemplo, para Antioquia el código de departamento es 5, pero en el DIVIPOLA debe iniciar con 0, es decir 05. Una vez se homologan los municipios, se obtiene el municipio de origen y de destino en el formato utilizado en del ICM y se procede a organizar la base de datos.

II. *Indicadores*

Considerando que la base de datos cuenta con la clasificación municipal por subzonas de generación de carga y códigos de mercancía, después de realizar la consolidación de los municipios, se procede a totalizar el número de viajes, los kilogramos, y galones de carga de la base de datos de acuerdo con el código de municipio de origen y destino de 5 caracteres. Lo cual elimina todos los registros por tipo de mercancía y subzonas que no se utilizan en estos indicadores.

Carga y movimiento de carga

Al realizar la sumatoria de la carga para todos los viajes que se originan por municipio se obtiene el indicador de carga (C-01-9), en este caso, como la información es presentada en kilogramos, se deberá hacer la conversión para mantenerla en toneladas. Y con la información de los kilómetros recorridos, que también hace parte de la base de datos, se puede calcular el indicador del movimiento de carga por carretera desde el municipio, Toneladas-kilómetro (C-01-11), el cual se obtiene de la multiplicación de las toneladas que se transportan por el número de kilómetros recorridos.

Número de relaciones

Luego se procede a realizar la cuenta de relaciones para obtener el número de relaciones funcionales de los demás indicadores de la siguiente manera:

Teniendo las totalizadas mencionadas anteriormente, se procede a contar para un mismo origen cuántos municipios de destino se tienen, obteniendo, de esta manera, el número de relaciones unidireccionales (origen-destino, P-01-43), es decir, las relaciones **de compra o venta desde el municipio**. De forma similar se obtienen los datos del número de relaciones unidireccionales de la carga transportada por carretera (destino-origen, P-01-44), en el cual se suman las relaciones de **compra o venta hacia un municipio**. Para el cálculo del número de relaciones unidireccionales de la carga transportada por carretera (P-01-45) equivalente al total de relaciones unidireccionales, se debe sumar las relaciones unidireccionales desde un municipio y las relaciones unidireccionales hacia el mismo municipio.

Posteriormente se realizan los cálculos del número de relaciones bidireccionales de la carga transportada por carretera (P-01-42), con el cual se suma el total de las relaciones de **compra y venta** (bidireccional) que tiene el municipio con otros municipios del país. Y finalmente, a partir de la suma de las relaciones bidireccionales y el total de relaciones unidireccionales desde y

hacia el municipio, se obtiene el número de relaciones bidireccionales y unidireccionales de la carga transportada por carretera (P-01-35).

Puntaje de las relaciones unidireccionales y bidireccionales

El puntaje de las relaciones unidireccionales y bidireccionales es un indicador que refleja el número de relaciones totales (unidireccionales + bidireccionales) expresadas en términos de relaciones unidireccionales. Su proceso de cálculo utiliza dos indicadores adicionales de la siguiente manera:

Inicialmente, es necesario calcular el indicador “número total de relaciones unidireccionales / número total relaciones bidireccionales (P-01-46)”, el cual es un ponderador que mide la relación entre las magnitudes unidireccionales y las bidireccionales que tiene un municipio con el resto del territorio en términos de carga terrestre, indica a cuántas unidades unidireccionales corresponde una unidad bidireccional y se calcula como el cociente entre las relaciones unidireccionales y las relaciones bidireccionales así:

$$Ponderador_i = \frac{\sum reluni_{\in CR_s}}{\sum relbid_{\in CR_s}}$$

Donde:

$Ponderador_i$: es el ponderador del municipio i que pertenece a la categoría de ruralidad s .

$\sum reluni_{\in CR_s}$: es la sumatoria del total de las relaciones unidireccionales que pertenecen a la categoría de ruralidad s . Donde $s \in \mathbb{Z}, 1 \leq s \leq 4$.

$\sum relbid_{\in CR_s}$: es la sumatoria del total de las relaciones bidireccionales que pertenecen a la categoría de ruralidad s . Donde $s \in \mathbb{Z}, 1 \leq s \leq 4$.

Es importante tener en cuenta que para el cálculo de este ponderador se utiliza el indicador de categoría de ruralidad (P-01-34), en donde se estipulan 4 categorías que indican en nivel de ruralidad del municipio, el cual es mayor para los municipios rurales dispersos y menor para las ciudades y aglomeraciones. En este sentido, primero se asigna una categoría de ruralidad para cada municipio, y posteriormente se realizan los cálculos con los procesos descritos en este apartado.

Una vez se haya calculado el ponderador utilizando las categorías de ruralidad, se calcula el indicador del puntaje de las relaciones unidireccionales y bidireccionales (P-01-47) que se describe a continuación:

$$Puntaje\ de\ relaciones\ (P - 01 - 47)_i = relunid_i + relbid_i * Ponderador_i$$

Donde:

$Puntaje\ de\ relaciones\ (P - 01 - 47)_i$: es el puntaje de las relaciones unidireccionales y bidireccionales del municipio i .

$relunid_i$: son las relaciones unidireccionales del municipio i .

$relbid_i$: son las relaciones bidireccionales municipio i .

$Ponderador_i$: es el ponderador del municipio i que pertenece a la categoría de ruralidad s .

4.4.2 Valor agregado

Para realizar la estimación del ICM, en la dimensión PCC, se utiliza el valor agregado municipal. Los datos se originan desde la información de PIB del DANE, sin embargo, desde que el DANE introdujo la nueva base del año 2015 para la estimación del PIB, dicho cálculo se concentra en los agregados nacional y departamental. Para marzo del 2021 la Dirección de Cuentas Nacionales publicó la serie de PIB municipal basada en esta nueva base 2015 y consistente con los resultados publicados a nivel departamental. Estas nuevas cifras a nivel municipal diferían de las anteriores, en algunos casos de manera notoria, por lo que se decidió incorporar estas estimaciones del PIB municipal que está en el ICM.

La serie publicada va desde el año 2011 al 2019 (provisional) y afectaría los indicadores considerados en el OSC:

Tabla 29. Indicadores de valor agregado

Código	Indicador
P-01-40	Valor agregado urbano
P-01-41	Valor agregado agrícola
P-01-39	Valor agregado sin actividades extractivas
P-01-40c	Valor agregado urbano, constantes
P-01-41c	Valor agregado agrícola, constantes
P-01-39c	Valor agregado sin actividades extractivas, constantes
P-01-48c	Valor agregado total, constantes
P-01-26	Valor agregado sin actividades extractivas como proporción del área municipal
P-01-26c	Valor agregado sin actividades extractivas como proporción del área municipal, constantes
PCC-01-2	Estandarizada: Valor agregado sin actividades extractivas como proporción del área municipal
PCC-01-0	Índice de Productividad
ICM-00-0	Índice de Ciudades Modernas

Fuente: DNP-OSC. Nota: solo las series en valores corrientes son las afectadas directamente por la nueva serie de PIB del DANE; las demás son cálculo del OSC.

Para realizar el cálculo de todas las series mencionadas anteriormente e incluirlas en el ICM a nivel municipal, se deben realizar diferentes procesos que se describen a continuación:

I. *Estimación del Valor agregado sin actividades extractivas*

Estrategia general

Para la estimación del Valor agregado sin actividades extractivas se considera que el DANE no publicó el detalle de los sectores económicos o ramas a nivel departamental, pero sí lo hizo a nivel de las tres grandes actividades económicas: primarias, secundarias y terciarias. De otra parte, a nivel departamental sí se tiene el detalle de las ramas, en particular el desglose de las actividades primarias en “Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca” y “Explotación de minas y canteras”.

De la metodología anterior se contaba con las estructuras sectoriales a nivel municipal para los años 2011, 2014 y 2015, por lo que se decidió acometer el cálculo del valor agregado sin actividades extractivas estimando la participación del sector agropecuario en las actividades

primarias (con cifras publicadas), luego de lo cual podría estimarse el componente minero para cada municipio. Por simplicidad en la formulación siguiente se omiten los índices para municipios y años, mencionando solo la variable de interés.

$$VAsae = VAT - VAae$$

$$VAae = VAact.primaria - VAact.agropecuaria$$

$$VAact.agropecuaria = p * VAact.primaria$$

$$VAae = VAact.primaria * (1 - p)$$

$$VAsae = VAT - VAact.primaria * (1 - p)$$

Donde:

<i>VAsae</i> :	valor agregado sin actividades extractivas
<i>VAae</i> :	valor agregado actividades extractivas
<i>VAT</i> :	valor agregado total
<i>VAact.primaria</i> :	valor agregado actividades primarias (agropecuario, minería)
<i>VAact.agropecuaria</i> :	valor agregado actividades agropecuarias
<i>p</i> :	participación de la actividad agropecuaria en las actividades primarias

Evaluación preliminar de las participaciones municipales 2011, 2014 y 2015

Para efectos de aplicar el método de estimación de participaciones municipales, propuesto en el siguiente apartado, se deben seleccionar al menos dos puntos de observación en el tiempo.

La observación de los tres años disponibles de la participación a nivel municipal, existentes en el pasado bajo la metodología anterior de base 2005, permitió concluir que para un pequeño grupo de municipios (menos del 10% del total del país) la evolución de estos valores presenta un comportamiento algo errático, debido a que, en un año es alta, luego cae, para finalmente volver a subir, u otro comportamiento aparentemente poco consistente. Para este grupo se realizó un análisis puntual con el objetivo de definir cuáles serían sus dos puntos por considerar, para la aplicación del método. Para los demás municipios se consideraron 2011 y 2015 como los dos pivotes para el ejercicio.

Estimación de las participaciones municipales

El método seguido para la estimación propuesta es una adaptación del método de cohortes utilizado en las proyecciones demográficas, en donde las áreas menores (municipios) se aproximan según su relación con las áreas mayores (departamentos), y al que llamaremos “**Método de diferencial de crecimiento**” pues considera la dinámica de la *proporción de la actividad agropecuaria* de los municipios respecto de aquella del departamento.

Este método se aplicó para cada uno de los 32 departamentos y sus municipios para los años 2011 a 2019.

La formulación del diferencial de crecimiento se plantea como sigue; por simplicidad nos referiremos a la *proporción de la actividad agropecuaria* simplemente como *proporción*:

$$p_m^a = p_m^{2011} * CR_{DP}^a * dc_m$$

En donde:

- p_m^a proporción a estimar para el municipio m en el año a
- p_m^{2011} proporción conocida para el municipio m en el año 2011
- CR_{DP}^a Coeficiente de crecimiento de la proporción para el departamento en el año a respecto al 2011
- dc_m Diferencial de crecimiento para el municipio m . Es el *diferencial de crecimiento* entre el crecimiento de las proporciones del municipio m con respecto al crecimiento de las proporciones del respectivo departamento calculado entre los dos años con información municipal, esto es 2011 y 2015 (o los años seleccionados)

Cada uno de los parámetros anteriores se calcula a través de los siguientes elementos:

Coeficiente de crecimiento de la proporción para el departamento al que pertenece el municipio m en el año a respecto al 2011

$$CR_{DP}^a = \frac{(p_{DP}^a)}{(p_{DP}^{2011})}$$

donde:

- CR_{DP}^a Coeficiente de crecimiento de la proporción para el departamento en el año a respecto al 2011.
- p_{DP}^a proporción en el año a para el departamento
- p_{DP}^{2011} proporción en el año 2011 para el departamento

Diferencial de crecimiento para el municipio m

$$dc_m = \frac{\left[\frac{p_m^{2015}}{p_m^{2011}} \right]}{\left[\frac{p_{DP}^{2015}}{p_{DP}^{2011}} \right]}$$

En donde:

- dc_m Diferencial de crecimiento para el municipio m con respecto a su departamento
- $p_m^{2011,2015}$ proporción para el municipio m en los años 2011, 2015
- $p_{DP}^{2011,2015}$ proporción para el departamento respectivo en los años 2011, 2015

Una vez aplicados los algoritmos anteriores, se tiene como resultado la proporción del sector agropecuario en el sector primario para el período 2011-2019, con las siguientes características: i) la proporción es diferencial por municipio de acuerdo con la dinámica de la proporción en el departamento, ii) Sin embargo, la suma ponderada de las proporciones municipales no siempre coincide con la proporción del departamento (calculada a partir de las cifras publicadas por el DANE). Por lo tanto, se hace necesario realizar ajustes posteriores a las participaciones municipales estimadas.

II. Algoritmo de ajuste de las proporciones municipales al techo departamental

En el apartado anterior se mencionó que la suma ponderada de las participaciones municipales no se ajustaba siempre a la participación del departamento (obtenida de las cifras publicadas por el DANE). En este capítulo se expone el algoritmo de ajuste diseñado para estos efectos.

Sea p_m^a la participación de la actividad agropecuaria en las actividades primarias a nivel municipal para un año a , y sea p_{DP}^a la misma participación a nivel departamental.

$p_m^a = \frac{act.agropecuaria_m^a}{act.primaria_m^a}$ para la cual solo se tiene información 2011, 2014 y 2015 en la metodología anterior base 2005 para el numerador, en tanto que para el denominador se cuenta con la información publicada base 2015 para el período 2011-2019

$p_{DP}^a = \frac{act.agropecuaria_{DP}^a}{act.primaria_{DP}^a}$ se puede calcular para el período 1980 a 2019 con la nueva metodología base 2015

En consecuencia, se puede emplear la actividad primaria municipal como ponderador para la suma ponderada de las participaciones (Sp_{DP}^a).

$$Sp_{DP}^a = \sum [p_m^a \frac{act.primaria_m^a}{act.primaria_{DP}^a}] = \sum p_m^a * pap_m^a \text{ con } pap_m^a = \frac{act.primaria_m^a}{act.primaria_{DP}^a}$$

El factor de ajuste se define uno solo para todos los municipios del departamento, así:

$$fa_{DP}^a = \frac{p_{DP}^a}{Sp_{DP}^a}$$

Por lo que la participación ajustada \hat{p}_m^a es:

$$\hat{p}_m^a = p_m^a * fa_{DP}^a$$

Como el factor fa contiene el término p_m^a que es el que se está ajustando, por lo que debe solucionarse en forma iterativa. Para su estimación se utilizó la opción de *cálculo recursivo* del Excel. Al final se obtiene que Sp_{DP}^a converge o se iguala a p_{DP}^a , entonces los indicadores resultantes son los ajustados a los techos de participación departamental.

Este ajuste se aplica en dos partes del proceso. En una primera instancia en la evaluación de las participaciones municipales 2011, 2014 y 2015. En segundo lugar, este ajuste se aplica a la estimación de las participaciones municipales para el período 2011-2019.

III. *Estimación del Valor Agregado municipal a precios constantes*

Las cifras reportadas por el DANE a nivel municipal están en valores corrientes de cada año; para considerar la evolución del PIB municipal en el tiempo es necesario calcular las cifras en valores constantes. Para ello, es necesario deflactar las cifras municipales con su correspondiente valor de acuerdo con la tabla 13 de este documento.

4.5 GOBERNANZA, PARTICIPACIÓN E INSTITUCIONES- GPI

4.5.1 Participación Electoral (cálculo y promedio entre elecciones alcaldes y presidentes)

I. *Contexto*

Para el cálculo del Índice de Ciudades Modernas, en la dimensión de GPI, en el dominio de participación se utilizan indicadores relacionados con la participación electoral de alcaldes y presidentes. Su inclusión en el ICM es importante porque una mejora en la participación electoral del municipio apunta al empoderamiento de sus derechos y ejercicio de la gobernanza por parte de la población. Los indicadores que se calculan se presentan a continuación:

Tabla 30. Indicadores de participación electoral

Código	Descripción
INS-03-6	Tasa de participación electoral Alcaldía
INS-03-7	Tasa de participación electoral presidente
INS-03-13ei	Promedio porcentaje de participación electoral Alcaldía y presidente (todos los años)
INS-03-13p3	Promedio porcentaje de participación electoral, promedio móvil centrado 3 años

Fuente: DNP-OSC

La información para el cálculo de estos indicadores se obtiene de datos abiertos de la Registraduría y de la Subdirección de Justicia y Gobierno del Departamento Nacional de Planeación. Y es un indicador que se realiza cuatrienalmente, de acuerdo con las fechas de las elecciones: 2010, 2014, 2018, para presidencia; y 2007, 2011, 2015 y 2019 para alcaldías.

II. *Cálculos*

El cálculo para cada uno de los indicadores de tasa de participación electoral Alcaldía (INS-03-6) y tasa de participación electoral presidente (INS-03-7) se realiza de la siguiente manera:

$$Elecciones = \frac{PV_t^i}{PH_t^i}$$

Donde:

PV_t^i : Población votante en las elecciones del municipio i en el periodo t . La población votante se toma de acuerdo con cada indicador: será de alcaldes para el indicador INS-03-6 y de presidente para el indicador INS-03-7.

PH_t^i : Población habilitada para votar en el municipio i en el periodo t .

Para el cálculo del indicador: promedio porcentaje de participación electoral alcaldía y presidente (INS-03-13ei); se realiza un ejercicio de interpolación usando los indicadores INS-03-6 e INS-03-7, de la siguiente manera:

Recordemos que los años disponibles para las elecciones de alcaldes y presidentes son cuatrianuales y se realizan en años diferentes. 2010, 2014 y 2018 para presidencia; y 2007, 2011, 2015 y 2019 para alcaldías. Por tanto, se procede a unificar los datos de ambas elecciones en serie de tiempo (2007 a 2020) para, a partir de esta información, realizar la interpolación que permita calcular los años faltantes, de la siguiente manera:

$$INS - 03 - 13ei_t^i = \frac{EP_t^i - EA_t^i}{3} + DA_{t-1}^i$$

Donde

$INS - 03 - 13ei_t^i$: promedio porcentaje de participación electoral alcaldía y presidente en el municipio i y en el periodo t .

EP_t^i : tasa de participación electoral de presidentes en el municipio i del primer año disponible en la serie de tiempo t .

EA_t^i : tasa de participación electoral de alcaldes en el municipio i del primer año disponible en la serie de tiempo t .

DA_{t-1}^i : la tasa de participación del año anterior $t - 1$ del municipio i .

Por ejemplo:

Si se busca calcular la tasa de participación de 2008 con los datos disponibles de tasa de participación electoral de alcaldía y de presidente se realiza lo siguiente:

$$INS - 03 - 13ei_{2008}^i = \frac{EP_{2010}^i - EA_{2007}^i}{3} + DA_{2007}^i$$

Donde

$INS - 03 - 13ei_{2008}^i$: promedio porcentaje de participación electoral alcaldía y presidente en el municipio i y en el periodo $t = 2008$.

EP_t^i : tasa de participación electoral de presidentes en el municipio i del primer año disponible en la serie de tiempo $t = 2010$.

EA_t^i : tasa de participación electoral de alcaldes en el municipio i del primer año disponible en la serie de tiempo $t = 2007$.

DA_{t-1}^i : la tasa de participación del año anterior $t - 1 = 2007$ del municipio i .

Finalmente, ya que la participación en elecciones locales (alcaldes) tienden a ser más altas que aquella para presidente, se genera un indicador con la interpolación entre períodos (presentado como promedio móvil), usando el método del promedio móvil centrado expuesto en la sección 2.3 de este documento.

4.5.2 Delitos contra la administración pública

I. Contexto

Para el cálculo del Índice de Ciudades Modernas, en la dimensión de GPI, se utiliza el indicador de delitos contra la administración pública. De acuerdo con el Código Penal (ley 599 de 2000), título XV, estos delitos hacen referencia a las malas conductas ejercidas por los funcionarios o servidores públicos y que acarrearán sanciones penales, e incluye once delitos de acuerdo con los capítulos contenidos en el mismo título, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 31. Delitos contra la administración pública de acuerdo con el Código Penal

Capítulo	Delitos
CAPÍTULO I.	Del peculado
CAPÍTULO II.	De la concusión
CAPÍTULO III.	Del cohecho
CAPÍTULO IV.	De la celebración indebida de contratos
CAPÍTULO IX.	De la utilización indebida de información y de influencias
CAPÍTULO V.	Del tráfico de influencias
CAPÍTULO VI.	Del enriquecimiento ilícito
CAPÍTULO VII.	Del prevaricato
CAPÍTULO VIII.	Del abuso de autoridad y otras infracciones
CAPÍTULO X.	De los delitos contra los servidores públicos
CAPÍTULO XI.	De la usurpación y abuso de funciones públicas

Fuente: Código Penal

En este sentido, este indicador hace parte de la dimensión de gobernanza porque hace seguimiento a la calidad y transparencia de las instituciones en Colombia. Para el ICM el indicador utilizado es el número de sentencias contra la administración pública por cada 100.000 habitantes.

II. Cálculo

Antecedente del cálculo

En la primera versión del ICM, año 2016, de los once capítulos, en su momento se consideró excluir tres: "VIII del abuso de autoridad y otras infracciones", "XI de la usurpación y abuso de funciones públicas" y "X de los delitos contra los servidores públicos"; para la versión del ICM 2019 se utilizó lo publicado por el Observatorio de Transparencia y Anticorrupción (OTA). Sin embargo, el OTA incluía ciertos capítulos relativos a lo que consideraban corrupción.

En la versión actual (2021), con el acceso a la plataforma de datos abiertos, el OSC obtiene los datos de los registros que el Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA) de la fiscalía general de la Nación (FGN). El OSC procesa todas las noticias de *condenas* de la fiscalía, teniendo en cuenta cada uno de los 11 delitos del título XV del código penal; pero al final no se incluyen los delitos del "Capítulo X. Delitos contra los servidores públicos.", se filtran adicionalmente por los casos en etapa de "ejecución de penas", se totaliza el "total de procesos" (total de noticias criminales")

por el año de entrada del proceso en la fiscalía (y no el año en que se dieron los sucesos materia de investigación).

Base de datos

La base original de SPOA cuenta con más de tres millones de registros y 22 columnas, de las cuales 9 son necesarias para obtener la información del número de sentencias de delitos de administración pública. La tabla que se muestra a continuación presenta las 9 columnas utilizadas en el cálculo con una breve descripción de lo que contienen.

Tabla 32. Base de datos SPOA

Columna en base SPOA	Descripción
Estado noticia	El estado de la noticia hace referencia a si el proceso se encuentra activo o inactivo
Etapa	La columna de etapa se refiere al estado del proceso o las fases del Proceso Penal Colombiano. En el SPOA, se incluyen las siguientes fases: indagación, etapa de investigación preliminar, etapa de instrucción, investigación, etapa juicio, juicio, querellable, terminación anticipada y ejecución de penas.
Año de entrada	Presenta la serie de años en la que entra el proceso en la Fiscalía.
Departamento	Muestra la lista de departamentos en donde se presenta el proceso.
Municipio	Muestra la lista de municipios en donde se presenta el proceso.
Grupo de delito	Incluye la clasificación de los delitos de acuerdo con cada título del Código Penal Colombiano, como aborto, actos de discriminación, amenazas, administración pública, etc. Aunque está "administración pública", se prefiere seleccionar con el capítulo del CP:
Delito	Incluye cada uno de los delitos del código penal, de acuerdo con cada clasificación. Por tanto, aquí se toman los delitos que hacen parte de la clasificación de administración pública.
Capítulo en Código Penal	Identifica el capítulo del CP. Se toman los correspondientes al título XV. Este tiene prelación frente a "Grupo de delito"
Condena	Muestra dos opciones, Si o No, para hacer referencia a si el proceso tuvo condena o no.
Total de procesos	Incluye el conteo total de las noticias criminales para el delito según municipio y año de entrada.

Fuente: DNP-OSC, a partir de base de datos de SPOA.

Para hacer el cálculo del número de sentencias de delitos contra la administración pública y el número de sentencias de delitos contra la administración pública por cada 100.000 habitantes, el OSC realiza los siguientes procesos:

Homologación de municipios

La base de datos original de SPOA no cuenta con la clasificación por código de municipios, sino únicamente por nombre de municipio y de departamento. Por lo tanto, se procede a incluir cuidadosamente el código de municipio manteniendo un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente.

Se debe tener en cuenta que hay municipios homólogos en diferentes departamentos, por lo que al agregar el código de municipio en la base de datos se debe controlar cuidadosamente que los códigos de municipio y departamento coincidan.

Asignación del capítulo del código penal

Posteriormente, se realiza la clasificación de cada uno de los delitos de administración pública presentes en la base de datos de SPOA, de acuerdo con los capítulos del código penal. Esta información se puede encontrar en el anexo 1 de este documento, (ver anexo 1).

Fórmulas para el cálculo

Los cálculos del número de sentencias y del número de sentencias por 100.000 habitantes son los siguientes:

$$\# \text{ Sentencias} = \sum S_t^i$$

Donde

S_t^i : Sentencias impuestas por delitos contra la administración pública en la entidad territorial i en el momento t .

$$\# \text{ Sentencias por } 100.000 \text{ habitantes} = \sum \frac{SDAP_i}{P_i} \times 100.000$$

Donde:

$SDAP_i$: Sentencias impuestas de delitos contra la administración pública en el municipio i

P_i : Población en el municipio i

4.5.3 Esquemas asociativos

Para el cálculo del ICM, se utiliza un indicador llamado “estandarizada: pertenece a esquemas asociativos (GPI-01-3)”. Sin embargo, para el cálculo de esta estandarizada, se utilizan otros cuatro indicadores que se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 33. Indicadores de esquemas asociativos

Código	Indicador
INS-02-6	Integrante de áreas metropolitanas

INS-02-7	Integrante de Provincias Administrativas de Planificación (PAP)
INS-02-8	Integrante de Regiones de Planeación y Gestión (RPG)
INS-02-9	Pertenencia a Asociación de Municipios

Fuente: DNP-OSC

La importancia de estos indicadores radica en que permiten determinar la asociatividad de los municipios del país con otros territorios, y esas asociaciones entre entidades territoriales e instancias de integración territorial producen economías de escala, generan sinergias y alianzas competitivas, para la consecución de objetivos de desarrollo económico y territorial comunes (Rodríguez, A., 2013, p.6). En este sentido, su inclusión en el ICM es determinante como medida de la gobernanza y hace parte de este dominio dentro del índice.

Para el cálculo de estos indicadores se realizaron los procesos que se describen en las secciones a continuación:

I. *Base de datos*

La información para el cálculo de estos indicadores se obtiene a partir de la Dirección de Descentralización y Desarrollo Regional (DDDR) del DNP. En la tabla de referencia a continuación se muestra la información utilizada para el cálculo de los indicadores presente en la base de datos original y su descripción correspondiente.

Tabla 34. Base de datos EAT

Columna en base de datos	Descripción
Código de EAT	Los esquemas asociativos territoriales cuentan con 6 clasificaciones de EAT, de acuerdo con la clasificación del tipo de EAT y al lugar o nombre de la EAT
Tipo EAT	Los tipos de EAT van ligados a los códigos mencionados anteriormente, hay 6 tipos (clasificación) y se utilizan 4- AM: asociaciones metropolitanas; MUN: Asociación de municipios; PAP: provincias administrativas y de planificación; RPG: regiones de planeación y gestión.
Nombre de la EAT	El nombre de la EAT tiene en cuenta tanto el tipo de EAT como el nombre de esta. Ej.: Área metropolitana de Cúcuta.
Tipo de ET	Hace referencia al tipo de entidad territorial, puede ser departamental o municipal.
Código DANE de la ET	Código DIVIPOLA de la entidad territorial.
Entidad Territorial	Nombre de la entidad territorial.
Departamento	Departamento donde se ubica la entidad territorial.
Estado EAT	El estado puede ser vigente, en proceso o errado.
PDET	Hace referencia a si hace parte de un municipio PDET (Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial)
Categoría rural	Hace referencia a la categoría de ruralidad de la entidad territorial.

Categoría	Hace referencia a la categoría municipal de la ley 175 con la cual se proveen recursos a los municipios.
-----------	--

Fuente: OSC; de acuerdo con base de datos EAT de la DDDR-DNP

Como se menciona en la tabla, existen seis tipos de EAT, de los cuales, para los cálculos del OSC se utilizan cuatro: asociación de municipios, provincias administrativas y de planificación, regiones de planeación y gestión y asociaciones metropolitanas. Se utilizan los EAT únicamente con estado “vigente”. La información de PDET, categoría de ruralidad y categoría se mantiene en caso de necesitarse para otros cálculos.

II. *Homologación de municipios*

A partir de la base de datos el primer proceso a realizar es la homologación del código DIVIPOLA. De forma similar a otras bases de datos, ésta cuenta con la clasificación por municipios, sin embargo, estos no presentan el mismo formato utilizado en el OSC. Por lo tanto, se procede a homologar el código de municipio manteniendo un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente.

III. *Años de conformación*

Adicionalmente, se realiza un trabajo de búsqueda para agregar el año de conformación de las EAT y así poder tener la serie de datos para diferentes años. La información de los años de conformación se obtuvo desde 1980 hasta 2021.

IV. *Definición de indicadores*

Los cuatro indicadores son variables binarias que indican la pertenencia del municipio a cada uno de los tipos de esquemas asociativos. En este sentido se realiza la revisión de a cuáles esquemas pertenece cada municipio y se asigna 1 si pertenece al esquema y 0 si no pertenece.

V. *Estandarización*

Esta estandarización consiste en la integración y escalamiento en un rango de 0 a 100 de las variables “Integrante de áreas metropolitanas”, “Integrante de Provincias Administrativas de Planificación (PAP)”, “Integrante de Regiones de Planeación y Gestión (RPG)”, “Integrante de Regiones de Planeación y Gestión (RPG)” y “Pertenencia a Asociación de Municipios”. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$EST_{PEA} = \frac{AM + MUN + PAP + RPG}{2} \times 100$$

Donde:

AM: Integrante de áreas metropolitanas

MUN: Pertenencia a Asociación de Municipios

PAP: Integrante de Provincias Administrativas de Planificación

RPG: Integrante de Regiones de Planeación y Gestión

4.5.4 Pertenencia a sitios de disposición final de residuos

Dentro del dominio de gobernanza de la dimensión GPI, se utilizan dos indicadores que hacen referencia a los sitios de disposición de residuos regional, estos indicadores se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 35. Indicadores de pertenencia a sitios de disposición final

Código	Indicador
INS-02-11	Pertenencia a sitio de disposición final de residuos sólidos regional
GPI-01-6	Estandarizada: Disposición final de residuos sólidos regional

Fuente: DNP-OSC

La importancia de estos indicadores radica en la necesidad de que exista integración entre los territorios del país para que puedan lograr el desarrollo y satisfacer las necesidades de sus municipios.

La información para el cálculo de los indicadores se obtiene de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios), principalmente de los registros del Sistema Único de Información (SUI). En las siguientes secciones se muestran los procesos realizados para el cálculo:

VI. Base de datos

La información obtenida de la base de datos original presenta diferentes variables. En la tabla de referencia a continuación se muestra la información utilizada para el cálculo de los indicadores mencionados anteriormente y su descripción correspondiente.

Tabla 36. Base de datos SUI

Columna en base de datos	Descripción
Cod DANE atendido	Hacen referencia al municipio, código de municipio (DIVIPOLA), y departamento del municipio que es atendido por el sitio de DF.
Departamento atendido	
Municipio atendido	
ID operador	Los operadores pueden ser empresas de servicios públicos, las alcaldías de los municipios, entre otros.
Operador sitio de DF	
Año	Año de referencia
Nombre del sitio	Hacen referencia al nombre del relleno sanitario y su ubicación (departamento y municipio)
Departamento ubicación del sitio de DF	
Municipio ubicación del sitio de DF	
Tipo de sitio	Pueden ser: cuerpo de agua; quema; botadero a cielo abierto; celda transitoria; celda de contingencia; relleno sanitario; y planta de tratamiento.

Fuente: DNP-OSC a partir de datos SUI

VII. Código municipal

Como se puede observar en la tabla de referencia anterior, el municipio en donde se ubica el sitio de disposición final no cuenta con código DIVIPOLA. Por lo tanto, se procede a incluir el

código de municipio teniendo en cuenta el nombre del municipio y de departamento. Como se ha mencionado anteriormente, teniendo en cuenta que existen municipios homólogos en diferentes departamentos, este proceso se debe realizar cuidadosamente garantizando que el código de municipio y de departamento coincidan.

VIII. *Pertenencia a sitio de disposición final de residuos sólidos regional*

Este indicador es una variable binaria que indica la pertenencia del municipio a alguno de los sitios de disposición final de residuos **regional**. Se debe tener en cuenta que se considera que el sitio es de carácter regional si cubre 2 o más municipios.

A partir de la información del municipio atendido y de la ubicación del sitio de disposición final, se obtienen los resultados de origen-destino de disposición final de residuos para cada municipio. Se asigna 1 a los municipios con un prestador que sirve a otros municipios de la región, y 0 en otro caso (local).

4.6 SEGURIDAD- SEG

Para realizar la estimación del ICM, en la dimensión de SEG, se utilizan varios indicadores que se obtienen principalmente de las Estadísticas Delictivas del Sistema de Información Estadístico, Delincuencial, Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO), estos indicadores son los siguientes:

Tabla 37. Indicadores de Seguridad

Código	Nombre
CV-03-37	Número de homicidios
CV-03-38	Numero de lesiones personales
CV-03-40	Numero de hurtos a residencias
CV-03-43	Número de hurtos a personas
CV-03-46	Número de hurtos a comercios
CV-03-50	Número de Extorsiones
CV-03-56	Número de víctimas de secuestro

Fuente: DNP-OSC

Para realizar el cálculo del ICM a nivel municipal con el uso de los indicadores de seguridad, el OSC calcula las tasas de estos indicadores, para lo cual se realizan diferentes procesos que se describen a continuación:

I. *Homologación de municipios*

Las bases de datos originales cuentan con la clasificación por municipios de ocho caracteres, por lo tanto, estos no presentan el mismo formato utilizado en el OSC. Se procede a homologar el código de municipio manteniendo un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente.

II. Promedio Móvil

Posteriormente, se decide realizar un procedimiento de cálculo del promedio móvil centrado para las series de datos de seguridad. Como se mencionó anteriormente, el promedio móvil consiste en calcular los promedios de grupos consecutivos de observaciones en una serie y su objetivo es suavizar las fluctuaciones presentes en los datos. En las variables de seguridad, este proceso se lleva a cabo porque las series presentan un comportamiento errático e introducen ruido que se busca suavizar realizando este procedimiento. Estos procesos se realizaron usando la metodología expuesta en la sección de promedio móvil centrado del presente documento (ver sección 2.3).

III. Cambios en la metodología

En el 2017, el Sistema de Información Estadístico, Delincuencial, Contravencional y Operativo; SIEDCO; de la Policía Nacional, generó dos cambios en la consolidación de cifras de criminalidad. Inicialmente, se realizó la integración al SIEDCO de los registros administrativos de denuncias del Sistema Penal Oral Acusatorio, SPOA; de la fiscalía general de la Nación. Adicionalmente, se implementó el aplicativo “¡ADenunciar!”, el cual permite a la ciudadanía interponer algunas denuncias a través de internet. Estos cambios han generado variaciones importantes en las series de datos que miden la criminalidad registrada en el país, las cuales impiden la comparabilidad de las cifras de criminalidad en los últimos años en el país. Por esta razón, se observan cambios significativos en las series de estos años, no porque los delitos hayan aumentado, sino porque se mejoró la medición de cifras de criminalidad.

4.7 INDICADORES QUE PERTENECEN A VARIAS DIMENSIONES

En las secciones anteriores se presentaron los procesos específicos de cálculo para los indicadores por dimensión, en esta sección se exponen los indicadores que se utilizan en varias dimensiones.

4.7.1 PCC-CTI: Ciudad nodo más cercana (nodos del Sistema de Ciudades y nodos educativos)

En las dimensiones de PCC y CTI, se utilizan indicadores que identifican la ciudad nodo más cercana para cada municipio, en la tabla a continuación se muestran los indicadores que se incluyen de acuerdo con cada dimensión:

Tabla 38. Indicadores de nodos más cercanos

Código	Dimensión ICM	Dominio ICM	Descripción
C-01-8	PCC	Competitividad	Ciudad nodo más cercana
P-04-27	CTI	Ciencia	Ciudad nodo universitario acreditado más cercano

Fuente: DNP-OSC

En las secciones a continuación se presenta una descripción de los procesos realizados para el cálculo de los indicadores, así como una explicación de estos y su importancia.

I. Ciudad nodo más cercana

El Sistema de Ciudades es el núcleo de la actividad económica del país, debido a que es donde se encuentra el 79% de la población urbana, se tranza el 80% de la carga terrestre y se produce el 74% del PIB nacional. En el año 2014, se concibió el sistema de ciudades con 18 aglomeraciones urbanas, 38 ciudades uninodales y 151 municipios, y se identificaron **56 nodos del Sistema de Ciudades**, los cuales se han formado porque existe una relación funcional vía trabajo entre ellos, es decir, ciertos municipios ofrecen mano de obra, y otro municipio lo contrata.

Los nodos del sistema de ciudades se calcularon por el OSC a partir de la información de conmutación laboral, basada en el Censo de Población del 2005, realizado por el DANE. Los nodos articulan múltiples actividades a nivel regional y por tal razón pueden jugar un papel fundamental en el dinamismo de los territorios.

II. *Ciudad nodo universitario acreditado más cercano*

Este indicador hace referencia a la ciudad que alberga al menos una institución de educación superior acreditada, es decir, el nodo es aquel **municipio con una o más instituciones acreditadas de alta calidad**, hacia el cual los estudiantes podrán desplazarse desde sus propios municipios para asistir a la universidad. Contar con instituciones acreditadas en los territorios posibilita el acceso a educación superior de calidad, por eso es importante su inclusión en el índice.

En el indicador se tiene en cuenta que las instituciones acreditadas incluyen: universidades e instituciones tecnológicas (incluyendo al SENA) con acreditación de la institución en el año de referencia. La información se obtiene a partir de las bases de datos del Ministerio de Educación (MEN) en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). A continuación, se describen los procesos realizados para el cálculo del indicador:

Base de datos

En la página de SNIES, utilizando diferentes filtros, se puede descargar la información de educación superior. Inicialmente, se realiza una consulta de instituciones seleccionando las instituciones en estado “activa”. La base de datos descargada cuenta con diferentes variables, a continuación, se presenta una tabla de las columnas que se tienen en cuenta y su descripción:

Tabla 39. Base de datos SNIES

Columna en SNIES	Descripción
CÓDIGO_IES_PADRE	Código de la sede principal de la institución de Educación Superior (IES)
CÓDIGO_INSTITUCIÓN	Código de la seccional de la IES
NOMBRE_INSTITUCIÓN	Nombre de la IES
ESTADO	Activa
PRINCIPAL_SECCIONAL	Sede de la IES
SECTOR	Oficial o privado
DEPARTAMENTO_DOMICILIO	Departamento donde está ubicada
MUNICIPIO_DOMICILIO	Municipio donde está ubicada
PROGRAMAS_VIGENTES	Cantidad de programas que ofrece

ACREDITADA_ALTA_CALIDAD	Establece sí o no de acuerdo con el estado de acreditación
FECHA_ACREDITACIÓN	Fecha de acreditación
RESOLUCIÓN_DE_LA_ACREDITACIÓN	Resolución
VIGENCIA_DE_LA_ACREDITACIÓN	Vigencia de acreditación

Fuente: DNP-OSC, con base en SNIES

Para obtener la información del periodo 2014 a 2018, fue necesario realizar un balance de la evolución de las instituciones acreditadas en esos años, para lo cual se realizaron distintos cruces con la información publicada por el Ministerio de Educación, tanto de informes como de archivos de datos de SNIES⁶, debido a que no se tenía la información consolidada para todo el período.

Homologación municipio cobertura/domicilio

Como se puede observar en la tabla anterior, la base de datos no cuenta con el código DIVIPOLA, por tal razón, se procede a homologar el código del municipio de cobertura usando los nombres de departamento y de municipio, al hacerlo se mantiene un formato de texto de cinco caracteres, de los cuales los dos primeros hacen referencia al departamento y los tres últimos al municipio correspondiente⁷.

Vigencia y acreditación

Después de realizar el proceso de homologación de municipios, se realiza un filtro que identifique las instituciones acreditadas teniendo en cuenta la vigencia de la acreditación. Para validar esta vigencia se fija una fecha de comparación y se compara con la fecha final de la vigencia de acreditación, cualquier vigencia que esté vencida no se tiene en cuenta en los cálculos. Finalmente, se consolida la información de municipios en donde se ubican las universidades acreditadas, teniendo en cuenta aquellas con vigencia de acreditación activa.

4.7.2 PCC-CTI: Distancias y tiempo de viaje por carretera

En las dimensiones de PCC y CTI, se utilizan indicadores que tienen en cuenta la distancia y el tiempo de viaje a los nodos del Sistema de Ciudades y a los nodos educativos expuestos en la sección anterior.

La distancia y tiempo de viaje son determinantes en el acceso a los centros educativos, principalmente para aquellas personas que habitan en municipios distintos a donde se encuentra la institución educativa. En este sentido, entre más cerca al nodo universitario mayor oportunidad tendrán los estudiantes de acceder a educación a dicho nodo. Se considera que la gente no está dispuesta a conmutar más de 2 horas en un viaje (un solo sentido).

⁶ Se debe tener cuidado al realizar tablas debido a que cada programa puede tener hasta 2 filas, matrículas, hombres y mujeres (1 caso con 3 filas).

⁷ Para 2019, 2020 se cambió Universidad de Atlántico de Puerto Colombia a Barranquilla.

Tabla 40. Indicadores de distancias y tiempo de viaje por carretera

Código	Dimensión ICM	Descripción
P-04-26a	CTI	Distancia de viaje (km) al nodo universitario acreditado más cercano
P-04-26	CTI	Tiempo de viaje por carretera al nodo universitario acreditado más cercano
C-01-7a	PCC	Distancia de viaje al nodo más cercano (Km)
C-01-7	PCC	Tiempo de viaje por carretera al núcleo más cercano

Fuente: DNP-OSC

I. *Distancia y tiempo de viaje al nodo más cercano*

Como se ha mencionado antes, existen nodos del sistema de ciudades (56 nodos), y nodos universitarios acreditados (26 nodos en 2018). En esta sección, se exponen los procesos de cálculo de la distancia y tiempo de viaje que se tardaría una persona desde cada uno de los 1122 municipios al nodo más cercano (ya sea nodo del sistema de ciudades o el nodo universitario acreditado). Para obtener las distancias y tiempo de viaje se realiza un proceso similar para estos indicadores, el cual se describe a continuación:

Inicialmente, se utilizan diferentes métodos para calcular las distancias y tiempos de viaje desde los 1122 municipios a los nodos. Esto se realiza a través API y otras herramientas. API es un código de programación de Google, en el cual se especifican el origen y el destino para generar los resultados con las distancias y tiempos de viaje. En caso de las distancias, se utiliza el método de distancias euclidianas, el cual consiste en calcular las distancias entre el origen y el destino en línea recta.

Posteriormente, a partir de las salidas generadas con las distancias y tiempos de viaje se organizan para poder identificar el nodo más cercano. Para lo cual se eligen los 3 nodos más cercanos para cada uno de los municipios a partir de tiempo y distancia. Es decir, para cada uno de los 1122 municipios, se identifican 3 nodos del sistema de ciudades más cercanos (en tiempo y en distancia) y 3 nodos con universidades acreditadas más cercanos (en tiempo y en distancia)⁸.

Los 3 resultados generados por tiempo y por distancia suelen ser diferentes en gran medida porque las distancias euclidianas se calculan en línea recta y no tienen en cuenta las características que se presentan en un viaje por carretera, que incluye la presencia de carreteras sinuosas, demoras en el tránsito de los municipios, etc., lo cual genera que el tiempo de viaje sea distinto, y en muchos casos mayor.

Finalmente, después de los análisis realizados a partir de las distancias y tiempos de viaje, se elige el nodo más cercano a partir de los resultados del **tiempo de viaje**, es decir, de los 3 nodos más cercanos se elige el que menor tiempo de viaje representa para cada uno de los municipios. Y a partir de este nodo más cercano, se vuelven a calcular las distancias, pero ya no en línea recta (euclidianas) sino la distancia exacta por carretera que se toma desde el municipio hacia

⁸ En caso de que el municipio sea un nodo, se toma el mismo municipio.

su nodo. De esta manera se identifican los nodos más cercanos para cada uno de los indicadores, así como su tiempo de viaje y distancia.

II. *Categorías de horas de tiempo de viaje*

En el caso del tiempo de viaje, para incluirlo en algunos de los indicadores se generan algunas categorías que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 41. Categorías de tiempo de viaje

Categoría	Horas
1	Hasta 1 hora
2	Entre 1 y 2 horas
3	Entre 2 y 3 horas
9	Más de 3 horas

Fuente: DNP-OSC

4.7.3 SOS-GPI: Tratamiento estadísticas presupuestales

En las dimensiones de SOS y GPI, se utilizan diferentes indicadores relacionados con estadísticas presupuestales, en la tabla a continuación se muestran los indicadores usados de acuerdo con cada dimensión:

Tabla 42. Indicadores de presupuesto

Código	Dimensión ICM	Indicador
M-04-27	SOS	Inversión en gestión del riesgo de desastres
M-04-27c	SOS	Inversión en gestión del riesgo de desastres, constantes
INS-01-13	SOS	Inversión total municipal FUT
INS-01-13a	SOS	Inversión total municipal OEC
INS-01-13ac	SOS	Inversión total municipal OEC, constantes
INS-01-14	GPI	Inversión municipal con recursos propios

Fuente: DNP-OSC

La Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible del DNP, ha desarrollado la herramienta informática: Sistema de Información del Formulario Único Territorial (SISFUT) para facilitar el uso de los datos reportados por las entidades territoriales. El SISFUT permite acceder al reporte FUT, a la información de las ejecuciones presupuestales municipales y departamentales agregadas en la Operación Efectiva de Caja, así como los resultados históricos del Índice de Desempeño fiscal territorial. Esta información presupuestal y oficial básica puede ser consultada por las secretarías de planeación de los departamentos. A partir de la información reportada en SISFUT se obtienen los indicadores de estadísticas presupuestales.

En las secciones a continuación se presenta una descripción de los procesos realizados para el cálculo de los indicadores, así como una explicación de estos y su importancia.

I. *Inversión total municipal- Operaciones Efectivas de Caja (OEC)*

Es el total de dinero invertido reportado en las operaciones efectivas de caja, las cuales se obtienen a partir del SISFUT, del Departamento Nacional de Planeación. El DNP reúne la

información de OEC a partir de las siguientes fuentes y cuentas: Del FUT-Gastos de inversión, servicio deuda, gastos de funcionamiento e ingresos de reporte información; de la información de regalías reportada en el Sistema de la Contraloría General de la República CGR utilizan- Ejecución de ingresos de regalías y ejecución de gastos de regalías (DNP, 2017).

A partir de la información de Operaciones Efectivas de Caja, descargadas del SISFUT, se obtienen todos los movimientos desagregados por cuenta para cada municipio. Desde la cual se extraen las cifras, en millones de pesos corrientes, de la cuenta número 5 correspondiente a Gastos de Capital (inversión). Con esta información se construye el indicador INS-01-13a inversión total municipal OEC.

II. *Inversión total municipal- Formulario Único Territorial (FUT)*

Es el total de inversión por municipio reportado en el Formulario Único Territorial (FUT). A través del FUT se recolecta la información sobre la ejecución presupuestal de ingresos y gastos, así como información oficial básica con el fin de mejorar las estrategias de monitoreo, seguimiento, evaluación y control de las entidades territoriales. La información reportada en el FUT debe ser presentada con corte trimestral, por parte de los municipios, distritos y departamentos. Los reportes se deben realizar en miles de pesos y es obligatorio para todas las entidades territoriales.

La información extraída a partir del FUT pasa por un proceso de revisión y ajuste para volverla compatible con las Operaciones Efectivas de Caja. Este proceso se realiza porque se solicita a las entidades territoriales registrar sus cifras en el FUT en miles de pesos, pero algunas no registran las cifras correctamente, por lo tanto, se pueden presentar errores en los datos reportados. Para lo cual, se utilizan las cifras de inversión total de las operaciones efectivas de caja (OEC) y se concilian con las cifras de inversión total del FUT. Con este proceso, se puede entonces identificar errores en las cifras presentes en los datos del FUT y ajustarlas para que cuadren de la forma más exacta posible con las del OEC, siempre teniendo en cuenta que el orden de magnitudes sea razonable.

Para realizar este proceso, inicialmente se extraen los datos y se realiza un proceso de chequeo de la información a través de un visor, con el que se busca comparar y analizar los datos de FUT y de OEC. Generalmente, se realiza el chequeo de forma manual para cada municipio, en el que se observa el comportamiento de varios indicadores en el tiempo, estos indicadores son los siguientes:

Tabla 43. Indicadores de presupuesto para revisión y chequeo

Código	Indicador
INS-01-13	Inversión total municipal
INS-01-13a	Inversión total OEC Se multiplica x 1e6 (cifras en pesos)
M-04-27	Inversión en gestión del riesgo de desastres
INS-01-14	Inversión municipal con recursos propios
INS-01-9	Participación de los recursos propios en la inversión

Fuente: DNP-OSC

Después de realizar la revisión de los datos para cada municipio, se realiza el proceso de ajuste para lo cual se realiza lo siguiente:

Se comparan las cifras de inversión total OEC y la de inversión total FUT de la siguiente manera,

$$\frac{\text{Inversión OEC} - \text{Inversión FUT}}{\text{Inversión OEC}} \times 100.$$

A partir de los resultados se determina:

1. Si los porcentajes resultantes son mayores que el 50%, significa que la Inversión Total de Compromisos difiere de la Inversión Total de OEC (ya ajustada por DDDR). Por lo que el chequeo anterior posibilita la identificación de municipios que se digitaron en miles. Lo cual permite determinar el factor de ajuste por el cual los municipios se deben multiplicar, generalmente es 1000 o 1.
2. Por su parte los que tienen un resultado del 100% indican que posiblemente el dato en el FUT no fue reportado, entonces se revisa la inversión total FUT (INS-01-13) y si es cero se considera colocar la inversión de OEC (INS-01-13a).
3. Para los "no reportó" pero que existe OEC, se hace un estimativo con base en los porcentajes y tasas del año anterior. La inversión total queda como en OEC. Si no existe OEC se estima con el crecimiento promedio anual de la serie para los 3 años previos.
4. Otro posible ajuste de inversión FUT es dividir en un múltiplo de 10. Se deben revisar las otras variables y tasas en contexto de tiempo a fin de determinar si requieren ajuste.

Los ajustes anteriores se realizan para las cifras de inversión de cada año, posteriormente se incorporan los ajustes realizados en las tablas de datos de Excel para mantener un registro de los cambios.

Finalmente, es importante tener en cuenta que las cifras de las siguientes cuentas no se toman directamente del FUT, sino que se ajustan de acuerdo con los cambios realizados a la inversión total del FUT. Es decir, los indicadores de inversión en gestión del riesgo de desastres, inversión municipal con recursos propios y participación de los recursos propios en la inversión, son ajustados por el mismo factor aplicado a la inversión total municipal del FUT. Por ejemplo, si se multiplicaba por 1000, esto se aplicaba a todos los indicadores del municipio.

III. *Inversión en gestión del riesgo de desastres*

Este indicador hace referencia a la cantidad de dinero que se destina para la gestión de riesgos de desastres, y su información se obtiene a partir de diferentes cuentas obtenidas del FUT. En la tabla que se presenta a continuación se encuentran las cuentas utilizadas para el cálculo de este indicador por años.

Tabla 44. Cuentas utilizadas por año y código FUT

Código en FUT	Descripción
Para 2012 y posteriores	
A.12	Prevención y atención de desastres
A.2.4.14	Otros gastos de salud en emergencias y desastres
A.7.6	Subsidios para reubicación de viviendas asentadas en zonas alto riesgo
A.10.17	Ejecución de obras de reducción del riesgo de desastres (mitigación) en cuencas hidrográficas
Para 2011	

A.12	Prevención y atención de desastres
A.7.6	Subsidios para reubicación de viviendas asentadas en zonas alto riesgo
A.10.17	Ejecución de obras de reducción del riesgo de desastres (mitigación) en cuencas hidrográficas
A.10.4	Manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas
A.10.5	Conservación de microcuencas que abastecen el acueducto, protección de fuentes y reforestación de dichas cuencas
A.2.4.14	Otros gastos de salud en emergencias y desastres
A.2.4	Otros gastos en salud
Para 2011 y anteriores	
	Ejecución de obras de reducción del riesgo de desastres (mitigación) en cuencas hidrográficas
A.10.4	Manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas
A.10.5	Conservación de microcuencas que abastecen el acueducto, protección de fuentes y reforestación de dichas cuencas
A.10.11	Financiación, promoción y ejecución de proyectos relacionados con la reforestación (revegetalización, reforestación protectora y el control de erosión).
A.10.14	Manejo artificial de caudales (recuperación de la navegabilidad del río, hidrología, manejo de inundaciones, canal navegable y estiaje).
	Otros gastos de salud en emergencias y desastres
A.2.2.12	Reservas de inversión en salud pública vigencia anterior (ley 819 de 2003)
A.2.4.12	Reservas de inversión en otros gastos en salud vigencia anterior (ley 819 de 2003)
A.2.4	Otros gastos en salud
A.12	Prevención y atención de desastres
A.7.6	Subsidios para reubicación de viviendas asentadas en zonas alto riesgo

Fuente: DNP-OSC

Como se mencionó en el apartado anterior, para el cálculo de este indicador se toman las cuentas registradas en la tabla, pero se ajustan a los valores ya revisados de Operaciones Efectivas de Caja a nivel de inversión total, con el factor de ajuste aplicado en la inversión total FUT para cada municipio y año.

IV. *Inversión municipal con recursos propios*

Hace referencia a la inversión generada con los recursos propios del municipio. La información de este indicador también se obtiene a partir de las cuentas FUT. En la tabla que se presenta a continuación se encuentran las cuentas utilizadas para el cálculo de este indicador por años.

Tabla 45. Cuentas utilizadas para el cálculo de inversión municipal con recursos propios, por año y código FUT

Cod en Criterios	Código en FUT	Fuentes de Financiación
Para FUT 2013 y posteriores		
100*	100.0	Ingresos corrientes de libre destinación excepto el 42% de libre destinación de propósito general de municipios de categoría 4, 5 y 6
110*	110.0	Ingresos corrientes con destinación específica - recursos propios
para FUT 2012 y anteriores		

17*	17.0	Ingresos corrientes de libre destinación excepto el 42% de libre destinación de propósito general de municipios de categoría 4, 5 y 6
18*	18.0	Ingresos corrientes con destinación específica - recursos propios
=17	17	Ingresos corrientes de libre destinación excepto el 42% de libre destinación de propósito general de municipios de categoría 4, 5 y 6
=18	18	Ingresos corrientes con destinación específica - recursos propios

Fuente: DNP-OSC; *significa todas las partidas con el código raíz indicado

Como se mencionó en el apartado 2 de esta sección, para el cálculo de este indicador se toman las cuentas registradas en la tabla, pero se ajustan a los valores ya revisados de Operaciones Efectivas de Caja a nivel de inversión total, con el factor de ajuste aplicado en la inversión total FUT para cada municipio y año.

V. *Participación de los recursos propios en la inversión*

Este indicador hace referencia a la capacidad del municipio para generar recursos propios, lo cual permite mejorar la capacidad financiera del ente territorial, y por ende su flujo de recursos para financiar sus proyectos de desarrollo. Este indicador se obtiene a partir de las cuentas de inversión municipal con recursos propios y de inversión total del FUT.

Cálculo:

$$Participación = \frac{im_i^t}{IT_i^t} * 100$$

Donde,

im_i^t : inversión municipal con recursos propios del municipio i en el año t .

IT_i^t : inversión total del municipio i en el año t .

Para el cálculo de este indicador se toman las cuentas del FUT, pero se ajustan a los valores ya revisados de Operaciones Efectivas de Caja a nivel de inversión total, con el factor de ajuste aplicado en la inversión total FUT para cada municipio y año (ver apartado 2 de esta sección).

5. Referencias

DNP (2017) Metodología para el cálculo de las Operaciones Efectivas de Caja 2017. Dirección de Descentralización y Desarrollo Regional Subdirección de Descentralización Fortalecimiento Fiscal

De la Peña, M. E., Ducci, J., & Zamora, V. (2013). Tratamiento de aguas residuales en México. Nota técnica IDB-TN-521, 12.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES (s.f.) Boletín: El ICFES cambia la clasificación de resultados de planteles.

Ministerio de Transporte (2001). Operación del transporte de carga por carretera en Colombia.

6. Anexos

Anexo 1. Delitos en SPOA y clasificación de acuerdo con el código penal.

Delito en SPOA	Capítulo en código penal
Abuso de autoridad por acto arbitrario o injusto art. 416	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Abuso de autoridad por omisión de denuncia art. 417 c.p. inciso 1	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Abuso de autoridad por omisión de denuncia art. 417 c.p. inciso 2. agravado por delito de omisión de particular	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Abuso de función pública art. 428 c.p.	Capítulo XI. de la utilización indebida de información y de influencias
Acuerdos restrictivos de la competencia art. 410 a c.p.	Capítulo IV. de la celebración indebida de contratos
Asesoramiento y otras actuaciones ilegales art. 421 c.p. inciso 1	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Asesoramiento y otras actuaciones ilegales art. 421 c.p. inciso 2 responsable servidor de la rama judicial o del ministerio publico	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Asociación para la comisión de un delito contra la administración pública art. 434 c.p.	Capítulo IX. de la usurpación y abuso de funciones públicas
Cohecho impropio art. 406 c.p.	Capítulo III. del cohecho
Cohecho por dar u ofrecer art. 407 c.p.	Capítulo III. del cohecho
Cohecho propio art. 405 c.p.	Capítulo III. del cohecho
Concusión art. 404 c.p.	Capítulo II. de la concusión
Contrato sin cumplimiento de requisitos legales art. 410 c.p.	Capítulo IV. de la celebración indebida de contratos
De la celebración indebida de contratos	Capítulo IV. de la celebración indebida de contratos
De la concusión	Capítulo II. de la concusión
De los delitos contra los servidores públicos	Capítulo x. de los delitos contra los servidores públicos
Del abuso de autoridad y otras infracciones	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Del cohecho	Capítulo III. del cohecho
Del peculado	Capítulo I. del peculado
Del prevaricato	Capítulo VII. del prevaricato
Empleo ilegal de la fuerza pública art. 423 c.p.	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Enriquecimiento ilícito art. 412 c.p.	Capítulo vi. del enriquecimiento ilícito

Interés indebido en la celebración de contratos art. 409 c.p.	Capítulo IV. de la celebración indebida de contratos
Intervención en política art. 422 c.p.	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Omisión de activos o inclusión de pasivos inexistentes. art. 434a	Capítulo IX. de la usurpación y abuso de funciones públicas
Omisión de apoyo art. 424 c.p.	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Omisión del agente retenedor o recaudador art. 402 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado culposo art. 400 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado por aplicación oficial diferente art. 399 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado por aplicación oficial diferente art. 399 c.p. atenuado art. 401 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado por apropiación art. 397 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado por apropiación art. 397 c.p. atenuado art. 401 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado por uso art. 398 c.p.	Capítulo I. del peculado
Peculado por uso art. 398 c.p. atenuado art. 401 c.p.	Capítulo I. del peculado
Prevaricato por acción art. 413 c.p.	Capítulo VII. del prevaricato
Prevaricato por omisión art. 414 c.p.	Capítulo VII. del prevaricato
Revelación de secreto art. 418 c.p. inciso 1	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Simulación de investidura o cargo art. 426 c.p.	Capítulo XI. de la utilización indebida de información y de influencias
Simulación de investidura o cargo art. 426 c.p. agravado por fines terroristas art. 427 c.p.	Capítulo XI. de la utilización indebida de información y de influencias
Soborno transnacional art. 433 c.p.	Capítulo IX. de la usurpación y abuso de funciones públicas
Tráfico de influencias de particular art. 411a c.p.	Capítulo V. del tráfico de influencias
Tráfico de influencias de servidor público art. 411 c.p.	Capítulo V. del tráfico de influencias
Usurpación de funciones públicas art. 425 c.p.	Capítulo XI. de la utilización indebida de información y de influencias
Utilización indebida de información obtenida en el ejercicio de función pública art. 431 c.p.	Capítulo IX. de la usurpación y abuso de funciones públicas
Utilización indebida de información oficial privilegiada. art. 420 c.p.	Capítulo VIII. de los abusos de autoridad y otras infracciones
Violación al régimen legal o constitucional de inhabilidades e incompatibilidades art. 408 c.p.	Capítulo IV. de la celebración indebida de contratos
Violencia contra servidor público art. 429 c.p.	Capítulo X. de los delitos contra los servidores públicos
Fraude de subvenciones	Capítulo I. del peculado
Fraude de subvenciones adic. por el art. 26 de la ley 1474 de 2011	Capítulo I. del peculado
Delitos contra la administración de pública	Capítulo I. del peculado

Anexo 2: Regiones en base de datos de desastres con su respectiva clasificación de código DIVIPOLA

DP_Hom	Región/Municipio	Código DIVIPOLA
05	ANDES-TURBO-BAGRE	05034
06	ANDES-TURBO-BAGRE	05250

07	ANDES-TURBO-BAGRE	05837
13	LA MOJANA	70708
13	LA MOJANA	70771
13	LA MOJANA	70678
13	LA MOJANA	70429
13	LA MOJANA	70265
13	LA MOJANA	70124
13	LA MOJANA	13430
13	LA MOJANA	13006
13	LA MOJANA	13655
13	LA MOJANA	23068
13	LA MOJANA	05495
15	PROVINCIA DE GUTIERREZ	15180
15	PROVINCIA DE GUTIERREZ	15244
15	PROVINCIA DE GUTIERREZ	15248
15	PROVINCIA DE GUTIERREZ	15317
15	PROVINCIA DE GUTIERREZ	15332
15	PROVINCIA DE GUTIERREZ	15522
20	AGUACHICA/GAMARRA/TAMALAMEQUE/SAN MARTIN	20011
20	AGUACHICA/GAMARRA/TAMALAMEQUE/SAN MARTIN	20295
20	AGUACHICA/GAMARRA/TAMALAMEQUE/SAN MARTIN	20787
20	AGUACHICA/GAMARRA/TAMALAMEQUE/SAN MARTIN	20770
63	GENOVA - PIJAO	63302
63	GENOVA - PIJAO	63548
70	MONTES DE MARIA	70508
70	MONTES DE MARIA	70418
70	MONTES DE MARIA	70473
70	MONTES DE MARIA	70204
70	MONTES DE MARIA	70230
70	MONTES DE MARIA	70823
70	MONTES DE MARIA	70713
70	MONTES DE MARIA	13244
70	MONTES DE MARIA	13654
70	MONTES DE MARIA	13657
70	MONTES DE MARIA	13248
70	MONTES DE MARIA	13442
70	MONTES DE MARIA	13894
70	MONTES DE MARIA	13212
91	LETICIA/PUERTO NARIÑO	91001
91	LETICIA/PUERTO NARIÑO	91540

