

La Estratificación como Instrumento de Focalización: Hacia un Indicador de Referencia que Permita Evaluar los Errores de Inclusión y Exclusión



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
PLANEACIÓN



Alcaldesa Mayor de Bogotá

Claudia Nayibe López Hernández

Secretaria Distrital de Planeación

María Mercedes Jaramillo Garcés

Subsecretario de Información y Estudios Estratégicos

Antonio José Avendaño Arosemena

Director de Estratificación

Ariel Eliécer Carrero Montañez

Diana Marlene Barrios Campos

Investigadores

Jorge Iván González Borrero

Luis Alberto López Pérez

Javier Acosta Núñez

Darwin Cortés Cortés

Juan Miguel Gallego Acevedo

Equipo de la Dirección de Estratificación

Diana Rocío Díaz Rodríguez

Wilson Mauricio Osorio Fonseca

Sonia Marcela Salazar Ibañez

Oscar Mauricio Hernández

Edward Martin Salamanca

La estratificación como instrumento de focalización: una aproximación al Indicador de Referencia para medir los errores de inclusión y exclusión

1. Introducción	2
2. De la vivienda al hogar	3
2.1. Una relación de discontinuidad	4
2.2. Vivienda y hogar	6
2.3. La decisión sobre el sitio para vivir	8
3. La estratificación como instrumento de focalización frente a otras alternativas	19
3.1. El Sisbén IV y la focalización	21
3.2. El Indicador Multidimensional de Focalización (IMF)	29
3.3. El VUI como instrumento de focalización y su relación con el IPM	32
3.3.1. Características del VUI	32
3.3.2. El VUI y el IPM	35
3.4. La pandemia y los nuevos retos para el gasto social y las finanzas públicas	44
3.5. Propuesta para superar los problemas de inclusión y exclusión	48
3.5.1. Consolidar los registros administrativos y la información de las encuestas	49
3.5.2. Hacia el empadronamiento y la declaración de renta universal	51
4. El criterio de referencia para determinar los errores de inclusión y exclusión	53
5. Reflexiones sobre la naturaleza intrínseca del indicador	57
5.1. Escalonamiento sin medida patrón	58
5.2. La progresividad de los órdenes parciales	59
5.3. La naturaleza de los órdenes parciales	60
5.4. Cardinalidad y ordinalidad	63
6. Propuesta metodológica para la creación del <i>indicador de referencia</i> (IdeR)	67
6.1. Identificación de variables	67
6.2. Modelamiento estadístico	68
6.3. Propiedades teóricas del IdeR	71
6.4. Errores de inclusión y exclusión utilizando el IdeR	82
7. Estratificación rural	82
7.1. Cambios en la estratificación	83
7.2. Determinantes de la estratificación rural	87
7.3. Limitaciones de la estratificación rural	88
7.4. La Unidad Agrícola Familiar (UAF)	89
8. Conclusiones	93
9. Anexos	97
9.1. Anexo 1. Variables incluidas en la estimación del IdeR	97
9.2. Anexo 2. Regresión logística multinomial y ordinal - IdeR- α	99
9.3. Anexo 3. Regresión beta - IdeR- β	103
9.4. Anexo 4. Árboles de decisión	104
10. Referencias bibliográficas	113

1. INTRODUCCIÓN

El texto parte de una preocupación básica: es necesario tener un patrón de referencia para medir los errores de inclusión y exclusión de la estratificación. Para llegar a esta conclusión se comienza mostrando la tensión entre un análisis que se fundamenta en las condiciones de la vivienda, y otro que parte de las características socioeconómicas del hogar. Los estudios sobre el tema suelen olvidar esta diferencia sustantiva y de manera equivocada le piden al estrato, que tienen su origen en la vivienda, que sea compatible con medidas relacionadas con las características socioeconómicas del hogar, como la línea de pobreza o la capacidad de pago.

Entre la vivienda y el hogar existe una relación compleja. La escogencia del sitio para vivir responde a distintos criterios, incluyendo factores hedónicos muy marcados por la capacidad de pago. Por tanto, es razonable buscar interacciones entre la vivienda y el hogar, pero reconociendo que se trata de espacios analíticos diferentes.

Esta tensión entre la vivienda y el hogar se discute en el primer capítulo del ensayo. Es importante entender la especificidad de cada aproximación y buscar una zona intermedia, en la que desde la vivienda se vayan introduciendo algunos elementos constitutivos del hogar.

En el segundo capítulo se compara la estratificación actual con la nueva, que está basada en el Valor Unitario Integral (VUI). La bondad de estas dos metodologías se juzga teniendo como referencia diversas medidas, que son más o menos cercanas a las características socioeconómicas del hogar. Para realizar el ejercicio se diferencian - en indicadores como el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y el Sisbén - los componentes relacionados con la vivienda, el capital humano y el ingreso. Las metodologías de estratificación se van comparando con cada una de estas dimensiones. Se comienza con la vivienda, se continúa con el capital humano, y se termina con el ingreso. Del capítulo se derivan dos conclusiones. Primero, el estrato va perdiendo capacidad explicativa a medida que se pasa de la vivienda al ingreso. Y, segundo, comparada con la estratificación actual, la nueva se acerca más a las características socioeconómicas del hogar.

En el tercer capítulo se pone en evidencia la necesidad de buscar un *indicador de referencia* (IdeR) que permita medir los errores de inclusión y exclusión. Este indicador tiene presente la naturaleza del estrato, y no pretende abarcar los factores determinantes de las condiciones de vida del hogar.

En el cuarto capítulo se explica la metodología de construcción del IdeR, se definen sus propiedades y se explica su naturaleza de *orden parcial*.

En el quinto capítulo se plantean y se aplican distintos test basados en la discusión del capítulo cuarto sobre el VUI y los estratos que salen de esta nueva medida. En el sexto capítulo se resumen las principales conclusiones del análisis realizado.

Finalmente, en el sexto capítulo, se examina la situación actual de la estratificación rural. Se presentan los cálculos con la información más reciente (2017/2018). El análisis muestra que la metodología de la estratificación rural tiene numerosos problemas, y debe ser modificada. Los errores de inclusión son notorios.

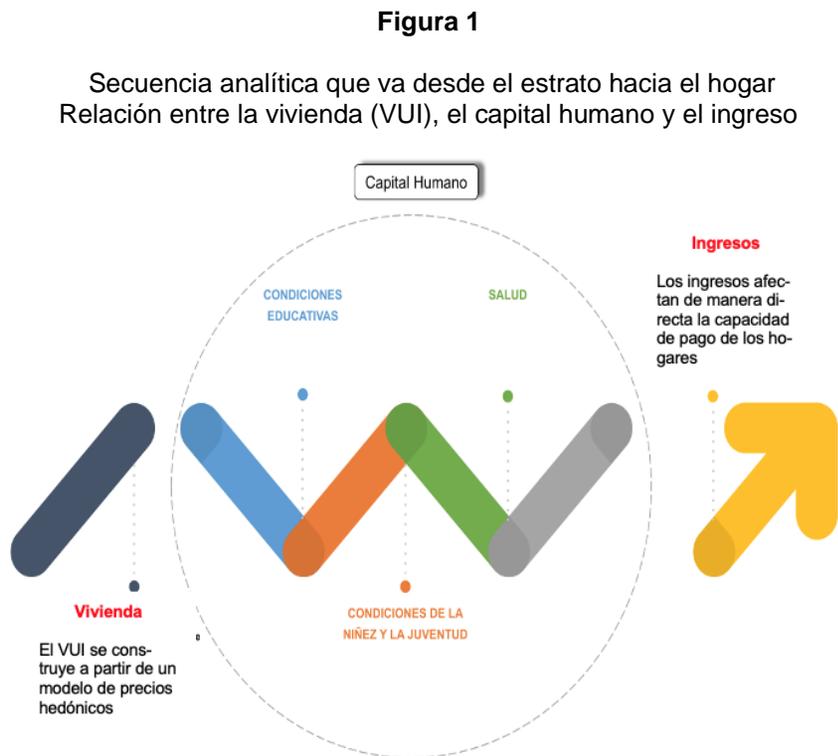
2. DE LA VIVIENDA AL HOGAR

Aunque la vivienda y el hogar son dos dimensiones analíticas cualitativamente diferentes, es posible establecer relaciones entre ellas. Existen tensiones originadas en la naturaleza de cada aproximación y, entonces, cualquier vínculo que se busque siempre será imperfecto, en el sentido de que es *parcial* y *discontinuo*.

2.1. UNA RELACIÓN DE DISCONTINUIDAD

Las figuras 1 y 2 son complementarias. En la figura 1 la lectura es más general, y se muestra la relación entre la vivienda, el capital humano y el ingreso.

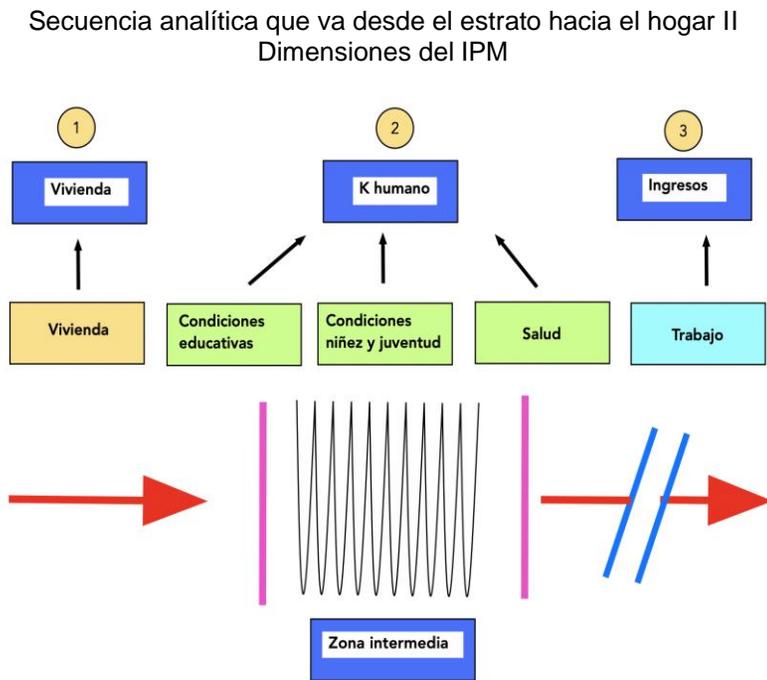
El primer acercamiento a la vivienda está basado en el Valor Unitario Integral (VUI) (SDP 2021 a), que es el fundamento metodológico de la nueva estratificación. En el análisis se muestra que el VUI incluye elementos hedónicos fundamentales. Y esta característica del VUI permite tender puentes hacia las condiciones socioeconómicas de los hogares.



Fuente: Elaboración propia

El primer acercamiento a la vivienda está basado en el Valor Unitario Integral (VUI) (SDP 2021 a), que es el fundamento metodológico de la nueva estratificación. En el análisis se muestra que el VUI incluye elementos hedónicos fundamentales. Y esta característica del VUI permite tender puentes hacia las condiciones socioeconómicas de los hogares.

Figura 2



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se presenta la secuencia que va de la vivienda al hogar teniendo como punto de referencia el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)¹.

La figura muestra que es posible ir construyendo una secuencia que parta del VUI hacia el ingreso. Es otra manera de ver la dinámica planteada en la figura 1.

El nivel 1 corresponde a la dimensión vivienda. El 2 al capital humano, y el 3 a los ingresos.

A manera de ejemplo, en el nivel 2 se incluyen tres dimensiones del IPM: condiciones educativas, niñez y juventud, salud². El nivel 3 explicita las condiciones laborales que son indispensables para obtener ingresos. Es la forma de adquirir titularidades. A partir de allí se determina, en el lenguaje de Angulo (2015), los niveles de *inclusión productiva*.

El sentido de la flecha marca el camino desde la vivienda hacia el hogar. La secuencia va desde la izquierda hacia la derecha. Es posible llegar a la *zona intermedia* (ZI) pero de allí no es factible pasar a las características socioeconómicas del hogar. Por esta razón la flecha se rompe después de la ZI. Esta discontinuidad es intrínseca y lógicamente insuperable.

La ZI tiene la forma de un acordeón porque pueden existir diferentes mediciones. No se requiere que haya una *medida patrón*. No parece realista imaginar un solo indicador. Por esta razón, en los ejercicios que se presentan más adelante se han encontrado dos *indicadores de referencia* (IdeR).

¹ Sobre las características del IPM, ver: Angulo, Díaz y Pardo (2011), Contreras y Díaz (2020), DNP (2012).

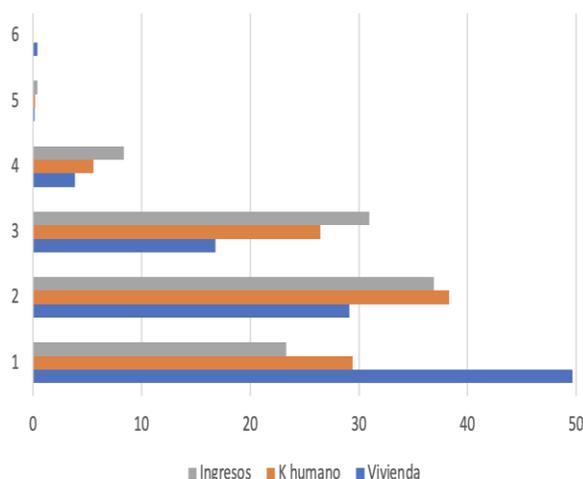
² El ejercicio es legítimo con otras mediciones compuestas. En la figura 3 se toman como referencia los componentes del Sisbén IV.

A medida que se avanza en la secuencia, desde la izquierda hacia la derecha, los errores de inclusión y exclusión van siendo mayores. La conclusión es taxativa: **no es posible que el estrato refleje las características socioeconómicas del hogar porque las dimensiones analíticas son diferentes**. Así se desprende de la comparación del VUI con indicadores alternativos.

A partir de estas páginas se configura la siguiente *hipótesis básica* (HB): **mientras el proceso analítico se va alejando de la vivienda, los errores de inclusión y exclusión del estrato van aumentando**.

Figura 3

Relación entre el nuevo estrato y el porcentaje de hogares pobres por Sisbén IV
Los componentes del Sisbén IV se han agrupado en tres dimensiones: vivienda, capital humano e ingreso



	Vivienda	K humano	Ingresos
1	49,67	29,44	23,32
2	29,12	38,30	36,91
3	16,79	26,45	30,94
4	3,88	5,58	8,36
5	0,14	0,19	0,42
6	0,40	0,04	0,04

Fuente: Cálculos propios

Las derivaciones empíricas de la figura 2 se observan en el gráfico 3, en el que se compara la nueva estratificación con los componentes del Sisbén IV agrupados en tres categorías: vivienda, capital humano e ingresos. Sin que la secuencia sea perfecta, sí es plausible mantener la *hipótesis básica* sobre el aumento de los errores de inclusión y exclusión a medida que se va pasando de las condiciones de la vivienda a las características socioeconómicas del hogar.

2.2. VIVIENDA Y HOGAR

Usar la estratificación como regla para la asignación de subsidios o impuestos genera tensiones entre los hogares y el gobierno. Para los hogares esta regla es uno de los factores que incide en su decisión sobre el sitio para vivir. Hace parte de los determinantes hedónicos de su función de utilidad. La perspectiva del gobierno frente a la estratificación es diferente. Su principal interés es reducir los errores, sobre todo, de inclusión³. Pero la determinación de estos errores

reducir los errores, sobre todo, de inclusión³. Pero la determinación de estos errores

³ El error de inclusión fácilmente permanece oculto porque el hogar no lo revela. En cambio, el error de exclusión puede ser más explícito, ya que el hogar tiene incentivos para manifestar su inconformidad.

tiene dificultades intrínsecas porque las condiciones de la vivienda, fundamento del estrato, pueden alejarse de las características socioeconómicas de los hogares

La estratificación toca variables relacionadas con la vivienda. Allí radica su naturaleza⁴. La estratificación se está utilizando para focalizar programas sociales, y para determinar los subsidios y contribuciones en las tarifas de servicios públicos⁵. Estos propósitos tocan directamente el ingreso del hogar y, entonces, se ha *forzado* a la estratificación para que informe sobre las características socioeconómicas del hogar. Como esta tensión es inevitable, la estratificación debe, de alguna manera, irse acercando a las características de los hogares (Mees 2021). El reto de política pública radica en utilizar el estrato sin desvirtuar su naturaleza.

En general, se observa que con el IdeR que se propone en estas páginas, la *hipótesis básica* (HB) se cumple bastante bien. El resultado no es perfecto porque el componente más importante del VUI es el valor catastral del inmueble, y allí se anidan de manera compleja variables hedónicas, que no son captadas por las dimensiones correspondientes a la vivienda en indicadores como el IPM o el Sisbén IV. Los modelos hedónicos enseñan que cuando la persona se decide por un tipo de vivienda, está definiendo su utilidad a partir de factores que van mucho más allá de los aspectos constructivos.

Los determinantes del VUI, son las condiciones de la vivienda (*Viv*), más variables hedónicas (*Hed*), e incorpora otros factores que son desconocidos (ε), así que

$$VUI = f(Viv; Hed; \varepsilon)$$

Tal y como lo ha reconocido la literatura sobre los componentes hedónicos, allí se incluyen aspectos objetivos (distancia a equipamiento, arborización, facilidad de transporte, vecindario, etc.), pero también elementos complejos como el “prestigio” que se desprende de vivir en determinada área. El margen de elección está condicionado por el ingreso del hogar. Y las posibilidades de decisión son más amplia cuando el ingreso es mayor. Los factores hedónicos se acomodan a la capacidad de pago. Si la persona tiene ingresos suficientes para escoger una vivienda en cualquier sitio de la ciudad, la elección final estará determinada por su noción de la buena

⁴ Este asunto se explica bien en la Mesa de Expertos de Estratificación Socioeconómica (Mees 2021).

⁵ Burgos (2018, p. 5) propone una lectura histórica de la estratificación, y muestra que ha contribuido a la solidaridad: “... el sistema actual de estratificación socioeconómica para el cobro de los servicios públicos, el cual descansa en un principio de solidaridad y redistribución del ingreso, expandió y sofisticó unas redes de solidaridad entre la ciudadanía y el Estado que ya existían a principios del siglo XX”. En su momento la estratificación fue un poderoso instrumento que permitió sanear las finanzas de las empresas, manteniendo principios de equidad razonablemente buenos.

vida. Es decir, por las variables hedónicas. Y en la opción definitiva puede ser que el estrato no tenga un peso significativo.

2.3. LA DECISIÓN SOBRE EL SITIO PARA VIVIR

La decisión sobre el lugar de la vivienda se explica a través de un modelo teórico basado en una ciudad lineal monocéntrica. La producción y el consumo se llevan a cabo en el punto central de la ciudad, así que todos los individuos prefieren vivir en las proximidades del centro. A partir de este ejercicio se determinan los errores de inclusión y exclusión en la asignación de los subsidios.

La escogencia de la vivienda es fundamental es la estructura de consumo de los hogares. Según datos de la Encuesta Multipropósito de Bogotá 2017 (EMB 2017)⁶, el gasto en vivienda⁷ es el componente en el que más gastan los hogares en la zona urbana de Bogotá, integrando el 39,2% del gasto (Gallego, González y Sepúlveda 2017). En el proceso de selección de la vivienda, los miembros del hogar⁸ incluyen múltiples factores determinantes de su bienestar, como la accesibilidad, los precios y las preferencias.

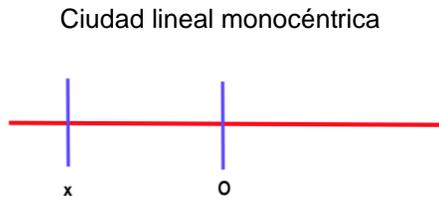
Para abordar este problema de forma simple se puede partir de un modelo de ciudad lineal monocéntrica en el que la producción y el consumo de los bienes se llevan a cabo en un punto central (Alonso 1964, Mills 1967, Muth 1969). Por sencillez, se supone que además de la vivienda, existe un único bien de consumo, que actúa como numerario.

⁶ La encuesta se aplica en 37 municipios de Cundinamarca y en Bogotá. En la ciudad de Bogotá contiene 319.952 registros de personas, en 109.111 hogares y 107.218 viviendas. Para el desarrollo de la metodología de estratificación socioeconómica urbana, la encuesta cuenta con 213.782 personas en 74.640 hogares y 73.377 viviendas.

⁷ Incluye arriendo, arriendo imputado, cuota de administración o celaduría, acueducto, alcantarillado, recolección de basuras, electricidad, gas natural, teléfono fijo, aseo del hogar, servicio doméstico, reparación de electrodomésticos, cuota extraordinaria.

⁸ Por simplicidad se supone que la función de utilidad del hogar es única (Samuelson 1952). Para el caso colombiano, ver Muñoz (2004), Serrano (2003).

Figura 4



Fuente: Elaboración propia

El punto de atracción, que sería preferido por todos, es 0 (figura 4). La línea recta representa la ciudad. x corresponde a la ubicación de un hogar cualquiera.

Todos los trabajos se llevan a cabo en el centro de la ciudad (el punto cero), de modo que se simplifica el problema de desplazamiento y las preferencias sobre la ubicación de los hogares.

Además, asumimos que: i) En el punto de atracción se obtiene un ingreso w . ii) El costo de desplazarse (t) desde la vivienda ubicada en x hacia el punto cero es tx . Este supuesto es importante porque establece una relación entre el costo de moverse y la distancia al punto de atracción⁹. El valor de tx es mayor en la medida en que x se aleja de 0 . iii) Hay dos bienes, el numerario y las viviendas.

La decisión de los hogares se puede plantear como un problema de maximización de la utilidad, sujeto a la igualdad entre el ingreso disponible ($w - tx$) y el gasto $P(x)h + z(x)$. Donde h es la vivienda, z el bien numerario y P el precio de la vivienda. En este proceso los hogares deben decidir un punto de ubicación de su vivienda entre $x = 0$ (punto de atracción) y la periferia de la ciudad. Una particularidad de este modelo es que el precio de la vivienda en cada lugar se debe computar como parte del equilibrio.

Se busca:

$$\text{Max } U(h, z)$$

$$\text{s. a. } w - tx = P(x)h + z(x)$$

Las demandas marshallianas de la vivienda que, por construcción, dependen del vector de precios, el ingreso y otros factores serían de la forma:

$$h(x) = h(P(x), w - tx; \text{preferencias})$$

⁹ El aumento del tiempo de desplazamientos está asociado a reducciones significativas en el bienestar subjetivo (Loschiavo 2019).

De esta aproximación se puede obtener la condición de Alonso-Muth, según la cual entre más lejos se vive del punto de atracción ($x = 0$) menor es el precio de la vivienda. Es decir, $(\partial P(x)/\partial x) < 0$. Existe un *trade-off* entre la accesibilidad y los precios de la vivienda: viviendas más baratas implican un mayor costo de desplazamiento y viceversa.

Al introducir los subsidios la utilidad del individuo se puede representar como

$$U(h, z)$$

$$U(w - tx) = U(x, w - tx)$$

Si la función de utilidad es lineal:

$$U = w + s - tx$$

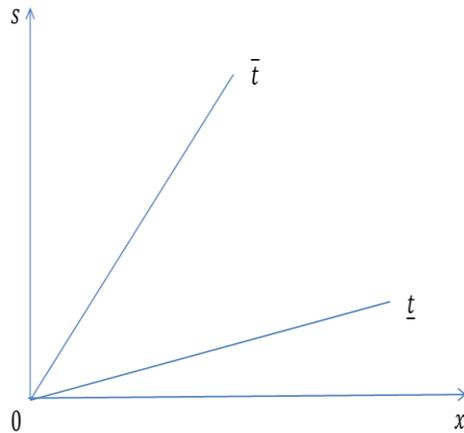
Donde s es el subsidio. Como el gobierno asigna subsidios o cargas impositivas según el estrato, s puede tomar valores negativos o iguales a cero. Un valor de $s < 0$ representa un impuesto y $s > 0$ es un subsidio. Si $s = 0$ se estaría en una situación en la que no se asignan subsidios ni impuestos. Por ahora no se hacen consideraciones sobre la incidencia que podría tener la desigualdad de ingresos. Para simplificar, se asume que $w = 0$.

$$U = s - tx$$

La definición de t , el costo de desplazarse, es amplia e incluye no solamente los pagos inherentes a la movilidad, sino también el costo de oportunidad de hacerlo. Aunque es razonable pensar que cada hogar enfrenta un costo de oportunidad diferente, por simplicidad se asume que hay solo dos tipos de costos: un costo alto (\bar{t}) y uno bajo (\underline{t}): $\bar{t} > \underline{t}$. Este costo de oportunidad puede estar asociado al nivel de ingreso, y a otras características de los hogares.

Figura 5

La decisión de donde vivir, sin problemas de desigualdad



Fuente: Elaboración propia

La figura 5 representa la relación $s = U + tx$ para dos tipos de hogar. Uno con alto costo de oportunidad, y el otro con bajo costo de oportunidad.

El eje x captura la distancia de la vivienda al punto de atracción $x = 0$. En el eje y se gráfica s , el subsidio o impuesto asignado por el gobierno. Las rectas \bar{t} y \underline{t} representan las combinaciones de s y x que están asociadas al mismo nivel de utilidad de vivir en el punto 0 , para un hogar con alto y bajo costo de oportunidad.

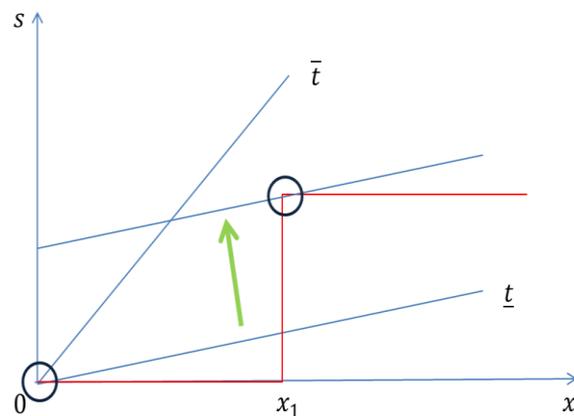
Cuando aumenta la distancia al punto central, el subsidio que iguala la utilidad de estar en 0 tendría que ser más alto para ambos tipos de hogar. Sin embargo, el subsidio que iguala la utilidad de los hogares que tienen un alto costo de oportunidad es mayor. Por ello se observa que la recta \bar{t} , que representa a dichos hogares, tiene una pendiente más inclinada. El subsidio sube a un ritmo mayor porque es más difícil igualar la utilidad derivada de estar en el punto de atracción. El costo se incrementa cuando se alejan del punto de atracción.

En la figura 6 la estratificación está representada por la línea roja. La forma escalonada ejemplifica la existencia de un estrato que no recibe subsidio (línea horizontal sobre el eje x) y otro que sí lo recibe (línea roja a partir de x_1).

La estratificación está asociada a la distancia del inmueble al punto de atracción. Específicamente, el estrato descende en la medida en que los hogares se muevan sobre el eje x a la derecha. Así que el estrato que está cerca al punto de atracción es el más alto, y va bajando a medida que se aleja del

Figura 6

Ausencia de errores en la asignación

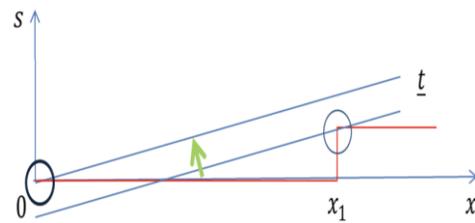


Fuente: Elaboración propia

iii) El tercer escenario, correspondiente a los **errores de exclusión**, se observa en la figura 8. Un hogar con bajo costo de oportunidad escoge vivir en un estrato alto donde no recibe subsidios. Esta decisión se toma porque la curva de indiferencia en el punto $x = 0$ (circulo oscuro) representa un mayor nivel de utilidad que la que resultaría en x_1 (circulo claro). El hogar del ejemplo maximiza su utilidad situándose en el estrato alto, pese a que allí no recibe el subsidio.

Figura 8

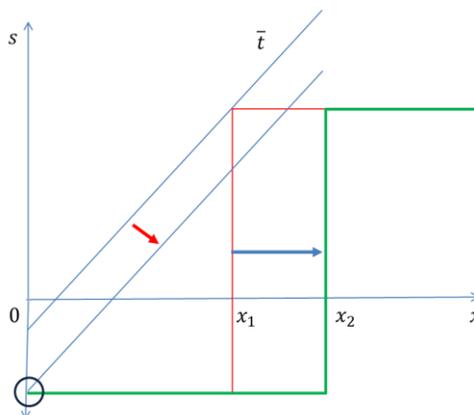
Errores de exclusión



Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Una mejora en la definición del estrato



Fuente: Elaboración propia

Una alternativa para reducir los problemas de exclusión e inclusión es la redefinición del estrato. En la figura 9 se ilustra una nueva situación que retoma lo dicho a propósito de la figura 7. En esta nueva definición, que es la línea verde, el estrato bajo se encuentra a la derecha de x_2 y el alto entre 0 y x_2 . Al replantear el estrato desaparecen los errores de inclusión. El hogar con alto costo de oportunidad alcanza un mayor nivel de utilidad en el estrato alto y se ubica allí. Para que esta situación se presente es necesario que las nuevas definiciones del estrato generen los incentivos adecuados, de tal forma que los hogares con alto costo de oportunidad opten por el estrato alto porque en allí maximizan su utilidad.

Estas reflexiones, simplificadas, reconocen que la escogencia del sitio de vivienda no depende solamente del estrato. Inciden variables tan importantes como la distancia a equipamientos de salud, educación, paisaje, etc. Es claro, además, que la distribución del ingreso sí importa en el momento de tomar la decisión del sitio de vivienda. Un hogar rico puede escoger vivir en cualquier estrato entre el 1 y el 6, mientras que el conjunto de elección del hogar pobre es mucho más limitado.

Retomando un comentario previo, la función de utilidad del hogar i que posee el inmueble es $\mu_i = f(VUI)$. En esta selección son determinantes los factores hedónicos¹⁰. Cuando el análisis se realiza desde la perspectiva del sujeto que escoge un lugar de residencia, no hay errores de inclusión o exclusión. La preocupación por estos errores es un asunto que concierne a la política pública. El VUI incluye, de forma más o menos directa, los determinantes de la elección que hace la persona del sitio de vivienda. El VUI es una aproximación indirecta a la utilidad de la persona.

¹⁰ La dimensión hedónica del VUI se expresa bien en el ejercicio realizado por González, Maldonado, Martínez, Maluendas y Pérez (2012). El precio del inmueble reconoce de manera positiva la cercanía a los parques. Cuando la distancia al parque es mayor el precio cae, y cuando la distancia es menor el precio sube. En el caso del parque Country, por ejemplo, el valor del avalúo disminuye 1,3% por cada 100 metros que la vivienda se aleja del parque. Los parámetros encontrados muestran que los parques y las zonas verdes efectivamente le agregan valor a la vivienda. Y los parques claramente son una variable hedónica. El valor del arrendamiento disminuye en 1,5% por cada 100 metros que se aleja del parque Country. Y disminuye 1% por cada 100 metros que se aleja del parque Simón Bolívar.

Cuadro 1

Variabla incluida en el modelo de estimación del VUI, y peso de cada componente

	%
Puntaje de construcción	18,81
Edad de construcción (vetustez)	10,02
Interacción área por vetustez	6,50
Distancia colegios públicos	5,72
Distancia a CAI	5,61
Distancia a relleno Doña Juana	4,87
Tratamiento urbanístico 4-consolidación	4,42
Distancia unidades de reacción inmediata y policía judicial	4,35
Distancia parque bolsillo	4,33
Distancia parque bolsillo 2	4,22
Coordenada X del lote	4,14
Acabados principales	4,14
Distancia universidades	3,80
Tratamiento urbanístico 5-mejoramiento integral	3,28
Distancia estación Transmilenio	2,79
Tipología constructiva 2	2,60
Área construida	2,53
Coordenada Y del lote	1,90
Distancia parque vecinal	1,88
Tratamiento urbanístico 4-conservación	1,88
Área de actividad central	1,70
Comercial y servicios 1-vecinal	1,60
Tratamiento urbanístico de 3-renovación urbana	0,83
Índice de amenaza (baja y alta)	0,70
Topografía empinada	0,50
Distancia a zonas de manejo y preservación ambiental	0,48
Total	100

En amarillo las variables relacionadas con la distancia

Fuente: Cálculos propios

En el cuadro 1 se han incluido las variables determinantes del VUI. Se conjugan tres dimensiones: vivienda (con un peso relativo del 50,49%), entorno (37,69%) y contexto urbano (11,81%) (SDP 2021 a).

El puntaje de la construcción, que está directamente relacionado con el catastro, pesa un 18,81%. De alguna manera se regresa al catastro, que en 1968 fue el punto de partida de la estratificación¹¹.

Llama la atención la participación significativa (46,19%) que tienen las variables relacionadas con la distancia. Y este es un aspecto sustantivo de la preferencia hedónica (figura 4). Algunas distancias son positivas y otras negativas, pero precisamente por ello, su connotación es claramente hedónica.

La presentación general de las variables incluidas en el VUI, es la relación funcional $VUI = f(Viv; Hed; \varepsilon)$, que va mucho más allá que los componentes de la vivienda¹², tal y como se incluyen en mediciones como el Sisbén IV, o el IPM. En estas aproximaciones el aspecto más importante tiene que ver con las condiciones constructivas de la vivienda, y no se incorporan aspectos más complejos como la distancia, y la percepción subjetiva del valor del inmueble.

La complejidad de las dimensiones hedónicas es captada por el VUI, pero no se reflejan en

¹¹ En 1968, y hasta 1983, el criterio principal para clasificar los inmuebles fue el valor catastral. Ley 14 de 1983 (República de Colombia 1983) desvincula la clasificación del catastro porque los avalúos estaban desactualizados.

¹² En la literatura se diferencian dos tipos de aproximación a la función de utilidad. Unas están basadas en precios hedónicos (PH), y otras ponen énfasis en *life satisfaction* (LS). Los modelos de *life satisfaction*

los componentes de la vivienda que hacen parte del Sisbén IV o del IPM. Esas aproximaciones a la vivienda son muy restrictivas, y en ellas priman los aspectos constructivos.

De forma más explícita,

$$VUI = \{Viv; Hed\} \supset [IPM = \{Viv\} \vee Sisbén = \{Viv\}]$$

El conjunto de elemento del VUI en los aspectos relacionados con las condiciones de la vivienda es superior al del IPM, o al del Sisbén. Estas dos mediciones son mucho más estrechas que el VUI, y no incorporan elementos sustantivos relacionados con los determinantes hedónicos, que sí están contenidos en el VUI.

Al proponer el VUI, se está reconociendo que el ejercicio analítico para llegar a la compensación, debe tener como eje el valor catastral, que se convierte en el punto de referencia.

Un individuo de ingresos altos (y^{alto}) puede escoger por razones paisajísticas, o por su cercanía al lugar de trabajo, un inmueble de estrato bajo (E^{bajo}). Esta asimetría, que se expresaría en un error de inclusión, no le interesa a quien ha escogido el sitio. La preocupación por los errores de inclusión y exclusión es un tema de la política pública, y no de quien hace la elección del inmueble. Para el gobernante, el hogar con un ingreso alto debería estar en un estrato alto ($y^{alto} \approx E^{alto}$). Y cuando se observa una asimetría, en la que el hogar de ingresos altos pertenece a un estrato bajo ($y^{alto} \neq E^{bajo}$), se presentaría un error de *inclusión*. Las dos opciones son:

$$y^{alto} \begin{cases} \approx E^{alto} \\ \neq E^{bajo} \end{cases}$$

Para la persona que ha escogido vivir en una determinada zona de la ciudad, el error de inclusión no la preocupa. La divergencia entre el estrato y el ingreso es un asunto relevante para la política pública, porque incide en la asignación de los subsidios.

(LS) intentan captar los factores subjetivos. Medina, Morales y Núñez (2010) hicieron un cálculo de los precios hedónicos para Bogotá y Medellín.

Para ayudar a la comprensión de estos factores, las encuestas a hogares comienzan a introducir preguntas sobre percepción, del tipo: ¿cómo considera sus condiciones de vida? Las opciones de respuesta son: muy buenas, buenas, regulares y malas. El “crecimiento infeliz” se presenta cuando las economías crecen y las personas no están contentas. Para el caso de América Latina, ver Lora (2010); Lora, Powell, Praag y Sanguinetti (2010); Powell y Sanguinetti (2010).

Desde la perspectiva del sujeto, el error de inclusión no es problemático e, incluso, puede ser deseado¹³.

La lógica del gobernante es distinta a la del sujeto. Para el Estado el error de inclusión se debe corregir porque el subsidio se le estaría entregando a un hogar que no lo necesita. La preocupación por los errores de inclusión y exclusión es un asunto que concierne al gobierno (local o nacional), pero no es un asunto que perturbe al propietario.

La reflexión no es simétrica en el caso de los errores de *exclusión*.

$$y^{bajo} \begin{cases} \approx E^{bajo} \\ \neq E^{alto} \end{cases}$$

Es usual que el hogar de ingresos bajos se sienta mal cuando es incluido en un estrato alto ($y^{bajo} \neq E^{alto}$). Percibe esta asimetría como injusta y es muy factible que proteste. Es posible, aunque no es el comportamiento más frecuente, que el hogar de bajos ingresos decida vivir en un inmueble de estrato alto. Esta situación se presenta por múltiples razones. Puede considerar que la cercanía a determinados servicios justifica un pago más alto de servicios públicos. O también porque está movido por un consumo conspicuo (Veblen 1899), que en el lenguaje corriente se califica como “arribismo”. Cualquier interpretación es plausible.

En la realidad del quehacer de la política pública, los hogares suelen manifestar su inconformidad por los errores de exclusión, y son complacientes con los errores de inclusión. Esta lógica es contraria a la estrictamente fiscal. Para la administración, los errores de inclusión tienen prelación frente a los de exclusión. Mientras que el hogar convive con el error de inclusión, la administración trata de corregirlo. Y frente a los errores de exclusión también se observa una lógica asimétrica. El hogar trata de evitarlo, mientras que la administración pública responde de manera pasiva.

¹³ El sitio de vivienda, como expresión de la capacidad de pago, lo resume muy bien el DANE: “... la localización de los domicilios de los diferentes clases o conglomerados sociales están determinados con el nivel de ingresos, y particularmente con la capacidad que tienen los hogares para demandar (vía compra, arrendamiento u otras formas de acceso al suelo como ocurre con la invasión de tierras o los mercados ilegales de la misma) tipos diferenciales de lugares y localizaciones geográficas para suplir esa necesidad de vivienda” (DANE 2008, p. 55).

Esta tensión entre las preferencias del ciudadano y las prioridades del gobernante se deben tener presente, con el fin de entender mejor las razones de tipo subjetivo y administrativo que llevan a la asimetría. Esta falta de convergencia entre los incentivos de unos y otros solamente se puede resolver en la esfera política¹⁴.

A partir de los análisis hicksianos (Hicks 1939 *a, b*), se busca que la utilidad del individuo después de la intervención gubernamental vía impuestos sea por lo menos igual a la que tenía antes. Este principio es el fundamento de los modelos de compensación. El individuo que paga impuestos espera que su esfuerzo sea retribuido, directa o indirectamente, a través de servicios públicos. Y en la perspectiva de Hicks, la compensación es adecuada si la utilidad de la persona vuelve a un nivel similar al que tenía antes de los impuestos¹⁵.

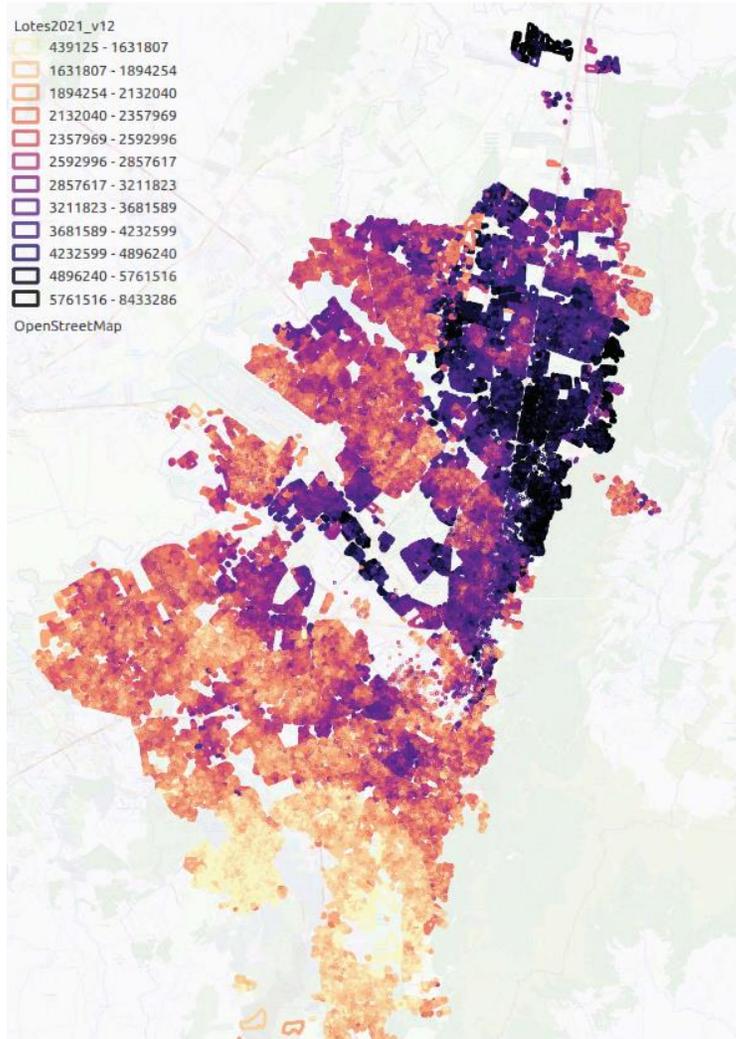
¹⁴ De acuerdo con las estimaciones de Proes y Teknidata (2015), los errores de inclusión son mayores que los de exclusión.

¹⁵ La literatura posterior desarrolló dos conceptos que tiene profundas raíces hicksianas: la disponibilidad para pagar (*willingness to pay* - WTP) y la disponibilidad para aceptar la compensación (*willingness to accept compensation* - WAC). Ambos están relacionados. La voluntad de pagar (WTP) se va acentuado a medida que crece la disponibilidad para aceptar la compensación. En el lenguaje actual esta doble interacción es subsumida en una categoría como “cultura tributaria”. Si la persona observa que sus impuestos se gastan de manera adecuada, incrementa su disposición a pagar.

Desde el punto de vista de las dinámicas urbanas, el WTP es el dinero que la persona pagaría siempre y cuando las condiciones de hábitat mejoren. Si, por ejemplo, la administración municipal tiene la intención de construir un parque, así que decide hacer una encuesta con el fin de determinar la contribución que le podría exigir a los vecinos, teniendo en cuenta la valoración subjetiva que hacen de la obra. La colaboración es más expedita cuando los beneficios se reflejan en mejores condiciones de vida, y/o en una valorización de los predios. Y esta relación entre el costo y el beneficio es más evidente cuando el tamaño del grupo es relativamente pequeño (Olson 1965). El WAC centra la atención en la *compensación*. Una vez que la intervención pública se ha llevado a cabo, se espera que quienes en un primer momento fueron perjudicados (o por la obra o por los impuestos), ahora logren un nivel de utilidad similar a la inicial.

Mapa 1

Bogotá Mapa de calor VUI



Fuente: SDP

El mapa 1 muestra la distribución de los valores VUI en Bogotá. Los colores más oscuros representan un mayor nivel VUI y, por tanto, corresponden a un estrato más alto.

Se observa una concentración de VUI alto en la zona nororiental de la ciudad. Pero también se presentan valores elevados en otras áreas. De acuerdo con la hipótesis subyacente a la figura 4, estos sitios de vivienda son polos de atracción¹⁶.

En el mapa se puede observar que el VUI se va reduciendo a medida que se avanza hacia la periferia, reflejando el impacto que tienen las distancias (cuadro 1). Este comportamiento es claro cuando se pasa del nororiente al sur de la ciudad. Hay una relación inversa entre el precio de las viviendas y la distancia al punto de atracción.

3. LA ESTRATIFICACIÓN COMO INSTRUMENTO DE FOCALIZACIÓN FRENTE A OTRAS ALTERNATIVAS

¹⁶ En el Proyecto de POT de Bogotá (SDP 2021 c) se definen los “... [polos] de atracción de actividades humanas en el que confluyen el desarrollo de infraestructuras, equipamientos y redes subregionales de prestación de servicios y la gestión asociada para ampliar su alcance de manera desconcentrada” (art. 3).

En los últimos años, el debate nacional sobre los instrumentos de focalización de los subsidios ha insistido en la conveniencia de que la metodología de estratificación exprese de manera adecuada las condiciones de vida de las personas que habitan las viviendas. Se busca, entonces, reducir los errores de inclusión y exclusión de la estratificación actual (Sepúlveda, Gallego y López 2014).

Esta búsqueda de alternativas debe considerar aspectos conceptuales sobre instrumentos de focalización, con el fin de evaluar la relación entre los subsidios y las contribuciones de los servicios públicos domiciliarios. Este ejercicio exige entender el contexto normativo, legal e institucional.

El asunto fue abordado por la Mesa de Expertos de Estratificación Socioeconómica (Mees 2021), coordinada por el DANE y el DNP. Allí se planteó la discusión sobre las metodologías existentes, y se abrió un debate sobre la focalización desde la vivienda hacia el hogar y, en igual sentido, del hogar a la vivienda.

Siguiendo los lineamientos de la Mees, a continuación se analiza la relación entre diversas medidas de pobreza, teniendo como referencia el Sisbén IV. Estas aproximaciones muestran las relaciones que existen entre las condiciones de vivienda captadas por el Valor Unitario Integral (VUI)¹⁷, y las características socioeconómicas de los hogares.

Existe un cierto consenso en que el conocimiento de las características socioeconómicas del hogar serían el insumo ideal para la focalización de subsidios, contribuciones e impuestos. Una metodología de focalización que parta de la vivienda, y que permita observar las características del hogar que la habita, es un instrumento de focalización más adecuado que la sola información catastral.

En otras palabras, una alternativa a la focalización basada en la estratificación debe moverse hacia las características del hogar, pero partiendo de reconocer que los servicios públicos domiciliarios llegan a la vivienda y, por lo tanto, es inevitable tener en cuenta sus particularidades.

La Mees dividió las metodologías de estratificación en dos grandes grupos. Por un lado, aquellas que usan la información catastral como punto de inicio de clasificación de viviendas y desde allí buscan aproximarse al hogar. Esta mirada de la estratificación, que incorpora características de la vivienda pero tiene en cuenta las condiciones del hogar es la “estratificación repotenciada” en términos de la Mees. Los estudios de Sardi (2007, 2008) y del DANE (2008) tratan de integrar la información de

¹⁷ Ver DANE (2019 *a, b, c, d, e, f*), SDP (2021 *a*).

vivienda con las características del hogar. El DANE define el “estrato robusto”, que conjuga variables de catastro con información censal de los hogares¹⁸.

Y, por el otro lado, las metodologías que centran la atención en el hogar. Esta es la premisa de la cual parte el Sisbén IV. La focalización de subsidios y contribuciones se realiza utilizando unidad de observación el hogar. Pero desde esta perspectiva, también se reconoce que la información del hogar no es suficiente y que, de alguna manera, desde el hogar se debe llegar a la vivienda. Esta conclusión es explícita en los estudios de ONU Hábitat (2015 *a, b, c*; 2016 *a, b*; 2017 *a, b*) que claramente prefieren acercarse al hogar, pero reconocen que es inevitable recurrir a las condiciones de la vivienda.

3.1. EL SISBÉN IV Y LA FOCALIZACIÓN

La preocupación por la focalización tiene una larga historia en el país. Desde comienzo de los años 90s, los estudios de Castañeda (1993 *a, b*) fueron el punto de partida para la primera versión del Sisbén (DNP 1997). Con el paso del tiempo, se ha ido mejorando el instrumento, y las versiones posteriores del Sisbén (desde la II hasta la IV) han perfeccionado los procesos de focalización¹⁹.

El gobierno ha reconocido las limitaciones del Sisbén III. El aumento del porcentaje de personas que tienen puntajes bajos en Sisbén va en dirección contraria a la disminución de la incidencia de la pobreza monetaria.

¹⁸ “Las 12 variables que intervienen en el proceso de conformación de indicadores sintéticos son: i) Dos (2) indicadoras de las características de las viviendas. ii) Dos (2) indicadoras de los servicios públicos de las viviendas. iii) Dos (2) indicadoras de las características del hogar. iv) Dos (2) indicadoras de los electrodomésticos que posee el hogar. v) El número de cuartos del hogar. vi) El número de vehículos particulares del hogar. vii) Edad del jefe del hogar. viii) Estudios del jefe del hogar” (DANE 2008, p. 25).

¹⁹ La secuencia de las políticas de focalización del gasto social se puede seguir en DNP (1994, 1997, 2001, 2006, 2008, 2016, 2019). Y, de manera específica, las modificaciones del Sisbén han sido: Sisbén I (DNP 1997), Sisbén II (DNP 2001), Sisbén III (DNP 2008), y Sisbén IV (DNP 2016).

Figura 10

Colombia (2011-2015)
 Incidencia de la pobreza monetaria y multidimensional, y
 porcentaje de población con puntaje bajo en Sisbén III



La línea azul representa la tendencia de la incidencia de la pobreza monetaria (LP). La línea roja corresponde a la incidencia de la pobreza multidimensional (IPM), y las barras a la población con bajo puntaje en Sisbén III.

Fuente: DNP (2016, p. 18)

La figura 10 es clara. Entre 2011 y 2015, la incidencia de la pobreza monetaria (LP) y multidimensional (PM) disminuye, pero el porcentaje de población con bajo puntaje de Sisbén III aumenta²⁰. La incidencia de la pobreza monetaria se reduce de 34% al 28%, y la de la pobreza multidimensional del 29% al 20%. Mientras tanto, el porcentaje de personas con bajo puntaje de Sisbén III sube de 70% al 78%. Con toda razón, el DNP llama la atención sobre la asimetría entre las dos tendencias. Y concluye que el Sisbén III tiene graves limitaciones. Una de ellas es que no informa sobre el ingreso²¹. Es claro que el Sisbén III no refleja la situación económica de los hogares. Ello

significa que personas pobres son excluidas, mientras que se incluyen personas con niveles de ingresos superiores a las líneas de pobreza.

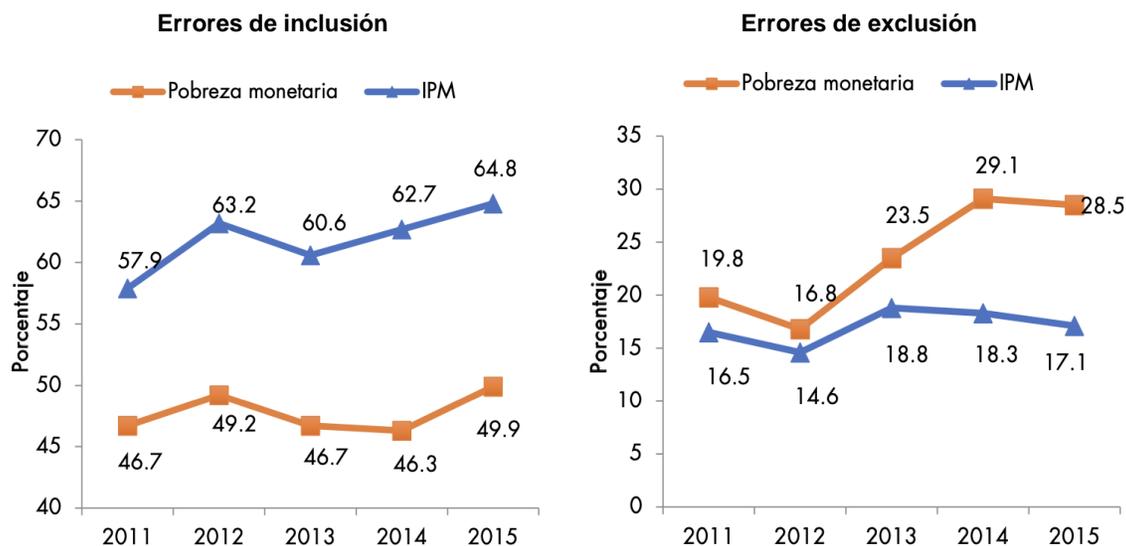
²⁰ Los componentes de Sisbén III son: **Salud:** i) Discapacidad permanente. ii) Adolescente con hijo. **Educación:** iii) Adultos con analfabetismo funcional. iv) Inasistencia escolar. v) Atraso escolar. vi) Niños trabajando. viii) Adultos con secundaria incompleta o menos. **Vivienda:** ix) Tipo de unidad de vivienda. x) Fuente de agua para consumo. xi) Tipo de conexión sanitario. xii) Exclusividad del sanitario. xiii) Material de los pisos. xiv) Material de las paredes. xv) Eliminación de basuras. xvi) Tipo de combustible para cocinar. xvii) Hacinamiento. **Vulnerabilidad individual:** xviii) Número de personas en el hogar. xix) Tipo de jefatura. xx) Dependencia demográfica. xxi) Tenencia de activos. **Vulnerabilidad contextual:** xxii) Tasa municipal de mortalidad infantil. xxiii) Tasa municipal de homicidios. xxiv) Tasa municipal de cobertura neta en educación. xxv) Tasa municipal de usos de servicios de salud general dada una necesidad.

El DNP (2016) pone en tela de juicio las ponderaciones de los componentes en el índice final. No considera conveniente que el 60% del índice estaba centrado en las variables de dos categorías.

²¹ “... que el índice Sisbén III no incluya medidas de ingreso de los hogares implica que la medición ha perdido eficiencia y pertinencia frente a los requerimientos actuales de política social. Los programas sociales no logran identificar con el Sisbén III a su población objetivo, definida por carencia de recursos, y pueden estar incurriendo en errores en la selección de beneficiarios. Esto conduce a que la política social pierda efectividad y no se logre una buena focalización del gasto social, entendiendo esta última como la identificación de los hogares que enfrentan mayores riesgos socioeconómicos de ser pobres (vulnerables)” (DNP 2016, p. 20).

Figura 11

Colombia (2011-2015)
 Errores de inclusión y exclusión del Sisbén III comparado con la incidencia de la pobreza monetaria (LP) y multidimensional (IPM)



Fuente: DNP (2016, p. 19)

Tal y como se observa en la figura 11, los errores de inclusión y exclusión son relevantes, y han aumentado a lo largo del tiempo. Tomando como referencia la pobreza multidimensional, en el 2015 los errores de inclusión llegaron al 64,8% y los de exclusión al 17,1%. Y por el lado de la pobreza monetaria, los porcentajes respectivos fueron 49,9% y 28,5%.

Otra de las dificultades que presenta el Sisbén III tiene que ver con las diferencias regionales. Frente a un mismo puntaje de Sisbén, la línea de pobreza varía en función de las características regionales. Para corregir este problema, el Sisbén diferencia tres modelos de cálculo de acuerdo con las características del territorio. Uno para las 14 principales ciudades del país, otro para las zonas urbanas y otro para las áreas rurales.

La deficiente calidad de la información que registra el Sisbén ha sido identificada por el DNP, al detectar un número cada vez más elevado de datos desactualizados o manipulados. Se observan fallas en la recolección de la información y en los controles de calidad. Hay problemas con las normas e incentivos para la actualizar la infor-

mación. Además se observan limitaciones en procedimientos técnicos y administrativos²². Las oficinas municipales no responden de manera ágil a las demandas de los ciudadanos que se sienten mal clasificados.

El gobierno aspira que con el Sisbén IV se corrijan estas limitaciones. Desde su perspectiva, uno de los principales problemas del Sisbén III es que en tanto medida del estándar de vida (Cortés, Gamboa y González 1999), no incluye de manera directa el ingreso²³.

De todas maneras, permanecen los problemas administrativos, que son complejos y que, sin duda, tienen mucho que ver con la asimetría en las tendencias intertemporales de las mediciones.

Existe una tensión entre mayor gasto y eficiencia. El gobierno nacional ha pretendido conciliar *austeridad* con *mayor gasto social*. Estos dos objetivos pueden ser incompatibles²⁴.

Las figuras 10 y 11 son interesantes porque muestran que si el Sisbén III no refleja bien la dinámica que ha tenido la pobreza, no se le puede pedir a la nueva estratificación que resuelva todos los problemas de inclusión y exclusión. Y mucho menos, que sea compatible con la lógica de cada una de las mediciones de bienestar, calidad de vida, pobreza, etc. Para evaluar la bondad de la nueva estratificación es funda-

²² Pese a las dificultades, son significativos los avances que se han logrado en el manejo de registros administrativos. El DNP ha venido realizando cruces de información de la base de datos del Sisbén, con registros como el Fondo de Solidaridad y Garantía del Sistema General de Seguridad en Salud y la Unidad de Gestión Pensional y Parafiscales del Ministerio de Hacienda. Y como resultado de este ejercicio se hicieron suspensiones por fallecimiento y por ingresos superiores.

²³ La metodología del Sisbén III, basada en *conjuntos borrosos* (Angulo, Flórez, Espinosa y Sánchez 2008) también se replantea en el diseño del Sisbén IV.

²⁴ En la “ley de inversión social”, se pone en evidencia este conflicto de intereses. En el art. 1 de la norma (República de Colombia 2021) se dice que la ley busca “... adoptar un conjunto de medidas de política fiscal que operan de forma articulada, en materia de gasto, austeridad y eficiencia del Estado, lucha contra la evasión, ingreso y sostenibilidad fiscal”. Además, pretende “fortalecer el gasto social”, “contribuir a la reactivación económica”, “proteger a la población más vulnerable contra el aumento de la pobreza”, “preservar el tejido empresarial”, “afianzar la credibilidad de las finanzas públicas”.

Es imposible cumplir con esta diversidad de objetivos. No se propone ningún mecanismo coherente que permite articular propósitos tan disímiles. Los instrumentos para conseguir cada una de estas metas son diferentes, y su secuencia causal es compleja. En ninguna parte de la ley se explica la manera de integrar propósitos tan heterogéneos.

Los objetivos tocan la dinámica macro, las condiciones de vida de los hogares, la sostenibilidad fiscal, la dinámica empresarial, la eficiencia, etc. No se explica de qué manera pueden ser convergentes.

mental escoger de manera adecuada el parámetro de referencia. De nuevo, los resultados sobre la “bondad” de la estratificación son muy distintos si la comparación se hace con la LP, la PM, el Sisbén III, o el Sisbén IV²⁵.

La más reciente actualización clasifica a la persona y a su hogar en categorías, identificando aquellas en condición de: i) Pobreza extrema: categoría A, con 5 subgrupos (A1, A2, A3, A4 y A5). El menor rango es A1. ii) Pobreza moderada: categoría B, con 7 subgrupos. iii) Vulnerabilidad: categoría C, 18 subgrupos. iv) No pobreza ni vulnerabilidad: categoría D, con 21 subgrupos.

El Sisbén IV tiene debilidades como instrumento de focalización.

Primero. No mide directamente el ingreso, sino que se estima a través de una regresión por cuantiles.

Por su misma naturaleza, el Sisbén tiene que ver con las condiciones socioeconómicas de los hogares. Las características del Sisbén IV fueron definidas en el CONPES 3877 (DNP 2016), buscando conciliar los criterios de estándar de vida, que habían prevalecido en los Sisbén I, II y III, con la presunción de ingreso.

Puesto que el ingreso de cada hogar no se tiene de manera directa, se calcula a través de la siguiente regresión cuantílica

$$\ln y_i = X_i \cdot \beta_\tau + \mu_{\tau i}$$

$$Q_\tau((W_i|X_i)) = X_i \cdot \beta_\tau$$

La variable dependiente corresponde al ingreso per cápita del hogar, expresado en escala logarítmica. Las variables independientes X_i incluyen factores demográficos, mercado laboral, vivienda, tenencia de activos y salud. $\mu_{\tau i}$ es un término de error que captura todos los otros factores que podrían afectar, de manera no sistemática, a esta relación. β_τ es el vector de parámetros que permite predecir el ingreso de largo plazo a partir de la información de la base de Sisbén. A partir de la estimación de los ingresos de los hogares, se genera un índice con rango de variación entre 0 y 100. El cálculo se realizó con la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) de 2015.

²⁵ La cobertura del Sisbén es significativa. Según la información disponible a marzo de 2020, en la ciudad de Bogotá había 2.496.235 personas encuestadas con Sisbén III y 2.692.405 con Sisbén IV.

La principal razón que tuvo el DNP para incluir en el Sisbén IV alguna noción de ingreso, fue la asimetría entre la evolución de la incidencia de la pobreza y el porcentaje la población con un puntaje Sisbén de 0,5²⁶.

Segundo. No es de carácter universal. No cubre a todos los hogares. Los de ingresos altos no suelen estar en la encuesta.

Tercero. Hay problemas administrativos. Aún si se resolvieran todas las dificultades relacionadas con la medición del ingreso y se avanzara hacia la universalización, permanecen los problemas administrativos. Los hogares tienen incentivos para distorsionar la información acentuando las manifestaciones de pobreza. Para un hogar es indiferente su ubicación en la línea de pobreza, pero sí es fundamental el puntaje Sisbén. La persona sabe muy bien cuáles son las implicaciones económicas que tiene salir del Sisbén, mientras que no conoce, ni le interesa saber, si es clasificada como pobre en la estadística. Para el hogar, la LP y la PM son asuntos que no le preocupan. En cambio, el puntaje Sisbén determina los subsidios que tocan directamente la calidad de su vida cotidiana. Y este sesgo hacia la permanencia en los puntajes bajos de Sisbén, lleva a que los hogares distorsionen la información.

Las dificultades administrativas de la aplicación del Sisbén continúan siendo relevantes²⁷. Y desde el punto de vista más general, existen obstáculos enormes para la interoperabilidad de los registros administrativos. Se hace necesario una interlocución entre los diversos sectores que participan en los procesos de focalización. Si los instrumentos mejoran, el gasto público puede ser más eficiente. En este ejercicio administrativo se deben tener presente variables como cobertura, montos, criterios y herramientas de focalización, que usan las entidades del Estado para llegar a los beneficiarios. Este es un grupo fundamental para poder lograr el mandato de redistribución que se requiere en el esquema de subsidios y contribuciones descritas en la ley 142 (República de Colombia 1994).

Cuarto. No hay información sobre los contribuyentes. El Sisbén centra la atención en quienes necesitan subsidios, y no considera de manera explícita a los hogares que contribuyen. Esta información es fundamental para establecer el balance neto impuestos/subsidios. Únicamente el 0,46% de los hogares encuestados en Sisbén IV pertenecen a los estratos 5 y 6. Y de este grupo el 11,6% no debería contribuir porque es pobre por IPM. El 99,5% de los hogares bogotanos en condición de pobreza multidimensional habitan predios clasificados entre los estratos 1-4.

²⁶ Sobre las limitaciones del Sisbén ver, además, Ortiz, Pérez, Dueñas, González, Eslava y Revollo (2020).

²⁷ En promedio, pueden pasar tres meses entre la solicitud de actualización de información en la oficina del municipio y la publicación del nuevo puntaje por el DNP a nivel nacional.

No obstante sus limitaciones, el Sisbén ha sido un poderoso instrumento de focalización. Uno de los primeros avances metodológicos del Sisbén IV²⁸ es que permite el cálculo del Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y, además, es posible establecer jerarquías que van desde la vivienda hasta las características socioeconómicas del hogar.

En Bogotá el Sisbén IV, con corte sep. 2021, encuestó a 1.120.246 hogares, que representan el 32% de los hogares del área urbana. Esta información corresponde a 3.023.623 registros. De los hogares entrevistados, el 91,2% recibe subsidios en los servicios públicos. El 15,86% está en situación de pobreza (incluyendo áreas rural y urbana de la ciudad).

Siguiendo la lógica de las figuras 1 y 2, la figura 14 presenta las estimaciones de los pesos de cada variable y dimensión del IPM. Este ejercicio tiene como base la información de las encuestas del Sisbén IV.

²⁸ Esta información se consigue puerta a puerta. Incluye a las personas que viven en zonas que se han identificado como pobres (asociadas a los estratos 1 y 2). Y también a quienes viven en otras áreas y solicitan, “por demanda”, que se les haga la encuesta Sisbén.

Las mayores privaciones se observan en el *bajo logro educativo* (38,99%) (cuadro 2), *trabajo informal* (37,74%), la *falta de acceso al sistema de salud* (21,7%), el *rezago escolar* (15,89%) y el *hacinamiento crítico* (13,22%).

Preocupan las carencias en los aspectos relacionados la formación de capital humano. Antes de la pandemia eran evidentes los avances que la ciudad había logrado.

El trabajo informal, aunque puede afectar la generación de ingresos estables, no necesariamente es un tema crítico. Depende del tipo de informalidad, y del acceso que tenga el hogar a la oferta de otros servicios públicos.

Las variables de hacinamiento pueden estar más cercanas a los componentes del VUI relacionados con las condiciones de la vivienda.

Basados en la metodología del Sisbén IV, se pueden ubicar los hogares de acuerdo con sus niveles de vulnerabilidad: pobreza extrema; pobreza moderada; vulnerabilidad; y no pobreza ni vulnerabilidad. Estos grupos se pueden relacionar con las medidas de pobreza multidimensional del cuadro 3.

Cuadro 2

Bogotá
Porcentaje de hogares privados por categoría del IPM

Dimensiones	Privaciones	Incidencia (%)
Condiciones educativas del hogar	Analfabetismo	4,65
	Bajo logro educativo	38,99
Condiciones de la niñez y la juventud	Trabajo infantil	0,19
	Inasistencia escolar	2,29
	Barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia	3,37
	Rezago escolar	15,81
Trabajo	Desempleo de larga duración	16,17
	Empleo informal	37,74
Salud	Barreras de acceso a servicios de salud dada una necesidad	5,86
	Sin aseguramiento en salud	21,70
Acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda	Pisos	0,71
	Paredes exteriores	0,78
	Acceso a fuente de agua mejorada	0,90
	Eliminación de excretas	1,18
	Hacinamiento crítico	13,22

Fuente: Cálculos propios a partir del Sisbén IV

Cuadro 3

Bogotá
Cuadrantes de pobreza
Grupos Sisbén IV, pobreza monetaria y multidimensional
Número de hogares e incidencia de la pobreza

	Pobre multidimensional	No pobre multidimensional
No pobre monetario	Grupos C y D 85.465 – 7,63%	Grupos C y D 715.864 – 63,89%
Pobre moderado monetario	Grupo B 70.843 – 6,32%	Grupo B 197.083 – 17,59%
Pobre extremo monetario	Grupo A 21.389 – 1,91%	Grupo A 29.803 – 2,66%

Fuente: Cálculos propios a partir del Sisbén IV

Los grupos Sisbén van desde los hogares de menor puntaje (A), hasta los de mayor puntaje (D). Las filas representan los diferentes niveles de pobreza monetaria, y las columnas la pobreza multidimensional.

El 63,89% de la población es considerada no pobre. Y este resultado es coherente con su ubicación en los grupos C y D del Sisbén. El 1,91% está en situación de pobreza extrema mo-

netaria y, además es pobre multidimensional. El 2,66% está en pobreza extrema monetaria, pero no lo es desde el punto de vista multidimensional. El 7,63% está en situación de pobreza multidimensional, pero no es pobre monetario.

El cuadro 3 muestra las potencialidades que tiene el Sisbén IV como instrumento para describir y caracterizar los hogares encuestados. En particular los vulnerables. El paso siguiente es entender cómo se relaciona estas características con la información catastral.

3.2. EL INDICADOR MULTIDIMENSIONAL DE FOCALIZACIÓN (IMF)

El Indicador Multidimensional de Focalización (IMF) ha sido propuesto por ONU Hábitat (2015 *a, b, c*; 2016 *a, b*; 2017 *a, b*). El punto de partida es el Índice de Capacidad de Pago Corriente (Icpc), estimado por Proes y Teknidata (2015)²⁹, mide el gasto de bienes de subsistencia, excluidos los alimentos³⁰.

La relación funcional del IMF es $IMF = f(EC, S, D, EN)$. El índice incluye las dimensiones económicas (EC), social (S), demográfica (D) y de entorno (EN). El IMF permite asignarle un valor individual a cada uno de los hogares en el intervalo (0,1).

El IMF se acerca a la capacidad de pago, y permite clasificar a los hogares como receptores de subsidios, o como contribuyentes. Se define como

²⁹ Ver, además, Perdomo, Gamboa, Perea, Rodríguez y Guzmán (2016).

³⁰ Este tema ha sido abordado por la Mees (2021).

$$IMF = \frac{I - GE}{N}$$

Las variables económicas tienen un papel protagónico en los estudios de pobreza y desigualdad. El ingreso disponible (I) es un medio importante para alcanzar estándares de vida más elevados: acceso a la educación de mejor calidad, mejores servicios de salud y vivienda adecuada. ONU Hábitat considera el ingreso disponible de manera explícita en el IMF.

La dimensión social del hogar se analiza a través de variables asociadas a las condiciones de salud y educación. Se puede afirmar que la buena salud es un fin en sí mismo. Y, además, incide en un adecuado acceso a la educación y al mercado laboral. En el IMF, *GE* “es el conjunto de gastos específicos que merecen ser considerados como aquellos imprescindibles para una familia y que debe afrontar con los ingresos disponibles” (ONU Hábitat 2017 *a*, p. 6)³¹.

N es el número de los miembros de la familia. En la estimación del IMF se reconoce que cada persona en el hogar tiene estructuras de consumo distintas. Por esta razón, *N* no es la suma aritmética. Incluye una escala de equivalencia, que depende de las “economías de escala” que se presentan al interior de la organización familiar. Por ejemplo, el consumo de alimentos de un niño no es igual al de un adulto (mediciones de consumo-equivalente)³².

La dimensión de entorno está integrada por variables relacionadas con los equipamientos y bienes públicos alrededor de las viviendas. Tal y como se desprenden de los resultados del IMF, las marcadas diferencias en los ambientes físicos a los que puede acceder una familia, inciden en el bienestar de los hogares y la calidad de vida de sus integrantes.

Para la generalización del IMF se tiene que avanzar en tres direcciones. i) Determinar una tipología de municipios de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas. Este ordenamiento se realiza mediante componentes principales. ii) Construir un Indicador Sintético de Bienestar (ISB), utilizando Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM), que permite definir las fronteras entre aportantes y beneficiarios.

³¹ Los gastos específicos (GE) incluyen: “i) alquiler, ii) atención médica primaria, iii) asistencia de los miembros que están en condiciones de discapacidad, iv) crianza de los niños pequeños, en el caso que los genitores (o el único progenitor) trabajen, v) obligaciones legales con personas que no pertenecen a la unidad familiar (subsídios al ex cónyuge, costo de mantenimiento de los hijos, etc.), vi) obras de rehabilitación relacionadas con el saneamiento de la vivienda” (ONU Hábitat 2017 *a*, p. 7).

³² En el caso colombiano, la diferencia en el consumo de los miembros del hogar ha sido analizada por Muñoz (2004).

iii) Calcular el IMF aplicando un modelo de regresión β para cada tipología de municipio. El objetivo de dicha regresión es relacionar el ISB con el conjunto de variables de las cuatro dimensiones. El resultado de esta regresión es el punto de partida para la estimación del IMF.

No obstante la preferencia de ONU Hábitat por el IMF, reconoce que la información catastral es fundamental³³, y destaca la complementariedad que existe entre la caracterización de la vivienda y del hogar. Para ONU Hábitat el VUI es una buena aproximación a esta relación entre vivienda y hogar³⁴. Al reconocer la importancia del estrato, ONU Hábitat (2017 *b*, p. 26) es realista. Y afirma que en las condiciones actuales “... los archivos administrativos están muy lejos de contener toda la información necesaria para los cálculos del IMF”. Para superar estas limitaciones habría que buscar mecanismos como la declaración de renta universal y el empadronamiento³⁵.

En su formulación teórica, el IMF incluye 27 variables agrupadas en las 4 dimensiones. Este modelo no se ha aplicado con todas las variables que requiere. No está disponible la información requerida. Algunos datos administrativos ya existen: registro civil, catastro, información del Pila/Ruaf, SUI, Snies/Simat, registro para la localización y caracterización de personas con discapacidad, registro de víctimas y del Registro Único Nacional de Tránsito (Runt). Estos datos tienen varias ventajas: se obtienen directamente de las personas, son rigurosos desde el punto de vista estadístico, su actualización es continua, y son una fuente oficial de información.

³³ “[El IMF] ... se constituye en una importante fuente de información que debe ser complementada, dado que por sí sola no resuelve el problema administrativo de clasificar cada hogar de una manera coherente con su realidad específica. Para lograr este resultado, es necesario un sistema más complejo, que se resume como sigue: i) Una atribución de primera instancia, realizada, precisamente, sobre la base de los valores catastrales. ii) Un procedimiento por el que, en todos los casos en los que los valores catastrales den lugar a la asignación a un grupo superior al que resulta de los cálculos del IMF, las familias interesadas pueden solicitar una nueva asignación, al tiempo que se proporciona la información necesaria para el cálculo” (ONU Hábitat 2017 *a*, p. 9).

³⁴ “Como resultado de los avances realizados en las últimas décadas, especialmente en Bogotá, los datos catastrales tienen un alto nivel de fiabilidad (actualización, la cobertura, la adhesión a los valores de mercado, etc.) y la solidez metodológica; y un alto grado de correlación con la capacidad económica de las familias. En particular, se puede suponer que el Valor Unitario Integral del avalúo catastral (VUI) y el puntaje de la construcción logran explicar las características socioeconómicas de los hogares en alrededor de un 74%” (ONU Hábitat 2017 *a*, pp. 8-9).

³⁵ “... el punto focal del diseño del sistema completo es la introducción de un concepto básico en la cultura administrativa: el dato sobre la residencia del ciudadano. Este concepto permite dar valor y capacidad operativa a la planificación territorial municipal, motor del desarrollo económico y social, al integrar los datos esenciales de cada ciudadano y ciudadana con el dato esencial de su ubicación en un determinado territorio. Lo cual permite a cada ente controlar los eventos relacionados con sus residentes e integrarse en el sistema de circularidad” (ONU Hábitat 2017 *b*, p. 26).

Se propone la creación de un sistema interoperable que se alimente de los registros administrativos. La instancia que lo administre debe tener acceso a los sistemas de información de las entidades generadoras de los registros. Este procedimiento requiere una gobernanza del sistema y el desarrollo de una estrategia institucional de implementación. La entidad que puede desempeñar el papel articulador es el DNP, dada su experiencia como administrador del Sisbén.

Este tipo de metodología, que mira desde los hogares hacia la vivienda, es una propuesta teórica atractiva, pero todavía no se puede implementar por falta de información o por dificultades institucionales.

La aplicación del IMF es muy exigente (Mees 2021), ya que requiere: i) Superar “la falta de concordancia que se presenta entre los contratos de suministro y la titularidad del consumo real” (ONU Hábitat 2017 *b*, p. 72)³⁶. ii) Definir los nuevos beneficiarios y el factor máximo de subsidio. iii) Precisar los sujetos pasivos de la contribución y el factor de contribución. iv) Redefinir las competencias de las entidades en términos del cálculo. v) Diseñar la forma de aplicación y el proceso de actualización del IMF y de la atención de reclamos. vi) Autorizar el tratamiento de información pública clasificada o reservada para la construcción del IMF. vii) Determinar el procedimiento de atención de los reclamos. viii) Adoptar el IMF como instrumento de focalización y los procesos para su actualización. Las variables que lo conforman también deben ser legitimadas. ix) Hacer una reforma legal para cambiar el instrumento de focalización actual. x) Desarrollar métodos de facturación flexibles, que tenga en cuenta las variaciones interanuales de la capacidad de pago de los hogares. En condiciones ideales, el IMF debería permitir que la factura de los SPD migre con el hogar y, entonces, la vivienda deja de ser relevante.

ONU Hábitat (2016 *a, b*) encontró que en Bogotá el porcentaje de hogares que reciben subsidios y que deberían contribuir (error de *inclusión*) son: 4% de los de estrato 1 (8.733 hogares); 11,7% de los de estrato 2 (115.994) y el 28,9% de los de estrato tres (365.061). Y en cuanto a los errores de *exclusión*, el 1,9% de hogares clasificados en estrato 5 (911), y el 3% en estrato 6 (794), deberían recibir algún subsidio. En resumen, el error de inclusión era del 20,1% y el de exclusión menos del 1%.

3.3. EL VUI COMO INSTRUMENTO DE FOCALIZACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL IPM

3.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL VUI

³⁶ La factura de los servicios públicos llega a nombre de algunos de los propietarios que ha tenido el inmueble. Y normalmente esta persona tiene muy poco que ver con quien usa y paga el servicio.

El VUI tiene la virtud de hacer énfasis en la vivienda, pero observa las características del hogar.

El VUI llega a cada predio, a diferencia de la estratificación convencional que tiene como unidad de análisis la manzana. El VUI también permite comparar los predios de propiedad horizontal (PH) y los de no propiedad horizontal (NPH). Se da un paso significativo al avanzar de la manzana hacia el predio. El punto de referencia sigue siendo la vivienda, pero la información a nivel de predio crea un puente que facilita la aproximación a las condiciones de vida del hogar. Es evidente que al interior de una misma manzana las viviendas son muy diferentes. El salto de la manzana al predio es sustantivo, ya que permite acercar de una mejor manera el estrato de la vivienda a las variables constitutivas del bienestar de los hogares.

Aunque el modelo de estratificación construido a partir del VUI le da mucha relevancia a la información catastral³⁷, presenta alta correlación con las características socioeconómica de los hogares. El modelo se construye utilizando los avalúos predio por predio y, además, incluye un conjunto de variables relacionadas con las distancias y el entorno (cuadro 1). Los resultados de la regresión se extrapolan a todo el conjunto de predios urbanos residenciales de la ciudad, para posteriormente clasificarlos en 6 grupos (con el método de Dalenius-Hodges) que conforman los estratos. Se trata de minimizar la varianza intra-grupo, y de maximizar la varianza inter-grupo.

Los procedimientos metodológicos han estado guiados por dos criterios. Primero, la unidad de análisis para determinar el estrato es la vivienda. Y, segundo, la información disponible sobre las características de la vivienda se puede organizar de tal manera que permita ir avanzando en forma progresiva hacia la captura de las características socioeconómicas de los hogares. La estratificación basada en el VUI reduce la tensión entre los polos vivienda/hogar.

El VUI resume las características físicas y del entorno de un inmueble en términos de su valoración por unidad de área ($\$/m^2$).

En la metodología propuesta la variable central es el Valor Unitario Integral (VUI). De nuevo, es un indicador a nivel de predio, y no de manzana como la estratificación actual. Gracias a esta individualización, el VUI ofrece elementos que lo aproximan más a las condiciones del hogar.

³⁷ Sobre las características del catastro, ver Igac (2008).

$$VUI_{PH} = \frac{V}{A}$$

V es el avalúo, PH es la propiedad horizontal, y A el área en m^2 .

$$VUI_{NPH} = VT + VPC$$

VT es el valor del m^2 de terreno, NPH representas los predios que no están en propiedad horizontal, y VPC es el valor ponderado del m^2 de construcción. A su vez,

$$VPC = \frac{\sum_{i=1}^p VC_i * A_i}{\sum_{i=1}^p A_i}$$

siendo VC_i el valor por m^2 de la construcción i , A_i es el área de i , p es el número de construcciones residenciales dentro del predio. Por tanto,

$$VUI_{NPH} = VT + \left[\frac{\sum_{i=1}^p VC_i * A_i}{\sum_{i=1}^p A_i} \right]$$

Para obtener el valor del VUI para todos los predios sujetos a estratificación se construyó un modelo econométrico, en el que las variables explicativas corresponden a características físicas y del entorno de los predios.

En la formulación teórica se utilizaron los Modelos Lineales Generalizados (MLG), en los que el VUI es la variable respuesta. Entre los modelos analizados se recomienda el γ (gamma), con función de enlace logaritmo natural. En los ejercicios estadísticos no se encontró diferencia significativa en la explicación del VUI entre las variables características de la PH y de la NPH. Finalmente se obtuvo un modelo parsimonioso³⁸.

La Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (Uaecd) utiliza procedimientos estadísticos basados en MLG. El método permite hacer buenas predicciones del valor catastral a partir de la información sobre algunas características propias del

³⁸ Los parámetros se estimaron utilizando el procedimiento de máxima verosimilitud. Se evaluó mediante procedimientos de bondad de ajuste, el nivel de discrepancia entre los datos observados y los datos ajustados. Se construyeron bandas de confianza tanto para los residuales como para las variables. Mediante análisis de residuales se determinó si había presencia de puntos influyentes y anómalos (*outliers*). Gracias al análisis de desvíos (*deviance*) se determinó el modelo final, que garantiza la menor discrepancia entre los valores ajustados y los observados. Además, se tuvieron en cuenta otras estadísticas que permiten evaluar la calidad de ajuste del modelo. Se destacan los criterios de información de Akaike (1974) y Schwarz (1978), conocido como *bayesian information criterion* (BIC).

predio como: ubicación (medido en coordenadas geográficas), distancia a puntos estratégicos (parques, colegios, CAI, universidades, rellenos sanitarios, estaciones de Transmilenio...), condiciones físicas (edad de la construcción, área, materiales predominantes en cocina, techos, baños...), y el estrato socioeconómico.

Cuadro 4

Puntos muestra que se utiliza la Uaecd para estimar el valor catastral

Modelo estadístico	Descripción residencial	No. puntos muestra
MO1	Residencial PH estratos bajos (1-2-3)	270
MO2	Residencial PH estratos altos (4-5-6)	215
MO6	Bifamiliares	1.188

Fuente: Uaecd

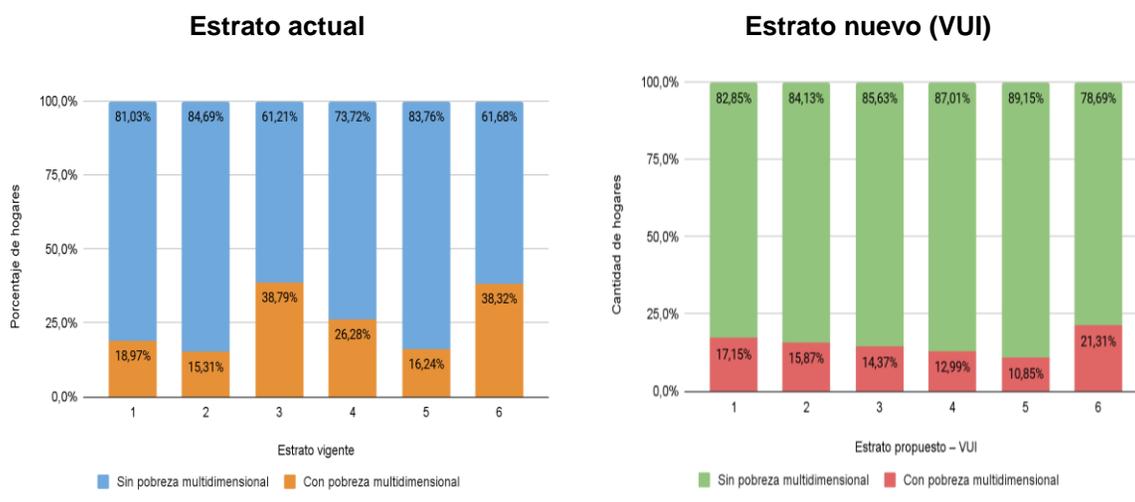
Para realizar la estimación del valor catastral, la Uaecd parte de una muestra aleatoria de predios, que sea representativa. Se ajustan 3 modelos (cuadro 4), y para cada uno se define un número de puntos de muestra. En el cálculo se usaron alrededor de 180 variables predictoras.

3.3.2. EL VUI Y EL IPM

La figura 12 muestra el porcentaje de hogares pobre y no pobre de acuerdo con el IPM calculado con la encuesta del Sisbén IV. Algunos hogares, muy pocos, están en estratos 5 y 6. Cuando se considera la estratificación actual no se observa un gradiente claro de reducción de la incidencia de la pobreza a medida que aumenta el estrato. La situación cambia cuando se compara el IPM con la nueva estratificación (VUI). Ahora sí se observa un gradiente, en el que la incidencia de la pobreza va disminuyendo con el estrato, salvo en el 6.

Figura 12

Bogotá
Relación entre el estrato - actual y nuevo (VUI) - con la pobreza por IPM (%)

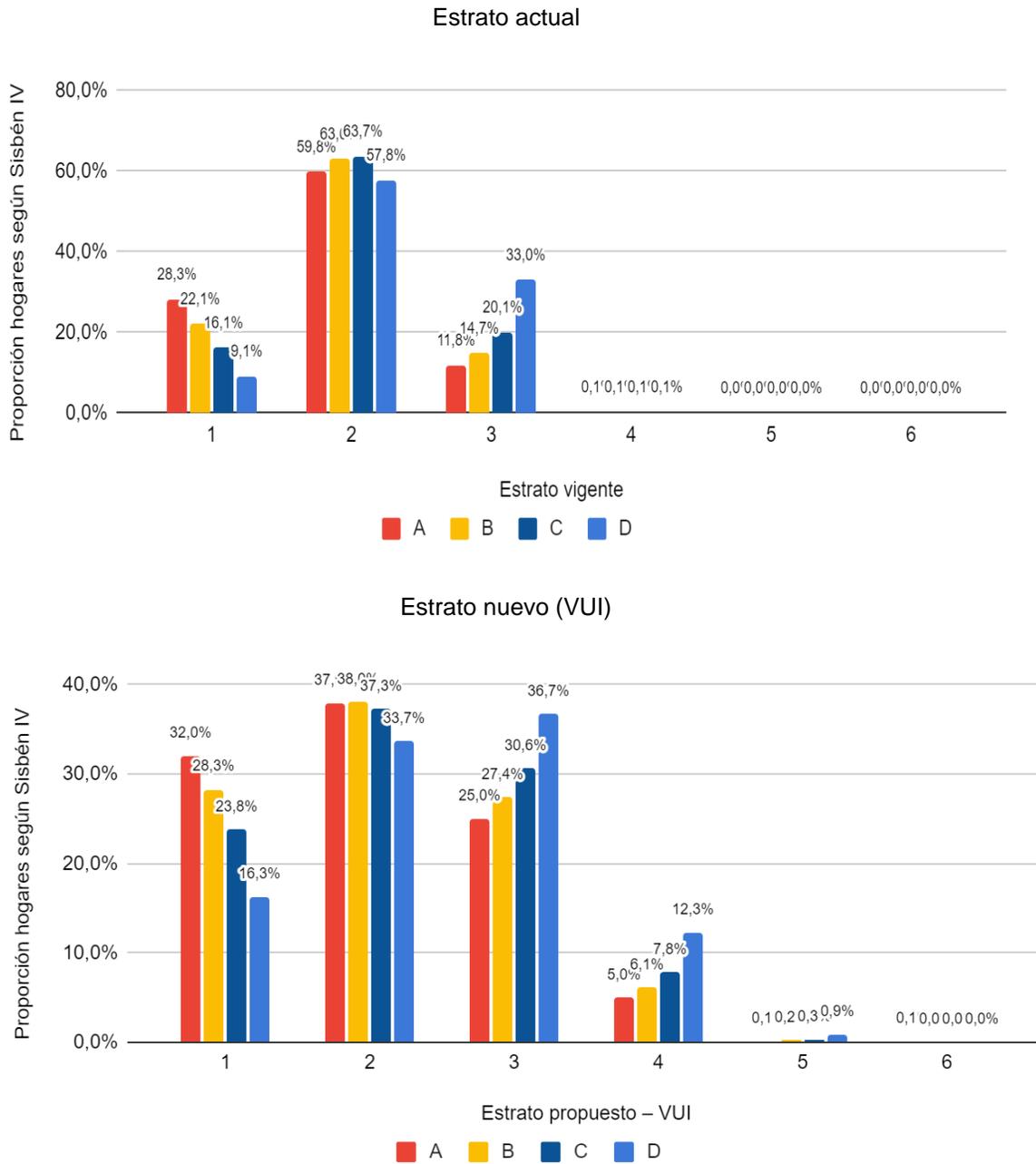


Fuente: Cálculos propios

La figura 13 muestra la distribución porcentual de las categorías del Sisbén IV, con la antigua y la nueva estratificación. Otra vez, dada la falta de cobertura universal del Sisbén IV, no hay información para los estratos 5 y 6. El estrato vigente no presenta un gradiente claro en el estrato 2, aunque sí lo hace en los estratos 1 y 3. Claramente, la secuencia mejora con el nuevo estrato. Los cambios con el VUI son significativos. Los histogramas anteriores han mostrado un gradiente más adecuado de la metodología VUI comparada con la estratificación actual.

Figura 13

Bogotá
Distribución porcentual de los grupos Sisbén IV en cada estrato
Comparación del estrato vigente y el nuevo (VUI)



Fuente: Cálculos propios

Los mapas 2 , 3 y 4 presentan la distribución de los hogares en condición o no de pobreza multidimensional, y si se encuentra en estratos VUI subsidiado o no subsidiados. Se observa que la metodología VUI lleva a que los hogares pobres están habitando viviendas que se clasifican en los 3 primeros estratos, así que el VUI permite una adecuada focalización desde la vivienda y, al mismo tiempo, características del hogar. Los mapas corroboran que los grupos más vulnerables se distribuyen en las zonas donde deben existir viviendas que reciben subsidios. Desde diferentes ángulos, los mapas muestran que existe una buena relación entre el IPM y la nueva estratificación. Algunas de las conclusiones son:

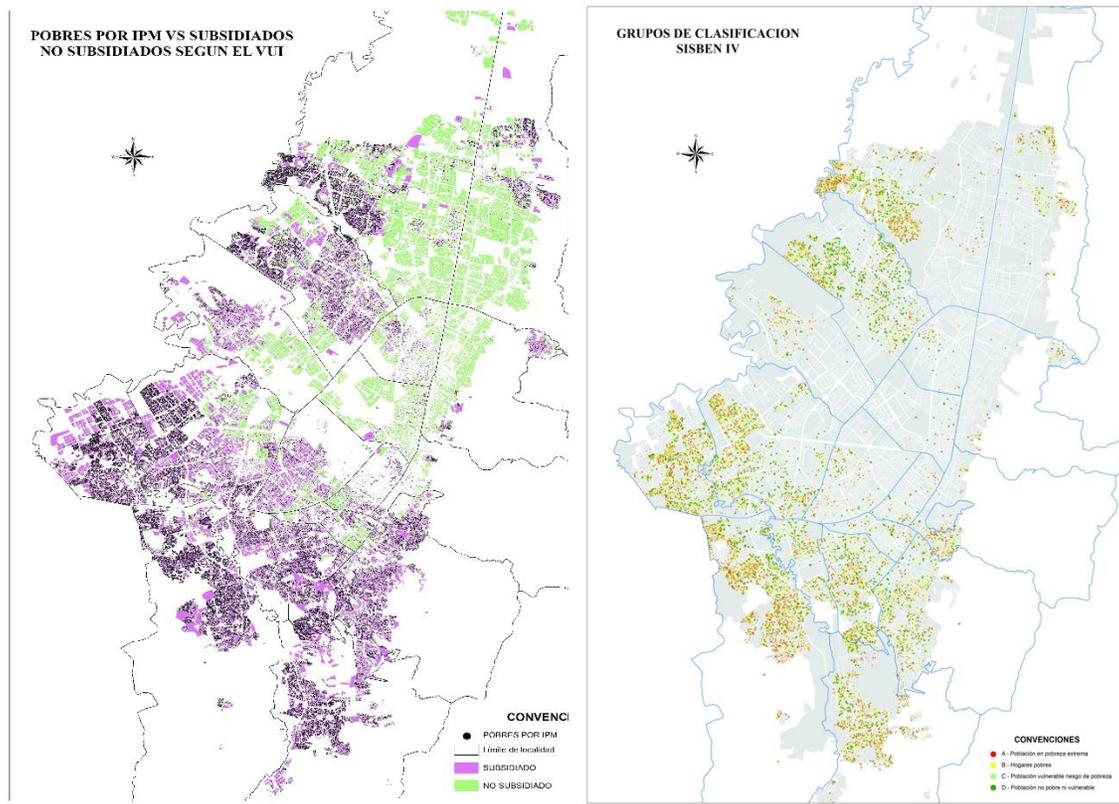
Mapa 2

Bogotá

Relación entre el IPM y los hogares subsidiados y no subsidiados (VUI) - Categorías Sisbén IV

Pobres por IPM, y su relación con los subsidiados y no subsidiados según el VUI

Grupos según categorías del Sisbén IV



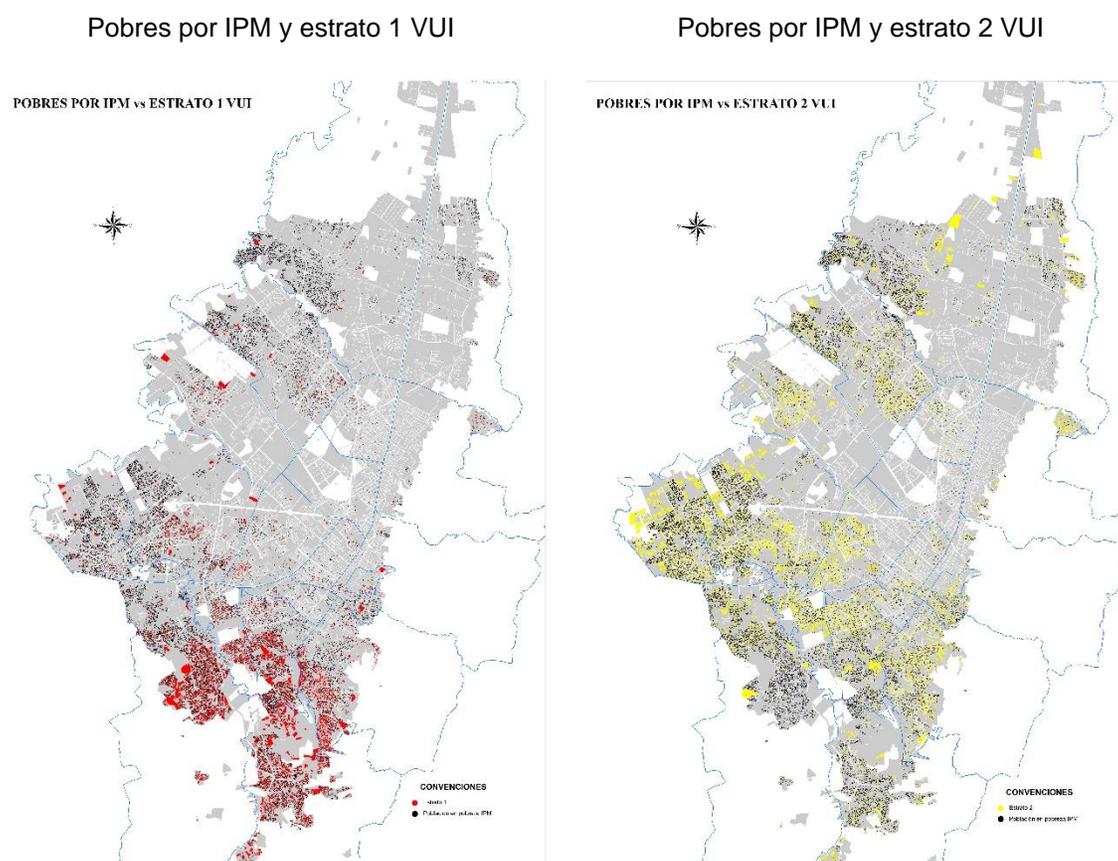
i) Los hogares pobres están habitando viviendas que se clasifican en los 3 primeros estratos VUI. Esta constatación muestra la pertinencia del VUI como instrumento para clasificar viviendas sin perder la perspectiva del hogar.

ii) Los grupos más vulnerables se distribuyen en las zonas donde deben existir las viviendas que reciben subsidios.

iii) En el mapa 3 se presenta la relación entre los hogares que están en condición de pobreza con los estratos 1 y 2. De nuevo, se llega a la conclusión que el VUI focaliza bien a las viviendas con hogares de bajos ingresos.

Mapa 3

Bogotá
Relación entre el IPM y los estratos 1 y 2 VUI

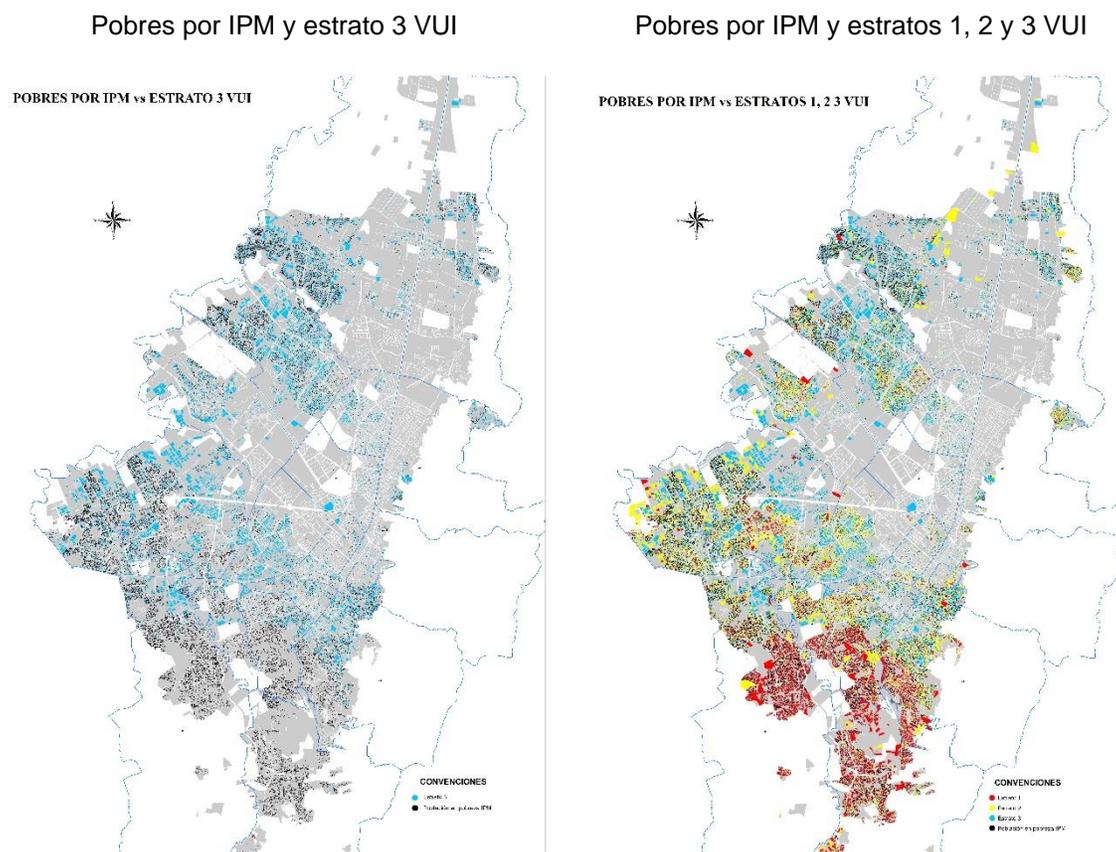


iv) La conclusión anterior se refuerza con el mapa 4. Los hogares en condición de pobreza multidimensional según la encuesta Sisbén pueden ser identificados en mayor medida por el estrato 1 del VUI, después, de manera adecuada por el estrato 2 y,

finalmente, con una correspondencia menor por el estrato 3. Los resultados ponen en evidencia la pertinencia de la clasificación que se deriva metodología VUI. El gradiente que resulta corresponde con lo esperado.

Mapa 4

Bogotá
Relación entre el IPM y los estratos 3 y 1, 2, y 3 VUI

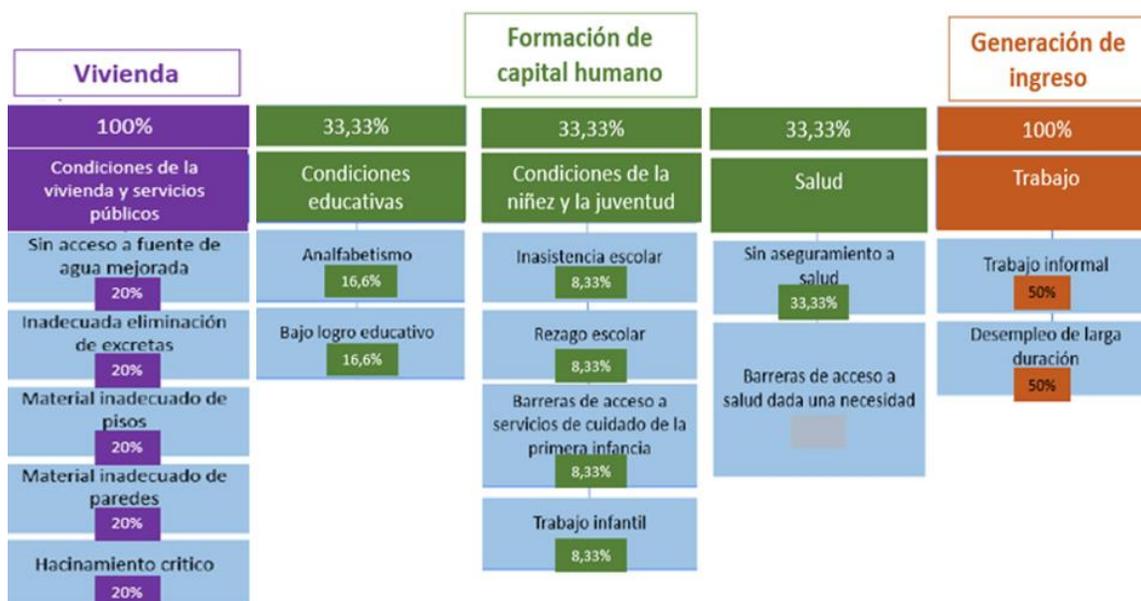


Fuente: Elaboración propia

v) Estas relaciones entre el IPM medido a través de la encuesta Sisbén IV y la estratificación VUI muestran que con la información catastral captada a través del VUI, se puede tener un acercamiento razonable a las condiciones de vulnerabilidad del hogar.

Figura 14

Bogotá
Agrupación de las variables del IPM en tres dimensiones: vivienda, capital humano e ingresos
Estimaciones a partir del Sisbén IV



Fuente: Elaboración propia, teniendo como referencia las variables que componen el Sisbén IV.

Se han clasificado las variables contenidas en la medición del IPM en tres grupos: i) infraestructura y hábitat del hogar, o dimensión de vivienda, ii) formación de capital humano, iii) capacidad de generar ingreso por parte de los miembros del hogar.

En la figura 15 se presenta la incidencia por grupo de variables. Es claro que el componente de vivienda está mejor relacionado con la estratificación VUI. Le siguen la formación de capital humano y, finalmente, y en menor medida, la generación de ingresos.

Figura 15

Bogotá
Incidencia por grupo de componentes del IPM, teniendo como referencia el VUI

Componente de vivienda			Componente de capital humano			Componente de generación de ingreso		
Estrato Vui	No	Si	Estrato Vui	No	Si	Estrato Vui	No	Si
1	98,7	1,3	1	85,0	15,0	1	59,5	40,6
2	99,5	0,5	2	87,5	12,6	2	58,7	41,3
3	99,6	0,4	3	89,7	10,3	3	59,1	40,9
4	99,7	0,3	4	91,9	8,1	4	58,7	41,3
5	99,8	0,2	5	94,7	5,3	5	59,8	40,2
6	92,1	7,9	6	85,2	14,8	6	49,1	50,9

“No” es *no privación*, “Si” es *privación*

Fuente: Cálculos propios a partir del Sisbén IV

La secuencia es clara en todos los estratos, con excepción del 6. Y esta asimetría se explica por la poca cobertura que tiene el Sisbén IV en este estrato. Los hogares de mayor ingreso no realizan la encuesta Sisbén. Así que en estos casos, no hay información suficiente.

La figura 15 muestra que el VUI discrimina mejor si está más cerca de la vivienda y esta capacidad de diferenciación va disminuyendo a medida que se acerca al ingreso hogar. No obstante, como se ha argumentado antes, el VUI refleja razonablemente bien las características socioeconómicas de los hogares.

El VUI también identifica bien las necesidades asociadas a la formación de capital humano, como el acceso a servicios de salud y educación. Esta adecuada relación entre el VUI y las características del hogar, medidas por la formación de capital humano, es un avance sustancial en la metodología de focalización. Se está mostrando que se puede utilizar la información catastral para construir una estratificación repotenciada, que focaliza la vivienda sin dejar de lado las características del hogar.

Finalmente, es menos directa la capacidad del VUI de reflejar el ingreso de los hogares. Mientras que el VUI se acerca a una noción de *riqueza*, o de *ingreso permanente* (Hicks 1939 *a, b*), el ingreso que se estima en el Sisbén IV es un *ingreso corriente*. Esta diferencia es otro factor que ayuda a explicar el cambio en la secuencia del análisis. El ingreso corriente cambia constantemente, mientras que los datos catastrales son más estables.

Finalmente, los cuadros 5, 6 y 7 ayudan a entender mejor los avances metodológicos que se logran con la estratificación VUI versus la actual. En los cuadros se agrupan los hogares siguiendo las categorías del Sisbén IV, y diferenciando las privaciones en cada una de las tres dimensiones: vivienda, capital humano e ingreso.

Cuadro 5

Bogotá
Porcentaje de hogares que transitan del estrato 1 vigente al estrato 2 VUI. Agrupaciones de Sisbén IV.

Hogar privado en componente			Grupo Sisbén IV				Total
Vivienda	Formación de capital humano	Generación de ingresos	A	B	C	D	
No	No	No	2,6%	24,4%	53,1%	20,0%	100%
No	No	Si	10,8%	35,8%	45,1%	8,3%	100%
No	Si	No	7,0%	39,0%	51,2%	2,9%	100%
No	Si	Si	12,9%	41,3%	42,6%	3,3%	100%
Si	No	No	14,1%	37,4%	38,5%	10,0%	100%
Si	No	Si	35,2%	41,2%	21,8%	1,8%	100%
Si	Si	No	25,9%	50,0%	24,1%	0,0%	100%
Si	Si	Si	49,6%	27,8%	21,7%	0,9%	100%
Total			6,6%	30,3%	49,3%	13,8%	100%

Fuente: Cálculos propios

(grupo B) y un 6,6% en pobreza extrema (grupo A)³⁹.

En el cuadro 6 se presentan los hogares que transitan del estrato 2 al 3. Son 187.401 hogares. El 73,7% (50,1%+23,6%) pertenece a los grupos C y D. El 22,5% son pobres (grupo B), y el 3,8% están en pobreza extrema (grupo A).

Se observa, nuevamente, que el VUI permite una mejor

El cuadro 5 muestra los hogares que transitan del estrato 1 al 2 (por combinación de factores). Son 53.592 hogares. El 63,1% (49,3%+13,8%) están en los grupos C (vulnerables) y D (no pobres ni vulnerables). Un 30,3% de los hogares que cambian de estrato se encuentran en condiciones de pobreza

Cuadro 6

Bogotá
Porcentaje de hogares que transitan del estrato 2 vigente al estrato 3 VUI. Agrupaciones de Sisbén IV.

Hogar privado en componente			Grupo Sisbén IV				Total
Vivienda	Formación de capital humano	Generación de ingresos	A	B	C	D	
No	No	No	1,2%	16,7%	50,5%	31,7%	100%
No	No	Si	6,7%	27,8%	49,5%	16,1%	100%
No	Si	No	5,5%	37,9%	52,9%	3,7%	100%
No	Si	Si	9,4%	37,2%	49,8%	3,6%	100%
Si	No	No	8,2%	34,5%	45,1%	12,2%	100%
Si	No	Si	29,5%	44,8%	22,4%	3,3%	100%
Si	Si	No	21,9%	46,9%	31,3%	0,0%	100%
Si	Si	Si	33,7%	36,7%	28,6%	1,0%	100%
Total			3,8%	22,5%	50,1%	23,6%	100%

Fuente: Cálculos propios

³⁹ Esta transición no debe ser de un momento a otro, sino que se debe llevar a cabo de manera paulatina.

identificación de los hogares que deben transitar hacia estratos más altos.

Cuadro 7

Bogotá

Porcentaje de hogares que transitan de estratos subsidiados (1, 2, 3) vigentes a estratos VUI no subsidiados (4, 5, 6). Agrupaciones de Sisbén IV.

Hogar privado en componente			Grupo Sisbén IV				Total
Vivienda	Formación de capital humano	Generación de ingresos	A	B	C	D	
No	No	No	0,6%	11,4%	43,7%	44,3%	100%
No	No	Si	4,4%	21,5%	48,1%	26,0%	100%
No	Si	No	4,5%	35,1%	55,7%	4,8%	100%
No	Si	Si	7,4%	36,6%	51,8%	4,2%	100%
Si	No	No	8,2%	20,9%	55,5%	15,5%	100%
Si	No	Si	27,7%	38,5%	29,2%	4,6%	100%
Si	Si	No	45,5%	36,4%	18,2%	0,0%	100%
Si	Si	Si	24,2%	39,4%	36,4%	0,0%	100%
Total			2,5%	16,9%	45,9%	34,7%	100%

Fuente: Cálculos propios

están en los grupos C y D de Sisbén. Solamente el 2,5% está en condición de pobreza extrema y 16,9% en pobreza.

De nuevo, el VUI permite identificar a los hogares que deben transitar hacia estratos más altos, pero aún persisten algunos casos específicos que deben ser considerados en la transición.

3.4. LA PANDEMIA Y LOS NUEVOS RETOS PARA EL GASTO SOCIAL Y LAS FINANZAS PÚBLICAS

La pandemia del Covid-19 ha obligado a que las economías del mundo hayan tenido que enfrentar una gran recesión. El recorte de las interacciones entre individuos, con el fin de frenar la expansión del virus, ha tenido claros impactos económicos.

Diversas entidades internacionales como Cepal (2020, 2021 *a, b*), el Banco Mundial (World Bank 2020), Oxfam (2020, 2021, 2022), han mostrado el impacto que ha tenido la pandemia en la profundización de la desigualdad. Para responder a esta difícil situación se ha considerado urgente avanzar hacia una política de transferencias monetarias no condicionadas.

En Colombia se han dado pasos importantes en los programas de focalización como Familias en Acción (FA), Jóvenes en Acción (JA) y Colombia Mayor (CM), Ingreso

El cuadro 7 presenta el porcentaje de hogares que pasan de los estratos subsidiados (1, 2 y 3) vigentes, hacia los estratos VUI no subsidiados (4, 5 y 6). Son 78.658 hogares.

Los resultados muestran la pertinencia del nuevo estrato (VUI), ya que el 80,6% (45,9%+34,7%) de los hogares que dejarían de recibir subsidios

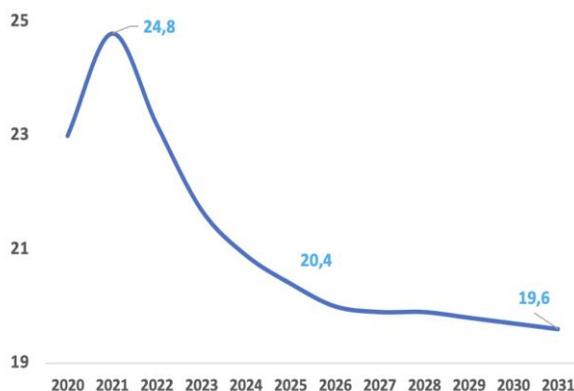
Solidario, compensación de IVA, Bogotá Solidaria. No obstante la bondad intrínseca de estas transferencias, no han sido suficientes para contrarrestar el deterioro de la pobreza y de la desigualdad.

Estas políticas han contribuido al fortalecimiento de la institucionalidad. Y los instrumentos técnicos que se han ido consolidando han permitido una mayor eficiencia en el gasto. Los registros administrativos (RA) han mejorado de forma significativa, aunque todavía se presentan errores de inclusión y exclusión⁴⁰. Al tener mejor información sobre la población beneficiada el gasto es más eficiente.

Los impactos fiscales de las transferencias monetarias pueden ser significativos. En Colombia el monto destinado a atender la pandemia ha sido muy modesto, alrededor del 3% del PIB. En Italia, Alemania y Japón ha estado alrededor del 30% (Ministerio de Hacienda 2021, p. 40).

Figura 16

Gasto del Gobierno Nacional Central, como porcentaje del PIB
Proyecciones 2021-2031



Fuente: Ministerio de Hacienda (2021 a, p. 248)

Aunque en Colombia el gasto público tuvo un leve aumento durante la pandemia, el gobierno espera que disminuya en el mediano plazo (figura 16). En el 2021 el gasto del Gobierno Nacional Central, como porcentaje del PIB, estuvo alrededor del 25%, y continuaría descendiendo hasta llegar a 19,6%.

Ello significa que en la perspectiva del gobierno, el gasto debe disminuir. Pero este objetivo puede ir en contra del aumento de la cobertura de los subsidios y de los gastos sociales.

De acuerdo con estas proyecciones, es difícil que en el futuro se mantengan las transferencias monetarias. En estos meses de

⁴⁰ Sobre los registros administrativos, ver DANE (2018) y decreto 1743 (Ministerio de Hacienda 2016). Los registros administrativos son una fuente primaria de información para la implementación de las acciones propias de cada entidad. El hecho de que dicha información sea captada periódicamente, sirve para crear indicadores que sustentan la toma de las decisiones y la planeación de sus programas.

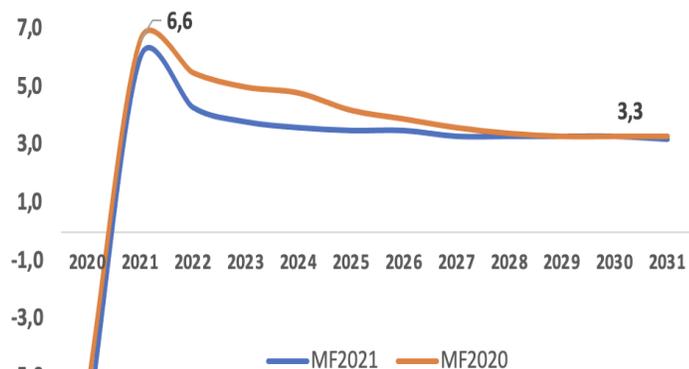
pandemia se ha mejorado de manera sustantiva la relación entre los registros administrativos y los censos⁴¹. Los programas de transferencias monetarias (TM) son muy importantes para lograr la equidad y contrarrestar el aumento de la pobreza. Si las transferencias son incondicionales⁴², los hogares tienen más margen para decidir el uso que les darán a los subsidios.

Según las estimaciones de los dos últimos marcos fiscales (Ministerio de Hacienda 2020 a, 2021 a), una vez que pase la pandemia, la economía volverá a la senda de equilibrio de mediano plazo. A pesar de que en el período transcurrido entre la publicación de los dos marcos fiscales, la situación económica se agravó porque la pandemia avanzó, el gobierno no modificó las proyecciones que tendría el crecimiento del PIB en los próximos 10 años (figura 17).

Después de la caída del 2020, se espera que la dinámica del producto se estabilice alrededor de un crecimiento del 3,3% anual. Desde la perspectiva de Hacienda, este nivel correspondería a la senda de equilibrio. La evolución del gasto público sería consecuente con este nivel de producto. Tal y como se insiste en el *Marco Fiscal*, estas proyecciones son suficientes para que el recaudo reduzca el déficit fiscal. Si el gasto del Gobierno baja al 19,6% (figura 16), la brecha fiscal se reduciría a -1,5% del PIB.

Figura 17

Estimaciones de la tasa de crecimiento (%) anual del PIB entre 2021 y 2031, según los marcos fiscales



Fuente: Ministerio de Hacienda (2020 a, 2021 a)

⁴¹ No obstante estos avances, de acuerdo con el DNP (2016), cerca del 40% del gasto de subsidios se dirige al 40% de la población con mayores ingresos, que no deberían recibir tales transferencias. Este porcentaje corresponde a *errores de inclusión*.

⁴² En el país ha habido una cierta preferencia por los subsidios condicionados. El criterio ha sido la búsqueda de incentivos que permitan mejorar los resultados del gasto. Se ha argumentado que la condicionalidad tiene impactos positivos en la eficiencia (Wiesner 1994). Recientemente, tanto a nivel nacional como internacional, ha ido adquiriendo relevancia la discusión sobre *renta básica*, que incorpora diversas modalidades de *ingresos no condicionados*.

Estas estimaciones son demasiado optimistas y, además, desconocen la relevancia del gasto público. Para la Comisión del Gasto y la Inversión Pública (2017) estos niveles de gasto son insuficientes⁴³. El liderazgo del Estado es necesario para modernizar la economía y mejorar la productividad (Mazzucato 2011). Desde esta perspectiva es bienvenido el gasto social.

En la actualidad Colombia cuenta con 4 programas de transferencias monetarias: i) Familias en Acción, ii) Jóvenes en Acción, iii) Protección Social al Adulto Mayor - Colombia Mayor, iv) Ingreso Solidario, que se creó para mitigar los efectos de la emergencia sanitaria por el Covid-19). A continuación se hacen algunas referencias al Ingreso Solidario.

Los alcances del programa Ingreso Solidario dependen del monto asignado (salario mínimo, línea de pobreza, línea de indigencia, etc.), del número de hogares cubiertos, y de la complementariedad con otros programas sociales.

El gobierno ha propuesto distribuir, en el 2021, montos por hogar (cuadro 8), pero no se definió el número de beneficiarios, así que no es posible determinar el costo total. Los montos que se distribuyen aumentan con el número de personas por hogar. Para los hogares que están por debajo de la línea de indigencia, los montos pasan de \$80.000 a \$366.101. Y para quienes están por debajo de la línea de pobreza, las variaciones van desde \$80.000 a \$252.142.

La diferencia según el nivel de pobreza es importante porque permite aplicar un principio *maximin* rawlsiano: se le da más a quien tiene menos.

De acuerdo con las estimaciones de Hacienda (2021 b), en el año 2019 cerca de 3,9 millones de hogares recibieron al menos un programa de transferencias monetarias (cuadro 9). Este número corresponde al 80% de los hogares que estaban en condición de pobreza. El 5,64% de los hogares que no son po-

Cuadro 8

Propuesta del gobierno
Monto mensual por hogar, dependiendo de si pobre o pobre extremo (indigencia) - Pesos corrientes del 2021

	Pers/hogar	Indigencia	Pobreza
1		80.000	80.000
2		122.034	84.047
3		183.050	128.071
4		244.067	168.095
5		305.084	210.118
6		366.101	252.142

Fuente: Ministerio de Hacienda (2021 b, p. 59)

⁴³ El Informe Bird-Wiesner (1982) considera que es posible reducir el gasto mejorando la eficiencia. La Comisión del Gasto y la Inversión Pública (2017) llega a una conclusión diferente. En su opinión, es necesario aumentar el gasto, pero este proceso se debe hacer de manera eficiente. No basta, entonces, con un buen manejo del gasto. Es necesario incrementar el gasto.

bres ni vulnerables, reciben subsidios. En términos absolutos, se trata de 250.736 hogares, que es un número importante. Estos datos muestran que todavía se presentan errores en la focalización⁴⁴.

Cuadro 9

Hogares que reciben al menos una transferencia (2019)

	Total hogares	Hogares al menos una trans.	Hogares ninguna transfer.	Benef.total
	1	2	1-2	2/1
Pobre extremo	1.304.988	729.720	575.268	55,92
Pobre moderado	3.373.933	1.495.901	1.878.032	44,34
Vulnerable	5.784.031	1.399.471	4.384.560	24,20
Ni pobre ni vulnerable	4.448.173	250.736	4.197.437	5,64
Total	14.911.125	3.875.828	11.035.297	25,99

Fuente: Ministerio de Hacienda (2021 b, p. 57)

El problema es más complejo cuando se examina el tema de una manera dinámica. La transferencia cambia las condiciones socioeconómicas del hogar, y lo ideal sería que la focalización también se fuera modificando en función de estas variaciones. Puesto que la información no está disponible en tiempo real, no es posible hacer esta actualización de manera continua. No existen mecanismos que permitan establecer el momento en el que los hogares mejoran su ingreso, bien sea como resultado de la transferencia o por otra razón. Sería muy bueno que los instrumentos se pudieran revisar de manera periódica. Se debe apuntar a diseñar mecanismos que permitan que la actualización sea cada vez más frecuente. Las actualizaciones no son regulares, así que los errores de inclusión y exclusión se mantienen durante períodos relativamente extensos.

Los programas de Transferencias Monetarias (TM) pueden lograr dos objetivos: reducir la pobreza y contribuir a la equidad. Si los subsidios se entregan con criterios de progresividad, es posible avanzar en ambos propósitos. La lucha contra la pobreza no se refleja, necesariamente, en una mejor distribución. Pero ambos propósitos si se pueden lograr cuando la distribución de los subsidios se realiza siguiendo un principio maximin que favorece más a quien tiene menos.

3.5. PROPUESTA PARA SUPERAR LOS PROBLEMAS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

La información es fundamental para cualificar los programas sociales. Se puede avanzar en diversos aspectos. Es importante consolidar la información existente pero, además, se deben abrir las puertas a la discusión sobre la declaración de renta universal y el empadronamiento.

⁴⁴ De acuerdo con Arteaga, Trujillo y Gómez (2019), durante el 2018, el 34% de los hogares beneficiarios del programa Familias en Acción, no eran pobres. Según el DNP para el conjunto de los programas, en el 2019, el error de inclusión pudo haber sido de 6,5%.

3.5.1. CONSOLIDAR LOS REGISTROS ADMINISTRATIVOS Y LA INFORMACIÓN DE LAS ENCUESTAS

i) Ampliación del espectro de categorías de información. A partir del CONPES 3877 (DNP 2016) se resalta la importancia de consolidar un sistema de información robusto y de calidad. Se espera mejorar la cobertura del Sisbén.

ii) Articulación de los sistemas de información de las entidades públicas. El decreto 812 (Ministerio de Hacienda 2020 *b*) crea el Registro Social de Hogares (RSH), que busca articular con el Sisbén la información socioeconómica que existe en los registros administrativos. Es necesario aunar esfuerzos institucionales que permitan disminuir los costos operacionales de las transferencias monetarias, y mejorar el seguimiento y monitoreo de las condiciones socioeconómicas de los hogares.

El sistema de información debe ser compartido. Sería ideal, por ejemplo, sincronizar los tiempos de captura, y la unificación del dato de entrada. El seguimiento en tiempo real todavía parece un objetivo lejano.

Hoy no existen datos consolidados de toda la población, así que no se puede hacer una jerarquización completa. Desde la óptica de la política pública sería conveniente integrar la información en un sistema único.

En América Latina se conjuga información de muy diverso tipo (características socioeconómicas de los hogares, mercado laboral, capacidad de pago, condiciones de la vivienda, líneas de pobreza...). Alguna proviene de registros administrativos, y otra de encuestas.

Para la Cepal (2020) los registros administrativos son fundamentales y soportan la primera fase de la política social, relacionada con los criterios de elegibilidad. En la medida en que el registro sea más completo se tendrá mejor información, no solamente sobre las características del hogar, sino también sobre las condiciones de la vivienda.

Si los registros se mantienen de forma regular pueden ser mejores que los censos porque su precisión es mayor y permiten tener información actualizada con rezagos de apenas 2 o 3 años. Los censos se suelen hacer cada 10 años. La frecuencia de la actualización de los registros administrativos mejora la eficiencia en la oferta de los servicios sociales.

La actualización de la información de los registros les permite a las entidades asegurar que quienes necesiten apoyo del Estado, puedan acceder a los beneficios que este

ofrece. La captación y actualización de la información administrativa también permite establecer el punto de salida de un ciudadano o un hogar como beneficiario de los programas del Estado⁴⁵.

Sería ideal que algunos registros administrativos tuvieran cobertura universal. Actualmente es difícil mejorar la cobertura porque no se han creado los instrumentos que permitan la interoperabilidad entre las entidades.

La calidad de las medidas *proxy* del ingreso depende de su diseño, de la forma de implementación y de la capacidad institucional que tengan las entidades del Estado para ir ajustando estos indicadores de manera dinámica, en función de la demografía, el territorio, etc.

iii) Estímulos y sanciones relacionadas con la actualización de la información. Debe haber sanciones efectivas a la manipulación de la información. Persisten los incentivos para disfrazar la verdad, y ello tiene incidencia en la determinación del ingreso. La falta de interoperabilidad entre los sistemas permite falsear y ocultar información. Estas prácticas son más evidentes cuando existen condiciones que favorecen la informalidad⁴⁶. El error en los datos afecta su poder para focalizar posibles beneficiarios.

La subsidiariedad del Estado lleva a que se le brinde a la ciudadanía los recursos a los que no podría acceder por la vía del mercado. El empleo es la forma más expedita para obtener el ingreso necesario para adquirir las titularidades de los bienes que cada hogar considera valiosos. Y, entonces, la prioridad de la política pública debería ser el aumento de la ocupación (Vickrey 1997).

Pero como el pleno empleo es difícil de conseguir, es indispensable recurrir a políticas compensatorias. Y la selección de beneficiarios tiene que realizarse mediante focalización. Por su misma naturaleza, la focalización es una alternativa diferente a la universalización. Pero, advierte la Cepal (2014), los programas de focalización siempre tienen más o menos dificultades, y los errores de inclusión y exclusión son inevitables.

⁴⁵ Gutiérrez (2019) considera que la *plantilla integrada de liquidación de aportes* (Pila), es un buen ejemplo de la posibilidad que tienen un registro administrativo de contribuir a una buena focalización. De manera específica, en el caso de la salud. El Pila permite conocer la capacidad de pago a partir de información real, y no de estimaciones. No obstante sus bondades, Gutiérrez muestra que el Pila no es suficiente, ya que de todas maneras persisten errores de inclusión y exclusión.

⁴⁶ La decisión de mantenerse en la informalidad pudiendo pasar a la formalidad, es el resultado de un balance costo/beneficio, en el que resulta preferible la informalidad. Ver: Bardey y Jaramillo (2011); Bardey, Jaramillo y Peña (2013, 2015); González (2020); Perry, Maloney, Arias, Fajnzulber, Mason, Saavedra y Chanduvi (2007).

3.5.2. HACIA EL EMPADRONAMIENTO Y LA DECLARACIÓN DE RENTA UNIVERSAL

La *declaración de renta universal* se debe considerar como un objetivo de mediano plazo en los países de América Latina. Todas las personas deberían ser declarantes, y a partir de allí, unas pagan impuestos y otras reciben subsidios. La declaración de renta universal cubre a toda la población, tiene como estándar el ingreso⁴⁷ y, además, si el declarante no oculta, ofrece información valiosa sobre la riqueza y el patrimonio⁴⁸.

Con información universal y estandarizada se pueden diseñar políticas de impuesto y de gasto que sean progresivas, y que respeten el *maximin* rawlsiano, visto desde los dos ángulos de la política fiscal. Por el lado de los tributos, pagan más quienes tienen más. Y por el lado del gasto, reciben más quienes tienen menos.

La declaración de renta universal puede considerarse como un indicador transparente y razonable para la asignación del gasto social, ya que el ingreso se convierte en un insumo fundamental para la selección de las personas beneficiarias.

⁴⁷ A pesar de los esfuerzos que se han realizado por encontrar medidas alternativas al ingreso, éste continúa siendo un patrón de referencia fundamental. Es interesante recordar las palabras de Bentham: “Pido a nuestros hombres de sentimiento y compasión, que me concedan una tregua, mientras por necesidad, y sólo por necesidad, hablo e incito a la humanidad a hablar un lenguaje mercenario. El termómetro es el instrumento para medir la temperatura del tiempo; el barómetro es el instrumento para medir la presión atmosférica. Los que no estén satisfechos con la exactitud de estos instrumentos deben buscar otros que sean más exactos, o despedirse de la Filosofía Natural. El dinero es el instrumento para estimar la cantidad de dolor o de placer. Los que no estén satisfechos con la exactitud de este instrumento deben buscar algún otro que sea más exacto, o decir adiós a la política y a la moral. Por consiguiente, que nadie se sorprenda o escandalice si me encuentra, en el curso de esta obra, valorizando todo en dinero. De este modo, únicamente, es como podemos obtener partes alícuotas para medir. Si no podemos decir, de un dolor o de un placer, que vale tal o cual cantidad de dinero, es en vano, con respecto a cantidad, decir algo acerca de él: no hay proporción ni desproporción entre Castigos y Crímenes” (Bentham 1786 [1965, pp. 189-190]).

⁴⁸ A pesar de sus ventajas intrínsecas, la declaración de renta es una información limitada. Apenas es una dimensión de las complejidades inherentes a la decisión humana. Por esta razón, en su crítica a Bentham, Rawls (1971) considera que la relación entre el ingreso y la felicidad es muy restrictiva. Esta aproximación es monista. Aceptando que el ingreso es muy limitado para expresar, de manera directa, nociones tan complejas como la libertad o la felicidad, sí es un excelente reflejo de la capacidad de pago de los hogares. Y, como tal, es un instrumento muy apropiado para jerarquizar opciones de la política pública. La naturaleza cardinal del ingreso permite realizar ordenamientos continuos. El corte se puede hacer en el punto que se juzgue conveniente de acuerdo con las características de cada programa.

El ingreso es una vía indirecta para lograr el bienestar, así que la riqueza no se expresa, necesariamente, en una mejor calidad de vida. Como se desprende de los diálogos socráticos, la *riqueza* es una condición *necesaria pero no suficiente*. Además de la riqueza es necesaria la *virtuosidad*⁴⁹.

La declaración de renta universal no es la solución óptima pero sí informa bastante bien sobre la capacidad de pago. No existe un indicador óptimo. Todos son alternativas más o menos subóptimas.

La conjunción de la declaración de renta con el *empadronamiento* permitiría una mejor focalización. El empadronamiento se entiende como el registro del lugar de residencia del ciudadano ante la autoridad local. Con esta información, las entidades oficiales, nacionales y municipales, podrían articular mejor sus programas y estrategias. La declaración de renta más el empadronamiento permiten articular las características socioeconómicas del hogar con las condiciones de la vivienda. No basta con el empadronamiento porque una persona con ingresos altos puede vivir en una casa modesta.

En algunos países de América Latina, como Brasil⁵⁰, Perú⁵¹ y Costa Rica se ha avanzado en el empadronamiento, pero de manera parcial. El proceso se suele hacer por demanda, así que no cubre a toda la población (Cepal 2011). En la Unión Europea el empadronamiento es obligatorio para los ciudadanos y residentes.

El empadronamiento puede tener diversos objetivos. Algunos de naturaleza político-administrativa. Y otros más directamente relacionados con el bienestar y la seguridad social. En caso de alguna catástrofe natural, o una emergencia social, el empadronamiento ayuda a tomar medidas más precisas.

Algunos que rechazan el empadronamiento lo consideran un mecanismo de control social que restringe la libertad, o que puede ser utilizado para la realización de prácticas clientelistas. Sin duda, como en otros temas relacionados con la información de los ciudadanos, la solución que se le ha dado a este problema ético depende de las normas específicas de cada tipo de sociedad.

⁴⁹ “En cuanto a los ricos, que llevan gravosamente la vejez, les viene como anillo al dedo este razonamiento, porque ni el hombre virtuoso soportaría fácilmente la vejez en medio de la pobreza, ni el no virtuoso, cargado de riquezas llegaría a encontrar satisfacción en ellas” (Platón 330 [1992, p. 12]).

⁵⁰ El *CadUnico* es el instrumento que se utiliza en Brasil. El lugar de residencia es una variable importante. No existe verificación a través de visita domiciliaria, así que siempre habrá errores de inclusión y exclusión (Cepal 2011).

⁵¹ En Perú las *unidades locales de empadronamiento* verifican la información suministrada por la ciudadanía a través de visitas domiciliarias.

Las propuestas de empadronamiento que se han hecho en Colombia no han prosperado. Como la principal motivación ha sido la seguridad, las personas son reacias a entregar información. Se propuso que el empadronamiento se realice en las zonas rurales más conflictivas. Hay desconfianza por el uso que las agencias del Estado le puedan dar a la información⁵². Además, el Estado tampoco contaba con la infraestructura necesaria para captar los datos, organizarlos y utilizarlos como insumos fundamentales de la política pública. No existía la capacidad para organizar los registros administrativos.

América Latina ha avanzado en programas de focalización pero en ningún país se cuenta con un sistema de información que lleve hasta un mínimo óptimo los errores de inclusión y exclusión. Este mínimo resulta de un acuerdo al que se llega cuando los avances que se podrían lograr con el mejoramiento de las técnicas de focalización son tan costosos, que no se justifican frente a los pequeños beneficios marginales que se conseguirían.

4. EL CRITERIO DE REFERENCIA PARA DETERMINAR LOS ERRORES DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Los errores de inclusión y exclusión se determinaron teniendo como telón de fondo este principio: *una estratificación es buena en la medida en que se acerque más a un proxy de capacidad de pago*. La comparación entre las dos metodologías de estratificación muestra que la nueva versión reduce de manera significativa los errores de inclusión, pero aumenta los de exclusión. De acuerdo con lo dicho atrás, ninguna estratificación de viviendas puede informar sobre las condiciones socioeconómicas de los hogares.

La forma como se comparan los errores de inclusión y exclusión actualmente tiene, por lo menos, dos problemas. No estudia las propiedades intrínsecas del indicador de referencia. Y, además, no diferencia el nivel de los ordenamientos parciales.

Cuando no se tiene cuidado con la medida de referencia, los errores de inclusión y exclusión que resultan pueden desvirtuar las ventajas del estrato porque los pasos metodológicos no se realizan de manera cuidadosa. Actualmente se está comparando el estrato con capacidad de pago, índice de bienestar social, línea de pobreza, línea de indigencia, clases sociales... No tiene sentido pretender que el estrato sea consistente con mediciones de tan diversa naturaleza. Se mezclan sin ninguna precaución

⁵² La Corte Constitucional (2004) consideró que el empadronamiento es inconstitucional ya que vulnera derechos básicos como el de la intimidad personal y familiar. También podría ir en contra de la libertad de circulación y de domicilio.

dos conjuntos *X* (estrato) y *Z* (medidas de referencia), cuyos elementos son de naturaleza completamente diferente.

Cuadro 10

Comparación de la nueva estratificación (VUI) con medidas alternativas de bienestar - Hogares 2017 (CP) y 2019 el resto

Estrato	CP\$	IBS	CP%	LP%	LI%
1	978,802	0,75	40,9	23,8	8,3
2	1,191,000	0,79	29,4	17,6	6,5
3	1,463,633	0,81	20,6	12,4	4,6
4	2,048,997	0,85	10,1	8,2	3,4
5	3,888,345	0,91	0,9	4,3	3,2
6	6,065,254	0,93	0,4	3,7	3,5

CP\$ es el gasto promedio hogar mes. **IBS** es el índice de bienestar social. **CP** es el porcentaje de hogares sin capacidad de pago. **LP** es la incidencia de la pobreza monetaria. **LI** es la incidencia de la pobreza extrema.

Fuente: SDP (2021 a)

tica es el desconocimiento que hace el estrato de las condiciones internas de la vivienda. Esta dificultad se soluciona parcialmente con el VUI cuando se le introducen las especificidades de la propiedad horizontal (PH).

El gasto promedio (CP\$) sube con el estrato. Pasa de \$978.802 hogar mes a \$6.065.254 hogar mes. El puntaje del Índice de Bienestar Social (IBS) también crece, pasando de 0,75 a 0,93. El porcentaje de hogares *sin capacidad de pago* (CP) disminuye de 40,9% a 0,4%. La incidencia de la *línea de pobreza* (LP) se reduce de 23,8% a 3,7%. Y de la *línea de indigencia*, o *pobreza extrema* (LI), también baja de 8,3% a 3,5%.

En todos los casos hay problemas de inclusión. Eliminarlos completamente es imposible. Las tendencias muestran que la nueva estratificación discrimina *razonablemente* bien.

La comparación del nuevo estrato con las diversas medidas de bienestar (cuadro 10) tiene dos características. Primera, la tendencia de las medidas va en la misma dirección que el estrato, tal y como se espera. Y, segundo, esta relación se presenta en todas las medidas alternativas de bienestar.

Aunque los propósitos de cada uno de los indicadores son diferentes, la tendencia de la nueva estratificación es compatible, *grosso modo*, con todos ellos.

El VUI corrige dos de los problemas que le critica ONU Hábitat al estrato⁵³. Uno es la imposibilidad de diferenciar entre predios. Esta dificultad se resuelve con el VUI que se calcula predio por predio. Y la segunda crítica

⁵³ “En Bogotá, los inmuebles, no se clasifican sobre la base de la información que les afecta de manera oportuna (uno por uno), sino de acuerdo a las características de las manzanas en las que se incluyen. Como consecuencia: i) El sistema no tiene en cuenta las variables características internas (por ejemplo, saneamiento) y ii) El tamaño (el número de metros cuadrados) de las viviendas” (ONU Hábitat 2017 b, p. 20)

Con la información del VUI del 2018 y del ICP* del 2017, se estimó la correlación de Spearman. Efectivamente se presenta una alta correlación estadística (correlación de Spearman de 0,951) entre el VUI y el ICP*. Estos resultados van en la misma dirección de lo observado en el cuadro 10, y de las conclusiones de Sepúlveda, Gallejo y López (2014). Los cálculos con la Encuesta Multipropósito de Bogotá 2011 (EMB 2011) dieron una correlación entre el VUI y el ICP* de 0,67. Y con la EMB 2017 la correlación fue de 0,61, así que la interacción entre las dos variables es razonablemente buena.

En el cuadro 11 se hace un ejercicio similar al anterior. Se observan los porcentajes, según estrato, de las clases sociales de acuerdo con la clasificación del Banco Mundial. En general, la relación entre el nuevo estrato y las clases sociales corresponde a lo esperado. Es difícil interpretar los resultados para la clase media, que se distribuye en todos los estratos.

En el cuadro 12 se observa la relación entre los estratos, y el nivel de ingresos que resulta de la

Cuadro 11

Comparación de los estratos con las clases sociales del Banco Mundial - Personas - 2019 (%)

Estrato	Pobre	Vulner.	Media	Alta
1	27,2	30,6	41,1	1,1
2	20,4	27,4	50,1	2,1
3	14,5	23,5	57,5	4,6
4	9,0	15,8	64,5	10,8
5	4,0	3,6	52,7	39,6
6	3,2	1,4	30,7	64,6

Fuente: SDP (2021 a)

Cuadro 12

Relación entre el estrato 2020 y los deciles de ingreso
Porcentaje de hogares

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tot
1	61,5	61,2	52,0	43,3	35,7	28,7	22,8	18,1	12,3	6,1	33,8
2	29,4	32,1	37,8	41,6	44,5	44,9	42,9	40,6	31,6	17,6	36,3
3	7,5	6,0	9,3	13,8	17,9	23,4	30,5	35,3	42,3	37,3	22,5
4	0,9	0,7	0,7	1,0	1,7	2,5	2,9	4,9	10,1	19,6	4,6
5	0,5	0,0	0,2	0,2	0,1	0,4	0,7	1,0	3,1	12,8	1,9
6	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,5	6,6	0,8
Tot	100	100									

Fuente: Ministerio de Hacienda y DANE (2016)

trato 1, el 17,6% en el 2, y el 37,3% en el estrato 3. Así que el 61% de los hogares del decil 10 se encuentran en los estratos 1, 2 y 3. Claramente, esta estructura no es progresiva. En el país, el 33% de los subsidios están dirigidos al 40% de la población de mayores ingresos.

Encuesta Nacional de Presupuesto de los Hogares (Enph 2016-2017). Los errores de inclusión son especialmente notorios en el decil 10. Ninguno de los hogares del decil 10 debería estar clasificado en los estratos inferiores. No obstante, el 6,1% está en el

Cuadro 13

Bogotá

Errores de inclusión y exclusión, comparando la actual y la nueva estratificación con la pobreza

Estrato	Pobres	No pobres	Total
Estrato vigente			
1 a 3	590.658	1.576.985	2.167.643
4	12.900	285.363	298.263
5 y 6	5.791	151.720	157.511
Total	606.349	2.014.068	2.623.417
Error de exclusión	Pobres no incluidos: 3,1%		
Error de inclusión	No pobres incluidos: 78,3%		
Estrato propuesto			
1 a 3	533.442	1.176.176	1.709.618
4	56.317	387.974	444.290
5 y 6	20.435	451.327	471.762
Total	610.194	2.015.477	2.625.670
Error de exclusión	Pobres no incluidos: 12,6%		
Error de inclusión	No pobres incluidos: 58,4%		

Fuente: Proyectamos Colombia (2021)

sita.

Retomando la hipótesis inicial, siempre habrá errores de inclusión y exclusión porque, por su misma naturaleza, la nueva estratificación no puede captar las dimensiones de ingreso corriente constitutivas de las líneas de pobreza.

En el estudio de Proyectamos Colombia (2021) se estiman los errores de inclusión y exclusión de diversas maneras.

En el cuadro 13 se presentan los errores de inclusión y exclusión, con la actual y la nueva estratificación, teniendo como referencia la línea de pobreza. Con la nueva estratificación se reducen los errores de inclusión (pasan de 78,3% a 58,4%), pero aumentan los de exclusión (pasan de 3,1% a 12,6%).

Desde el punto de vista de la política pública es bueno que se reduzcan los errores de inclusión porque no se le continúan dando subsidios a quienes no lo necesitan, pero no está bien que suban los de exclusión porque se le deja de dar subsidio a quien sí lo necesita.

Los resultados a favor de la nueva estratificación son mejores cuando la comparación se hace teniendo como referencia la capacidad de pago (cuadro 14). Los errores de inclusión se reducen del 78,4% al 58,1%, y los de exclusión aumentan del 0,3% al 6,7%. Y aunque los resultados de este cuadro son mejores que los del anterior, se parte de una comparación que es intrínsecamente problemática porque el estrato y la capacidad de pago corresponden a dos dimensiones analíticas completamente diferentes⁵⁴.

5. REFLEXIONES SOBRE LA NATURALEZA INTRÍNSECA DEL INDICADOR

Es necesario tener una medida de referencia que permita evaluar los errores de inclusión y exclusión de la estratificación. Los cuadros que comparan el estrato con mediciones de naturaleza diferente llevan a confusiones, y obligan a que el estrato responda por ordenamientos que no corresponden a sus dimensiones intrínsecas. Esta reflexión es necesaria porque a la estratificación se le está pidiendo más de lo que pueda dar, y se está desvirtuando su capacidad informativa. Toda medición es un *orden parcial* y, por tanto, no puede dar razón de realidades que escapan a su propia naturaleza.

Se trata de construir un *indicador de referencia* (IdeR) que partiendo de la dimensión de la vivienda sea un proxy adecuado de las características socioeconómicas del hogar. Este indicador se ubicaría en la zona intermedia de las figuras 1 y 2. En esta área se mezclan dimensiones de la vivienda y del hogar. El indicador debe permitir comparar las bondades de la nueva estratificación con respecto a la vigente. El IdeR tiene presente las diferencias intrínsecas de la vivienda y el hogar y, por tanto, es un parámetro adecuado para determinar los errores de inclusión y exclusión. Estos re-

Cuadro 14

Bogotá
Errores de inclusión y exclusión, comparando la actual y la nueva estratificación con la capacidad de pago

Estrato	SCP	CCP	Total
Estrato vigente			
1 a 3	522.288	1.645.355	2.167.643
4	807	297.455	298.263
5 y 6	663	156.848	157.511
Total	523.758	2.099.659	2.623.417
Error de exclusión	Pobres no incluidos: 0,3%		
Error de inclusión	No pobres incluidos: 78,4%		
Estrato propuesto			
1 a 3	489.603	1.220.015	1.709.618
4	33.114	411.176	444.290
5 y 6	1.959	469.803	471.762
Total	524.676	2.100.994	2.625.670
Error de exclusión	Pobres no incluidos: 6,7%		
Error de inclusión	No pobres incluidos: 58,1%		

SCP: sin capacidad de pago
CCP: con capacidad de pago

Fuente: Proyectamos Colombia (2021)

⁵⁴ En el estudio de Proyectamos Colombia (2021) no se examinan las implicaciones analíticas derivadas de la comparación de dos espacios conceptualmente diferentes.

sultados son mejores que los obtenidos cuando se compara la estratificación con mediciones relacionadas exclusivamente con las características del hogar, como la línea de pobreza, o la capacidad de pago.

El IdeR incluye 5 dimensiones: vivienda, educación, condiciones de la niñez y la juventud, salud e ingresos. Para realizar este ejercicio se utilizó la estratificación VUI y los datos de la Encuesta Multipropósito de Bogotá 2017 (EMB 2017). La Encuesta incluye información relacionada con aspectos sociales, económicos y del entorno urbano de los hogares.

5.1. ESCALONAMIENTO SIN MEDIDA PATRÓN

De nuevo, es conveniente fijar criterios básicos, o *postulados fundamentales*, que debe cumplir el *indicador de referencia* (IdeR)

- i) El estrato se refiere, básicamente, a las condiciones de la vivienda, y no a las características socioeconómicas de los hogares. Por la naturaleza misma del estrato, este principio es inmodificable⁵⁵.
- ii) Los errores de inclusión y exclusión de la estratificación no se pueden analizar teniendo como referente una medición que solamente indague por las características socioeconómicas de los hogares.
- iii) Es ideal que el estrato pueda reflejar, de manera aproximada, algunas de las características socioeconómicas de los hogares.
- iv) Es posible ir acercando el estrato - de manera indirecta y a través de ordenamientos parciales - a las características socioeconómicas de los hogares.
- v) Entre la vivienda y el hogar se presenta una trayectoria que no es continua. Necesariamente existe una ruptura por que son mediciones cualitativamente diferentes.
- vi) En esta trayectoria es posible determinar una *zona intermedia* (ZI) en la que razonablemente el estrato informe sobre algunas características socioeconómicas del hogar.

⁵⁵ El *estrato* tiene un significado específico. No es un estrato general, en el sentido estadístico, sino que se refiere al estrato que en Colombia se utilizar para jerarquizar las condiciones de las viviendas.

vii) En esta ZI, en la que se comienzan a mezclar dimensiones de la vivienda y del hogar, permite observar la progresividad de la transición que va desde la vivienda hacia el hogar.

viii) Los indicadores de esta ZI son adecuados para medir, de manera razonable, errores de inclusión y exclusión.

ix) La *hipótesis básica* (HB) es la siguiente: mientras el proceso se va alejando de la vivienda, los errores de inclusión y exclusión del estrato van aumentando.

x) No se requiere que exista una sola medición, sino una familia de indicadores pertenecientes a la ZI.

5.2. LA PROGRESIVIDAD DE LOS ÓRDENES PARCIALES

Todo indicador es un orden parcial. Y esta afirmación es pertinente para el estrato. El ordenamiento parcial del estrato se presenta, incluso, cuando se refiere solamente a la vivienda. Las limitaciones de su parcialidad se hacen más evidentes cuando se busca que informe sobre las condiciones de vida del hogar. Los niveles de parcialidad van cambiando.

estrato \approx *vivienda* \rightarrow *orden parcial 1*
estrato \approx CS_A *hogar* \rightarrow *orden parcial 2*
estrato \approx CS_B *hogar* \rightarrow *orden parcial 3*
 ...
estrato \approx CS_n *hogar* \rightarrow *orden parcial n*

Al buscar que el estrato refleje las condiciones de la vivienda, se obtiene un indicador parcial de nivel 1. Y, como cualquier indicador, tiene limitaciones intrínsecas. Y éstas se van ha-

ciendo más evidentes a medida que se le pide al estrato que informe sobre las condiciones de vida del hogar. Una de las expresiones de los órdenes parciales son los errores de inclusión y exclusión. Otras limitaciones tienen que ver con el incumplimiento de algunas propiedades de las medidas compuestas (ortogonalidad, Pareto, adding up...). Y otras tienen relación con las condiciones de ordinalidad y cardinalidad⁵⁶.

A partir de la segunda fila se compara el estrato con diversas características socio-económicas del hogar (CS_A, CS_B, \dots, CS_n). Cuando el indicador (capacidad de pago, IBS, línea de pobreza, pobreza extrema, IPM...) se va acercando más a las características de vida del hogar, se aleja progresivamente de la naturaleza del estrato. Y

⁵⁶ En las reuniones que hemos tenido sobre la nueva estratificación se ha hecho énfasis en los errores de inclusión y exclusión, pero no se han examinado otras dimensiones del indicador.

esta tendencia tiene dos consecuencias. Por un lado, el orden parcial del estrato se va haciendo más evidente y, por el otro, los errores de inclusión y exclusión tienden a ser mayores.

El orden parcial 1 es intrínseco a la nueva estratificación. Es parcial porque no puede expresar de manera unívoca las condiciones de la vivienda. Y a este nivel no hay errores de inclusión o de exclusión. La parcialidad tiene que ver con la dificultad de captar todas las propiedades del fenómeno que se quiere medir.

Los errores de inclusión y exclusión comienzan con el orden parcial 2. A este nivel se le empieza a pedir al indicador que informe sobre propiedades que no corresponden con su naturaleza. A modo de ejemplo, CS_A podría ser un IPM en el que solamente se incluya la dimensión de vivienda. CS_B sería el IPM que además de la vivienda incluye otras variables, más relacionadas con las características socioeconómicas del hogar. Es lógico que los errores de inclusión y exclusión sean menores con CS_A que con CS_B . Al comparar el estrato con un indicador como capacidad de pago, el orden parcial es superior, porque al acercarse más a las condiciones de vida del hogar, aumenta la distancia con respecto a la naturaleza del estrato.

El escenario ideal para quienes pretenden que el estrato sea el instrumento de focalización sería: $estrato \equiv CS_n \text{ hogar} \rightarrow \text{orden parcial } 1$. Es decir, el estrato reflejaría de manera directa las características de vida del hogar, y el nivel de parcialidad sería 1. Pero esta lógica desvirtúa completamente la naturaleza del estrato y tergiversa la discusión.

5.3. LA NATURALEZA DE LOS ÓRDENES PARCIALES

El indicador social, cualquiera que sea, es un orden parcial. Siguiendo la clasificación de Majumdar y Sen (1976), el indicador social es un *cuasi orden* (reflexivo y transitivo), o un *orden parcial estricto* (transitivo y asimétrico)⁵⁷. El *cuasi orden*, y

⁵⁷ Las categorías las define Sen (1970, p. 8) así,

Reflexividad: $\forall x \in S: xRx$

Completitud: $\forall x, y \in S: (x \neq y) \rightarrow (xRy \vee yRx)$

Transitividad: $\forall x, y, z \in S: (xRy \wedge yRz) \rightarrow xRz$

Cuasi transitividad: $\forall x, y, z \in S: (xPy \wedge yPz) \rightarrow xPz$

Antisimetría: $\forall x, y \in S: (xRy \wedge yRx) \rightarrow x = y$

Asimetría: $\forall x, y \in S: xRy \rightarrow \sim(yRx)$

Simetría: $\forall x, y \in S: xRy \rightarrow yRx$

Aciclicidad: $\forall x_1, \dots, x_j \in X: [\{x_1Px_2 \wedge x_2Px_3 \wedge \dots \wedge x_{j-1}Px_j\} \rightarrow x_1Rx_j]$

el *orden parcial* ponen en primer plano las limitaciones del indicador. El hecho de que la medida no sea completa es una expresión de la restricción informacional de la medida. Cualquier indicador, en el mejor de los casos, será un *orden parcial I*.

La transitividad garantiza que se puedan realizar comparaciones por pares entre todos los elementos del conjunto. Es decir, las jerarquías están bien definidas. La transitividad se rompe cuando la relación entre alguno de los pares no es posible, y si la medida es cardinal, ello significaría que no es posible escoger entre dos puntajes alternativos. Si el indicador cumple el principio paretiano, se esperaría que la medida con mayor puntaje sea preferible a la de menor puntaje. Y aunque este nivel informativo es suficientemente claro se pueden presentar problemas con la transitividad, porque el mejor puntaje no necesariamente es preferido. La duda sobre las jerarquías del indicador se presenta cuando una *metapreferencia* replantea el ordenamiento. Y siempre existen condiciones para modificar la metapreferencia.

Actualmente a la estratificación se le piden resultados que no se le exigían antes. Y este cambio de óptica tiene que ver con la relevancia que han adquirido las políticas de focalización. El cambio en la metapreferencia obliga a reordenar con un criterio diferente al puntaje. La parcialidad del indicador es un problema insoluble. Siempre habrá limitaciones de información (Simon 1983).

La nueva estratificación cumple con la siguiente definición de la *representación completa de un orden parcial* P^{58} : existe una función λ definida sobre R^2 tal que para todo x, y en X : $\lambda(f(x), f(y)) > 0 \leftrightarrow xPy$. Es decir, es posible construir una representación. Y, además, las transformaciones que realiza la metodología de la estratificación corresponden, en algún sentido, el orden inicial xPy . Por tanto, un orden parcial estricto P sobre un conjunto X tiene una representación numérica, o una función real f valorada en X , que cumple con el siguiente principio.

R incluye preferencia estricta e indiferencia. P es preferencia estricta. La segunda propiedad, de completitud, significa que entre *todos* los pares de elementos del conjunto de elección pueden establecerse relaciones de preferencia.

⁵⁸ “Teorema 1. Todo orden parcial P en R^n tiene una representación completa” (Majumdar y Sen 1976, p. 544). La prueba del teorema, dicen los autores, es directa. La cardinalidad de todos los elementos de R^n es la misma que la del conjunto R . De ahí que cada elemento de R^n puede ser representado con un número real diferente.

“Definición 4. La relación P de dominancia vectorial sobre R^n requiere que xPy si y sólo si algún i , $x_i > y_i$, además de que para todo i , $x_i \geq y_i$ ” (Majumdar y Sen 1976, p. 544).

“Teorema 2. El orden parcial P de dominancia vectorial sobre R^n tiene una representación completa transparente” (Majumdar y Sen 1976, p. 544).

“Teorema 3. El orden parcial P de dominancia vectorial sobre R^n no tiene una representación completa continua” (Majumdar y Sen 1976, p. 545).

“Una función de valor real $f(\cdot)$ definida sobre X es una *representación cuasi-transparente* de un orden parcial P si y sólo si para todo x, y en X : $xPy \rightarrow f(x) > f(y)$ ” (Majumdar y Sen 1976, p. 543).

La representación cuasi-transparente permite establecer un vínculo directo entre la relación de preferencia y el valor de las funciones respectivas. El orden parcial P , que es un orden estricto, debe corresponder a la situación representada, en la que xPy .

Según Majumdar y Sen, la relación es clara en la dirección de la flecha, pero el orden parcial no puede reconstruirse en sentido inverso, a partir de la relación entre $f(x), f(y)$. Puesto que el orden es parcial, es claro que si $f(x) > f(y) \rightarrow \sim(yPx)$, aunque de allí no puede inferirse de manera directa que xPy . Por consiguiente, la información contenida en $f(\cdot)$ es menor que la proporcionada por el orden parcial P .

Esta asimetría refleja la imposibilidad de que el indicador sea igual a la realidad. De manera análoga, a partir de la realidad construyo el mapa, pero el mapa no me lleva a la realidad. El proceso es irreversible. Es imposible encontrar una función real $f(\cdot)$ tal que $xPy \leftrightarrow f(x) > f(y)$, ya que P puede ser incompleta.

Con los cuasi-órdenes (Q) se llega a una situación similar. No es posible encontrar una función real $f(\cdot)$ tal que $xQy \leftrightarrow f(x) \geq f(y)$. La única solución es encontrar la función general $\lambda(f(x), f(y))$, definida sobre un par de números reales que estén en el rango de f . Gracias al valor de λ es posible optar por cualquiera de las tres alternativas: $xPy \vee yPx$, o *ninguno*.

“Una función de valor real $f(\cdot)$ definida sobre X es una *representación completamente transparente* de un orden parcial P si es al mismo tiempo una representación completa y una representación cuasi-transparente” (Majumdar y Sen 1976, p. 544).

Es posible que la situación sea de *no comparabilidad*, definida como N . En tal caso $xNy \leftrightarrow \sim(xPy) \wedge \sim(yPx)$. Como se muestra más adelante, la pretensión de comparar el estrato con medidas relacionadas con las características socioeconómicas del hogar es un claro ejemplo de *no comparabilidad*.

El estrato es una *representación completamente transparente de un orden parcial* porque es una *representación completa* y *cuasi-transparente*. Es una representación completa porque la función $\lambda(f(x), f(y))$ es mayor que cero. Y, además, determina y es determinada por xPy . Es cuasi-transparente porque xPy implica que $f(x) > f(y)$. Y es un orden parcial porque $f(x) > f(y)$ apenas significa que $\sim(yPx)$.

El hecho de que el indicador sea *completamente transparente* significa que informa razonablemente bien. Y de todas maneras el *orden es parcial*. Y esta característica es inevitable. En otras palabras, el indicador siempre es imperfecto. La introducción de las condiciones de vida del hogar se puede ver de dos maneras. O como una ampliación del conjunto de elección X , o como un nuevo conjunto de elección Z . Si no hay elementos de convergencia, el orden parcial se debilita, llegando a los niveles $2, 3, \dots, n$.

El conjunto $X = \{x, y\}$, relacionado con la vivienda, es diferente a $Z = \{z, k\}$, que corresponde a las variables del hogar. La naturaleza de los elementos de X es diferente a la de los elementos de Z . Si el conjunto X se amplía con un elemento de Z , se tiene un nuevo conjunto X' , así que $X' = \{x, y, z\}$. El nuevo orden será más parcial que el anterior. El reto es evitar que no haya comparabilidad (N) entre X, Z .

5.4. CARDINALIDAD Y ORDINALIDAD

Para entender la naturaleza del indicador, es necesario examinar la relación entre los ordenamientos cardinales y ordinales.

En todas las reflexiones se ha aceptado que el indicador final de la estratificación es cardinal, aunque algunas de las variables constitutivas sean ordinales. Tanto el estrato como las mediciones de referencia son cardinales, y ello favorece el nivel de transparencia de los indicadores. La cardinalidad y la continuidad del indicador tienen un poder informativo intrínseco. La cardinalidad implica la ordinalidad y, entonces, es posible establecer relaciones de preferencias de manera directa.

La cardinalidad incide en la transparencia en función de las cuatro categorías siguientes: i) Ordinalidad constitutiva sin cardinalidad descriptiva. ii) Ordinalidad constitutiva con cardinalidad descriptiva. iii) Cardinalidad constitutiva con cardinalidad descriptiva. iv) Cardinalidad constitutiva sin cardinalidad descriptiva. Lo *constitutivo* es inherente al indicador. Lo *descriptivo* tiene que ver con la forma como se expresa el valor constitutivo.

Ordinalidad constitutiva sin cardinalidad descriptiva. Es posible que la ordinalidad constitutiva no se refleje en una cardinalidad descriptiva. Corresponde a nociones cualitativas que no pueden ser agregadas. Este tipo de mediciones está muy bien representado en las aproximaciones que desde diversos ángulos se hacen a problemas como la libertad, la transparencia, la percepción de riesgo, etc. Los acercamientos a estos temas suelen estar mediados por las categorías ordinales. Por ejemplo, la triada bueno, malo, regular. O las clasificaciones del tipo AAA, AA, A+, A, A-, etc. Estas

categorías que son de naturaleza ordinal, no pueden expresarse de manera descriptiva con un valor cardinal. No es posible sacar un promedio de tres calificaciones como AA, A+, B-, etc. La agregación no puede ser de naturaleza cardinal.

Ordinalidad constitutiva con cardinalidad descriptiva. La información constitutiva que se desprende de la lógica multiplicativa del NBI es: pobre o no-pobre. Es un resultado dicotómico en el que las variables toman los valores de 0 y 1, dependiendo de la ausencia de carencias (cero), o de la presencia de por lo menos una carencia (uno). En virtud de la secuencia multiplicativa, basta con que exista una carencia, para que el resultado final sea cero. Podría afirmarse, entonces, que los valores constitutivos del NBI son cero y uno. Pero el valor descriptivo es un porcentaje. La suma del número de hogares que tienen alguna carencia dividida por la población total, arroja una cifra cardinal continua (un porcentaje en una escala continua). La incidencia de la pobreza por NBI es cardinal y continua. Los ordenamientos cualitativos terminan expresándose como un porcentaje. La ordinalidad sustantiva del NBI inmediatamente conlleva la distinción entre pobres y no-pobres. Una sociedad α es *NBI preferida* a la sociedad β si la sociedad α tiene un porcentaje de pobres por NBI menor que el de la sociedad β .

El estrato está en esta categoría. Algunas de las variables constitutivas son ordinales, pero el resultado final es cardinal. También pertenece a esta categoría el Sisbén, y algunas dimensiones del IPM.

Cardinalidad constitutiva con cardinalidad descriptiva. Mencionamos tres ejemplos. La pobreza medida por la línea de pobreza (LP), el índice de condiciones de vida (ICV) y el índice de desarrollo humano (IDH). Aunque los tres indicadores pueden ser incluidos en el mismo grupo, la secuencia que une las dimensiones constitutiva y descriptiva no es la misma. La continuidad es más clara en el ICV que en la LP. El ICV y el IDH involucran, más que la LP, las varianzas intra-grupo.

Toda la información que rodea la LP es cardinal. El valor de la línea de pobreza y el nivel de ingresos de cada hogar son mediciones cardinales. La fijación de la línea lleva a dividir la población en dos categorías. Una conformado por los hogares con un nivel de ingreso superior al de la línea. Y otra, por quienes tienen un ingreso inferior al de la línea. El primer grupo es el de no-pobres. El segundo grupo es el de los pobres. Una vez hecha la clasificación dicotómica entre pobres y no-pobres, se pasa a la cuantificación de la incidencia. Este porcentaje, que es una expresión de la cardinalidad descriptiva, coloca la valoración cardinal en una dimensión distinta a la del ingreso. El valor porcentual tiene una escala cualitativamente distinta al ingreso. Además, la métrica de las medidas de incidencia es 0-100. Hay cuatro fases. La pri-

mera es la cuantificación del ingreso. La segunda es la definición de la línea de pobreza. La tercera es determinar el número de personas por encima de la línea y por debajo de la línea. La determinación de la línea de pobreza es uno de los aspectos más problemáticos de la discusión. La distinción entre pobres y no-pobres sólo una vez que se ha fijado el punto de corte. Y la cuarta es la fijación del porcentaje. La LP proporciona elementos suficientemente claros para establecer los órdenes de preferencia. Una sociedad α es *LP mejor* que una sociedad β desde el punto de vista de la LP (α LP β), si la sociedad α tiene un porcentaje de personas por debajo de la línea de pobreza menor que el de la sociedad β . Debe tenerse en cuenta que en el caso de la LP, el valor del ingreso podría considerarse, en sí mismo, un indicador. Y la escala de los hogares se organizaría en función del valor del ingreso. Sin embargo, por razones de sencillez y pedagogía se define un punto de corte y a partir de allí se hace la distinción entre pobres y no-pobres.

En el Sisbén la secuencia final, que es cardinal, es más clara y continua que la LP, aunque algunas de las variables sean ordinalmente constitutivas. Desde la perspectiva del Sisbén, la determinación de una línea de corte es un asunto secundario. El valor del puntaje del Sisbén podría servir, al mismo tiempo, para los propósitos constitutivo y descriptivo, también suele establecerse una línea de referencia que diferencia a los pobres de los no-pobres. Desde el punto de vista del Sisbén, la sociedad α es *Sisbén preferida* a la sociedad β si el puntaje promedio que la sociedad α obtiene al aplicar el indicador es mayor que el de la sociedad β .

El *índice de desarrollo humano* (IDH) es cardinal desde las lógicas constitutiva y descriptiva. Y como la comparación se realiza en el momento de estimar cada componente. El valor constitutivo es, al mismo tiempo, el valor descriptivo. Además del puntaje, el IDH también suele presentarse mediante el ranking que ocupa cada nación en el conjunto. El IDH no permite comparar la dinámica intertemporal, porque cada uno de los componentes se calcula teniendo en cuenta la situación de los demás. Supongamos que todos los países mejoran. Desde el punto de vista del ranking, las naciones con un desarrollo relativo menor ocupan los puestos más bajos. Si la comparación intertemporal se hace teniendo en cuenta la posición relativa, habría que llegar a la conclusión que los países mencionados empeoran porque pierden puestos en el ranking, aunque efectivamente hayan mejorado en el sentido paretiano (avance en por lo menos uno de los componentes sin empeorar en ninguno de los otros dos). Las relaciones de preferencia constituyen un orden parcial transparente si el criterio de juicio es el puesto que ocupa en el ranking en un momento del tiempo t . Por tanto, α_{t_0} IDH α_{t_1} , significa que en el momento t_0 el ranking de α es *IDH preferido* al que presenta en el momento t_1 . Dicha lectura enfatiza la dimensión relativa (posición frente a los otros) sobre los aspectos absolutos (avance frente a sí

mismo). La representación de este orden parcial es completa transparente. La transparencia se pierde cuando se pretenden comparar los puntajes, y no el puesto, de α o de β en dos momentos del tiempo.

Cardinalidad constitutiva sin cardinalidad descriptiva. En este caso los datos fuente son cardinales, pero la representación final es ordinal. Por ejemplo, en la construcción de un indicador que mida la calidad de la democracia, las cifras originales podrían ser el número de votantes por sexo, la tasa de abstención, el porcentaje de participación de los negros, las mujeres y los indios, en los ministerios, etc. Estas aproximaciones cardinales se expresan como una medida ordinal de naturaleza cualitativa. Las medidas que inicialmente son cardinales no se reflejan en el informe final en una medida cardinal global porque el proceso de agregación no es posible. La dificultad de globalización se debe a la heterogeneidad de las medidas originales. La agregación no es posible cuando la naturaleza de las variables es muy distinta.

Las condiciones ideales desde el punto de vista de un ordenamiento parcial que conlleve una representación completa transparente, se consiguen cuando los indicadores son cardinales, desde las perspectivas constitutiva y descriptiva. Aceptando que todos los ordenamientos mencionados son parciales, y teniendo como ideal la representación completa transparente, el orden sería el siguiente: i) cardinal-cardinal, ii) ordinal-cardinal, iii) cardinal-ordinal, iv) ordinal-ordinal. El primer término de cada dupla se refiere a los elementos constitutivos y el segundo a la representación.

Algunos componentes del estrato pertenecen a la categoría ordinal-cardinal. Y este hecho también contribuye a que el ordenamiento sea parcial.

El cuadro 10 muestra la relación entre el nuevo estrato y diversas medidas de las características de vida del hogar. Y aunque la tendencia global va en la dirección esperada, las medidas de referencia tienen una naturaleza muy heterogénea. No se puede pretender que la estratificación puede informar de manera directa sobre las condiciones de vida del hogar. Los conjuntos de referencia X (estratificación) y Z (condiciones de vida), son completamente heterogéneos. Se pasaría bruscamente de un ordenamiento parcial 1 hacia un ordenamiento parcial de orden superior, sin que haya ningún proceso gradual. Se confunden dos dimensiones analíticas que son cualitativamente diferentes. Los errores de inclusión y exclusión de la estratificación varían dependiendo de la naturaleza del indicador. Se trata de una típica situación de incomparabilidad (N).

La reflexión es similar cuando se pretende comparar la nueva estratificación con las clases sociales (cuadro 11). De nuevo, la tendencia global va en la dirección esperada, pero las características de las mediciones son de naturaleza diversa.

6. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CREACIÓN DEL *INDICADOR DE REFERENCIA* (IDER)

De acuerdo con las figuras 1 y 2 para la construcción del IdR es necesario empezar por identificar variables asociadas a la dimensión vivienda, y continuar añadiendo, de manera sucesiva, dimensiones hasta el nivel de ingresos.

El proceso metodológico tiene tres pasos: identificación de variables, modelamiento estadístico y revisión de propiedades del indicador.

6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

El punto de partida es la EMB 2017. que se subdivide en información relacionada en aspectos sociales, económicos y del entorno urbano de los hogares, mercado laboral, gasto de los hogares, cobertura y calidad de los servicios públicos domiciliarios.

Como ejercicio de identificación de variables se partió de un conjunto de 57 variables que se ubicaron temáticamente en cinco dimensiones. Algunas de estas variables son (cuadro 31, anexo 1): i) vivienda⁵⁹, ii) educación (nivel educativo del jefe del hogar), iii) niñez y juventud (rezago escolar), iv) salud (medicina prepagada y plan complementario), v) económica (ingresos del hogar).

Cuadro 15

Tabla de contingencia

X/Y	Y ₁	Y ₂	...	Y _K	Tot. fila
X ₁	n ₁₁	n ₁₂	...	n _{1K}	n1.
X ₂	n ₂₁	n ₂₂	...	n _{2K}	n2.
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
X _M	n _{M1}	n _{M2}	...	n _{MK}	nM.
Tot. colum.	n. 1	n. 2	...	n. K	N

Fuente: Elaboración propia

Se revisó la asociación entre el nuevo estrato y las 57 variables. Se aplicó la prueba V-Cramer con una visión univariada de selección de variables. Se mide la fortaleza de la relación entre dos variables categóricas. Si la variable objetivo *Y* incorpora *K* categorías distintas, entonces, Y_1, Y_2, \dots, Y_K . *Y*, a su vez, la variable de entrada *X* con *M* categorías, entonces X_1, X_2, \dots, X_M . Si tenemos n_{ij} observaciones en la i^{th} categoría de *X*, y la j^{th} categoría de *Y*, se pueden construir tablas de con-

tigencia (cuadro 15).

El estadístico $V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \min(M-1; K-1)}}$ de tal forma que ($0 \leq V \leq 1$) cuando la tabla de contingencia es de orden mayor a 2x2. Si la variable *Y* es binaria (con dos niveles) y

⁵⁹ Material de piso; tipo de vivienda; hacinamiento; tenencia de vivienda; cercanía de la vivienda a lotes baldíos, expendios de droga, plazas de mercado, basureros y fábricas.

X con M niveles, entonces $V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N}}$. Entre más cercano a cero sea el valor de V , menos significativa será la asociación entre las variables X y Y . Cohen (1977) diseñó la siguiente tabla para categorizar el nivel de asociación entre las dos variables como pequeño, mediano y grande (cuadro 16)⁶⁰.

Adicionalmente, se incorpora la técnica de árboles de decisión que permite, desde un punto de vista multivariado, seleccionar variables relevantes. Permite incluir variables continuas y discretas.

Cuadro 16

Categorías de asociación entre variables

	Categoría de asociación		
	Pequeña	Mediana	Grande
V-Cramer $k^* = 2$	0,10 - < 0,30	0,30 - < 0,50	$\geq 0,50$
V-Cramer $k^* = 3$	0,07 - < 0,20	0,20 - < 0,35	$\geq 0,35$
V-Cramer $k^* = 4$	0,06 - < 0,17	0,17 - < 0,29	$\geq 0,29$
Odds ratio	1,55 - < 2,8	2,8 - < 5	≥ 5

6.2. MODELAMIENTO ESTADÍSTICO

Fuente: Cálculos propios a partir de Cohen (1977)

Se proponen dos formas de obtener el IdeR que permita evaluar la estratificación. Por un lado, a través de la regresión logística multinomial y ordinal (IdeR- α) y, por el otro, mediante la *regresión beta* (IdeR- β).

Regresión logística multinomial y ordinal - IdeR- α

El VUI clasifica las viviendas en 6 grupos, o estratos a través del método de Dalenius-Hodges (1959), que busca minimizar varianza al interior de cada grupo, y establecer la mayor diferencia entre grupos.

Con base en las variables identificadas a través de las pruebas V-Cramer y los árboles de decisión (covariables X) se plantea el modelo

$$\log\left(\frac{\pi_x}{1 - \pi_x}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_j x_j$$

Siendo π la probabilidad de estar en alguno de los 6 grupos estimados a partir del VUI. Los parámetros del modelo estimado se encuentran en la figura 25 del anexo 2.18

La primera selección de las variables se realizó mediante los métodos univariados y multivariados. Posteriormente, se recurrió a la opinión de experto, para eliminar

⁶⁰ En el anexo “09-Pruebas VCramer.xlsx” se encuentran las 57 variables y el estadístico V-Cramer.

aquellas que presentaban un comportamiento extraño, contraintuitivo. El resultado final es consecuente con lo esperado: el nivel de la variable aumenta con el estrato.

Regresión beta - IdR- β

Esta metodología fue utilizada en el estudio de ONU Hábitat (2015 *a, b, c*; 2016 *a, b*; 2017 *a, b*). La estimación del Indicador Multidimensional de Focalización (IMF) se hizo a través de una *regresión beta*. Inicialmente se tomaron las variables categóricas identificadas por las pruebas V-Cramer y los árboles de decisión. Una vez seleccionadas las variables se aplicó el ACM a la totalidad de hogares de la EMB 2017. El porcentaje de inercia retenido en el primer eje es del 77%.

La figura 26 del anexo 3 presenta las coordenadas de las variables y sus categorías. En la parte derecha del plano factorial se encuentran las variables que se asocian con mayores niveles de capacidad de pago. Por ejemplo, tener medicina prepagada, y pisos de calidad.

Y en la parte izquierda se encuentran los hogares con menor capacidad de pago. Algunas de las variables representativas son la cercanía a los basureros, pisos de tierra, y bajo nivel educativo.

Se toma el primer eje factorial y se hace un reescalamiento de estos valores en el intervalo (0,1). Posteriormente se estima la *regresión beta* únicamente con los hogares de la zona urbana de Bogotá. La variable dependiente es la coordenada entre (0,1) y el vector de covariables X .

$$\log\left(\frac{\mu_i}{1-\mu_i}\right) = X_i^t \beta$$

Figura 19

Regresión beta
IdeR-β

Estimate	coeficiente
	0,1952 (Intercept)
	0,3120 nv_pisosAlfombra o tapete de pared a pared
	0,5107 nv_pisosMadera pulida y lacada, parqué, Mármol
	0,1725 nv_pisosBaldosa, vinilo, tableta, ladrillo, laminado o flotante
	0,2728 nv_pisosMadera burda, tabla o tablón, otro vegetal
	0,0962 nv_tipoviviendaApartamento
-	0,0495 nv_tipoviviendaCuarto (s)
-	0,3492 nv_tipoviviendaOtro tipo de vivienda (carpa, tienda, vagón, embarcación, refugio natural, etc.)
-	0,0302 nh_hacinamiento<=2
-	0,1801 nh_hacinamiento<=4
-	0,2856 nh_hacinamiento>4
-	0,2116 nh_tenencia_vehiculoNo
	0,1061 nv_cerca_industriaNo
	0,2245 nv_cerca_basureroNo
	0,1356 nv_cerca_plazaNo
	0,1896 nv_cerca_drogasNo
	0,1701 nv_cerca_baldiosNo
-	0,0640 np_nivel_educativoPreescolar
-	0,0792 np_nivel_educativoBásica primaria (1° - 5°)
-	0,0652 np_nivel_educativoBásica secundaria (6° - 9°)
-	0,0478 np_nivel_educativoMedia (10° - 13°)
-	0,0095 np_nivel_educativoTécnico
	0,0217 np_nivel_educativoTecnológico
	0,0411 np_nivel_educativoUniversitaria incompleta (sin título)
	0,1460 np_nivel_educativoUniversitaria completa (con título)
	0,1945 np_nivel_educativoEspecialización incompleta (sin título)
	0,2962 np_nivel_educativoEspecialización completa (con título)
	0,3421 np_nivel_educativoMaestría incompleta (sin título)
	0,3646 np_nivel_educativoMaestría completa (con título)
	0,2567 np_nivel_educativoDoctorado incompleto (sin título)
	0,5718 np_nivel_educativoDoctorado completo (con título)
-	0,0613 ipm_rezago_escCon privación
-	0,4780 np_medicina_prepagadaNo
-	0,2550 np_plan_complementarioNo
	0,0014 ingresos_per_capita_decil2
	0,0014 ingresos_per_capita_decil3
	0,0011 ingresos_per_capita_decil4
-	0,0003 ingresos_per_capita_decil5
-	0,0010 ingresos_per_capita_decil6
-	0,0028 ingresos_per_capita_decil7
-	0,0058 ingresos_per_capita_decil8
-	0,0065 ingresos_per_capita_decil9
	0,0073 ingresos_per_capita_decil10

Fuente: Cálculos propios

La figura 19 confirma la *hipótesis básica* (HB): a medida que las variables se van alejando de la vivienda disminuye su poder explicativo. Los resultados de la *zona intermedia* (ZI) de las figuras 1 y 2, corresponden a variables relacionados con el capital humano, y sus resultados son considerablemente mejores que los observados con las variables relacionadas con el ingreso.

6.3. PROPIEDADES TEÓRICAS DEL IDER

Las dos medidas propuestas (IdeR- α , IdeR- β) son una función de valor de la forma $V = V(x)$. Donde x es un vector en R^n con información de 5 dimensiones: vivienda, educación, niñez, salud e ingresos⁶¹. Con base en las propiedades presentadas por Alkire y Foster (2011) y Cortés, Gamboa y González (1999), se discuten algunas propiedades deseables para las medidas propuestas.

Monotonicidad

La característica más importante que se desea en los indicadores propuestos es la monotonicidad. Formalmente, $-\frac{\partial V(x)}{\partial x} \geq 0$ o $\frac{\partial V(x)}{\partial x} \leq 0$. Esto implica que si i es un hogar con al menos una característica mejor que el hogar j , entonces $v_i \geq v_j$. Es decir, si mejora una característica del hogar, la valoración de los predios también debería mejorar. Dado esto, la monotonicidad en las medidas asegura que V alcance su valor máximo cuando las variables en x se encuentran en su punto más alto y viceversa. Esta propiedad permite que se pueda establecer una relación entre las variables x y la medida propuesta (Cortés, Gamboa y González 1999).

⁶¹ Como se explicó antes, el número de variables puede cambiar entre las distintas medidas. Sin embargo, las dimensiones siempre serán las mismas

Cuadro 17

Ejemplos de mejoras para realizar el test de monotonicidad

Originalmente en la muestra	Modificado para predicción (sube una categoría)	Modificado para predicción (sube dos categorías)
D1	D2	D3
D2	D3	D4
D3	D4	D5
D4	D5	D6
D5	D6	D7
D6	D7	D8
D7	D8	D9
D8	D9	D10
D9	D10	D10
D10	D10	D10

Fuente: Cálculos propios

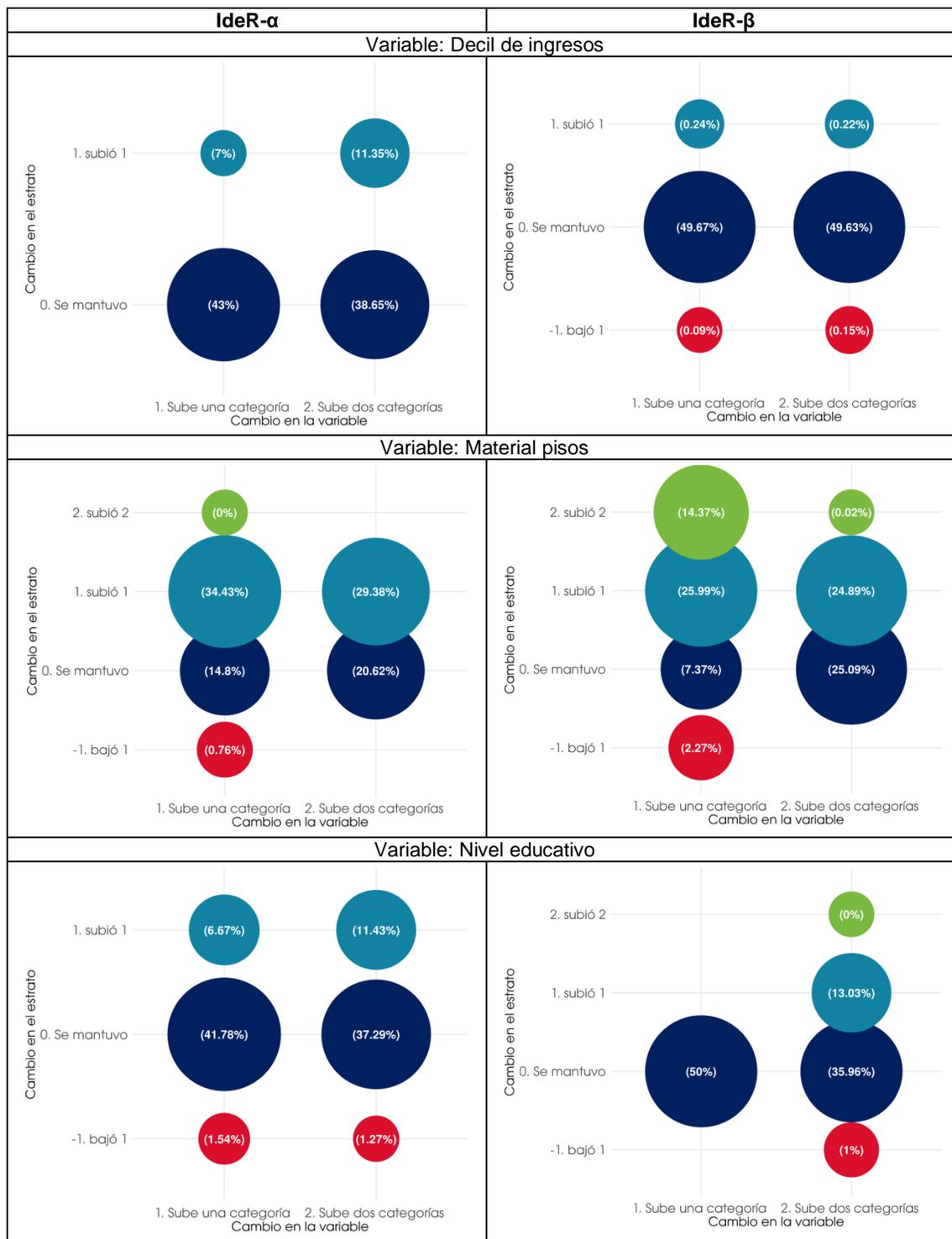
La monotonicidad se puede probar a través de simulaciones en las que se mejore progresivamente las características de los hogares y la vivienda incluidas en la función (cuadro 17 y figura 20). Este ejercicio permite observar el cambio en el estrato ante incrementos progresivos en las variables que se incluyen en la función. Si se cumple la propiedad, el estrato debe aumentar o, por lo menos, permanecer invariable ante mejoras en al menos una de las variables de la función.

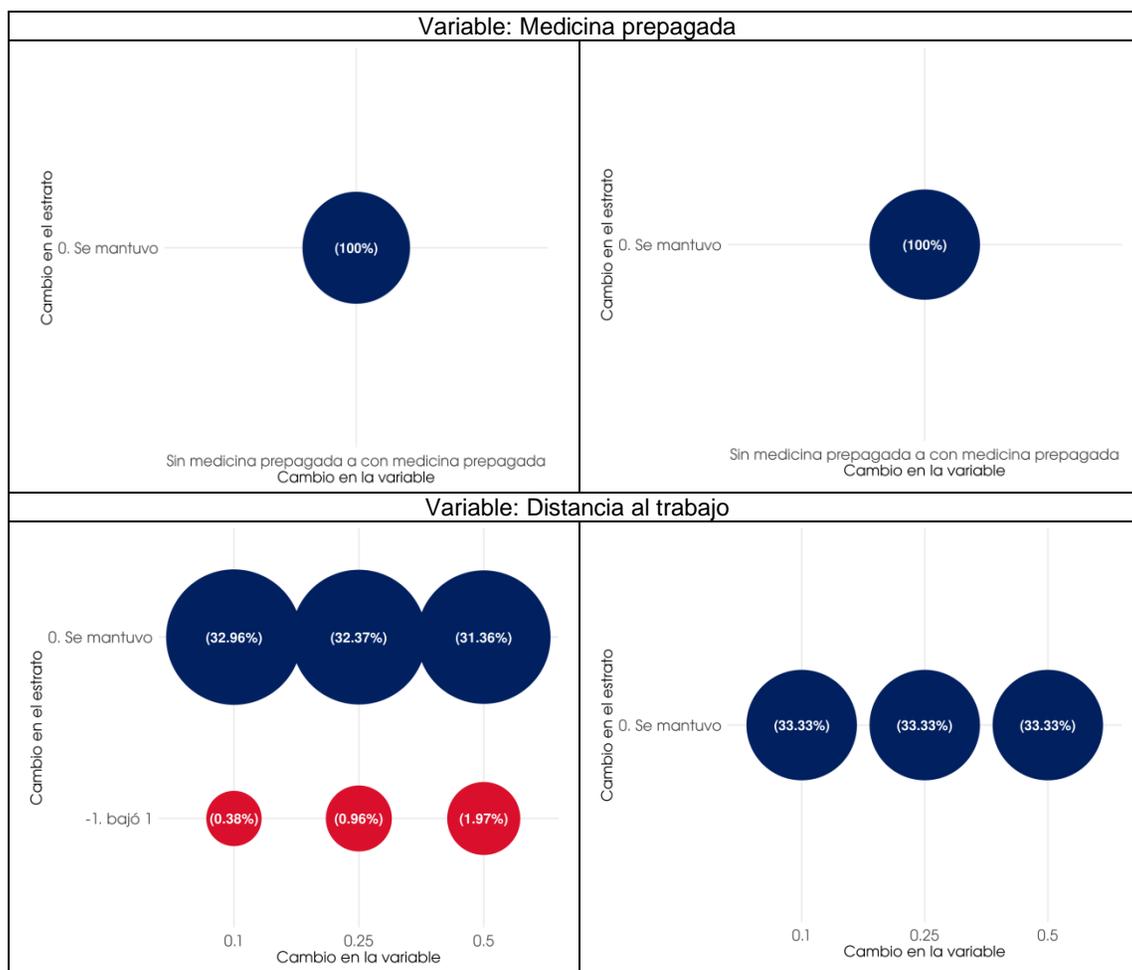
Para comprobar la monotonicidad se realizó un ejercicio de simulación en el que en cada una de las 10.000 iteraciones se seleccionó aleatoriamente un 10% de los hogares urbanos de la EMB 2017. En esta submuestra se aumentaron una o dos categorías las siguientes variables: ingreso, material de los pisos, y nivel educativo. En el caso de la medicina prepagada, a los hogares seleccionados que no la tenían, se les incluyó. Y en la distancia al trabajo, se realizaron estimaciones con aumentos del 10%, 25% y 50% desviaciones estándar.

Y con estos ajustes en las simulaciones se calculó la capacidad predictiva de los modelos.

Figura 20

Test de monotonicidad





Fuente: Cálculos propios

En general se cumple la propiedad, aunque en algunos pocos casos aumenta el estrato cuando disminuye alguna de las variables.

Sustitución

Esta propiedad está relacionada con la incorporación de distintas dimensiones en las medidas propuestas y, por tanto, con la posibilidad de que los hogares estén mejor en unas dimensiones que en otras y que estas diferencias varíen entre hogares. Todo ello, aun cuando los hogares se encuentren en un mismo grupo o estrato. Como las valoraciones de los hogares pueden diferir, la elección de vivir en un estrato v_1 puede corresponder a distintas preferencias y características de los hogares y las viviendas. Por ejemplo, en un mismo estrato se pueden tener hogares con ingreso alto y poca educación y hogares con menos ingreso pero más educación.

Las variables con las que se construye la función valor son, en algún sentido, sustitutas. Entonces, un incremento en x_1 se podría sustituir por una reducción de otra variable, por ejemplo x_2 . La función no cambia, y el estrato no se modifica, cuando el incremento en una variable es compensado por la disminución en otra.

Evaluar esta propiedad tiene una dificultad asociada con la diversidad en los rangos de las variables incluidas en la función y a la carencia de una forma funcional específica. Sin, embargo, se pueden considerar como ejemplo de sustitución pares de variables con incrementos o pesos similares en la función V , pero que tengan signos contrarios: una variable afecta positivamente V y la otra lo hace de manera negativa. Las pruebas se presentan en los cuadros 18 y 19.

Cuadro 18

Test de sustitución - IdeR- α

Variable	peso	Parámetro
nv_pisosAlfombra o tapete de pared a pared	0,00	0,0000
nv_pisosMadera pulida y lacada, parqueté, Mármol	2,05	0,1833
nv_pisosBaldosa, vinilo, tableta, ladrillo, laminado o flotante	0,68	0,0606
nv_pisosMadera burda, tabla o tablón, otro vegetal	5,03	0,4510
nv_tipoviviendaCasa	0,06	-0,0056
nv_tipoviviendaApartamento	0,50	0,0446
nh_hacinamiento<=2	0,30	-0,0267
nh_hacinamiento<=4	2,10	-0,1883
nh_hacinamiento>4	0,27	-0,0243
nh_tenencia_vehiculoNo	0,19	-0,0166
nv_cerca_industriaNo	0,17	0,0152
nv_cerca_basureroNo	0,43	0,0388
nv_cerca_plazaNo	0,23	0,0209
nv_cerca_drogasNo	0,59	0,0529
npckp46b	0,02	-0,0017
nhccp46a	1,49	0,1332
nhccp46e	2,39	-0,2139
np_nivel_educativoBásica primaria (1° - 5°)	54,37	-4,8712
np_nivel_educativoBásica secundaria (6° - 9°)	1,54	-0,1383
np_nivel_educativoMedia (10° - 13°)	0,68	-0,0607
np_nivel_educativoTécnico	0,50	-0,0444
np_nivel_educativoTecnológico	0,27	-0,0245
np_nivel_educativoUniversitaria incompleta (sin título)	0,31	0,0278
np_nivel_educativoUniversitaria completa (con título)	0,46	0,0413
np_nivel_educativoEspecialización (con y sin título)	2,35	0,2103
np_nivel_educativoDoctorado y maestría (con y sin título)	2,35	0,2109
np_medicina_prepagadaNo	0,65	-0,0579
np_plan_complementarioNo	0,38	-0,0336
ingresos_per_capita_decil2	0,08	0,0073
ingresos_per_capita_decil3	0,39	0,0353
ingresos_per_capita_decil4	0,67	0,0603
ingresos_per_capita_decil5	0,81	0,0727
ingresos_per_capita_decil6	1,18	0,1055
ingresos_per_capita_decil7	1,44	0,1294
ingresos_per_capita_decil8	2,19	0,1959
ingresos_per_capita_decil9	3,07	0,2746
ingresos_per_capita_decil10	4,30	0,3853
1 2	1,28	-0,1148
2 3	0,00	0,0000
3 4	0,11	0,0094
4 5	0,83	0,0747
5 6	3,29	0,2946

Fuente: Cálculos propios

En los dos modelos el supuesto se cumple. La estandarización permite examinar el principio de sustitución. Por ejemplo en IdeR- α si en un hogar decide sustituir la tenencia de plan complementario para adquirir un nivel educativo universitario, aún sin tener el título se mantendría aproximadamente el mismo nivel de la función de valor.

De igual forma pero en el modelo IdeR- β , un hogar que decida dejar de lado la medicina prepagada por mejorar los pisos de su vivienda (a madera pulida y lacada o parqué o mármol) mantendría el mismo nivel en la función de valor.

Cuadro 19
Test de sustitución - IdeR- β

Variable	peso %	Parámetro
(Intercept)	0,0	0,000
nv_pisosAlfombra o tapete de pared a pared	3,5	0,039
nv_pisosMadera pulida y lacada, parquet, Mármol	9,5	0,105
nv_pisosBaldosa, vinilo, tableta, ladrillo, laminado o flotante	4,1	0,045
nv_pisosMadera burda, tabla o tablón, otro vegetal	3,3	0,036
nv_tipoviviendaApartamento	3,9	0,043
nv_tipoviviendaCuarto (s)	0,6	-0,007
nv_tipoviviendaOtro tipo de vivienda (carpa, tienda, vagón, etc.).	0,2	-0,003
nh_hacinamiento<=2	1,3	-0,014
nh_hacinamiento<=4	1,4	-0,016
nh_hacinamiento>4	1,2	-0,013
nh_tenencia_vehiculoNo	7,6	-0,084
nv_cerca_industriaNo	3,4	0,038
nv_cerca_basureroNo	5,5	0,061
nv_cerca_plazaNo	3,8	0,042
nv_cerca_drogasNo	6,4	0,071
nv_cerca_baldiosNo	5,5	0,061
np_nivel_educativoPreescolar	0,2	-0,003
np_nivel_educativoBásica primaria (1° - 5°)	1,4	-0,016
np_nivel_educativoBásica secundaria (6° - 9°)	1,1	-0,012
np_nivel_educativoMedia (10° - 13°)	0,9	-0,010
np_nivel_educativoTécnico	0,2	-0,002
np_nivel_educativoTecnológico	0,3	0,003
np_nivel_educativoUniversitaria incompleta (sin título)	0,5	0,005
np_nivel_educativoUniversitaria completa (con título)	2,9	0,032
np_nivel_educativoEspecialización incompleta (sin título)	0,8	0,009
np_nivel_educativoEspecialización completa (con título)	5,0	0,055
np_nivel_educativoMaestría incompleta (sin título)	1,3	0,014
np_nivel_educativoMaestría completa (con título)	4,8	0,053
np_nivel_educativoDoctorado incompleto (sin título)	0,1	0,002
np_nivel_educativoDoctorado completo (con título)	2,0	0,022
ipm_rezago_escCon privación	2,1	-0,023
np_medicina_prepagadaNo	10,3	-0,114
np_plan_complementarioNo	4,3	-0,048
ingresos_per_capita_decil2	0,0	0,000
ingresos_per_capita_decil3	0,0	0,000
ingresos_per_capita_decil4	0,0	0,000
ingresos_per_capita_decil5	0,0	0,000
ingresos_per_capita_decil6	0,0	0,000
ingresos_per_capita_decil7	0,1	-0,001
ingresos_per_capita_decil8	0,1	-0,001
ingresos_per_capita_decil9	0,1	-0,001
ingresos_per_capita_decil10	0,1	0,002

Fuente: Cálculos propios

Independencia de alternativas irrelevantes

La independencia de alternativas irrelevantes sugiere que la presencia de categorías irrelevantes no debería afectar el resultado final. En el contexto de las medidas propuestas, esta propiedad requiere que la forma en que cada una de las variables x afecta la decisión de los hogares sobre el sitio para vivir sea independiente de otras variables irrelevantes en la función.

Cuadro 20

Test de independencia de alternativas irrelevantes - IdeR- α

Variable	<	-	>
nv_tipovivienda	1	12	1
nv_cerca_industria	1	12	1
nv_cerca_plaza	1	12	1
nv_cerca_drogas	1	12	1
npckp46b	1	5	8
np_nivel_educativo	5	8	1
np_plan_complementario		14	
ingresos_per_capita_decil	2	10	2
np_medicina_prepagada	1	10	3
nhccp46e	1	11	2
nhccp46a	1	12	1
nv_cerca_basurero	2	10	2
nh_tenencia_vehiculo	2	10	2
nh_hacinamiento	7	6	1
nv_pisos		14	

Fuente: Cálculos propios

En general se mantiene el orden, salvo cuando se dejan por fuera la eliminación de nivel educativo (np_nivel_educativo), el tiempo de viaje al trabajo (npckp46b) y el hacinamiento (nh_hacinamiento).

Otra forma de pensar en esta propiedad es que la valoración que hacen los individuos de las características incluidas es independiente de las demás. Esta propiedad se cumple si la exclusión de una variable irrelevante no afecta la contribución y el ordenamiento de las otras variables que permanecen en la función.

Para la comprobación empírica de este supuesto, se procede a eliminar una a una las variables que se usaron para estimar cada modelo, y se verifica el ranking de las variables según el peso de estas en cada una de las estimaciones (cuadros 20 y 21).

En el cuadro 20 en la primera fila, cuando se elimina la variable tipo de vivienda (nv_tipovivienda) una variable disminuye en el ranking, otra sube, y las demás se mantienen en el mismo

En el cuadro 21 la ausencia del nivel educativo (np_nivel_educativo), la cercanía de la vivienda con expendios de droga (nv_cerca_drogas) y la medicina prepagada (np_medicina_prepagada) reconfiguran la participación porcentual de las variables del modelo.

En síntesis, en los dos modelos todas las variables son relevantes.

Informatividad - no trivialidad

La informatividad tiene una incidencia directa en el éxito de la política pública. De acuerdo con Cortés, Gamboa y González (1999) la informatividad está relacionada con dos preguntas.

La primera tiene que ver con el conjunto de información relevante que permite tener una medida del estrato. Las 5 dimensiones incluidas son pertinentes para el propósito que se busca.

La segunda está relacionada con la información que las medidas propuestas logran proveer. Los IDR α , β , ofrecen información sobre los hogares y la vivienda desde su diseño, y capturan los cambios en una o más variables del conjunto de información. Este criterio guarda relación con la monotonicidad.

El cumplimiento de dicha propiedad implica que las medidas propuestas dan cuenta de cambios en las variables de la función. Por ejemplo, una política que mejore las condiciones de la vivienda o el ingreso sería capturada por las medidas siempre que cumplan con la propiedad de monotonicidad.

Esta propiedad está relacionada con la no trivialidad, así que la función valor toma al menos dos valores diferentes, asegurando que el mínimo y el máximo de esta función sean distintos (Alkire y Foster 2011). Por tanto, predios con distintas características reciben valoraciones diferentes. Si las medidas solo tomaran un único valor, no ofrecerían información útil. En los ejercicios propuestos todos los indicadores toman más de dos valores.

Cuadro 21

Test de independencia de alternativas irrelevantes - IdeR- β

Variable	<	-	>
nv_tipovivienda		11	
nv_cerca_industria	3	7	1
nv_cerca_plaza	1	9	1
nv_cerca_drogas	4	4	3
np_nivel_educativo	5	5	1
np_plan_complementario	1	9	1
ingresos_per_capita_decil		11	
np_medicina_prepagada	2	5	4
nv_cerca_basurero	3	6	2
nh_tenencia_vehiculo	3	6	2
nh_hacinamiento		11	
nv_pisos	1	9	1

Fuente: Cálculos propios

Para evaluar la informatividad se empleó en la siguiente sección un ejercicio similar al realizado en Cortés, Gamboa y González (1999), que consiste en calcular las medidas propuestas con y sin el ingreso de los hogares. Esta aproximación permite responder a la pregunta sobre la relevancia informativa del ingreso.

Desde el punto de vista empírico para evaluar esta propiedad, se excluyó el ingreso de los dos modelos. En el caso de IdeR- α , los pesos de la mayoría de las variables se mantienen. No obstante, algunas como la cercanía a basureros y plazas tienen menor peso, y adquieren mayor relevancia el plan complementario y la tenencia de vehículos aumentan.

Por el lado del IdeR- β la exclusión de los ingresos no modifica los pesos de las variables. No se elimina del modelo porque desde el punto de vista estadístico mejora la calidad del ajuste.

Igualdad de tratamiento o simetría

Si w es obtenido de una permutación de y , entonces $V(w; x) = V(y; x)$ (Alkire y Foster 2011). De acuerdo con esta propiedad, si dos personas intercambian sus características, las medidas asociadas a estas características no deberían verse afectadas. También implica que dos predios con las mismas características deben tener el mismo estrato o valor en el intervalo $[0,1]$ en la *regresión beta* de la sección 2. Esta propiedad garantiza que existe igualdad de tratamiento y que la asignación del estrato no dependerá del grupo al que pertenezca el hogar que se está midiendo, o del ordenamiento de los hogares en la realización de los cálculos. En otras palabras, no se le asigna un peso superior a ningún grupo u hogar en la construcción de las medidas. Esta propiedad se cumple por construcción en los dos indicadores propuestos.

6.4. ERRORES DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN UTILIZANDO EL IDER

Cuadro 22

Errores de inclusión y exclusión (%), con la estratificación actual y nueva. La comparación se hace teniendo como parámetro el IdeR

	IdeR- α	IdeR- β
Exclusión		
Estrato VUI	16,50	13,90
Estrato vigente	2,75	1,50
Inclusión		
Estrato VUI	19,80	42,00
Estrato vigente	41,90	63,60

Fuente: Cálculos propios

El cuadro 22 resume los errores de inclusión y exclusión, del estrato vigente y del nuevo, teniendo como parámetro los IdeR α , β .

El IdeR es un parámetro más adecuado para determinar los errores de inclusión y exclusión que otras medidas como la línea de pobreza, la capacidad de pago, o la pobreza multidimensional.

Con el nuevo estrato disminuyen los errores de inclusión, pero aumentan los de exclusión.

Los análisis que se hicieron previamente permiten entender las razones por las cuales los errores de inclusión son mayores que los de exclusión.

7. ESTRATIFICACIÓN RURAL

Desde hace varios años se han venido evidenciando las limitaciones de la estratificación socioeconómica como instrumento para focalizar los subsidios de los servicios públicos domiciliarios⁶². La SDP ha avanzado en la reflexión de la estratificación rural, teniendo como referencia la metodología VUI. Se diferencian tres zonas rurales: Norte (Suba, Usaquén, Chapinero y Santa Fe); Cuenca del Tunjuelo (San Cristóbal, Usme y Ciudad Bolívar); Sumapaz.

De acuerdo con las normas existentes, en la estratificación rural se combinan dos componentes: i) la calidad de la vivienda según la ficha predial, y ii) la productividad potencial del predio teniendo como referencia los ingresos equivalentes a la Unidad Agrícola Familiar promedio municipal (UAF). Las limitaciones de cada uno de estos componentes se explican en las páginas siguientes.

En los años 2017/2018 se llevó a cabo una actualización catastral. Estos resultados no se han incorporado a la normatividad. Todavía está vigente la estratificación del decreto 304 de 2008 (Alcaldía de Bogotá 2008), que toma la base catastral de 2005.

⁶² Ver: DANE 2019 a; Infométrika y Universidad del Rosario 2018; Mees 2021; SDP 2019.

Los ejercicios que se presentan a continuación incluyen los resultados de la actualización. Además, se examina la pertinencia de las variables que se utilizan como proxy de las condiciones de vida del hogar.

7.1. CAMBIOS EN LA ESTRATIFICACIÓN

Cuadro 23

Construcciones rurales 2017/2018
Número de registros según tipo de predios

Tipo de Predios	
Total inicial	54.341
Expansión	41.448
Rural disperso	12.893
Residenciales rurales calificación múltiple	10.138
Residenciales rurales calificación única	8.312
Residenciales rurales con usos y destinos sujetos a estratificación	7.163
Viviendas sin área de terreno (mejoras)	1.899
Viv. con área relacionada diferente al área construida	5.264

Fuente: SDP

La base catastral rural de 2017/2018 contiene 54.341 registros, de los cuales 41.448 son predios en expansión y 12.893 corresponden al área rural dispersa (cuadro 23). De este universo, los predios con vivienda y con mejoras de uso residencial, que aplican para la estratificación rural, ascienden a 7.163. Y dentro de éstos, 1.899 corresponden a “mejoras”. Es decir, a viviendas

que no tienen área de terreno, así que el factor que determina la estratificación es la vivienda. Los otros 5.246 predios son viviendas que cuentan con un área de terreno y que se estratifican no solo teniendo en cuenta la vivienda, sino también la UAF.

Con respecto a la estratificación vigente (decreto 304 de 2008), la nueva incluye 35% más de predios (cuadro 24 y figura 21). Se pasó de 4.654 a 7.163. Las mayores variaciones se presentan en el estrato 6 (64%), estrato 3 (44%) y estrato 1 (36%). En los estratos 2 y 4 los cambios fueron mínimos.

En la figura 21 el tamaño de las esferas indica la magnitud del cambio. Las esferas azules de la diagonal corresponden a las viviendas que mantienen el mismo estrato en los dos períodos. Las esferas de la parte inferior de la diagonal representan los predios que aumentan el estrato, y las de la parte superior los que disminuyen el estrato.

Los principales resultados son:

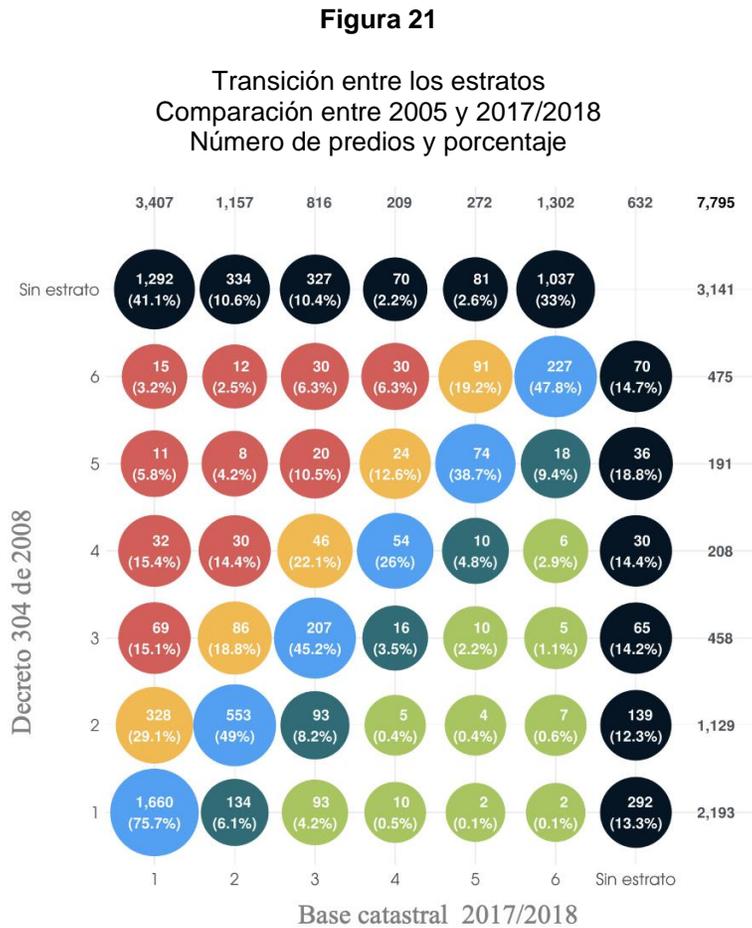
Cuadro 24

Comparación de los predios residenciales sujetos a estratificación
2005 y 2017/2019

Est.	Dec. 304 2005		2017/2018		Variación	
	#	%	#	%	#	%
1	2.193	47	3.407	48	1.214	36
2	1.129	24	1.157	16	28	2
3	458	10	816	11	358	44
4	208	4	209	3	1	0
5	191	4	272	4	81	30
6	475	10	1.302	18	827	64
Tot	4.654	100	7.163	100	2.509	35

Fuente: SDP

i) En general, hay un alto porcentaje de viviendas que mantienen el estrato actual. Se presenta una variación importante en la reclasificación del tipo de predio, pasando de sin estrato a estratificados.



Fuente: SDP

a ser clasificados en estrato 1, y el 33% en estrato 6. Son predios que cuentan con una vivienda construida y, en algunos casos, tienen un área de terreno productiva, que hoy no están contribuyendo con el pago de SPD al no estar estratificados. El 14,7% de predios del estrato 6 y el 18,8% del estrato 5 pasan a no estratificados.

Los cambios se pueden observar por zonas (figuras 22 y 23).

i) En el Norte el número de predios sujetos a estratificación pasa de 1.562 a 2.939. El mayor aumento es el del estrato 6 que aumenta de 413 a 1.298.

ii) 1.660 viviendas (75,7%) clasificadas actualmente como estrato 1, conservan el mismo estrato. El 11 % sube de estrato y el 13,3% pasa a clasificarse sin estrato. En el caso de estratos 2 y 3, el 49% y 45,2%, respectivamente, mantienen el estrato actual. La disminución del estrato se observa, sobre todo, en el 2 (29,1%) y en el 3 (33,7%).

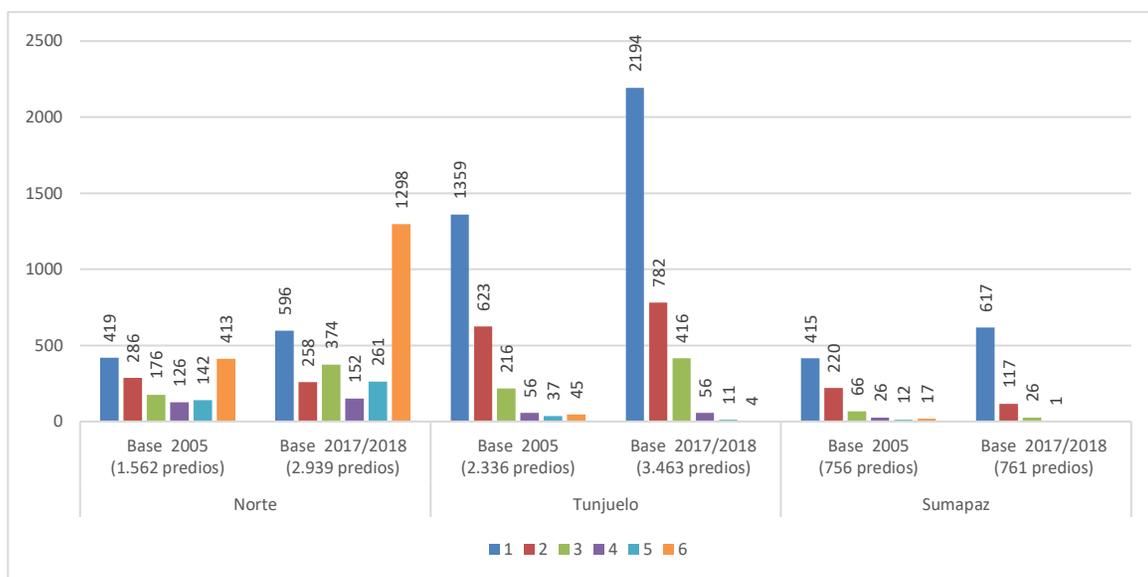
iii) En el estrato 4, el 51,9% de las viviendas bajan de estrato. El 26% conservan el estrato, y el 7,7% pasan a estratos 4 y 5.

iv) El 41,1% de los predios que actualmente no cuentan con estrato pasan

ii) En Tunjuelo, el total de predios pasa de 2.336 a 3.463. Es la zona con mayor número de predios rurales sujetos a estratificación. El incremento más significativo se presenta en el estrato 1, llegando a 2.194 viviendas. También es relevante el cambio en el estrato 3 que aumenta de 216 a 416 predios. Los estratos 5 y 6, que son poco significativos en la zona, bajan aún más su participación.

Figura 22

Comparación, por zonas, de los predios residenciales sujetos a estratificación 2005 y 2017/2019

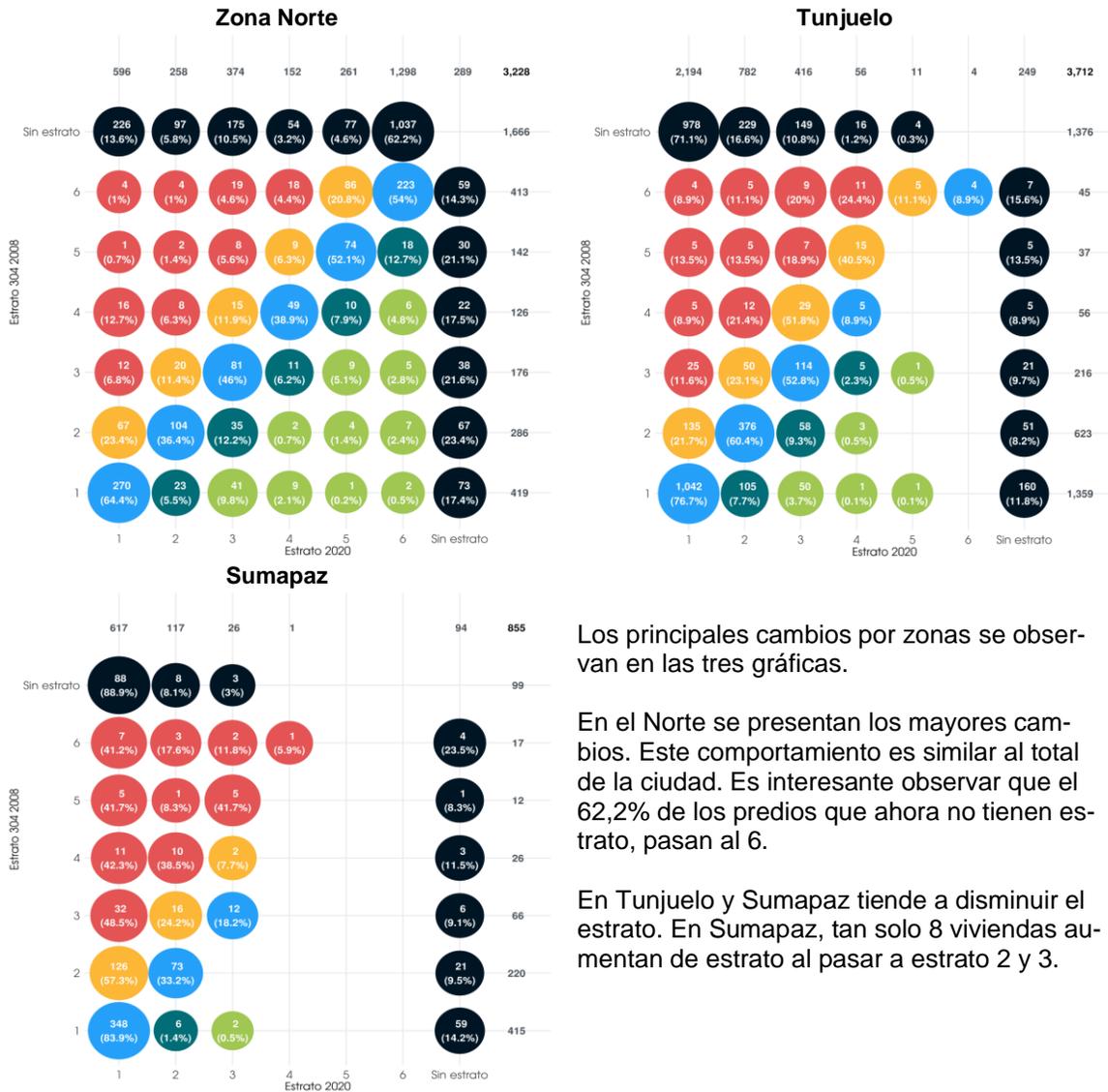


Fuente: SDP

iii) En Sumapaz, el número total de predios se mantiene casi igual, con un ligero aumento de 756 a 761. La única variación positiva se presenta en el estrato 1. Desaparecen los predios de estrato 5 y 6.

Figura 23

**Transición entre estratos por zonas
2005 y 2017/2019**



Los principales cambios por zonas se observan en las tres gráficas.

En el Norte se presentan los mayores cambios. Este comportamiento es similar al total de la ciudad. Es interesante observar que el 62,2% de los predios que ahora no tienen estrato, pasan al 6.

En Tunjuelo y Sumapaz tiende a disminuir el estrato. En Sumapaz, tan solo 8 viviendas aumentan de estrato al pasar a estrato 2 y 3.

Fuente: SDP

7.2. DETERMINANTES DE LA ESTRATIFICACIÓN RURAL

Cuadro 25

Distribución de predios sujetos a estratificación 2017/2018

Regla	no	%
Est Viv = Est UAF	2.162	30,2
Est Viv < Est UAF	449	6,3
Est Viv > Est UAF	2.653	37,0
Mejoras, UAF = 0	1.899	26,5
Total	7.163	100

Fuente: SDP

La regla que define el estrato definitivo de un predio rural parte de un principio básico: entre los estratos de la vivienda y de la unidad productiva se escoge el mayor. Las tres primeras opciones se aplican a las viviendas con área de terreno, que son 5.264 predios (cuadro 23). La cuarta opción corresponde a 1.899 predios. La distribución se observa los cuadros 25 y 26.

- Si estrato vivienda > estrato UAF entonces estrato definitivo = estrato vivienda.
- Si estrato vivienda < estrato UAF entonces estrato definitivo = estrato UAF
- Si estrato vivienda = estrato UAF entonces estrato definitivo = estrato vivienda = estrato UAF.
- Si la vivienda no tiene terreno asociado, UAF=0. Estas viviendas se denominan “mejoras”, y el estrato es el de la vivienda.

Tal y como se observa en el cuadro 26:

i) En los predios en los que el estrato vivienda es igual al estrato UAF, el 95,3% se concentra en estrato 1

ii) En los predios en los que el estrato UAF es el determinante, la mayor parte están concentrados en estratos 2 y 3 (83,3%).

iii) Lo opuesto sucede en el caso en que el estrato de vivienda es el determinante, ya que el 48,7% de los predios se concentra en el estrato 6.

iv) Cuando se trata de mejoras o viviendas que no tienen un área de terreno asociada, hay una fuerte concentración en estratos bajos.

v) Los predios de estratos altos, particularmente los del 6, están determinados por las condiciones de la vivienda. En Bogotá hay 1.302 predios rurales estrato 6 y en 1.296 de ellos la clasificación está determinada por la vivienda.

Cuadro 26

<

Distribución de los predios rurales en función de la relación entre el estrato de la vivienda y el estrato UAF 2017/2018

Est. viv. =Est. UAF

Est. viv.<Est. UAF

Est.	No.	%
1	2.060	95,3
2	77	3,6
3	22	1,0
4	2	0,1
5	1	0,0
6	0	0,0
Total	2.162	100,0

Est.	No.	%
1	5	1,1
2	220	49,0
3	154	34,3
4	50	11,1
5	14	3,1
6	6	1,3
Total	449	100,0

Est. viv.>Est. UAF

Mejoras - Est. viv.

Est.	No.	%
1	0	0,0
2	617	23,3
3	365	13,8
4	127	4,8
5	253	9,5
6	1.291	48,7
Total	2.653	100,0

Est.	no.	%
1	1.342	70,7
2	243	12,8
3	275	14,5
4	30	1,6
5	4	0,2
6	5	0,3
Total	1.899	100

Fuente: SDP

7.3. LIMITACIONES DE LA ESTRATIFICACIÓN RURAL

Aunque la actualización de la base catastral subsana parte de las limitaciones de la estratificación rural, subsisten numerosas dificultades.

La primera reflexión tiene que ver con la tensión entre la vivienda y la capacidad de pago del hogar. En el caso de las fincas rurales, en las que predomina el estrato UAF esta divergencia se resuelve porque el estrato final es el de la unidad productiva, que informa directamente sobre la capacidad de pago del hogar. De todas maneras, la aproximación a las condiciones socioeconómicas del hogar a través del ingreso que genera la UAF también tiene limitaciones intrínsecas. Tal y como está concebida la metodología actual no es posible que haya complementariedad entre la información correspondiente a la vivienda, y al predio productivo.

Tal y como se señala en SDP (2019), la ficha predial diseñada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac) está desactualizada, ya que conserva manuales de construcción obsoletos, y no incluye los nuevos. Este hecho distorsiona la valoración de la calidad de la vivienda. Además, en la asignación de puntajes no se tiene en cuenta la variación de los precios de los materiales.

Cuadro 27

Relación entre los porcentajes de hogares, según tres mediciones de pobreza (monetaria (LP), extrema (PE), y multidimensional (IPM)), y el estrato rural (ficha predial). 2017/2018

Est.	LP		PE		IPM	
	No pobre	Pobre	No pobre	Pobre	No pobre	Pobre
1	70,2	29,8	84,0	16,0	78,6	21,4
2	80,9	19,1	89,5	10,5	81,4	18,6
3	85,9	14,1	94,2	5,8	87,8	12,2
4	90,6	9,4	100,0		96,9	3,1
5	97,5	2,5	97,5	2,5	92,5	7,5
6	98,6	1,4	98,6	1,4	98,6	1,4

Fuente: SDP

Los errores de inclusión son notorios. Los porcentajes de no pobres en el estrato 1 son muy altos: por LP, el 79,2 no son pobres, por PE, el 84%, y por IPM, el 78,6%. No hay duda de que los criterios de estratificación en la zona rural se tienen que replantear de manera radical.

Sin desvirtuar las discusiones anteriores sobre el *indicador de referencia*, en el cuadro 27, se compara el estrato rural según la ficha predial, con los porcentajes de hogares, según tres clasificaciones de pobreza: la monetaria (LP), la monetaria extrema (PE), y la multidimensional (IPM).

Los errores de inclusión son notorios. Los porcentajes de no pobres en el estrato 1 son muy

7.4. LA UNIDAD AGRÍCOLA FAMILIAR (UAF)

La presión de la urbanización en el borde urbano ha llevado a incrementos considerables del precio del suelo rural. Como se muestra en SDP (2019), esta dinámica de los precios no logra ser compensada con aumentos en la productividad de las fincas. La asimetría entre las altas expectativas de precios, y las leves mejoras en productividad, llevan a que el campesino termine renunciando a la actividad productiva, y se vea obligado a privilegiar las rentas derivadas de la expansión urbana sobre las ganancias obtenidas de la actividad productiva. Este conflicto entre precios y productividad se termina expresando en un alejamiento de la producción agropecuaria de los centros urbanos.

Aún sin incluir de manera explícita el precio del suelo en la estructura de consumo de las familias, las presiones urbanas (costos del transporte, aumento de los salarios, impuestos...) no son compensadas por las mejoras en productividad, y esta asimetría únicamente se resuelve aumentando el área de producción. El estudio concluye que

la extensión de una finca para garantizar un nivel equivalente a una UAF ha aumentado entre 2008 y 2017.

Los incrementos del área requeridos se presentan en el cuadro 28. En las tres zonas el número de hectáreas aumentó⁶³. En el Norte pasó de 5,09 a 6,9. En Tunjuelo de 14,1 a 22,1 y en Sumapaz de 91,9 a 110,9. Puesto que en la práctica es muy difícil aumentar el tamaño de la finca, y dado que la productividad no crece a un ritmo acelerado, el hogar se ve obligado a reducir los ingresos que provienen de los procesos productivos⁶⁴.

Cuadro 28

Número de hectáreas necesarias para garantizar el ingreso equivalente a una UAF. Zonas rurales de Bogotá

Zona	Ha. 2008	Ha. 2017
Norte	5,1	6,9
Tunjuelo	14,1	22,1
Sumapaz	91,9	110,9

La Unidad Agrícola Familiar (UAF)⁶⁵, que fue creada por la ley 135 de 1961, ha tenido varios propósitos. Uno de ellos es servir de referencia para determinar la estratificación. Pero ha tenido otros objetivos, como los señalados en la ley 135 de 1961, o en la ley 160 de 1994 (Madr e Incora 1994)⁶⁶.

La UAF equivale a 1.080 salarios mínimos legales diarios

Fuente: SDP (2019)

⁶³ Para hacer la comparación se tomó la UAF, tal y como la define la ley 505 de 1999 en su art. 4: “... para los efectos de esta ley, se entiende por Unidad Agrícola Familiar -UAF, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, un fundo de explotación agrícola, pecuaria, forestal o agrícola que dependa directa y principalmente de vinculación de la fuerza de trabajo familiar, sin perjuicio del empleo ocasional de mano de obra contratada. La extensión debe ser suficiente para suministrar cada año a la familia que la explote, en condiciones de eficiencia productiva promedio, ingresos equivalentes a mil ochenta (1.080) salarios mínimos legales diarios” (Ley 505, art. 4, República de Colombia 1999).

El salario mínimo **mensual** en el 2017 fue de \$737.717. El salario mínimo **diario** equivale a \$24.590,57. El mínimo **hora** es de \$3.073,82. Así que el valor de la UAF de 1.080 salarios mínimos diarios es de \$26.557.815 al año y de \$2.213.151 al mes. La UAF se acerca a 3 salarios mínimos, distribuidos con el siguiente criterio. Un salario corresponde a las obligaciones financieras. Otro salario a los gastos de infraestructura, y el otro al sostenimiento de la familia. Se espera que la finca produzca la suficiente para que la actividad productiva sea sostenible. Sobre las características de la UAF ver, además, DANE (2015), DNP (2000, 2002).

⁶⁴ Esta tensión entre el mayor precio del suelo y los aumentos en la rentabilidad de la finca, no se plantean de manera explícita en el nuevo POT (SDP 2021 c).

⁶⁵ El cálculo de la UAF es una combinación de áreas y precios que permite estimar, en el promedio, la capacidad productiva de los predios. Para realizar el cálculo: i) Se estiman 2 *zonas homogéneas geoeconómicas* (ZGH) por municipio. ii) Estas ZHG se dividen en *subzonas homogéneas físicas* (Sz hf) al interior de las cuales se identifica la finca tipo o una unidad productiva representativa. iii) Se observan los sistemas productivos que representan a más del 65% de unidades productivas (puede ser una o varias fincas tipo). iv) Se calcula la UAF por finca tipo y se obtiene el promedio de UAF por cada Sz hf y, a su vez, la UAF de las ZGH promedio. v) Por otro lado, se calcula el valor catastral de la hectárea de las ZHG reportadas por la autoridad catastral, así como el valor promedio de la hectárea por municipio.

⁶⁶ “... la UAF además de posibilitar la estratificación rural, se constituya en una valiosa fuente de información para la planificación y determinación de problemas en el ámbito rural. Adicionalmente, le proporciona a los técnicos responsables las herramientas adecuadas para que la UAF exprese las características de la producción local” (DNP 2000, p. 6).

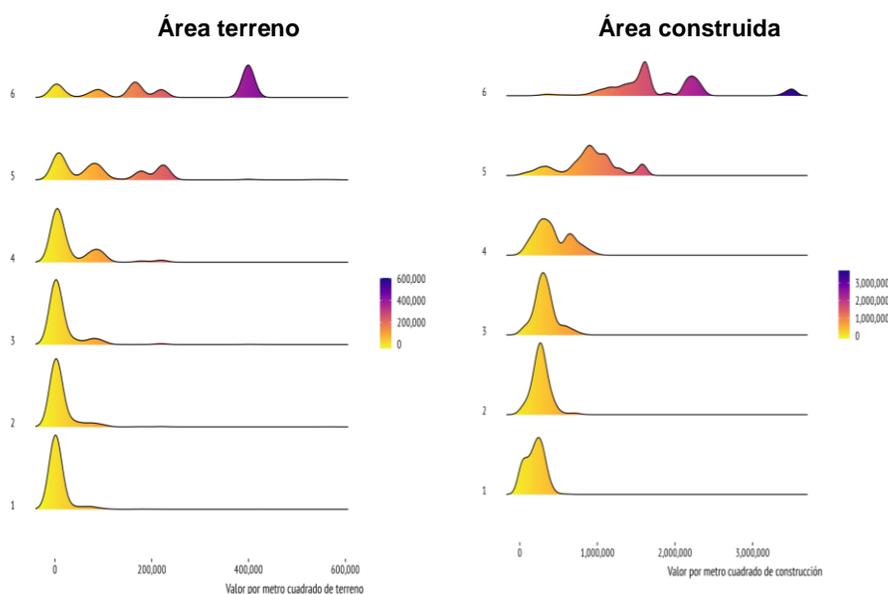
Desde esta mirada el área UAF es el instrumento privilegiado para realizar la distribución de la tierra, y distribuir subsidios. En las condiciones actuales, después de los acuerdos de La Habana, la UAF es la referencia para determinar el área que se le debe entregar a una familia en los procesos de restitución.

Después de realizar los ejercicios anteriores, es importante resaltar los siguientes problemas.

- i) Aunque el catastro rural se actualizó entre 2017/2018, la estratificación vigente continúa con los datos del 2005.
- ii) La expansión urbana presiona el precio del suelo a medida que se hace más escaso. En el borde esto implica una tensión entre el uso del suelo para la agricultura, o para el desarrollo inmobiliario. Frente a las expectativas de precios elevados causada por los anuncios (reales o ficticios) de la ampliación del perímetro urbano, es ilusorio pensar en una compensación de la rentabilidad asociada a aumentos de la productividad de la finca.
- iii) Las dificultades para incrementar la producción son más evidentes en las fincas pequeñas y medianas.
- iv) La relación entre el valor de la UAF y el área siempre tiene dificultades porque las estimaciones son muy aproximadas. Sobre todo, en las fincas pequeñas y medias, la estructura de costos es prácticamente imposible de cuantificar.

Figura 24

Valor del m2 por estrato
Zona rural 2017/2018



Fuente: SDP

v) En la estructura de costos que fundamenta el análisis de la UAF no se suele incluir el precio del suelo.

En la figura 24 se observa que en los estratos bajos el valor por m2 del terreno y de la construcción es menor.

Siguiendo un procedimiento similar a la comparación que se

realizó en cuadro 27, ahora el punto de referencia es el estrato UAF. Los resultados se observan en el cuadro 29. Los errores de inclusión son más altos que los observados con la estratificación de la ficha predial.

De nuevo, estas aproximaciones muestran que la estratificación rural - tanto por ficha predial, como por UAF -, no guardan relación con las mediciones de pobreza. La asimetría es relevante, y los errores son notorios.

Los cuadros 27 y 29 corresponden a las dos formas de aproximarse a la estratificación rural.

El **estrato definitivo** es el mayor de los dos. De acuerdo con SDP (2019),

Cuadro 29

Relación entre los porcentajes de hogares, según tres mediciones de pobreza (monetaria (LP), extrema (PE), y multidimensional (IPM)), y el estrato rural (UAF). 2017/2018

Est.	LP		PE		IPM	
	No pobre	Pobre	No pobre	Pobre	No pobre	Pobre
1	76,2	23,8	87,3	12,7	82,7	17,3
2	78,1	21,9	90,5	9,6	78,7	21,4
3	88,0	12,0	94,4	5,6	84,3	15,7
4	82,4	17,7	92,2	7,8	84,3	15,7
5	87,5	12,5	100,0	0,0	62,5	37,5
6	77,8	22,2	88,9	11,1	66,7	33,3

Fuente: SDP

“El puntaje de vivienda está más relacionado con el estrato final (82,8%: 3.854 de 4.656 predios), que con la productividad de la UAF (51,1%: 2.377 de 4.656 predios). En 1,632 predios coinciden el estrato por puntaje de vivienda, y por productividad UAF” (SDP 2019).

Estas relaciones no cambian, aún con el catastro actualizado. Ya se ha mostrado que la vivienda determina el estrato final en más del 60% de los predios sujetos a estratificación, y la UAF apenas el 6%.

Cuadro 30

Relación entre los porcentajes de hogares, según tres mediciones de pobreza (monetaria (LP), extrema (PE), y multidimensional (IPM)), y el estrato rural **definitivo**.
2017/2018

Est.	LP		PE		IPM	
	No pobre	Pobre	No pobre	Pobre	No pobre	Pobre
1	68,9	31,1	82,5	17,5	79,3	20,7
2	79,8	20,2	89,0	11,0	80,9	19,1
3	85,6	14,4	93,9	6,1	86,5	13,5
4	82,8	17,2	95,3	4,7	87,5	12,5
5	97,5	2,5	98,8	1,3	90,0	10,0
6	94,3	5,7	96,6	3,4	92,1	8,0

Fuente: SDP

general:

1. La búsqueda de cualquier instrumento de focalización debe caracterizar las condiciones socioeconómicas del hogar. Desde el punto de vista de la política social, la focalización ideal se logra cuando se le puede seguir la trayectoria a la capacidad de pago del hogar, y en función de las condiciones socioeconómicas que se presentan a lo largo del tiempo, se va modulando el balance entre subsidios e impuestos (o contribuciones).

2. Desde esta perspectiva, un índice como el IMF tendría sentido si fuera implemtable por lo menos una vez al año. Además de los retos administrativos que representa la recolección de la información, existen dificultades institucionales y normativas para seguir de cerca la evolución de la capacidad de pago de los hogares. Por esta razón, la Mees (2021) ha insistido en que la forma más flexible de capturar dicha información a través de la declaración de renta universal.

Como el ideal de la declaración de renta universal todavía no es posible, el paso inmediato consiste en *centrar la atención en la vivienda, pero con una mirada* - más o

El cuadro 30 presenta el mismo ejercicio que los cuadros 27 y 29, pero con el estrato definitivo.

Aunque se observa una mejora en las tendencias del estrato y de los porcentajes de pobreza, los errores de inclusión continúan siendo altos.

8. CONCLUSIONES

Sobre la **estratificación en general:**

menos indirecta, dependiendo de la información disponible - *a las condiciones de vida del hogar*. Este ejercicio es posible porque la calidad de la información catastral ha mejorado sustancialmente en las principales ciudades del país. Este es el objetivo de la metodología VUI. Como se observa en los ejercicios anteriores, los estratos VUI corresponden de manera adecuada a las condiciones de los hogares medidos con la información del registro administrativo del Sisbén IV. El VUI permite relacionar la información catastral con las condiciones de vida del hogar.

3. Los aprendizajes que se han alcanzado con la estratificación durante estos años muestran que no es suficiente quedarse en la clasificación de las viviendas, sino que es necesario ir más allá, y buscar un acercamiento a las condiciones socioeconómicas del hogar.

4. La estratificación repotenciada permite aprovechar los logros que ha tenido el país en los métodos de focalización individual, y en el seguimiento a la capacidad de pago de los hogares. Las versiones del Sisbén IV han permitido avanzar en las políticas de focalización.

5. Este avance hacia una adecuada focalización depende de una mejor información administrativa. No obstante, los logros que se han conseguido en la caracterización de los hogares, todavía es prematuro pretender sustituir la categorización de la vivienda por el seguimiento a los hogares. Mientras tanto, no sobra insistir en que el gracias al mejor conocimiento de las condiciones de la vivienda, es posible diseñar un nuevo estrato a partir del VUI, que tiene un alcance mayor que el actual, y permite aproximarse a las características socioeconómicas del hogar.

6. Según la Mees (2021), esta nueva aproximación se puede sustentar en tres datos importantes:

i) El catastro multipropósito se ha ido consolidando. Es bueno recordar que la estratificación se presentó como fue una solución imperfecta dada la desactualización de los catastros. A medida que el catastro vaya mejorando, y se actualice de manera permanente, adquiere relevancia en la determinación de un estrato que puede estar más cerca de la capacidad de pago del hogar que ocupa la vivienda. La estratificación que pasa de la manzana al predio representa un avance significativo.

ii) El avance de la tecnología satelital. Gracias a Google, por ejemplo, es posible hacerle seguimiento a cada inmueble de una manera bastante precisa. La georreferenciación ayuda a particularizar los alcances del estrato, tal y como lo está haciendo ahora Bogotá.

iii) El consenso sobre la necesidad de mejorar la focalización. Hay asimetrías claras entre el estrato y las condiciones de vida de los hogares. La convergencia entre ambas aproximaciones es un propósito que se hizo evidente con la pandemia, y que ya se había manifestado de diversas maneras. Hay acuerdo en que el estrato debe reflejar, en algún sentido, las condiciones de vida del hogar. Por esta razón la tensión vivienda/hogar no es contradictoria. Se trata de comenzar desde la vivienda para ir mirando hacia el hogar. La necesidad de que el estrato se aproxime - en algún sentido - a las condiciones socioeconómicas del hogar, también lo exigen los múltiples usos sociales que se hacen del estrato.

Y sobre la **estratificación rural**:

7. Tal y como lo propuso la Mees (2021), las diferencias entre lo rural y lo urbano son notorias, y habría que pensar en los alcances de la estratificación rural, dado el avance del catastro multipropósito. En la zona rural, más importante que el estrato es la actualización catastral. Y en las unidades productivas, el punto de referencia debe ser la UAF, sin necesidad de asociar las hectáreas necesarias para obtener una UAF al estrato.

8. No obstante las bondades de la actualización catastral, no logra subsanar las limitaciones de diseño y de fondo de la metodología.

9. Es importante reflexionar sobre las dinámicas que se están presentando en los predios rurales, tanto en productividad como en precios. El comportamiento en el Norte es muy diferente al de Sumapaz.

10. Entre las vías de acción hacia el futuro, se proponen los siguientes escenarios.

Primer escenario: mantener la metodología de cálculo de la estratificación rural modificando sus componentes. Como se ha señalado, tanto la estratificación según condiciones de la vivienda por ficha predial, como la de la UAF, tienen limitaciones que se podrían corregir mejorando la base de información.

Segundo escenario: modificar la metodología de cálculo de los dos componentes Y cambiar el criterio para definir el estrato final. Dependiendo de un análisis de mayor profundidad de la información se podrían considerar las siguientes hipótesis como ejemplo.

11. Desde la mirada del hogar, la UAF tiene la virtud de colocar en primer plano las características socioeconómicas de la unidad productiva. Si el ideal de la estratificación como instrumento de focalización, es acercarse a las condiciones de vida del

hogar, la UAF es una buena aproximación. Esta apreciación no desconoce que la UAF tenga que ser actualizada de forma periódica.

12. Es claro que la definición legal de la UAF sólo considera ciertos tipos de usos del suelo rural (ley 505 de 1999, art. 4) (República de Colombia 1999): explotación agrícola, pecuaria, forestal o acuícola. Se dejan de lado otros posibles usos del suelo que generan rentas, que ubicarían el predio en estratos medio alto y alto. Como estos usos no se incluyen en la UAF, la estratificación termina definiéndose a partir de la calidad de la vivienda. Este procedimiento presenta limitaciones evidentes. La Mees (2021) recomienda dejar abierta la posibilidad de incluir usos adicionales en la definición de la UAF. De esta manera se logrará una mayor aproximación a la capacidad de pago del hogar, a medida que las condiciones productivas vayan cambiando.

13. En una finca de recreo la vivienda puede tener un alto valor, mientras que la unidad productiva apenas es simbólica. Por ejemplo, una huerta casera, o un cultivo de flores, que tienen una finalidad más lúdica que productiva. En tales circunstancias, es lógico que prevalezcan las condiciones de la vivienda sobre la unidad productiva.

14. En lugar de pretender unificar la vivienda y la unidad productiva con categorías de estrato, se podría proceder de esta manera. i) Si la unidad productiva genera recursos equivalentes a 2 UAF o menos, y el estrato de la vivienda es inferior a 3, ese hogar recibe subsidios. Si la unidad productiva genera entre 2 y 5 UAF, y el estrato de la vivienda es inferior a 3, el hogar es neutro. Si la unidad productiva genera más de 5 UAF, no importa cuál sea el estrato de la vivienda, el hogar contribuye. Si el estrato de la vivienda es 4 o 5, e independientemente de la capacidad productiva de la finca, el hogar contribuye. Este tipo de aproximación les da prioridad a las condiciones socioeconómicas del hogar, y supera la dicotomía que se plantea al preferir el mayor estrato, entre el de la vivienda y el de la unidad productiva. En el camino propuesto, no tiene sentido atribuirle un estrato a la capacidad de producción de la finca.

<i>Finca</i>	<i>Viv</i>		
$UAF \leq 2$	$est \leq 3$	\rightarrow	<i>subsidiado</i>
$2 < UAF \leq 5$	$est \leq 3$	\rightarrow	<i>neutro</i>
$UAF > 5$	$\forall est$	\rightarrow	<i>contribuye</i>
$\forall UAF$	$est \geq 4$	\rightarrow	<i>contribuye</i>

Si la unidad productiva genera recursos equivalentes a 2 UAF o menos, y el estrato de la vivienda es inferior a 3, ese hogar recibe subsidios. Si la unidad productiva genera entre 2 y 5 UAF, y el estrato de la vivienda es inferior a 3, el hogar es neutro. Si la unidad productiva genera más de 5 UAF, no importa cuál sea el estrato de la vivienda, el hogar contribuye. Si el estrato de la vivienda es 4 o 5, e independientemente de la capacidad productiva de la finca, el hogar contribuye. Este tipo de aproximación les da prioridad a las condiciones socioeconómicas del hogar, y supera la dicotomía que se plantea al preferir el mayor estrato, entre el de la vivienda y el de la unidad productiva. En el camino propuesto, no tiene sentido atribuirle un estrato a la capacidad de producción de la finca.

15. El formulario que se está utilizando para caracterizar la vivienda es obsoleto, y excesivamente minucioso. Se debería simplificar y diseñar un mecanismo que permita su actualización periódica.

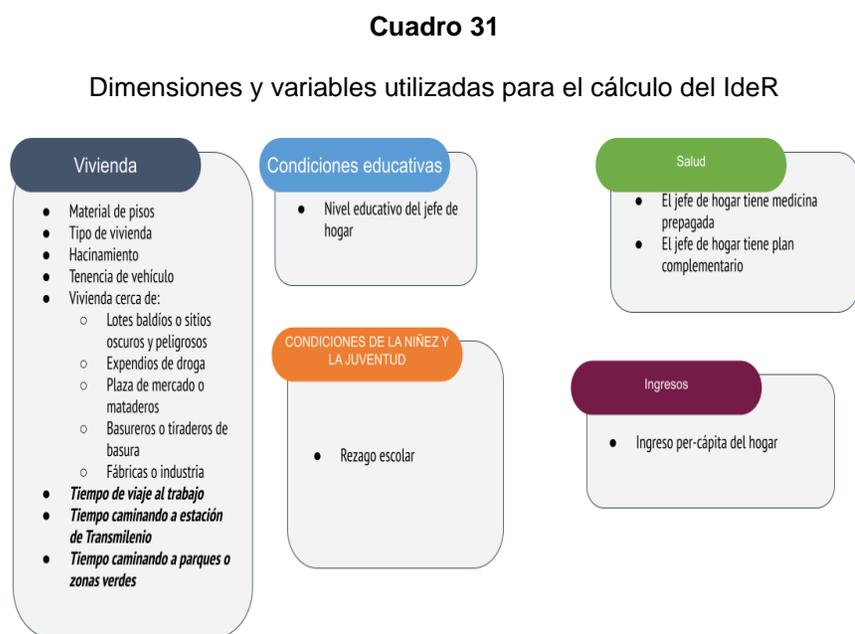
16. El seguimiento del precio en las áreas rurales está muy marcado por la dinámica expansiva de las ciudades. Si el valor del suelo sube más que los aumentos en pro-

ductividad, la única forma de conservar los ingresos equivalentes a la UAF es ampliando el área productiva. Esta solución es prácticamente imposible, así que la producción rural termina alejándose de las ciudades. Estos vínculos urbano-rurales no se captan con la metodología actual de estratificación rural. Además, como se ha advertido, el formulario para precisar las condiciones de la vivienda rural es desactualizado, e informa muy poco. Al darle relevancia a la productividad del predio se logra un mayor acercamiento a las condiciones de vida del hogar.

17. No obstante estos esfuerzos, no hay una acción coordinada del Estado con objetivos claros, metas e instrumentos que permitan resolver, entre otros aspectos, los mecanismos idóneos de acceso a la información de base para la estratificación rural, y a la información de facturación de las personas prestadoras rurales. Esta falta de información no permite examinar si se está cumpliendo el principio de solidaridad y redistribución. Estos mecanismos deben diseñarse teniendo en cuenta las particularidades del campo colombiano (informalidad, tecnología, conectividad).

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1. VARIABLES INCLUIDAS EN LA ESTIMACIÓN DEL IDER



Fuente: Elaboración propia

Las 57 variables que fueron el punto de partida de los ejercicios estadísticos para calcular el IdeR, corresponden a las dimensiones que se presentan en el cuadro 31.

Vivienda

i) Material de pisos

ii) Tipo de vivienda: Es definido por el DANE como aquella variable que logra capturar

las diferentes clases o formas de construcción de las unidades de vivienda habitables por una o más personas. Se incluyen diferentes categorías como: casa, apartamento,

vivienda tipo cuarto, y otro tipo de vivienda (vagones de trenes, contenedores, embarcaciones, tiendas de gitanos, carpas de viajeros, puentes, etc.).

iii) Hacinamiento

iv) Tenencia de vehículo

v) Vivienda cerca de:

Lotes baldíos o sitios oscuros y peligrosos

Expendios de droga

Plaza de mercado o mataderos

Basureros o tiraderos de basura

Fábricas o industria

Condiciones educativas

Nivel educativo del jefe de hogar: Como parte de las condiciones sociales de las familias, el nivel educativo de la persona cabeza de hogar es una de las variables que más puede estar asociada a la condición de pobreza y al bienestar. Los estudios que se centran en este tipo de variables evidencian la estrecha correlación que pueden tener con otras como el nivel de ingresos de los hogares y los posibles logros sociales a los que pueden acceder las familias y especialmente los hijos.

Condiciones de la niñez y la juventud

Rezago escolar: Se considera que un hogar está privado si alguno de los niños entre 7 y 17 años en su hogar tiene rezago escolar. Y la condición de rezago escolar es:

Tiene 7 años y no tiene al menos 1 años de educación

Tiene 8 años y no tiene al menos 2 años de educación y continúa sucesivamente hasta 17 años y no tiene al menos 11 años de educación.

Salud

Medicina prepagada y plan complementario: este servicio es adicional al Plan Obligatorio de Salud (POS) del Sistema General de Seguridad Social en Salud (Sgss) y opera como un servicio de los Planes Adicionales de Salud (PAS), se caracteriza por ser un servicio de salud cuya fuente de financiamiento primaria son los agentes privados, los cuales, dependiendo de su poder adquisitivo, tienen la posibilidad de acceder a algunas ventajas que no están incluidas dentro del POS. Su contratación está

usualmente concentrada en los hogares de mayores recursos económicos y está asociada a una percepción de mejor calidad del servicio con respecto al prestado por Empresas Promotoras de Salud (EPS), teniendo en cuenta aspectos como: atención rápida y personalizada, fácil alojamiento en hospitales y clínicas, y mayores niveles de tecnología. Entre los dos PAS el plan complementario se entiende como una extensión de la EPS donde se encuentra afiliado el usuario por el contrario la medicina prepagada no necesariamente se contrata con la EPS donde se encuentra afiliado.

Económica

Ingresos del hogar: representa la posibilidad económica del hogar para alcanzar cierto nivel de vida. La importancia de esta variable generalmente ha estado sustentada en que el dinero con el cual disponen los hogares representa su capacidad para alcanzar los funcionamientos que valoran dentro de su proyecto de vida. Según la definición en Cepal (Beccaria 2007),

“En el análisis del bienestar resulta de importancia la identificación de la capacidad de los hogares para acceder al consumo de bienes y servicios. El ingreso - entendido como el flujo de recursos que recibe la unidad durante un período determinado - constituye, precisamente, una medida de esa capacidad. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el consumo puede ser mayor (menor) al ingreso si la unidad se endeuda o vende parte de sus activos (presta parte de sus ingresos o compra activos)”.

Y el ingreso total del hogar será el agregado de: a) ingresos de los empleados, b) ingreso del empleado autónomo, c) alquileres, d) renta de la propiedad y e) transferencias corrientes recibidas.

9.2. ANEXO 2. REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINOMIAL Y ORDINA - IDER- α

La regresión Logística Multinomial (RLM) es usada para hacer predicciones probabilísticas de una variable dependiente a partir de un conjunto de variables independientes. Todas las variables (dependientes o independientes) pueden ser binarias o continuas. La RLM es una extensión de la regresión logística binaria, ya que incluye más de dos categorías de clasificación en la variable dependiente.

De acuerdo con Schwab (1978), en la conducción de un análisis de regresión logística es indispensable que haya al menos diez casos por cada una de las variables independientes.

La RLM no requiere de los supuestos de normalidad, linealidad y homogeneidad de varianzas. Esta es una enorme ventaja, y permite hacer un adecuado análisis discriminante. Existen diferentes técnicas en la estimación de parámetros. Muchos de los

modelos que se ajustaron en los procesos para identificar las categorías de variables que mejor estuvieran asociadas a la clasificación de los estratos VUI, estuvieron soportados teóricamente por procesos multinomiales. También se consideraron modelos de regresión Poisson, pero como no se ajustaron bien, se optó por la alternativa multinomial.

Considere una variable Y con J categorías. Sea $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_J$ las probabilidades de cada una de las categorías, de tal forma que $\sum_{i=1}^J \pi_i = 1$. Sea n el número de observaciones independientes de Y , así que y_1 representa las observaciones en la categoría 1, y_2 en la categoría 2, hasta tener y_j observaciones en la categoría J . Por tanto, $\sum_{j=1}^J y_j = n$

$$f(y/n) = \frac{n!}{y_1! y_2! \dots y_J!} \pi_1^{y_1} \pi_2^{y_2} \dots \pi_J^{y_J} = M(n, \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_J)$$

En esta distribución $E(Y_j) = n\pi_j$, la $Var(Y_j) = n\pi_j(1 - \pi_j)$ y $Cov(y_j, y_k) = -n\pi_j\pi_k$.

Se considera el modelo $\log\left(\frac{\pi_x}{1-\pi_x}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_j x_j$. El que vector $x = (1, x_1, \dots, x_j)$ contiene los valores observados de todas las $(J - 1)$ variables independientes (categorías). Este modelo pertenece a la familia exponencial del grupo de los Modelos Lineales Generalizados (MLG).

El proceso iterativo de estimación se hace mediante los mínimos cuadrados ponderados, cuya forma general es:

$$\beta^{(m+1)} = (X^T V^{(m+1)} X)^{-1} X^T V^{(m)} Z^{(m)}$$

Como los datos están agrupados en categorías, se obtiene la matriz $V = \text{diag}\{n_1\pi_1(1 - \pi_1), \dots, n_j\pi_j(1 - \pi_j)\}$ y $z_i = \eta_i + (y_i - n_i\pi_i)/\{n_i\pi_i(1 - \pi_i)\}$.

Una interpretación interesante es la razón de *chances* (Odds), cuando $(q - 1)$ con $(q \leq J)$ de las $(J - 1)$ variables explicativas de tipo binario. Si ψ_{ij} hace referencia a la razón de cambio (conocido como el Odds entre un individuo en la condición $(x_1 = i; x_2 = j)$ en relación con otro individuo en la condición de la base de referencia $(x_1 = 0; x_2 = 0)$, entonces el $OR_j = \exp(\beta_{ij})$.

En todos los casos, si se tiene una respuesta con J categorías, y las variables explicativas son de tipo binario, el Odds se obtiene como el valor de la diferencia entre la presencia y la ausencia del factor. En el caso de que la variable explicativa tenga más de dos categorías, el Odds se compara contra la categoría de referencia.

Las condiciones de ajuste del modelo son:

i) La prueba Chi Cuadrado (χ^2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{O_i - E_i}{\sqrt{E_i}} \right)^2$$

ii) La función Deviance definida en términos de los valores de *log-máxima verosimilitud* para el modelo ajustado y el modelo *maximal* es decir $D = 2[l(b_{Max}) - l(b)]$.

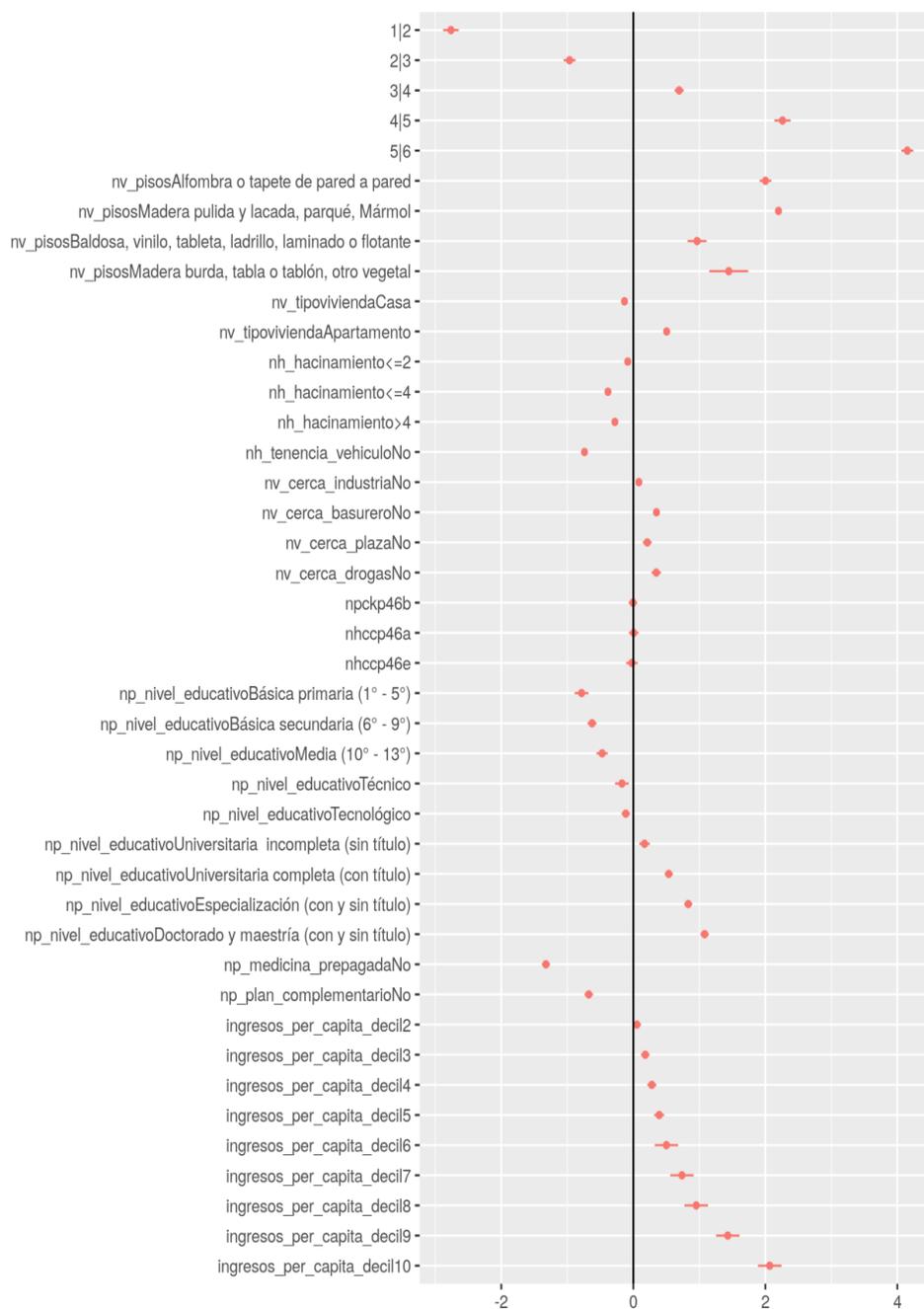
iii) El criterio de información de Akaike $AIC = -2l(\hat{\pi}; Y) + 2J$

Si los modelos están bien ajustados, entonces tanto el estadístico Chi Cuadrado y la Deviance se distribuyen asintóticamente como χ^2 con $(N - J)$ grados de libertad.

Con estos resultados teóricos se ajustaron los diferentes modelos y se toman las decisiones acerca de las variables que se incluyen en el estudio.

Figura 25

Parámetros de la regresión logística multinomial y ordinal
IdR- α



Fuente: Cálculos propios

9.3. ANEXO 3. REGRESIÓN BETA - IDER- β

La regresión β , introducida por Ferrari y Crivari-Neto (2004), es usada para modelar variables continuas, y que asumen valores en un intervalo abierto $(0,1)$. De manera más general, si la variable toma valores en el intervalo (a, b) con $a < b$, se puede modelar $(y - a)/(b - a)$, de tal manera que esté comprendido en el intervalo propuesto. En otras palabras, se busca modelar variables continuas que asumen valores en el intervalo $(0,1)$, como tasas, concentraciones de productos, índices de desigualdad (como el Gini), proporciones continuas. En el ajuste de este modelo, los parámetros son interpretados en términos de la respuesta media de la variable de interés.

La regresión β , está basada en una alternativa de parametrización de la función de densidad β , en términos de la variación media y de la precisión de los parámetros.

La función de densidad β es expresada como:

$$f(y, p, q) = \frac{\Gamma(p, q)}{\Gamma(p)\Gamma(q)} y^{p-1}(1 - y)^{q-1}, 0 < y < 1$$

Donde $p, q > 0$.

$\Gamma(\cdot)$ se refiere a la función γ .

Ferrari y Crivari-Neto (2004) propone la siguiente re-parametrización $\mu = \frac{p}{p+q}$, y $\phi = p + q$. Y, entonces, la función anterior se expresa como

$$f(y, \mu, \phi) = \frac{\Gamma(\phi)}{\Gamma(\mu\phi)\Gamma((1-\mu)\phi)} y^{\mu\phi-1}(1 - y)^{(1-\mu)\phi-1}, 0 < y < 1$$

Donde $0 < \mu < 1$ y $\phi > 0$. Entonces, $y \sim B(\mu, \phi)$. Bajo esta distribución, $E(y) = \mu$ y $Var(Y) = \frac{\mu(1-\mu)}{1+\phi}$. El parámetro

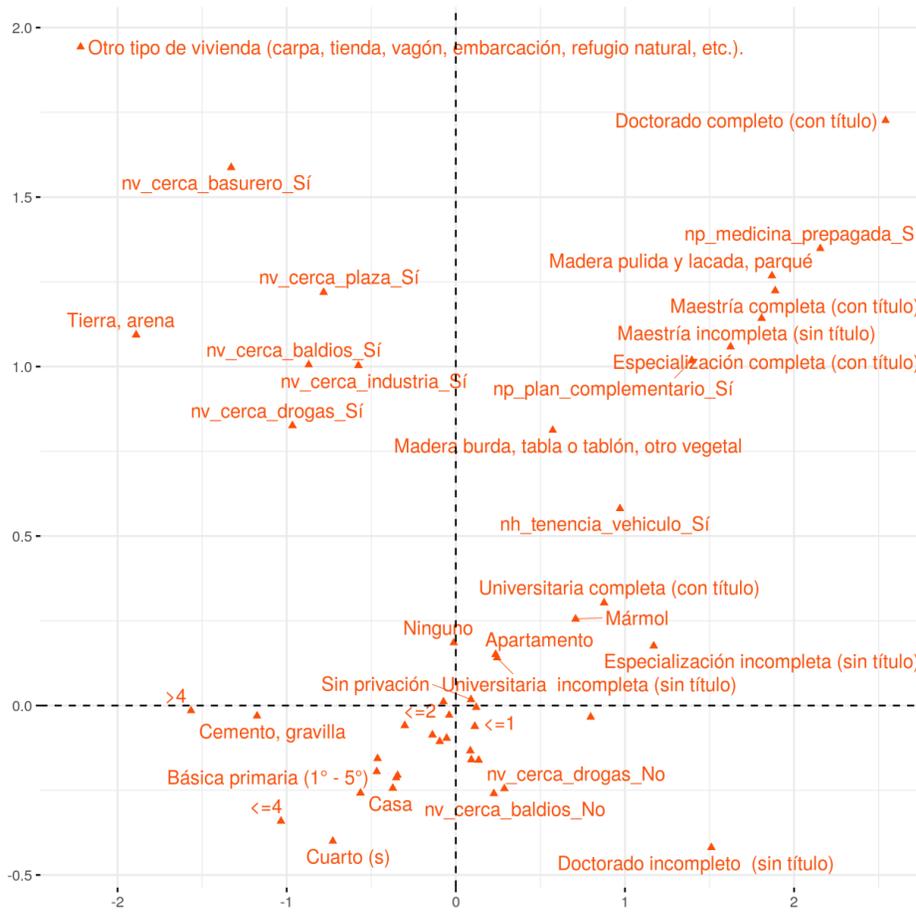
Donde $0 < \mu < 1$ y $\phi > 0$ entonces $y \sim B(\mu, \phi)$ y bajo esta distribución $E(y) = \mu$ y $Var(Y) = \frac{\mu(1-\mu)}{1+\phi}$ en esta distribución, ϕ es conocido como el parámetro de precisión.

Si y_1, y_2, \dots, y_n es una muestra aleatoria, tal que $y_i \sim B(\mu, \phi)$, con $i = 1, 2, \dots, n$, la regresión β es definida como $g(\mu_i) = X_i^T \beta = \eta_i$, donde $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)^T$ es un

vector de tamaño $k \times 1$ de parámetros de regresión desconocidos $k < n$ y $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})^T$ es el vector de regresores o variables independientes y $\eta_i = \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}$. En este modelo de regresión que $x_{i1} = 1$. En las estimaciones se utilizó la función de enlace $g(\mu_i) = \log\left(\frac{\mu_i}{1-\mu_i}\right)$.

Figura 26

Plano factorial - Variables IdeR-β



Fuente: Cálculos propios

9.4. ANEXO 4. ARBOLES DE DECISIÓN

Los árboles de decisión y regresión en la identificación de variables

Los *árboles de decisión* (AD) constituyen una herramienta bastante útil en la construcción de modelos predictivos. Permiten hacer una distribución de un grupo de observaciones, incluyendo un conjunto de variables independientes, que pueden ser de tipo binario.

Algunos de los principales usos de los AD son los siguientes: i) Segmentación, que permite la identificación de personas que probablemente sean de una clase específica. ii) Estratificación, que asigna casos en una o varias categorías como, por ejemplo, grupos de alto riesgo, riesgo medio y riesgo bajo. iii) Predicciones. iv) Reducción de datos (cribado de variables). Selecciona un subconjunto útil de predictores a partir de un conjunto amplio de variables. v) Identificación de interacciones que solo pertenecen a subgrupos. vi) Fusión de categorías y caracterización de tramos de variables continuas. Es posible volver a crear categorías del predictor del grupo, y definir variables básicas con una pérdida mínima de información.

Algunas de las ventajas de hacer uso de los AD para efectos de predicción son las siguientes: i) Se pueden interpretar en forma relativamente fácil aunque las relaciones entre los predictores sean complejas. ii) Pueden manejar tanto predictores numéricos como categóricos, sin necesidad de crear variables dummy, aunque esto va a depender del algoritmo que se tenga implementado cada una de las librerías que trabajan con estos procedimientos. iii) Al tratarse de métodos no paramétricos, no es necesario que se cumpla ningún tipo de distribución específica. iv) No se ven influenciados por puntos outliers. v) Son muy útiles en la exploración de datos, y permiten identificar de forma rápida y eficiente las variables predictoras más importantes. Además, se pueden aplicar en problemas de clasificación y de regresión

En cuanto a las desventajas: i) Son sensibles a datos de entrenamiento desbalanceados. Una de las clases domina sobre las demás. ii) No son capaces de explorar fuera del rango de los predictores observados en los datos de entrenamiento. iii) Cuando tratan con predictores continuos, pierden parte de la información al categorizarlos en el momento de la formación de los nodos.

Árboles de regresión

Los árboles de regresión se constituyen en un subtipo de árboles de predicción que se aplica cuando la variable respuesta es continua. En términos generales, en el entrenamiento de un árbol de regresión, las observaciones se van distribuyendo por bifurcaciones (nodos) generando la estructura del árbol hasta alcanzar un nodo terminal. Cuando se quiere predecir una nueva observación, se recorre el árbol de acuerdo

con el valor de sus predictores, hasta alcanzar uno de los nodos terminales. La predicción del árbol es la media de la variable respuesta de las observaciones de entrenamiento que están en ese mismo nodo terminal.

Entrenamiento de un árbol

El proceso de entrenamiento de un árbol de predicción (regresión o clasificación) se divide en dos etapas:

División sucesiva del espacio de los predictores generando regiones no traslapadas (nodos terminales) $R_1, R_2, R_3, \dots, R_j$. Para construir estas regiones, se hace necesario decidir el punto en el que se introducen las divisiones, en qué predictores y en qué valores.

En los árboles de regresión, el criterio empleado con más frecuencia para identificar las divisiones es la Suma de Cuadrados Residual (RSS). El objetivo es encontrar las J regiones que van a minimizar esta RSS, la cual es obtenida a partir de la siguiente expresión matemática

$$RSS = \sum_{j=1}^J \sum_{i \in R_j} \left(\sum_{j=1}^J \sum_{i \in R_j} (Y_i - \hat{Y}_{R_j}) \right)^2$$

en donde \hat{Y}_{R_j} se refiere a la media de la variable respuesta en la región R_j .

Como en general no es posible tener en cuenta todas las posibles particiones del espacio de los predictores, se recurre a lo que se conoce como división binaria recursiva (Recursive Binary Splitting - RBS). Esta solución que sigue la misma idea de la selección de predictores como lo hace el procedimiento stepwise en regresión lineal múltiple.

División binaria recursiva (DBR)

El objetivo del método DBR es encontrar en cada iteración el predictor X_j , y el punto de corte (umbral) S de forma tal que si se distribuye las observaciones en las regiones excluyentes $\{X|X_j < S\}$ y $\{X|X_j \geq S\}$ se consigue la mayor reducción posible en RSS.

El algoritmo del método DBR sigue estos pasos: i) El proceso se inicia en lo más alto del árbol, en donde todas las observaciones pertenecen a la misma región. ii) Se identifican todos los posibles puntos de corte S para cada uno de los predictores (X_1, X_2, \dots, X_p). iii) En el caso de predictores cualitativos, los posibles puntos de corte son cada uno de los niveles. Para predictores continuos, se ordenan de menor a

mayor y el punto intermedio entre cada par de valores se emplea como punto de corte. iv) Se calcula el RSS que se consigue en cada posible división del paso ii) obtenida como A+B donde $A = \sum_{i: X_i \in R_1(J,S)} (Y_i - \widehat{Y}_{R1})^2$ hace referencia a la suma de cuadrados para la región 1 en RSS y $B = \sum_{i: X_i \in R_2(J,S)} (Y_i - \widehat{Y}_{R2})^2$ corresponde a la suma de cuadrados para la región 2

Se debe seleccionar el predictor X_j y el punto de corte S que resulta en el menor RSS total que permite realizar las divisiones más homogéneas. Si existen dos o más divisiones que consiguen la misma mejora, la elección entre ellas es aleatoria.

Se repite el proceso en forma iterativa hasta tener las condiciones óptimas de parada en la construcción de árbol de decisión. Algunas de las condiciones más empleadas son: alcanzar una profundidad máxima, hasta el punto de que ninguna región contenga menos de n-observaciones; que el árbol tenga el máximo de nodos terminales o que la incorporación de más nodos no reduzca el error en al menos un porcentaje mínimo.

Tras la creación de un árbol, las observaciones de entrenamiento quedan agrupadas en los nodos terminales. Para predecir una nueva observación, se recorre el árbol en función de los valores que tienen sus predictores hasta llegar a uno de los nodos terminales. En el caso de regresión, el valor predicho suele ser la media (o la mediana o un cuantil) de la variable respuesta de las observaciones de entrenamiento que están en ese mismo nodo.

La predicción de un árbol de regresión puede verse como una variante de los vecinos más cercanos en lo que solo las observaciones que forman parte del mismo nodo terminal que la observación predicha tienen influencia. La predicción de un árbol se define como la media ponderada de todas las observaciones de entrenamiento, donde el peso de cada observación depende únicamente de si forma parte o no del mismo nodo terminal

$$\hat{\mu} = \sum_{i=1}^n W_i Y_i \frac{1}{n_i}$$

Siendo $W_i = \begin{cases} 1 & \text{si la observación está presente en el nodo } S \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$

Esta se conoce como una función indicadora.

Construcción de un árbol

Para construir un árbol de clasificación se emplea el mismo método RBS. Sin embargo, como la variable respuesta es cualitativa, no es posible emplear la RSS como criterio de selección de las divisiones óptimas. Las alternativas más empleadas para encontrar nodos homogéneos son:

Tasa de Error de Clasificación. Se define como la proporción de observaciones que no pertenecen a la clase más común en el nodo, y se calcula como $E_m = 1 - \max_k(\widehat{P}_{mk})$, en donde \widehat{P}_{mk} va a representar la proporción del nodo m que pertenecen a la clase k .

El Índice de Gini. Cuantifica en el conjunto de las K clases del nodo m y se considera una medida de la pureza del nodo. Esta estimación se obtiene a partir de la expresión $G_m = \sum_{k=1}^K \widehat{P}_{mk} (1 - \widehat{P}_{mk})$. Valores cercanos a 0 o a 1 de \widehat{P}_{mk} son un indicio de que el nodo contiene información de una sola clase. Entre mayor sea la pureza del nodo menor será el valor de G_m . Este algoritmo lo emplea Cart como criterio de división. Para respuestas binarias el índice de Gini se simplifica quedando de la forma $2\hat{p}(1 - \hat{p})$ siendo \hat{p} la proporción de respuesta en el nodo.

Criterio Chi-Cuadrado. Con esta aproximación se precisa si existe una diferencia significativa entre los nodos hijos y el nodo parental. En otras palabras, se indaga si hay evidencia de que la división consigue una mejor clasificación.

Criterio de Cramer. La medida V de Cramer mide la fortaleza de una relación entre dos variables categóricas, para calcular el estadístico V de Cramer, se calcula en primer lugar el estadístico Chi-Cuadrado teniendo como hipótesis nula, que no existe asociación entre las dos variables X y Y . Esta estadística es obtenida como: $\chi^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^K \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$ en donde $E_{ij} = \frac{n \cdot j \cdot i}{N}$ para $i=1, \dots, m; j=1, \dots, K$. El estadístico $V = \frac{\sqrt{\chi^2}}{\sqrt{N \min(m-1, K-1)}}$ de tal forma que ($0 \leq V \leq 1$) cuando la tabla de contingencia es de orden mayor a 2×2 . Si la variable Y es binaria (con dos niveles) y X con m niveles, entonces $V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N}}$. Entre más cercano a cero sea el valor de V , menos significativa será la variable explicativa frente a la variable respuesta Y .

Es importante que se tenga alguna guía para establecer el orden de magnitud de la asociación entre las variables para potencializar el análisis. La mejor guía es establecer ordenes de magnitud a priori según la particularidad del problema. De esta forma, los valores de V que pueden caracterizar una asociación “pequeña”, “media”

o “alta”, en gran medida van a depender del número de categorías K en que se clasifica la variable de interés. Es evidente que el valor de V va decreciendo a medida que K aumenta. Por consiguiente, no hay un criterio que defina literalmente la clasificación de la asociación entre las variables. Esta jerarquización depende, en gran medida, de criterios adicionales que imponga la investigación.

Selección y transformación de variables

En los modelos predictivos a menudo hay muchas variables explicativas que pueden estar relacionadas con la variable respuesta (Y conocida como variable objetivo). Es necesario, entonces, hacer un barrido inicial para eliminar variables irrelevantes.

Cuando la variable Y es continua (escala de intervalos), a menudo se usa por default el R^2 como criterio de selección. Para cada intervalo escalado, en el proceso de selección de variables se calcula dos medidas de correlación entre cada variable exploratoria y la variable respuesta. Una es el R^2 entre la variable respuesta y la variable exploratoria original. Y la otra es el R^2 la variable categórica creada por la jerarquía y la variable respuesta.

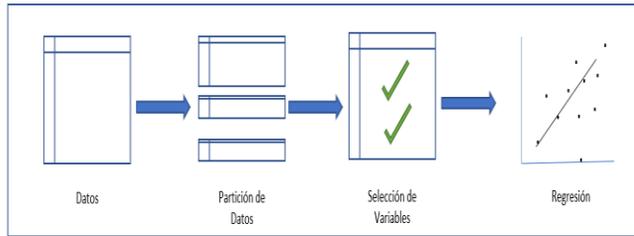
Para la selección de las variables explicativas que se incluyen en el modelo se debe tener en cuenta dos etapas. En la primera etapa selecciona el mínimo R^2 , y las variables que cumplan con los criterios normativos. En la segunda etapa, se realiza un proceso *forward* secuencial, que comienza con la selección de las variables exploratorias que tengan la más alta correlación con la variable objetivo (Y). Posteriormente se ajusta la regresión con las variables seleccionadas. Para cada etapa sucesiva de la secuencia, una variable explicativa que incremente sustancialmente el R^2 es adicionada al modelo de regresión.

Cuando la variable objetivo es de tipo continuo y las explicativas son de tipo categórico, el R^2 es calculado usando un Anova a una vía de clasificación, bien sea usando la variable sin agrupar o agrupada.

Si la variable objetivo es de tipo binario, el criterio de selección de variables se hace con el criterio de la Chi^2 , y en este caso no se van a tener dos etapas como en los casos anteriores donde se hace uso del criterio R^2 . Con el Chi^2 se construye el árbol.

Figura 27

Desarrollo del árbol de decisión



Fuente: Elaboración propia

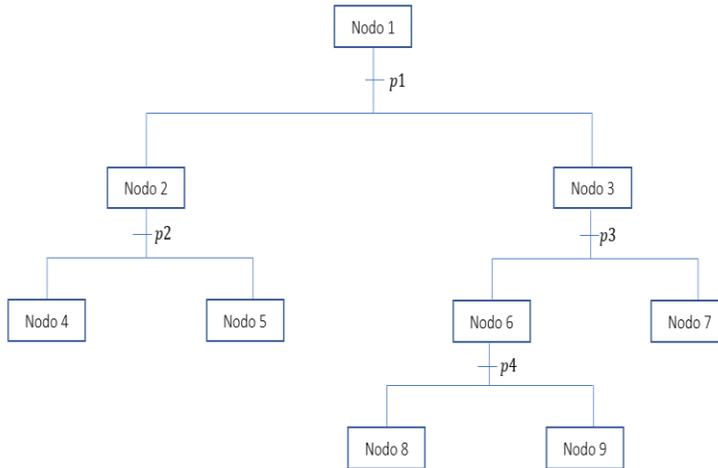
El procedimiento de desarrollo del árbol es como sigue. Primero se divide el conjunto de datos en dos grupos y, a su vez, cada uno es dividido en dos o más grupos y así sucesivamente. Este proceso de subdivisión se conoce como *particionamiento recursivo* y cada grupo es llamado un nodo.

Los nodos que no pueden dividirse se conocen como nodos terminales. El nodo con todos los datos se conoce como nodo raíz. Una forma de entender el entrenamiento, la validación y el test de los datos se resume en la figura 27.

Selección de los tamaños del árbol

A partir de un *árbol maximal* (el mayor árbol posible), bajo las diferentes reglas de parada que se establezcan previamente, se hace necesario “podar” el tamaño del árbol. El procedimiento de “poda” procede como sigue: Inicie con un árbol maximal y vaya eliminando una parcela en cada etapa. Así si el árbol maximal tiene M niveles, y si se remueve una parcela como un punto dado, se va a tener sub-árboles de tamaño $M-1$, y si se remueve otra parcela de un punto diferente, se va a tener otro subconjunto de árboles de tamaño $M-1$. Finalmente se van a tener un número de árboles de tamaño $M-1$. Y en esto los procesos de minería con algún criterio estadístico, seleccionan el mejor árbol de tamaño $M-1$.

Figura 28
Árbol podado



Fuente: Elaboración propia

mas (nodos 4, 5, 6 y 7); cuando separamos en $p2$, se va a tener árboles con 4 ramas (nodos 2,7,8 y 9). Luego al hacer estas remociones se va a tener dos subárboles de tamaño 4.

Si se separa por $p3$ y por $p4$ se obtienen árboles con tres ramas (nodos 3, 4 y 5). Al separar por $p2$ y $p4$ resultan tres ramas (nodos 2, 6 y 7). Se trata de dos subconjuntos de árboles de tamaño 3. Si se separa $p2$, $p3$ y $p4$ se obtiene un árbol con dos ramas (nodos 2 y 3), en tanto que si se separa por $p1$, $p2$, $p3$ y $p4$ se va a tener un árbol con el nodo 1.

De esta manera se va a tener una secuencia que consiste en un árbol con 5 ramas; dos árboles con 4 ramas, dos árboles con tres ramas, un árbol con dos ramas y un árbol con una sola rama.

De los dos subconjuntos de tamaño 4 solo uno debe ser seleccionado e igualmente un solo árbol con tamaño de ramas tres. Es decir, la secuencia consiste en seleccionar un árbol de cada tamaño. Un posible criterio para escoger el mejor árbol es comparar la ganancia del subárbol en cada etapa de construcción de la secuencia. La ga-

Posteriormente se van a generar varios subconjuntos de árboles de tamaño $M-2$. Y, nuevamente, el proceso computacional selecciona el mejor sub-árbol que se va a generar de tamaño $M-2$. El proceso continúa hasta encontrar un árbol con una sola hoja. Es decir se va a tener la secuencia de árboles $M, M-1, M-2, M-3, \dots, 1$. En el gráfico 28 se tienen 9. En el árbol maximal hay 5 ramas nodos (4, 5, 7, 8 y 9). Si separamos en el punto $p4$ se va a tener un árbol con 4 ra-

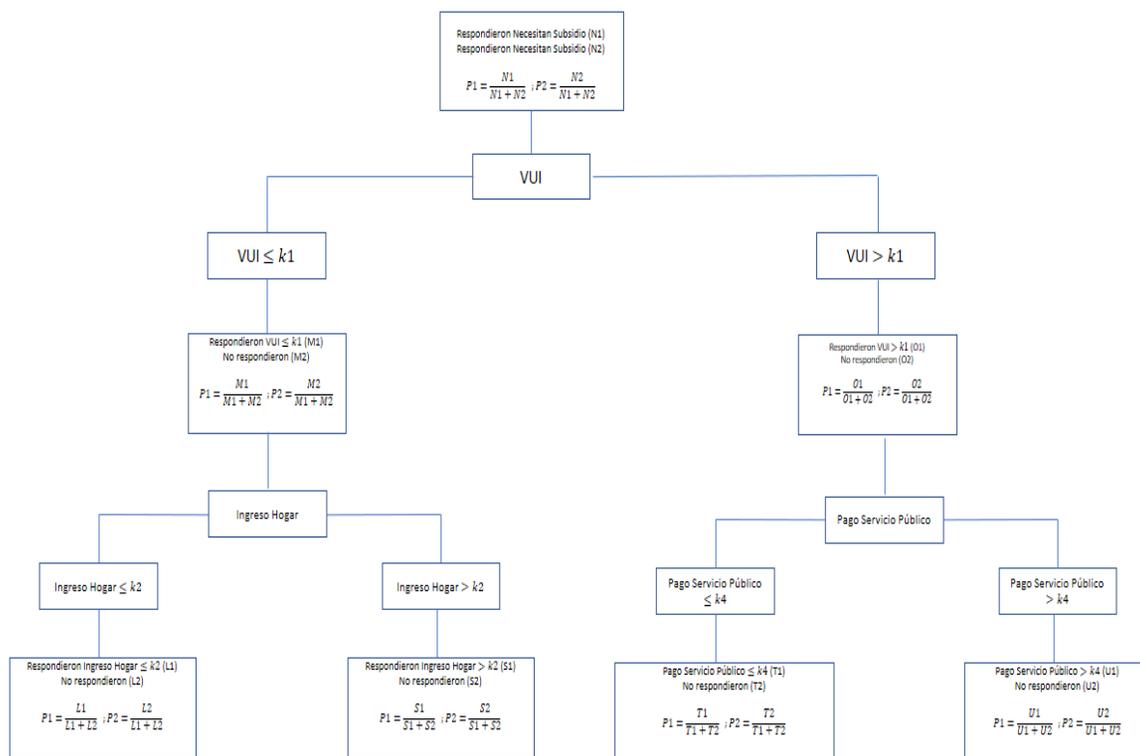
nancia asociada con cada árbol es calculada usando el conjunto de datos de validación. También se puede minimizando el cuadrado medio del error para variables continuas (la respuesta es una variable continua).

El manejo de árboles de decisión para las variables asociadas al hogar, que se encuentran bien sea la base de datos de la EMB o en las del Sisbén III y IV, permite estructurar diagramas según sea el interés en el entrenamiento de los datos.

Es posible ofrecer información sobre: el nodo de identificación, la identificación de las ramas, la naturaleza terminal del nodo, el número de personas que respondieron en cada nodo, el total de observaciones en cada nodo, la proporción de respuesta (conocida como la probabilidad posteriori de respuesta), el porcentaje de no respuesta (probabilidad posteriori de no respuesta). Con esta información, que se muestra en el diagrama 29, se obtiene el nivel de decisión en el que los beneficios son maximizados en el nodo respectivo.

Figura 29

Arbol raíz



Fuente: Elaboración propia.

El árbol raíz se implementa, inicialmente, gracias a un conjunto de datos de entrenamiento. Posteriormente se calcula la probabilidad de los nodos característicos de las ramas de datos de entrenamiento. Y, finalmente, a todos los individuos dentro de un nodo se les asigna el mismo nivel de respuesta de la variable objetivo.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAIKE Hirotugu.**, 1974. “A New Look at the Statistical Model Identification”, *Ieee Transactions on Automatic Control*, vol. AC-19, no. 8, dec., pp. 716-723.
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ.**, 2008. *Decreto 304. Por Medio del Cual Se Adopta la Estratificación Socioeconómica de las Fincas y Viviendas Rurales Localizadas en la Zona Norte, en la Cuenca del Río Tunjuelo y en la Zona de Sumapaz, del Distrito Capital*, Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá.
- ALKIRE Sabina., FOSTER James.**, 2011. “Counting and Multidimensional Poverty Measurement”, *Journal of Public Economics*, vol. 95, no. 7/8, aug., pp. 476-487.
- ALONSO William.**, 1964. *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*, Harvard University Press, Cambridge.
- ANGULO Roberto.**, 2015. *Measuring Patterns of Social and Productive Inclusion in Colombian Urban Areas: Main Facts and Policy Recommendations to Foster Social Change*, Msc. Urban Economic Development, The Bartlett Development Planning Unit, University College, London.
- ANGULO Roberto., DIAZ Yadira., PARDO Renata.**, 2011. *Índice de Pobreza Multidimensional para Colombia (IPM-Colombia) 1977-2010*, Archivos de Economía, no. 382, DNP, Bogotá.
- ANGULO Roberto., FLÓREZ Carmen., ESPINOSA Francisco., SÁNCHEZ Lina.**, 2008. *Diseño del Índice Sisbén en su Tercera Versión - Sisbén III* - DNP, Bogotá, mimeo.
- ARTEAGA Natalia., LORENA Clara., GÓMEZ Lucas.**, 2019. *Evaluación de Impacto Familias en Acción*, DNP, Bogotá.
- BARDEY David., JARAMILLO Fernando.**, 2011. *Unemployment Insurance/Severance Payments and Informality in Developing Countries*, Serie Documentos de Trabajo, no. 111, Universidad del Rosario, Bogotá.
- BARDEY David., JARAMILLO Fernando., PEÑA Ximena.**, 2013. *Unemployment Insurance in the Presence of an Informal Sector*, Documentos Cede, no. 03, Universidad de los Andes, Bogotá.
- BARDEY David., JARAMILLO Fernando., PEÑA Ximena.**, 2015. *Unemployment Insurance in the Presence of an Informal Sector*, World Bank Economic Review, World Bank, Washington.

- BENTHAM Jeremy.**, 1786. “Filosofía de la Ciencia Económica”, en **STARK William.**, 1952, ed. *Escritos Económicos. Jeremy Bentham*, Fondo de Cultura Económica, México, 1965, pp. 168-191.
- BIRD Richard., WIESNER Eduardo.**, 1982, direc. *Finanzas Intergubernamentales en Colombia*, DNP, Bogotá.
- BURGOS Leonard.**, 2018. *Invención de la Estratificación Socioeconómica para el Cobro de los Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia. Solidaridad, Planeación y Legalidad*, Tesis de grado, Magister en Historia, Universidad de Los Andes, Bogotá.
- CASTAÑEDA Tarsicio.**, 1993 a. *Cómo Mejorar la Eficiencia y el Impacto de Programas para Combatir la Pobreza*, Misión Social, DNP, Bogotá, mimeo.
- CASTAÑEDA Tarsicio.**, 1993 b. *Ideas sobre Instrumentos de Focalización del Gasto Social para las Entidades Territoriales*, Misión Social, DNP, Bogotá, mimeo.
- COHEN Jacob.**, 1977. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Revised Edition*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, 1988.
- COMISIÓN DEL GASTO Y LA INVERSIÓN PÚBLICA.**, 2017. *Informe Final de la Comisión del Gasto y la Inversión Pública*, Comisión del Gasto y la Inversión Pública, Ministerio de Hacienda, Fedesarrollo, Bogotá.
- COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Cepal.**, 2011. *Programas de Transferencias Condicionadas. Balance de la Experiencia Reciente en América Latina y el Caribe*, Cepal, Asdi, Santiago.
- COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Cepal.**, 2014. *Panorama Social de América Latina 2014*, Cepal, Santiago.
- COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Cepal.**, 2020. *El Desafío Social en Tiempos del Covid-19*, Cepal, Santiago.
- COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Cepal.**, 2021 a. *Panorama Social de América Latina*, Cepal, Santiago.
- COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Cepal.**, 2021 b. *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe. Los Desafíos de la Política Fiscal en la Recuperación Transformadora pos-Covid-19*, Cepal, Santiago.
- CONTRERAS Jairo., DÍAZ Diana.**, 2020. *Metodología para el Cálculo del Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y Cuadrantes de Pobreza a Partir del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales Sisbén IV*, Prosperidad Social, Bogotá.

- CORTES Darwin., GAMBOA Luis., GONZÁLEZ Jorge.,** 1999. “ICV: Hacia una Medida de Estándar de Vida”, *Coyuntura Social*, no. 21, nov., pp. 159-180.
- CORTES Darwin., GAMBOA Luis., GONZÁLEZ Jorge.,** 1999. *Marco Teórico de un Indicador Tipo Sisbén*, Universidad del Rosario, Bogotá.
- DALENIUS Tore., HODGES Joseph.,** 1959. “Minimum Variance Stratification”, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 54, no. 285, pp. 88-101.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2008. *Propuesta Metodológica para la Estratificación Socioeconómica de los Domicilios*, Dirección de Geoestadística, DANE, Bogotá.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2015. *Metodología de Estratificación Socioeconómica Urbana y Rural para Servicios Públicos Domiciliarios. Manual de Actualización*, DANE, Bogotá.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2016. *Encuesta Nacional de Presupuesto de los Hogares (Enph) 2016-2017*, DANE, Bogotá.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2018. *Metodología de Diagnóstico de los Registros Administrativos para su Aprovechamiento Estadístico*, Boletín Técnico, DANE, Bogotá.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2019 a. *Aspectos Metodológicos de la Propuesta de Estratificación para Bogotá. Valor Unitario Integral (VUI). Producto 6. Estimación de los Efectos que Tiene la Nueva Metodología en la Estructura de Consumo de los Hogares, a Partir de la Encuesta Multipropósito para Bogotá con el Fin de Examinar Cuáles Podrían Ser las Respuestas de los Hogares a los Cambios en el Precio Derivados de la Nueva Metodología*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2019 b. *Aspectos Metodológicos de la Propuesta de Estratificación para Bogotá. Valor Unitario Integral (VUI). Producto 3. Documento de Análisis de Resultados de la Nueva Metodología de Estratificación Urbana para Bogotá*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.,** 2019 c. *Aspectos Metodológicos de la Propuesta de Estratificación para Bogotá. Producto 1. Documento, Base de Datos y Programación que Contenga el Análisis, Procesamiento y Resultados de la Actualización del Valor Unitario Integral (VUI) y Su Clasificación en Seis Estratos a Partir de las Metodologías Estudiadas en la Literatura para el Distrito Capital, con la Información de la Encuesta Multipropósito 2017 para Bogotá*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.

- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.**, 2019 d. *Aspectos Metodológicos de la Propuesta de Estratificación para Bogotá. Valor Unitario Integral (VUI). Producto 4.1. Marco Conceptual y Metodológico de la Estratificación, como Mecanismo de Focalización de Servicios Públicos en Bogotá*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.**, 2019 e. *Aspectos Metodológicos de la Propuesta de Estratificación para Bogotá. Valor Unitario Integral (VUI). Productos 4.2 y 4.3. Manual Metodológico y Formulario con Variables a Considerar*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.**, 2019 f. *Aspectos Metodológicos de la Propuesta de Estratificación para Bogotá. Producto 2. Propuesta de Incorporación de la Información del Censo de Equipamientos Comunales en Propiedad Horizontal (Cecph) al Modelo de Clasificación del Valor Unitario Integral (VUI) para la Estratificación Urbana en el Distrito Capital*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE.**, 2021. *Pobreza Monetaria en Colombia. Resultados 2020*, DANE, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 1994. *Focalización del Gasto Social en las Entidades Territoriales*, Documento CONPES Social, no. 22, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 1997. *Focalización del Gasto Social*, Documento CONPES Social, no. 40, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2000. *UAF. Unidad Agrícola Familiar. Promedio Municipal. Manual Metodológico para la Determinación de la Unidad Agrícola Familiar Promedio Municipal*, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2001. *Reforma del Sistema de Focalización Individual del Gasto Social*, Documento CONPES Social, no. 55, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2002. *Manuel General de Estratificación Socioeconómica. Fincas y Viviendas Dispersas en la Zona Rural. Municipios con Formación Catastral Rural Posterior a 1989*, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2006. *Lineamientos para la Focalización del Gasto Público Social*, Documento CONPES Social, no. 100, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2008. *Actualización de los Criterios para la Determinación, Identificación y Selección de los*

- Beneficiarios de los Programas Sociales*, Documento CONPES Social, no. 117, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2012. *Índice de Pobreza Multidimensional, IPM*, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2016. *Declaración de Importancia Estratégica del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios (Sisbén IV)*, Documento CONPES, no. 3877, DNP, Bogotá.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, DNP.**, 2019. *Estrategia para la Implementación de la Política Pública de Catastro Multipropósito*, Documento CONPES, no. 3958, DNP, Bogotá.
- FERRARI Silvia., CRIBARI-NIETO Francisco.**, 2004. *Beta Regression for Modelling Rates and Proportions*, Univeridade de São Paulo, São Paulo.
- GALLEGO Juan., GONZÁLEZ Jorge., SEPÚLVEDA Carlos.**, 2017. *Evolución del Balance Financiero de los Hogares Bogotanos*, Universidad del Rosario, SDP, Bogotá.
- GONZÁLEZ Jorge.**, 2020. *Razones para Eliminar el Término “Empleo Formal” del Índice de Pobreza Multidimensional (IPM). Propuesta a los Miembros del Comité de Pobreza*, DANE, Bogotá, mimeo.
- GONZÁLEZ Jorge., MALDONADO María., MARTÍNEZ Libia., MALUENDAS Alexis., PÉREZ Nelson.**, 2012. *Análisis Económico de la Compensación Necesaria para Garantizar la Reserva Forestal Regional Protectora-Productora del Norte*, Thomas van der Hammen, Instituto de Estudios Urbanos, IEU, CAR, Bogotá, mimeo.
- GUTIÉRREZ Catalina.**, 2019. *El Sisbén IV como Instrumento para Medir la Capacidad de Pago y Focalizar el Gasto en Salud*, DNP, Bogotá.
- HICKS John.**, 1939 a. “The Foundations of Welfare Economics”, *Economic Journal*, vol. 49, no. 196, dec., pp. 696-712.
- HICKS John.**, 1939 b. *Valor y Capital*, Fondo de Cultura Económica, México, 1977.
- INFOMETRIKA., UNIVERSIDAD DEL ROSARIO.**, 2018. *Cálculo de la Unidad Agrícola Familiar Promedio en las Diferentes Zonas del Distrito Capital. Matriz de Transición. Impacto de la Estratificación Rural*, InfométriKa, Universidad del Rosario, Bogotá, mimeo.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, Igac.**, 2008. *Resolución 620, por la Cual Se Establecen los Procedimientos para los Avalúos Ordenados Dentro del Marco de la Ley 388 de 1997*, Igac, Bogotá.
- LORA Eduardo.**, 2010. “Latin America Cities: Their Origins, Achievements, and Problems”, en **LORA Eduardo., POWELL Andrew., PRAAG Bernard van., SANGUINETTI Pablo.**, ed. *The Quality of Life in Latin American Cities. Markets and Perception*, IDB, World Bank, New York, pp. 1-30.

- LORA Eduardo., POWELL Andrew., PRAAG Bernard van., SANGUINETTI Pablo.**, 2010, ed. *The Quality of Life in Latin American Cities. Markets and Perception*, IDB, World Bank, New York.
- LOSCHIAVO David.**, 2019. *Big-City Life (Dis)Satisfaction? The Effect of Urban Living on Subjective Well-Being*, Working Paper, no. 1221, Banca d'Italia, Rome.
- MAJUMDAR Mukul., SEN Amartya.**, 1976. “A Note on Representing Partial Ordering”, *Review of Economic Studies*, vol. 43, no. 3, oct., pp. 543-545.
- MAZZUCATO Mariana.**, 2011. *The Entrepreneurial State*, The Open University, Demos, London.
- MEDINA Carlos, MORALES Leonardo., NÚÑEZ Jairo.**, 2010. “Quality of Life in Urban Neighborhoods of Bogotá and Medellín, Colombia”, en **LORA Eduardo., POWELL Andrew., PRAAG Bernard van., SANGUINETTI Pablo.**, ed. *The Quality of Life in Latin American Cities. Markets and Perception*, IDB, World Bank, New York, pp. 117-160.
- MESA DE EXPERTOS DE ESTRATIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA, Mees.**, 2021. *Informe Final*, DANE, Bogotá.
- MILLS Edwin.**, 1967. “An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area”, *American Economic Review*, vol. 57, no. 2, pp. 197-210.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Madr., INSTITUTO COLOMBIANO DE LA REFORMA AGRARIA, Incora.**, 1994. *Ley 160. Por Medio de la Cual Se Crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, Se Establece un Subsidio para la Adquisición de Tierras, Se Reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y Se Dictan otras Disposiciones. Normas que la Reglamentan y Desarrollan*, Incora, Bogotá.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO.**, 2016. *Decreto 1743. Por el Cual Se Reglamenta el Artículo 160 de la Ley 1543 de 2015 y Se Adiciona el Título 3 a la parte 2 del Libro 2 del Decreto 1170 de 2015 Único del Sector Administrativo de Información Estadística*, Ministerio de Hacienda, Bogotá.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO.**, 2020 a. *Marco Fiscal de Mediano Plazo 2020*, Ministerio de Hacienda, Bogotá.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO.**, 2020 b. *Decreto Legislativo no. 812. Por el Cual Se Crea el Registro Social de Hogares y la Plataforma de Transferencias Monetarias y Se Dictan otras Disposiciones para Atender las Necesidades de los Hogares en Situación de Pobreza y Vulnerabilidad Económica en Todo el Territorio Nacional dentro del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica*, Ministerio de Hacienda, Bogotá.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO.**, 2021 a. *Marco Fiscal de Mediano Plazo 2021*, Ministerio de Hacienda, Bogotá.

- MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO.**, 2021 *b. Proyecto de Ley. Por Medio de la Cual Se Consolida una Infraestructura de Equidad Fiscalmente Sostenible para Fortalecer la Política de Erradicación de la Pobreza, a Través de la Redefinición de la Regla Fiscal, el Fortalecimiento y Focalización del Gasto Social y la Redistribución de Cargas Tributarias y Ambientales con Criterios de Solidaridad y que Permitan Atender los Efectos Generados por la Pandemia y Se Dictan otras Disposiciones*, Ministerio de Hacienda, Bogotá.
- MUÑOZ Manuel.**, 2004. *Necesidades, Consumo de Subsistencia y Pobreza*, Tesis de grado, Doctorado en Economía, Universidad Nacional, Bogotá.
- MUÑOZ Manuel.**, 2004. *Necesidades, Consumo de Subsistencia y Pobreza*, Tesis de grado, Doctorado en Economía, Universidad Nacional, Bogotá.
- MUTH Richard.**, 1969. *Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*, University of Chicago Press, Chicago.
- OLSON Mancur.**, 1965. *La Lógica de la Acción Colectiva. Bienes Públicos y la Teoría de Grupos*, Limusa, Madrid, 1992.
- ONU HÁBITAT.**, 2015 *a. Propuesta de Implementación de un Nuevo Sistema de Asignación de Subsidios y Contribuciones en Servicios Públicos Domiciliarios. Producto 1. Análisis de las Experiencias Normativas Internacionales de los Diferentes Mecanismos de Asignación de Subsidios en Servicios Públicos Domiciliarios*, ONU Hábitat, Bogotá, mimeo.
- ONU HÁBITAT.**, 2015 *b. Propuesta de Implementación de un Nuevo Sistema de Asignación de Subsidios y Contribuciones en Servicios Públicos Domiciliarios. Producto 2. Análisis Comparativo de los Diferentes Estudios y Propuestas Alternativas al Sistema de Asignación de Subsidios en Servicios Públicos Domiciliarios (SDP)*, ONU Hábitat, Bogotá, mimeo.
- ONU HÁBITAT.**, 2015 *c. Propuesta de Implementación de un Nuevo Sistema de Asignación de Subsidios y Contribuciones en Servicios Públicos Domiciliarios. Producto 3. Descripción de las Fuentes de Información y Propuesta Conceptual de Variables a Emplear para la Construcción de un Índice Multidimensional en la Asignación de Subsidios*, ONU Hábitat, Bogotá, mimeo.
- ONU HÁBITAT.**, 2016 *a. Propuesta de Implementación de un Nuevo Sistema de Asignación de Subsidios y Contribuciones en Servicios Públicos Domiciliarios. Producto 4. Propuesta de Indicador Multidimensional de Focalización (IMF)*, ONU Hábitat, Bogotá, mimeo.
- ONU HÁBITAT.**, 2016 *b. Propuesta de Implementación de un Nuevo Sistema de Asignación de Subsidios y Contribuciones en Servicios Públicos Domiciliarios. Informe Final*, ONU Hábitat, Bogotá, mimeo.
- ONU HÁBITAT.**, 2017 *a. Propuesta Técnica para Modificar el Modelo de Cálculo en la Asignación de Subsidios Cruzados en Servicios Públicos, a Partir de las*

- Condiciones Socioeconómicas de los Hogares. Resumen Ejecutivo*, ONU Hábitat, SDP, Acueducto de Bogotá, Energía de Bogotá, Bogotá.
- ONU HÁBITAT.**, 2017 b. *Propuesta Técnica para Modificar el Modelo de Cálculo en la Asignación de Subsidios Cruzados en Servicios Públicos, a Partir de las Condiciones Socioeconómicas de los Hogares. Documento Final*, ONU Hábitat, SDP, Acueducto de Bogotá, Energía de Bogotá, Bogotá.
- ORTIZ RUTTY., PÉREZ José., DUEÑAS Pablo., GONZÁLEZ Andrés., ES-LAVA Marcela., REVOLO Miguel.**, 2020. *Misión de Transformación Energética y Modernización de la Industria Eléctrica. Hoja de Ruta para la Energía del Futuro. Foco no. 4. Cierre de Brechas, Mejora de la Calidad y Diseño y Formulación Eficiente de Subsidios*, BID, Banco Mundial, Bogotá, mimeo.
- OXFAM.**, 2020. *Tiempo para el Cuidado. El Trabajo de Cuidados y la Crisis Global de Desigualdad*, Oxfam, London.
- OXFAM.**, 2021. *El Virus de la Desigualdad. Cómo Reconstruir un Mundo Devastado por el Coronavirus a Través de una Economía Equitativa, Justa y Sostenible*, Oxfam, London.
- OXFAM.**, 2022. *Inequality Kills. The Unparalleled Action Needed to Combat Unprecedented Inequality in the Wake of Covid-19*, Oxfam, London.
- PERDOMO Jorge., GAMBOA Luis., PEREA Diana., RODRÍGUEZ Edgar., GUZMÁN Sulma.**, 2016. *Avances Sociales de Bogotá y Municipios Aledaños entre 2011 y 2014: Calidad de Vida, Segregación, Capacidad de Pago y Focalización*, Proes, Teknidata, SDP, Bogotá.
- PERRY Guillermo., MALONEY William., ARIAS Omar., FAJNZYLBER Pablo., MASON Andrew., SAAVEDRA-CHANDUVI Jaime.**, 2007. *Informality: Exit and Exclusion*, World Bank, Washington.
- PIGOU Arthur.**, 1920. *The Economics of Welfare*, MacMillan, London.
- PLATÓN.**, 330 a.c. *La República*, Aguilar, Madrid, 1992.
- POWELL Andrew., SANGUINETTI Pablo.**, 2010. “Measuring Quality of Life in Latin America’s Urban Neighborhoods: A Summary of Results from the City Case Studies”, en **LORA Eduardo., POWELL Andrew., PRAAG Bernard van., SANGUINETTI Pablo.**, ed. *The Quality of Life in Latin American Cities. Markets and Perception*, IDB, World Bank, New York, pp. 31-64.
- PROYECTAMOS COLOMBIA S.A.S.**, 2021. *Estudio para Evaluar el Impacto de la Nueva Metodología de Estratificación Urbana en Bogotá. Resumen*, SDP, Proyectamos Colombia, Bogotá, mimeo.
- PROYECTOS Y ESTUDIOS, INGENIEROS CONSULTORES., Proes., TEKNIDATA CONSULTORES.**, 2015. *Documento que Presenta los Resultados del Cálculo y Análisis del Indicador de Capacidad de Pago y Estructuras de Consumo para Bogotá y 31 Municipios para 2014, así como el Análisis Comparativo de la Evolución de dicho Indicador de los años 2003, 2004, 2007,*

- 2011 y 2014 para Bogotá. *Producto no. 1. Estudio para el Cálculo de la Actualización de los Indicadores de Capacidad de Pago, Calidad de Vida Urbana y Segregación en el Espacio Urbano, así como de los Errores de Inclusión y Exclusión del Esquema de Estratificación para Bogotá y la Región*, SDP, Proes, Teknidata, Bogotá, mimeo.
- RAWLS John.**, 1971. *Teoría de la Justicia*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985.
- REPUBLICA DE COLOMBIA.**, 1983. *Ley 14. Normas sobre Catastro, Impuesto Predial e Impuesto de Renta y Complementarios*, Gobierno Nacional, Bogotá.
- REPUBLICA DE COLOMBIA.**, 1994. *Ley 142. Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios*, Gobierno Nacional, Bogotá.
- REPUBLICA DE COLOMBIA.**, 1999. *Ley 505. Por Medio de la Cual Se Fijan Términos y Competencias para la Realización, Adopción y Aplicación de la Estratificación a que Se Refiere las Leyes 142 y 177 de 1994, 188 de 1995 y 393 de 1997 y los Decretos Presidenciales 1538 y 2034 de 1996*, Gobierno Nacional, Bogotá.
- REPUBLICA DE COLOMBIA.**, 2021. *Ley 2155. Por Medio de la Cual Se Expide la Ley de Inversión Social y Se Dictan otras Disposiciones*, Congreso de la República, Bogotá.
- SAMUELSON Paul.**, 1956. “Social Indifference Curves”, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, no. 1, feb., pp. 1-22.
- SARDI Edgar.**, 2007. *Caracterización de los Hogares según la Información Ampliada del Censo 2005 y las Edificaciones de Usos de Vivienda según la Información Catastral*, DANE, Bogotá, mimeo.
- SARDI Edgar.**, 2008. *Modelo de Estratificación para Cobro de Servicios Públicos Domiciliarios Mediante Variables Catastrales de las Edificaciones de Uso Residencial y de Zonas Homogéneas Económicas y Físicas*, DANE, Bogotá, mimeo.
- SCHWARZ Gideon.**, 1978. “Estimating the Dimension of a Model”, *Annals of Statistics*, vol. 6, no. 2, pp.461-464.
- SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, SDP.**, 2019. *Análisis de la Metodología Rural con la Cual Se Estratifican las Fincas y Viviendas Dispersas y los Centros Poblados de Bogotá D.C. 2019*, SDP, DANE, Bogotá, mimeo.
- SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, SDP.**, 2021 a. *Hacia una Nueva Metodología de Estratificación Socioeconómica Urbana. Documento Técnico de Soporte*, SDP, Bogotá.
- SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, SDP.**, 2021 b. *Ingreso Mínimo Garantizado. Documento Técnico de Soporte*, SDP, Bogotá, mimeo.
- SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, SDP.**, 2021 c. *Proyecto de Acuerdo. Por el Cual Se Adopta la Revisión General del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá*, SDP, Bogotá.

- SEN Amartya.**, 1970. *Collective Choice and Social Welfare*, Elsevier, Amsterdam, 1979.
- SEPÚLVEDA Carlos., GALLEGO Juan., LÓPEZ Denis.**, 2014, ed. *Los Límites de la Estratificación. En Busca de Alternativas*, Universidad el Rosario, SDP, Bogotá.
- SERRANO Edgar.**, 2003. *Economía de la Familia: Modelos de Comportamiento Intra-Familiar y Asignación de Recursos*, Tesis de grado, Doctorado en Economía, Universidad Nacional, Bogotá.
- SIMON Herbert.**, 1983. *Naturaleza y Límites de la Razón Humana*, Fondo de Cultura Económica, México, 1989.
- VEBLÉN Thorstein.**, 1899. “The Theory of the Leisure Class”, en **TILMAN Rick.**, 1993, ed. *A Veblen Treasury*, Sharpe, New York, pp. 3-102.
- VICKREY William.**, 1997. “A Trans-Keynesian Manifesto (Thoughts about an Asset-Based Macroeconomics)”, *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 19, no. 4, pp. 495-510.
- WIESNER Eduardo.**, 1994. *Fiscal Decentralization and Social Spending in Latin America: The Search for Efficiency and Equity*, Working Paper, no. 199, nov., BID, Washington.
- WORLD BANK.**, 2020. *Global Economic Prospects*, World Bank, Washington.