

COMPORTAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA NUEVA EN BOGOTÁ

2009 - 2020



El estudio tiene como objetivo analizar la construcción de la vivienda nueva entre 2009 y 2020 en Bogotá, periodo durante el cual no sólo ocurrieron cambios demográficos, económicos y de política que han impactado el funcionamiento del mercado inmobiliario, sino además uno de los sucesos más disruptivos que el mundo ha enfrentado en su historia reciente, como lo es la pandemia ocasionada por el SARS-COV 2. A su vez, el de proponer una metodología para la estimación del área iniciada.

Documento elaborado en el marco del Convenio 334 de 2017, suscrito por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital y la Cámara Regional de la Construcción Bogotá Cundinamarca - Camacol B&C



OBSERVATORIO TÉCNICO
CATASTRAL



ALCALDÍA MAJOR
DE BOGOTÁ D.C.

UAECD
Catastro Bogotá



COMPORTAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN BOGOTÁ 2009-2020¹

Henry Rodríguez Sosa

**Director Unidad Administrativa Especial
de Catastro Distrital UAEC**

Alejandro Callejas Aristizábal

Gerente Camacol Bogotá Cundinamarca

Diego Fernando Carrero Barón

**Jefe Observatorio Técnico Catastral
UAEC**

Daniel Rey Suárez

**Director de Estudios Económicos
Camacol B&C**

**Profesionales Especializados
Observatorio Técnico Catastral UAEC:**

Paula Andrea Mahecha Mahecha

Aureliano del Carmen Amaya Donoso

Jurgen Daniel Toloza Delgado

Jorge Arturo Hernández López

Equipo de Investigación Camacol B&C:

Guillermo Antonio Salas Arias -

Coordinador Económico

Jonathan Molina Ordoñez -

Economista Senior

Bogotá, marzo de 2021

¹ El presente texto se realizó durante el segundo semestre de 2020 y se actualizó durante el primer trimestre de 2021. Reúne los resultados de una serie de análisis hechos por el Observatorio Técnico Catastral (OTC) de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAEC) y Camacol Bogotá Cundinamarca. Para efectos de la mencionada labor investigativa, se llevaron a cabo ejercicios de análisis de datos extractados de diferentes fuentes. Debe advertirse que tanto la extracción como los análisis de datos, fueron realizados con plena observancia de los contenidos legales pertinentes. De otro lado, en lo que respecta a la propiedad intelectual que versa sobre el contenido que integra la presente publicación, es necesario advertir que este fue producido en ejecución de las funciones que los integrantes del OTC tienen con la UAEC. No obstante, estos últimos conservan los derechos morales sobre su obra.

Los resultados contenidos en este estudio son responsabilidad exclusiva de los investigadores, no comprometen a la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital ni a Camacol B&C.

Contenido

Introducción	2
1. Dinámica poblacional y necesidades de vivienda	4
1.1. Tendencias poblacionales.....	4
1.2. Dinámica de los hogares y necesidades de vivienda	7
1.3. Déficit de vivienda	10
2. Iniciaciones de vivienda en Bogotá 2009-2020.....	13
2.1. Dinámica de las iniciaciones de vivienda	13
2.2. Tiempo promedio de construcción de un proyecto	21
2.3. Recuadro 1: Comportamiento de las licencias de construcción	23
2.4. Recuadro 2: Impacto COVID-19 y futuro del área iniciada	25
3. Modelos predictivos y ciclo económico de las iniciaciones	28
3.1. Metodologías y principales resultados	29
3.1.1. Regresión dinámica	29
3.1.2. Modelo Aditivo Generalizado - GAM.....	32
3.1.3. Modelos de Vectores Autorregresivos, VAR.....	34
3.1.4. Comparación de metodologías.....	38
3.1.5. Escenarios prospectivos y proyecciones para el 2021.....	39
3.2. Análisis del ciclo del área iniciada	41
4. Conclusiones.....	45
Bibliografía	46

Introducción

En la ciudad, anualmente se inician en promedio 4,1 millones de metros cuadrados, de los cuales el 71% corresponde a vivienda². Sin embargo, de acuerdo con el momento en el que se ubique ciclo de la construcción de la ciudad, se presentan periodos de mayor o menor volumen de nuevas construcciones, con diferencias en la participación de los destinos residencial y no residencial, del tamaño de los proyectos y de los tipos de vivienda.

La medición, seguimiento y pronóstico de la generación del espacio construido se considera relevante por el impacto que la producción del sector edificador genera en el empleo y la economía -dado el consumo de insumos y mano de obra, así como los relacionamientos productivos con otras demás actividades económicas-, y también por su aporte al crecimiento predial de la ciudad. Lo anterior sin dejar de lado el análisis de la evolución de la ciudad en la que vivimos.

Para este propósito se utiliza la información del sistema de información georreferenciado del sector constructor Coordinada Urbana® de Camacol³, que se consolida mensualmente a través del censo de edificaciones nuevas residenciales y no residenciales. Principalmente lo correspondiente a datos históricos de las iniciaciones, un indicador que mide el área y número de unidades nuevas iniciadas, mes a mes, y que da cuenta del tamaño del mercado inmobiliario.

Por lo anterior, este documento está organizado en cuatro capítulos: el primero hace una revisión de las dinámicas poblacionales de Bogotá y de las necesidades de vivienda, obtenidas del más reciente Censo Dane y de la Secretaría Distrital de Planeación; el segundo capítulo hace una caracterización del área iniciada en la ciudad e incluye dos cuadros que analizan los indicadores relacionados con el comportamiento de las iniciaciones: las licencias de construcción y los lanzamientos y las ventas, con especial atención en el efecto de la pandemia en el mercado inmobiliario; el tercer capítulo describe diferentes modelos econométricos y presenta, a partir de los mismos, una estimación del área construida para 2021, complementado con un ejercicio que analiza el comportamiento del ciclo de la variable; en el último capítulo se presentan algunas conclusiones.

² Cálculos con base en datos anuales entre 2009-2019 del CEED DANE

³ Es el censo de actividad edificadora más grande del país y la iniciativa que desde el sector privado más tiempo lleva analizando este comportamiento.

Por último, es importante señalar que se trata de un esfuerzo público-privado (Unidad de Catastro Distrital y Camacol B&C) que nace de un convenio científico que pretende aportar luces sobre la evolución de la ciudad construida y que puede considerarse un insumo para el diseño de políticas públicas y el estudio por parte de la comunidad académica. Este documento, así como las fuentes de información, son de carácter público y pueden ser consultadas por cualquier persona o entidad. Es el deseo de ambas entidades que así sea.

1. Dinámica poblacional y necesidades de vivienda

Este capítulo presenta un análisis de las dinámicas poblacionales registradas en Bogotá y su implicación en las necesidades habitacionales, a partir de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 y de la información de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP).

1.1. Tendencias poblacionales

La población censada en Bogotá en 2018 fue de 7.412.566⁴, equivalente al 15% de la población total del país y el 20% de la población urbana. En el periodo intercensal 2005-2018, se registraron 705.228 personas más, 54.248 por año, con un crecimiento anual promedio de 0,8% que se viene desacelerando desde años atrás⁵.

Población	1985	1993	2005	2018
Total	3.804.636	5.138.233	6.710.910	7.412.566
Crecimiento promedio anual (%)	-	3,8	2,3	0,8

Tabla 1. Población y crecimiento exponencial promedio anual 1985-2018 de Bogotá

Fuente: Elaboración con base en Retroproyecciones Dane

A partir de los resultados del CNPV 2018, entre 2009 y 2020, el 63% del incremento poblacional estuvo explicado por el componente vegetativo y 37% el saldo neto migratorio; el Dane proyecta que, doce años después del Censo, a 2032, la población de Bogotá aumente a 8.559.942, es decir, 1.147.376 personas más frente a 2018. El 49% de este incremento poblacional estaría explicado por el saldo neto migratorio⁶ y el 51% restante por el componente vegetativo (toda vez que la brecha entre los nacimientos y las defunciones se reduce, pero sigue siendo positiva, como se puede observar en el Gráfico 1). En un horizonte de tiempo más amplio, 2018 a 2050, el Dane estima que la población se incremente en 1.751.879, tiempo durante el cual el peso de los componentes se invierte y el componente de saldo neto migratorio explicaría el 64% del crecimiento total⁷.

⁴ De los cuales 7.149.540 se encontraban en hogares particulares y 31.807 en Lugares Especiales de Alojamiento (LEAS).

⁵ La caída en la tasa de crecimiento demográfico ha sido ampliamente documentada y hay consenso entre los expertos sobre este hecho.

⁶ Diferencia entre los inmigrantes nacionales e internacionales y los emigrantes nacionales e internacionales

⁷ Estas proyecciones tienen en cuenta el fenómeno de la migración de población venezolana hacia Bogotá.

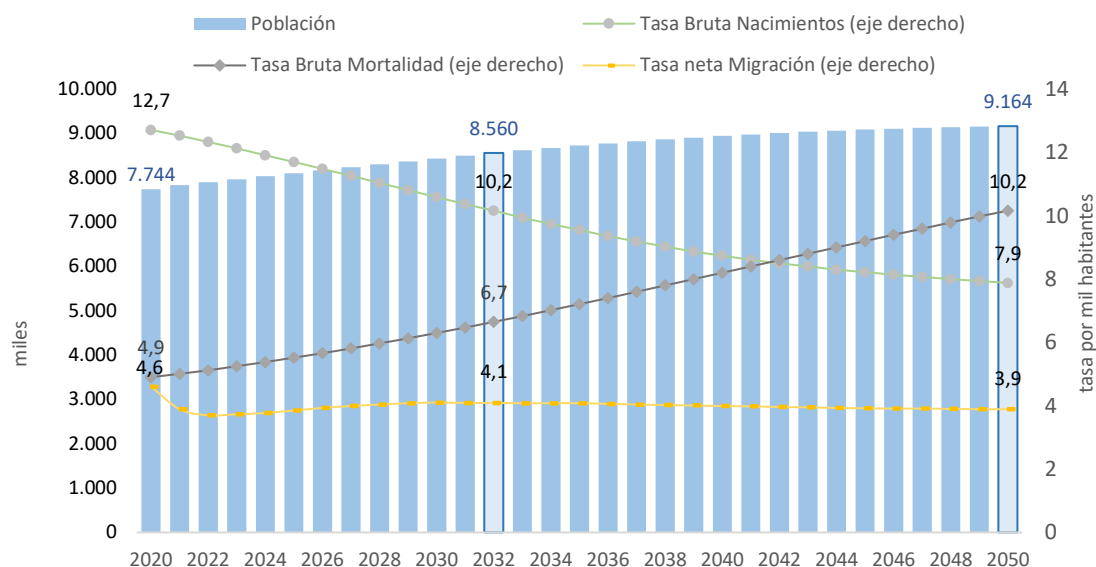


Gráfico 1. Proyecciones de población y tasas de nacimiento, mortalidad y migración, Bogotá
Fuente: Elaboración con base en Dane Cambios demográficos

Entre 2009 y 2020, la población en edades potencialmente productivas (en el rango de edad de 15 a 64 años) pasó de 70% a 72%; el de mayores a 64 años aumentó su participación en 3 p.p., al pasar de 6% a 9%); en tanto que el grupo de edad de menores de 15 años perdió participación, en 5 p.p., al pasar 24% al 19%.

Como consecuencia de estos cambios, la tasa de dependencia total, definida como la relación entre en grupo poblacional en edades dependientes (niños, adolescentes y adultos mayores de 65 años) respecto del grupo en edad potencialmente activo o productivo⁸, pasó de 44% en 2009 a 39% en 2020. Sin embargo, el Dane proyecta que esta fase de desaceleración de la tasa termine en 2022. La perspectiva de futuro indica que, a partir de ese momento, la tasa de dependencia de Bogotá iniciará una senda de crecimiento, retornado a 44% para 2032 e incrementándose a 51% en 2050, ver Gráfico 2.

⁸ Mide el promedio de personas económicamente dependientes por cada 100 personas potencialmente activas, en una determinada área geográfica y en un tiempo determinado. Dependencia total = ((Población <15 + Población ≥65) / Población 15-64) * 100

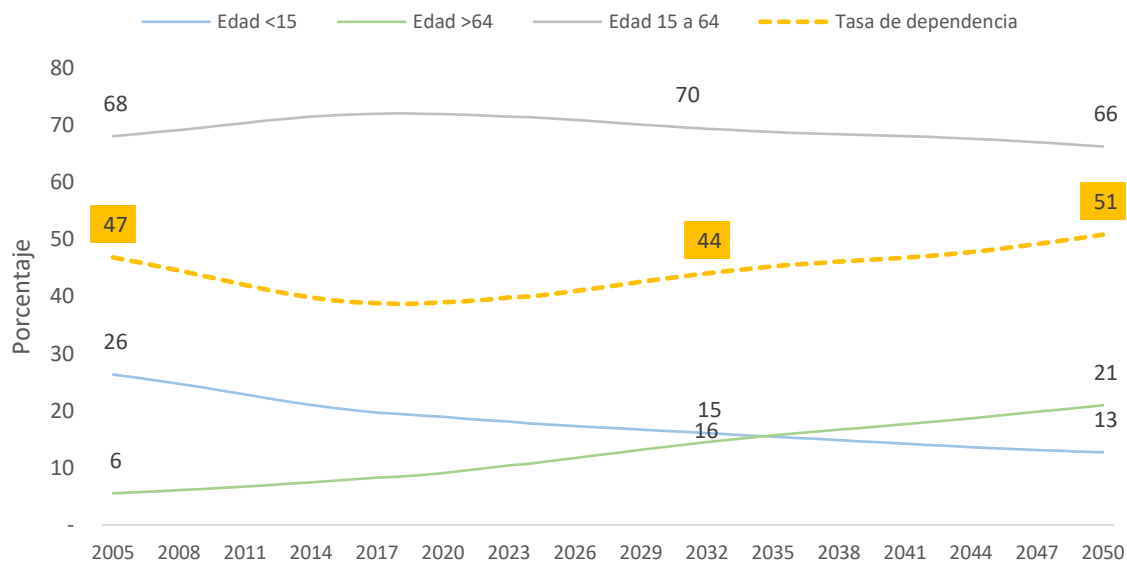


Gráfico 2. Tasa de dependencia y participación de la población según rangos de edad 2005 a 2050
Fuente: Elaboración propia con base en SDP Retroproyecciones y proyecciones de población

El cambio en la estructura por edad de la población que llevaría al engrosamiento de la parte media hacia arriba de la pirámide, principalmente a partir del grupo de personas mayores a 30 años en 2032 y de más de 40 años a 2050 (como se muestra en el Gráfico 3).

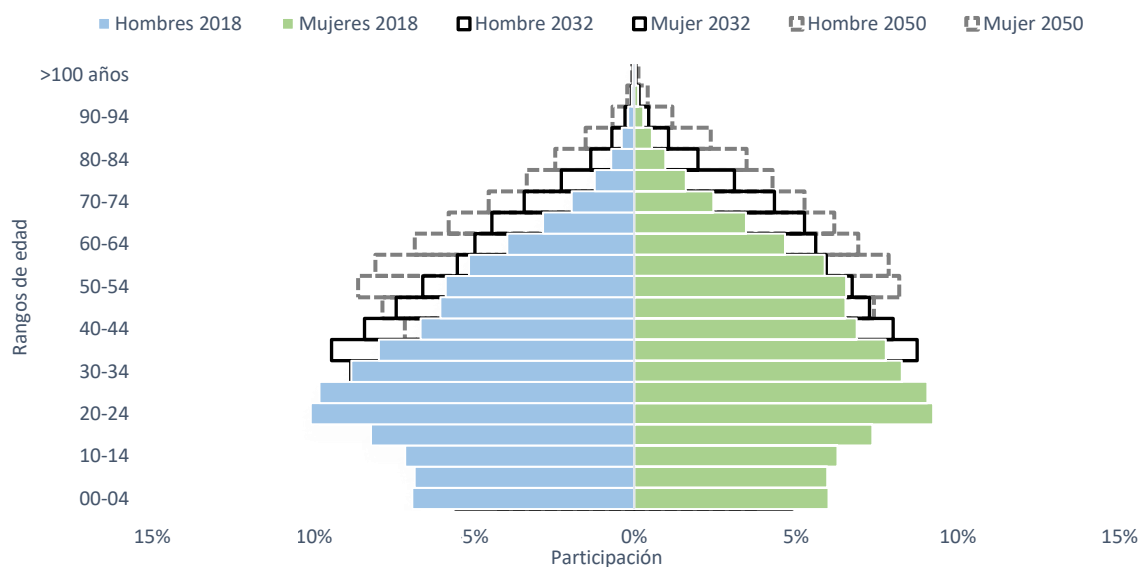
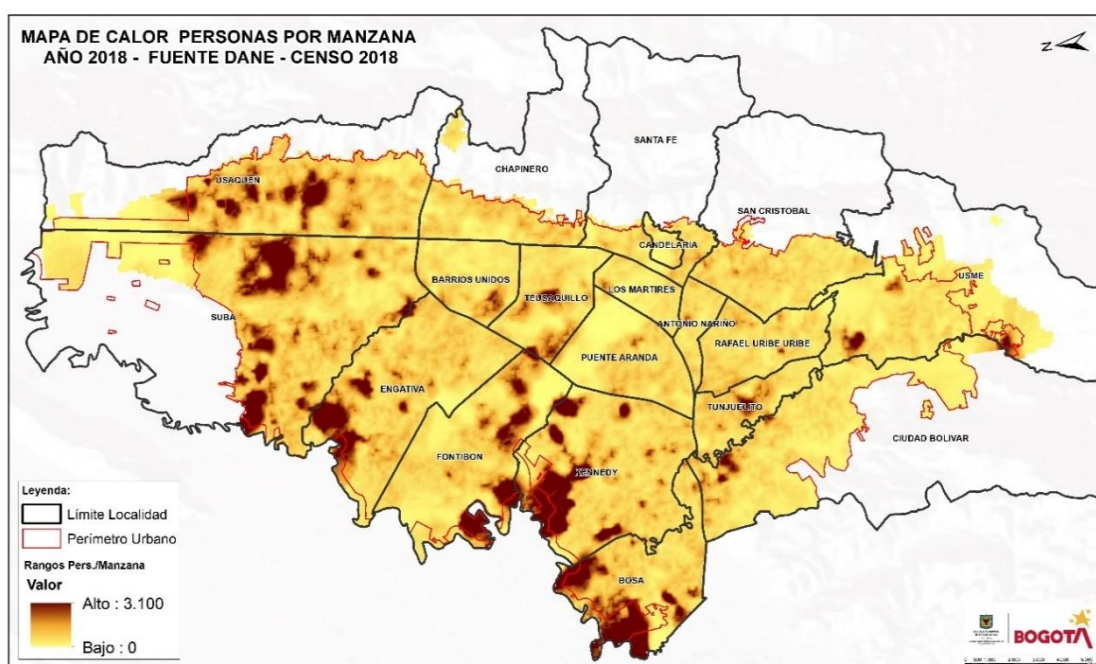


Gráfico 3. Población 2018, 2032 y 2050 por rangos quinquenales de edad y sexo
Fuente: Elaboración propia con base en SDP Proyecciones de población

Cuando el incremento de la población mayor de 65 años es mayor al de los demás grupos poblacionales, significa que hay proporcionalmente menos población en edad activa contribuyendo con impuestos y aportando a la seguridad social. En la medida que el envejecimiento poblacional avance, en la ciudad también podría aumentar los gastos de salud en función de requerimientos provenientes de las personas mayores.

Como resultado de los cambios poblacionales, la ciudad obtuvo para 2018 una densidad poblacional en el perímetro urbano de 194,5 personas por hectárea⁹, en tanto que en 2005 dicho valor era de 174,1 personas por hectárea. El mapa 1 permite, a una escala más detallada, con los microdatos del CNPV 2018, visualizar la densidad para dicho año.



Mapa 1. Personas por manzana en Bogotá
Fuente: Elaboración propia con base Censo Dane 2018

1.2. Dinámica de los hogares y necesidades de vivienda

Para 2018 se registraron en Bogotá 2.564.897 hogares, de estos el 9% pertenece al estrato 1, el 40% al estrato 2, el 34% al estrato 3, 11% al estrato 4 y el 5% restante corresponde a estratos 5 y 6. Por localidades, como se observa en el Gráfico 4, la distribución es heterogénea.

⁹ Utilizando el dato de retroproyecciones Dane, para la cabecera municipal. Año 2005: 6.694.694 y Año 2018: 7.387.400. Y el área de perímetro urbano de Bogotá año 2004: 38.431,2 Has; y año 2015: 37.984,9 Has

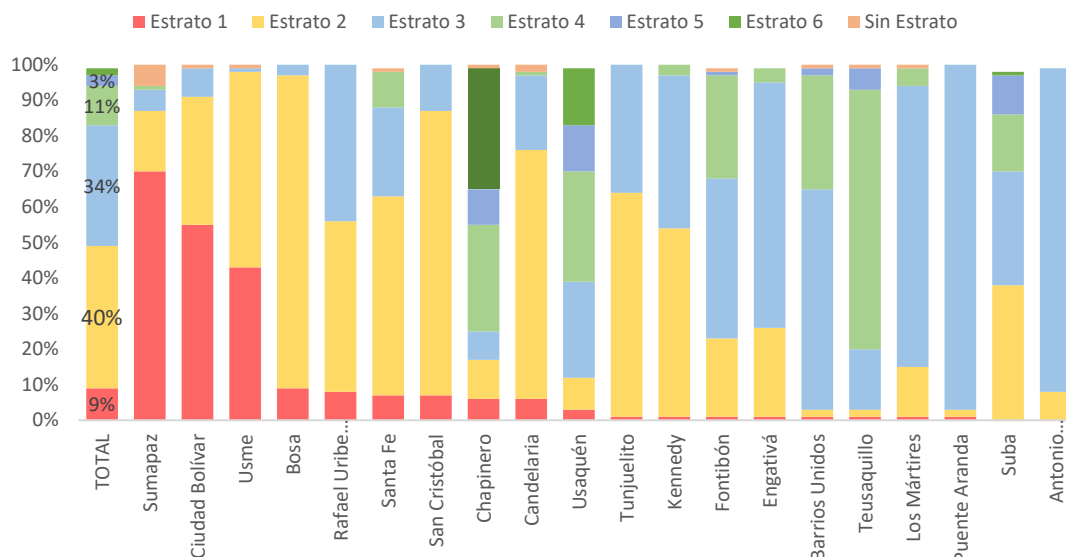


Gráfico 4. Distribución de hogares en 2018 según localidades y estratos -Bogotá

Fuente: Elaboración propia con base en (SDP 2020)

Mientras que en 2005 el 50,98% de los hogares bogotanos tenía máximo tres integrantes, para 2018 esta proporción aumentó a un 68,4%. Como se observa en el Grafico 5, los hogares unipersonales y los hogares con dos integrantes mostraron mayor crecimiento en el periodo intercensal, logrando una participación en 2018 de 21,71% y de 23,1% respectivamente sobre el total de hogares, cuando en 2005 fueron 13,3%y 16,6%, respectivamente (SDP 2020). La transformación de los hogares se relaciona con los cambios en a la estructura familiar, que no solamente se evidencia en los hogares no familiares (como los unipersonales), sino también en los de tipo familiar¹⁰. De acuerdo con (DNP 2015), aunque la familia con núcleo¹¹ sigue siendo predominante, el hogar monoparental -definido como el conjunto formado por un progenitor (madre o padre) y uno o varios hijos- ha obtenido mayor participación producto de la desintegración de las uniones o matrimonios, por divorcios y separaciones y la maternidad de adolescente sin uniones¹².

¹⁰La clasificación de los hogares, con base en la relación de parentesco entre sus miembros con el jefe de hogar, contiene las siguientes categorías de familias (DNP 2015, 9): hogares familiares (nucleares, amplio, familiares sin núcleo) y hogares no familiares (unipersonales, no familiares sin núcleo).

¹¹ Conformado por padre y madre con o sin hijos; o por padre o madre con hijos.

¹² “Las familias en Colombia, al igual que en el resto de los países de la región Latinoamericana, han sufrido transformaciones en las últimas décadas, asociadas a los procesos de transición demográfica, modernización, revolución sexual, transformación educativa, inserción de la mujer en la fuerza laboral, entre otros. Entre las principales transformaciones podemos mencionar algunas como son la reducción en el número de hijos, los aumentos en la maternidad precoz, el aumento de las uniones consensuales y de las rupturas conyugales, el incremento de hogares monoparentales, de hogares unipersonales, y de familias reconstituidas”. (DNP 2015, 8)

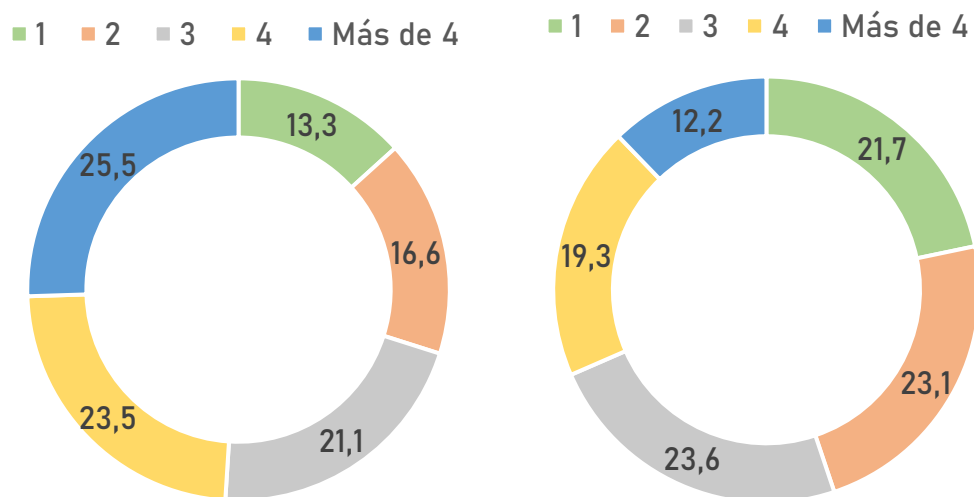


Gráfico 5. Participación de los hogares (%) según número de integrantes, Censo 2005 (Izq.) y Censo 2018 (Der.)

Fuente: Elaborado con base en (SDP 2020)

El tamaño del hogar para Bogotá para 2018 es de 2,89 personas por hogar. El Dane proyecta que para 2032 el total de hogares se incremente en 1.120.148 más, totalizando 3.685.645, con un tamaño promedio de 2,32 personas por hogar. De igual manera, para 2050 se formarán 2.107.073 hogares más en la ciudad, totalizando 4.671.970, y un tamaño del hogar de 1,96 personas por hogar (Tabla 2).

	2018	2032	2050	Diferencia 2032/2018	Diferencia 2050/2018
Personas	7.412.566	8.559.942	9.164.445	1.147.376	1.751.879
Hogares	2.564.897	3.685.645	4.671.970	1.120.748	2.107.073
Personas por hogar	2,89	2,32	1,96		

Tabla 2. Número de personas, hogares y personas por hogar en Bogotá, 2018 y proyecciones a 2050

Fuente: Elaboración propia con base en Proyecciones Dane

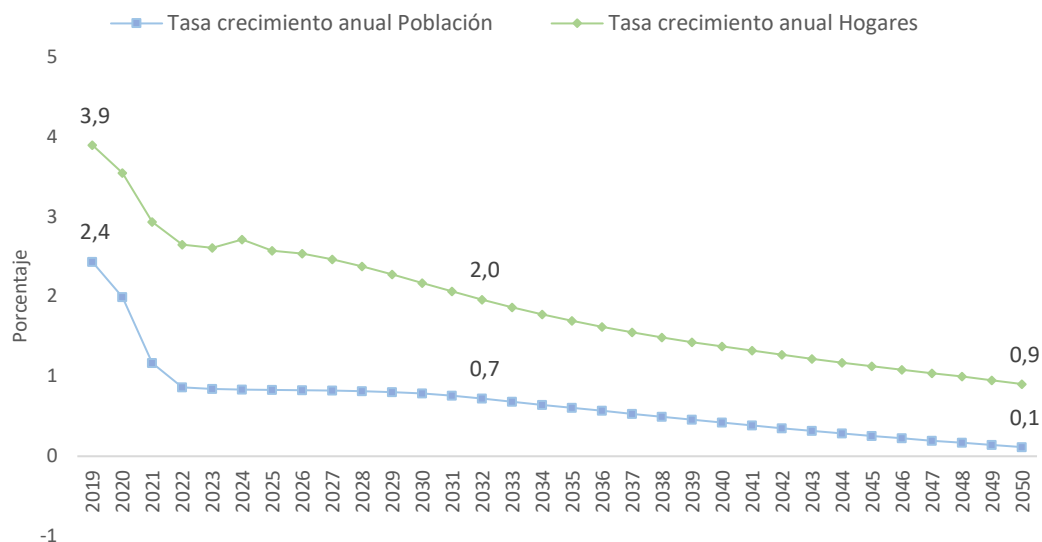


Gráfico 6. Tasas anuales de crecimiento población y hogares 2018- 2050

Fuente: Elaboración propia con base en Proyecciones Dane

Con estas proyecciones, el número de viviendas nuevas requeridas en la ciudad para suplir las necesidades de estos nuevos hogares es de aproximadamente 80 mil unidades habitacionales por año desde 2018 a 2032¹³, sin contar las requeridas para cubrir el déficit cuantitativo y que es tema del siguiente apartado.

1.3. Déficit de vivienda

El déficit habitacional de la ciudad en 2018, calculado por la Secretaría de Planeación distrital, compuesto por el déficit de vivienda cualitativo y el déficit de vivienda cuantitativo, se situó en 13%, equivalente a 325.047 hogares (SDP 2020)¹⁴. El 9,1% (228.150) de los hogares habitaban en viviendas que requieren mejoramientos o ajustes para cumplir con condiciones de habitabilidad adecuadas. Por su parte, el 3,9% (96.897 hogares) se encontraba en déficit cuantitativo, es decir, las viviendas de estos hogares presentaban deficiencias estructurales y de espacio (hacinamiento) y no son susceptibles de ser mejoradas, por lo cual es necesario incluir una unidad adicional al inventario de viviendas (ver Gráfico 7).

¹³ A partir de la información de proyecciones Dane con base en CNPV 2018, se calcula la diferencia entre el total hogares a 2032 y el total hogares 2018, cuyo resultado es: 1.120.748 hogares nuevos, el cual posteriormente es anualizado. Con las mismas proyecciones, pero realizando el cálculo para el periodo previsto por la SDP para la formulación del POT que está en curso, 2022 a 2035, el total de nuevos hogares cambia a 970.578.

¹⁴ Datos obtenidos del Tomo 3 del Documento de Diagnóstico de la SDP Versión 24: Actualizada 10/11/2020

Contrario a lo anterior, en 2005 el componente con mayor peso en el déficit total (19,1%) era el cuantitativo (14,6%), el cualitativo era 4,5%. Si bien, este último es calculado con una metodología anterior a la de DANE 2020, por lo cual no es posible la comparación con los resultados obtenidos del Censo 2018¹⁵, resalta el cambio en los pesos de sus componentes. Este resultado (reducción del déficit cuantitativo, en concurrencia con el aumento del déficit cualitativo), requiere ser estudiado con mayor profundidad en ejercicios posteriores, toda vez que es importante entender cómo se ha resuelto el déficit en la ciudad, incluso analizar la hipótesis que sugiere que parte de la caída del componente cuantitativo se deba a que algunos hogares lo resolvieron vía informalidad, es decir, con viviendas con alta probabilidad de calificar y sumar al déficit cualitativo.

Si se adicionan estas 96.897 nuevas viviendas a las requeridas para suplir las necesidades habitacionales de los nuevos hogares que se formarían a 2032 (1.120.748), la demanda de vivienda se amplía a un poco más de 86 mil unidades por año. La brecha que se genera al comparar esta demanda anual frente a la producción anual promedio de vivienda nueva en la ciudad de los últimos 10 años (31 mil unidades), se constituye en la base para la formulación de políticas y la búsqueda de soluciones tendientes a resolver la problemática de la vivienda en la ciudad, en especial en lo que tiene que ver con la informalidad (dadas las implicaciones físicas y socioeconómicas, tales como el deterioro de la calidad urbanística de los barrios, reducción en los índices de espacio público por habitante y la profundización de la pobreza y la desigualdad).

¹⁵ La metodología Dane 2020 presenta diferencias frente a la metodología 2009 para el déficit cualitativo. Entre las principales: hacinamiento mitigable, para cabeceras y centros poblados, la identificación del hacinamiento mitigable pasa de más de 3 y menos de 5 personas por cuarto, a más de 2 y hasta 4 personas. (DANE 2020). Las diferencias para el déficit cuantitativo son: en material de paredes exteriores no adecuados se incluye “madera burda, tabla o tablón”; en el cálculo de cohabitación se excluyen hogares unipersonales, en el rural disperso, los hogares que comparten la misma vivienda con otro hogar no se consideran en déficit, pero en las cabeceras y centros poblados, los hogares que comparten la misma vivienda con otro hogar solo se consideran en déficit cuando hay más de 6 personas en la vivienda; Hacinamiento mitigable aplica no sólo para cabeceras sino además para centros Poblados, y la identificación del hacinamiento pasa de 5 o más personas por cuarto para dormir a más de 4 (DANE 2020) .

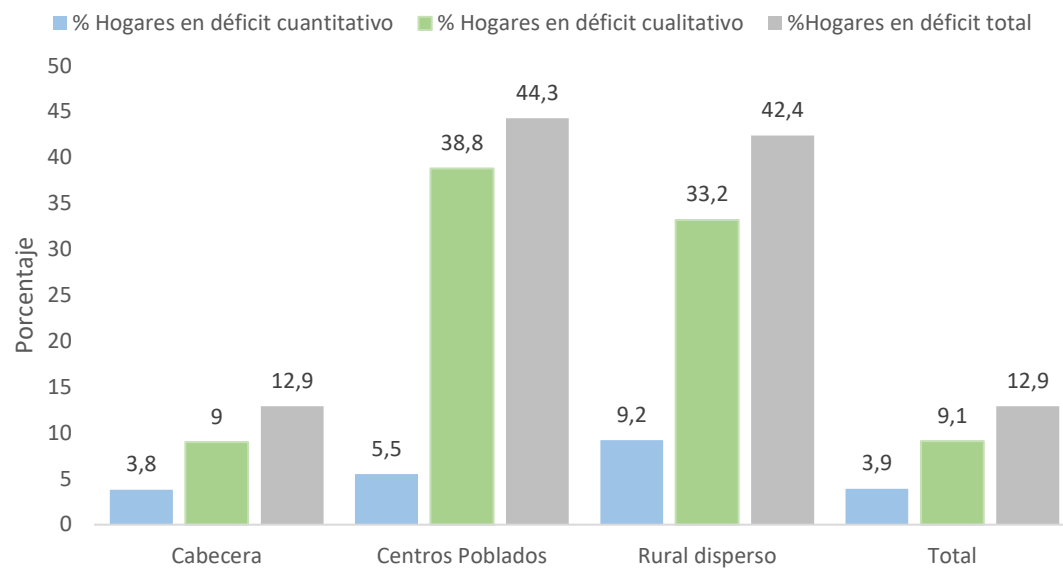


Gráfico 7. Déficit total, cuantitativo y cualitativo Bogotá 2018, según área

Fuente: Elaboración propia con base en (SDP 2020)

2. Iniciaciones de vivienda en Bogotá 2009-2020

A continuación, se describen las dinámicas de construcción en Bogotá y se presenta un panorama prospectivo de las iniciaciones conforme al comportamiento del sector. Para esto, a partir de información del censo de obras de Coordinada Urbana®, que hace seguimiento a proyectos con área superior a 300 m², se analizan las cifras del área iniciada y área en proceso, analizando el efecto de las políticas de vivienda y de los planes parciales en las iniciaciones, así como de los tiempos de culminación de los proyectos.

2.1. Dinámica de las iniciaciones de vivienda

En términos absolutos, entre 2009 y 2020, se iniciaron en Bogotá 371.709 soluciones habitacionales¹⁶ (30.976 por año), siendo 2011 el año con mayor número de iniciaciones, 40.879 en total, en contraste con el año 2015 con tan sólo 25.062 unidades. La participación promedio del segmento VIS¹⁷ durante los once años ha sido de 49%, con variaciones importantes en algunos periodos: mientras en 2013 esta llegó a ser de 25%, en 2020 obtuvo una participación histórica de 75%.



Gráfico 8. Unidades de vivienda iniciadas anualmente

Fuente: Coordinada Urbana®

¹⁶ Se incluyen proyectos nuevos para la venta sin incluir las construidas para uso propio y para arrendar.

¹⁷ En mayo de 2019 cambió el tope la vivienda de interés prioritario de 70 SMMLV a 90 SMMLV, y en agosto de 2019 el de la vivienda social de 135 SMMLV a 150 SMMLV (Decreto 1467 de 13 de agosto de 2019) en las ciudades de las aglomeraciones urbanas, a saber, Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena y Medellín.

En términos de variaciones, ver Gráfico 9, se puede observar de mejor manera los periodos de contracción y expansión de las iniciaciones entre 2009 y 2020, las cuales siguen un comportamiento similar al de las ventas. Esto se presenta durante toda la serie, excepto en 2020, donde se observa que a la dinámica positiva de las ventas que se venía presentando desde 2019, no le ha seguido el efecto usual en las iniciaciones debido a la emergencia sanitaria generada por la pandemia, y que se verán reflejadas en 2021, como se explica en el Recuadro 2: Impacto Covid19 y en las proyecciones elaboradas en el último capítulo.

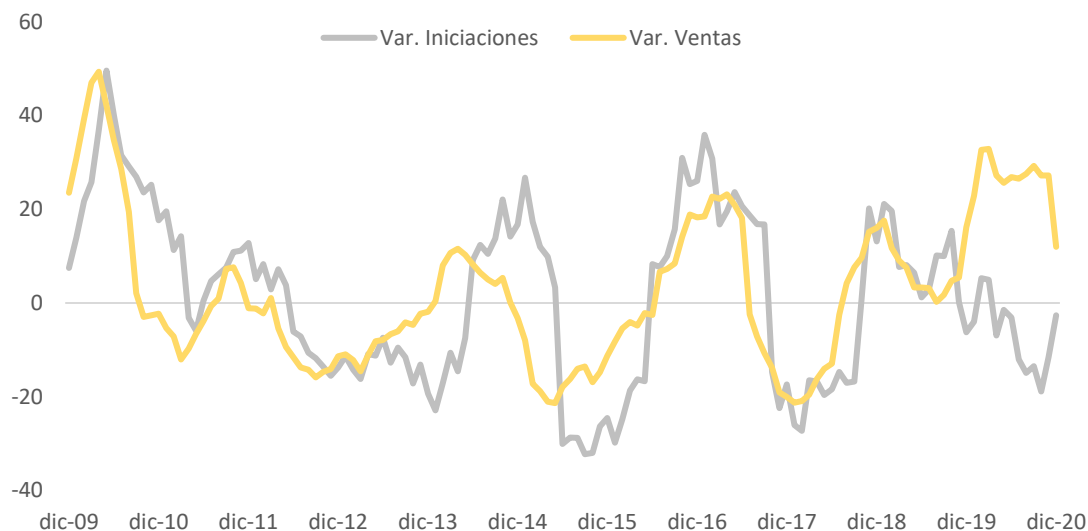


Gráfico 9. Var. % anuales unidades de vivienda nueva iniciadas y vendidas en Bogotá
Fuente: Coordinada Urbana®

Otro aspecto que se debe tener en cuenta al momento de analizar la comercialización como variable incidente en las iniciaciones son los tiempos de entrega. En efecto, se ha observado que en periodos de desaceleración económica la venta de unidades habitacionales se hace con plazos de entrega mayores (Gráficos 10 y 11). Esta ha sido una estrategia dirigida a facilitar el pago de la cuota inicial al comprador ofreciendo plazos mayores y, por ende, menores valores de la mensualidad. Ese ha sido el caso en años recientes y explica que los ciclos de comercialización y de iniciación muestren mayor rezago.

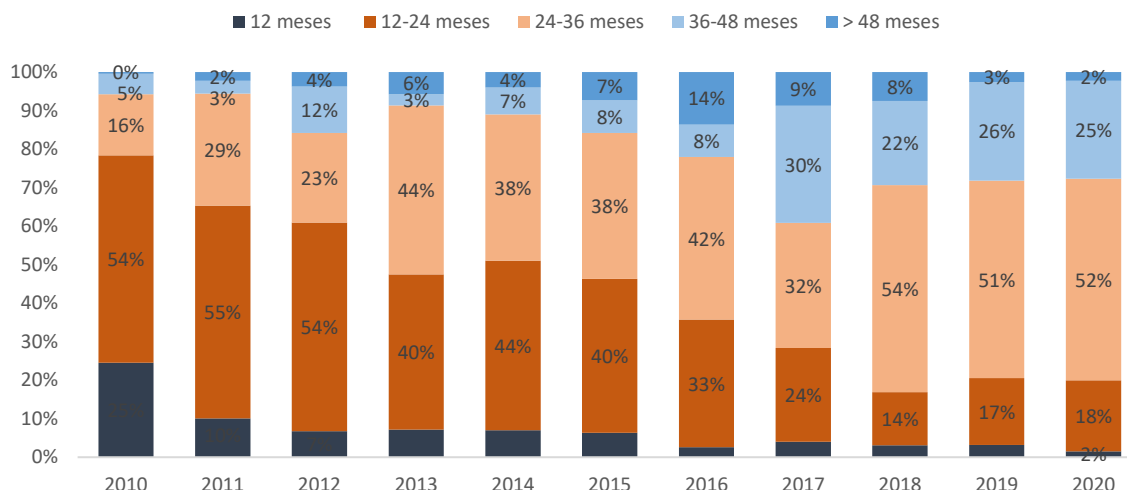


Gráfico 10. Desde que se lanzó, cuanto se demora en entregar VIP Y VIS - Bogotá
Fuente: Coordinada Urbana®

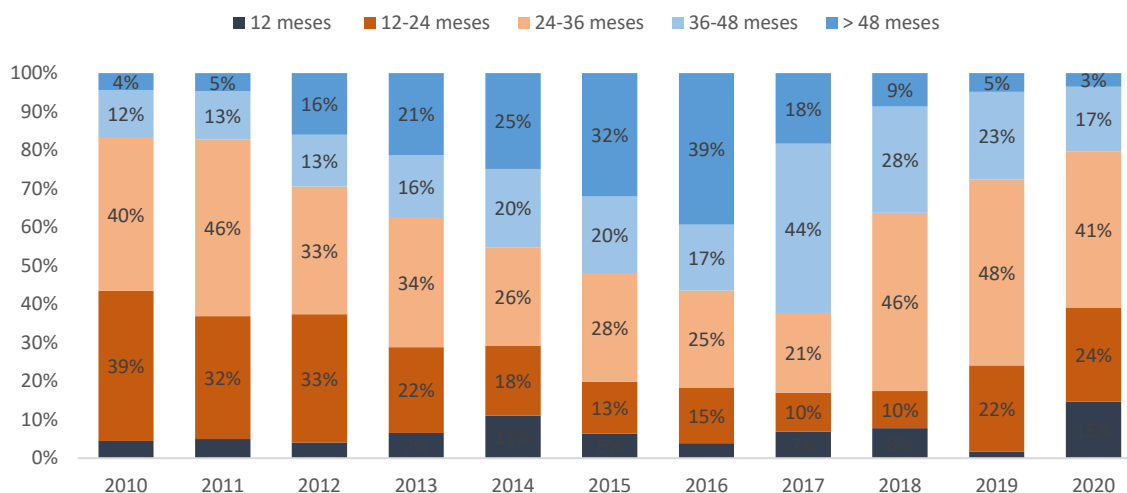


Gráfico 11. Desde que se lanzó, cuanto se demora en entregar No VIS - Bogotá
Fuente: Coordinada Urbana®

Por último, se ha observado también un incremento en el ‘punto de equilibrio’ en los proyectos que inician obra, en línea con la mayor incertidumbre asociada a una economía que crece a un ritmo más lento¹⁸. Tanto los tiempos de entrega como el punto de equilibrio, son factores que inciden en la iniciación de obra (Gráfico 12).

¹⁸ Se conoce como punto de equilibrio el porcentaje de unidades vendidas del proyecto que garantiza la viabilidad financiera y, por ende, la realización de este.

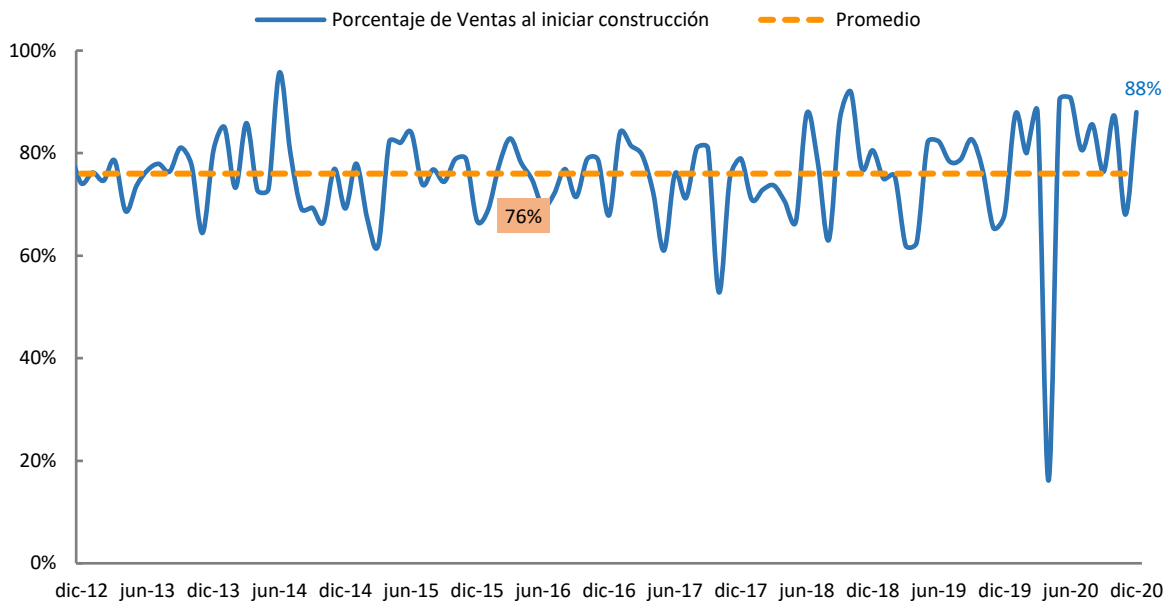
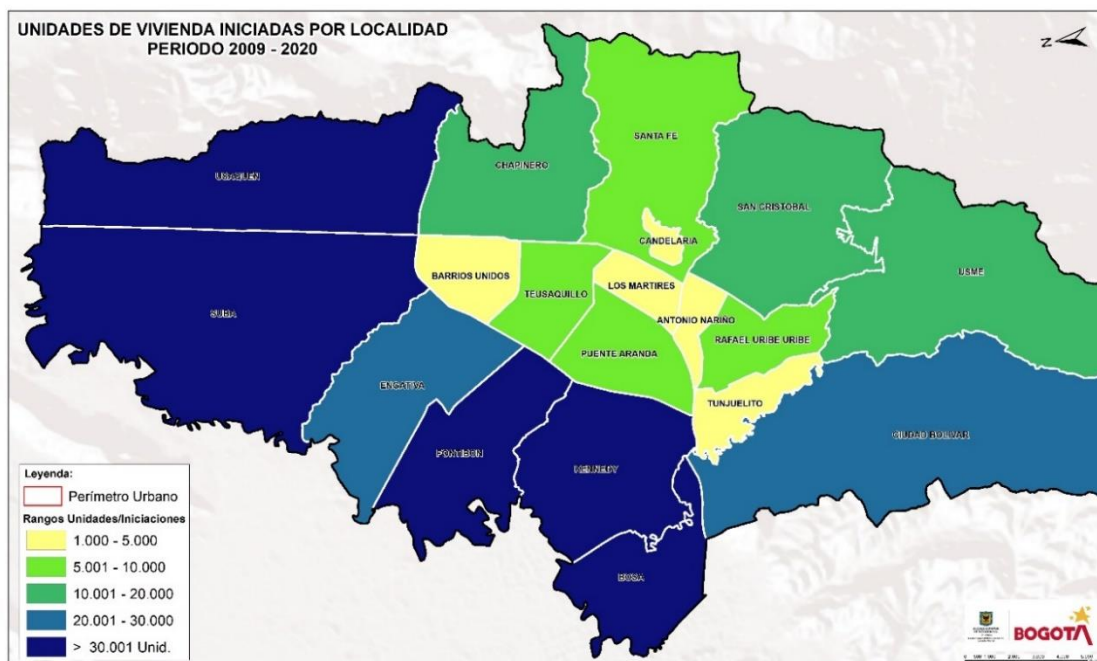


Gráfico 12. Punto de equilibrio

Fuente: Coordinada Urbana®

Casi dos de cada tres unidades iniciadas entre 2009 y 2020 se ubicaron en Suba, Kennedy, Usaqué, Bosa y Fontibón (norte, noroccidente, occidente y suroccidente de la ciudad) localidades que concentran el 50,7% de la población de la ciudad y en algunos casos las densidades más altas; durante ese periodo de tiempo, en cada una de estas localidades se construyeron más de 30 mil unidades habitacionales (ver Mapa No. 2). Por su parte, en Antonio Nariño, Tunjuelito, La Candelaria, Los Mártires y Barrios Unidos, se iniciaron menos de 5 mil unidades en cada una.



Mapa 2. Unidades de vivienda iniciadas en Bogotá entre 2009 y 2020

Fuente: Elaboración con base en Coordinada Urbana®

Al revisar los resultados según área, como se observa en el Gráfico No. 13, a diferencia del segmento No VIS, la construcción de vivienda social (VIS) muestra un comportamiento más volátil debido a la incidencia de la ejecución de planes parciales en el marco de la política pública, que se caracterizan por generar grandes volúmenes de área construida.

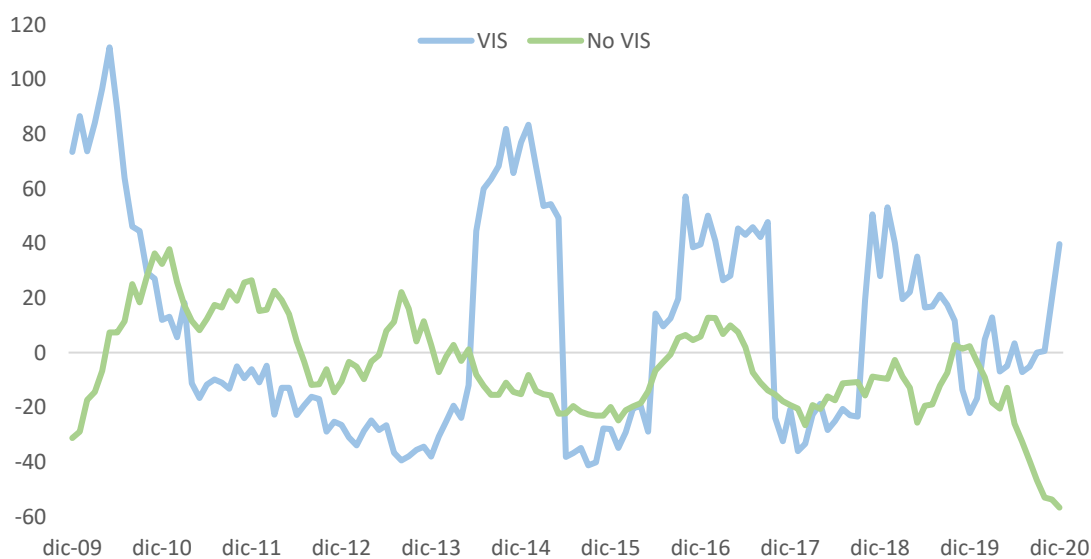


Gráfico 13. Var. % anual del área iniciada de vivienda

Fuente: Elaboración con base en Coordinada Urbana®

La ejecución de planes parciales ha permitido un mayor desarrollo de ciudad. En Bogotá, estos megaproyectos explican un 17% de los metros cuadrados de vivienda construidos históricamente. Como se aprecia en el Gráfico No. 14, los planes parciales¹⁹ Campo Verde y San José de Maryland impulsaron las iniciaciones de vivienda a partir de 2014. Actualmente, el megaproyecto Lagos de Torca proyecta la construcción de 128.000 viviendas en 5 planes parciales iniciales²⁰.

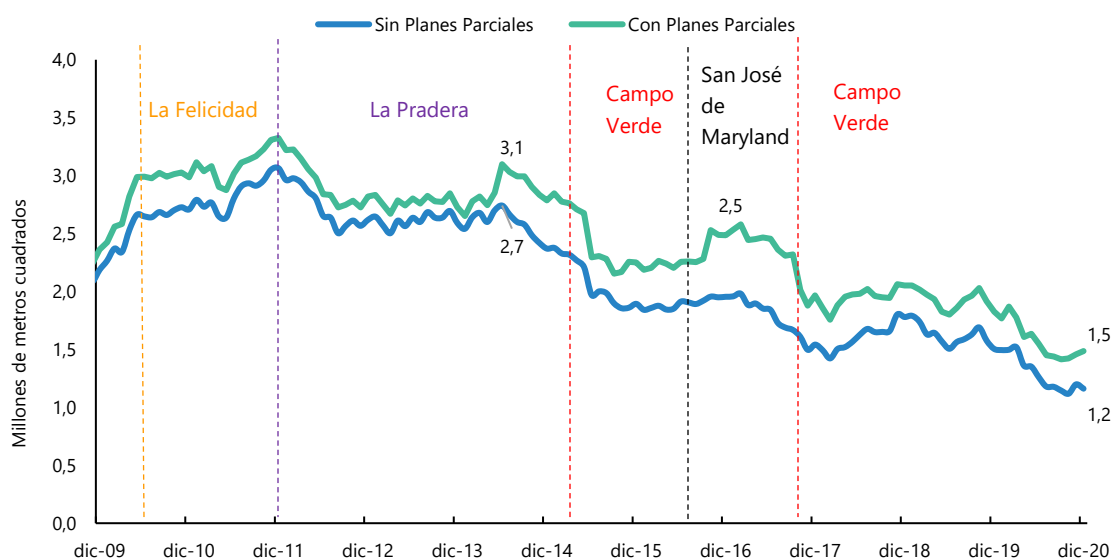


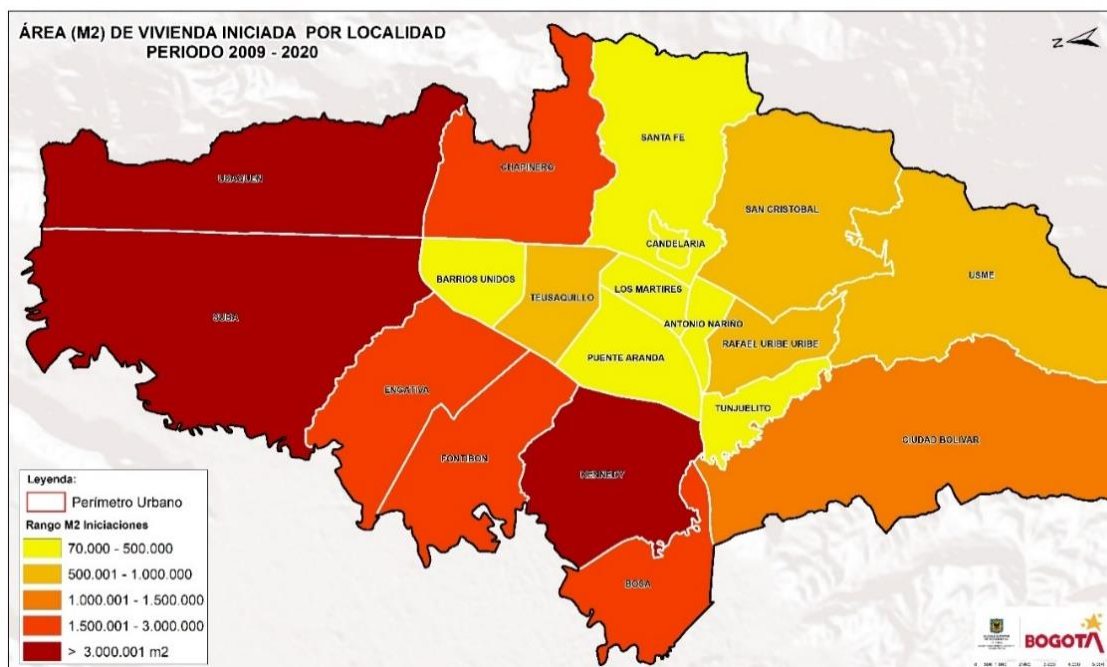
Gráfico 14. Metros cuadrados anuales iniciados de vivienda vs efecto de los planes parciales

Fuente: Coordinada Urbana®

Entre 2009 y 2020, se observa una distribución del área iniciada más concentrada hacia el norte y sur occidente de la ciudad (Mapa 3). Al igual que el resultado en términos de unidades, las localidades de Suba, Usaquén, Kennedy, Bosa y Fontibón son las de mayor participación en el volumen de metros cuadrados construidos. En el caso de Suba y Usaquén, predomina las iniciaciones de proyectos vivienda No VIS, con una participación superior al 90%, que se caracterizan por ofrecer mayor metraje respecto de la vivienda VIS. En cada una de estas localidades durante los once años se construyeron 6,08 y 4,8 millones de metros cuadrados respectivamente. Por su parte en Kennedy y Bosa, donde la participación del segmento No VIS se reduce a 62% y 16% respectivamente, se iniciaron 3,9 y 2,7 millones de metros cuadrados.

¹⁹ San José de Maryland: 5.132 unidades y Campo Verde: 15.754 unidades

²⁰ Lagos de Torca posee 34 planes parciales predelimitados, de estos 12 tienen una radicación en curso frente a la Secretaría Distrital de Planeación.



Mapa 3. Área de vivienda iniciadas en Bogotá entre 2009 y 2020

Fuente: Elaboración con base en Coordenada Urbana®

A través de las cifras históricas se puede inferir el fuerte impacto que tienen las políticas de vivienda sobre la decisión de compra por parte de los hogares, lo cual genera un crecimiento en la construcción de vivienda. Como se observa en el Gráfico 15, políticas como el programa de 100.000 viviendas gratis, *100 mil viviendas*, Vivienda de Interés Prioritario para Ahorradores, *VIPA* y “Casa ahorro” permitieron un aumento en el número de viviendas vendidas y posteriormente iniciadas, las cuales proporcionaron un área construida de 5,1 millones de metros cuadrados entre 2013 y 2017.

En el periodo más reciente, 2016 a 2020, en el marco del programa nacional Mi Casa YA²¹, según los datos de Subsidios coberturas FRECH -MYC de la Secretaría del Hábitat de Bogotá, han sido asignados un total de 5.916 en Bogotá para la compra de vivienda VIP y VIS en la ciudad, siendo el 2020 el año el de mayor asignación con un total de 2.795 subsidios, equivalentes al 8,1% del total nacional. Esta política y las condiciones favorables en el mercado (como tasas bajas de interés) han permitido el crecimiento de la comercialización de vivienda en la segunda mitad de 2020; obteniendo así en noviembre una de las cifras

²¹ Beneficia a hogares que tengan ingresos menores a 4 SMMLV. Estos hogares podrán obtener un subsidio monetario de 30 SMMLV o de 20 SMMLV, dependiendo de sus ingresos, para compra de su vivienda. Y adicionalmente, una cobertura a la tasa de interés de 5 puntos porcentuales, para viviendas de interés prioritario que no superen los 90 SMMLV y de 4 puntos porcentuales, para viviendas de interés social de hasta 135 SMMLV y de hasta 150 SMMLV para aglomeraciones urbanas cuya población supere un millón de habitantes. La cobertura a la tasa de interés entre 4 y 5 puntos porcentuales aplica para hogares que tengan ingresos menores a 8 SMMLV.

más altas de la historia, a pesar del periodo coyuntural complicado (ver Recuadro 2: Impacto Covid19).

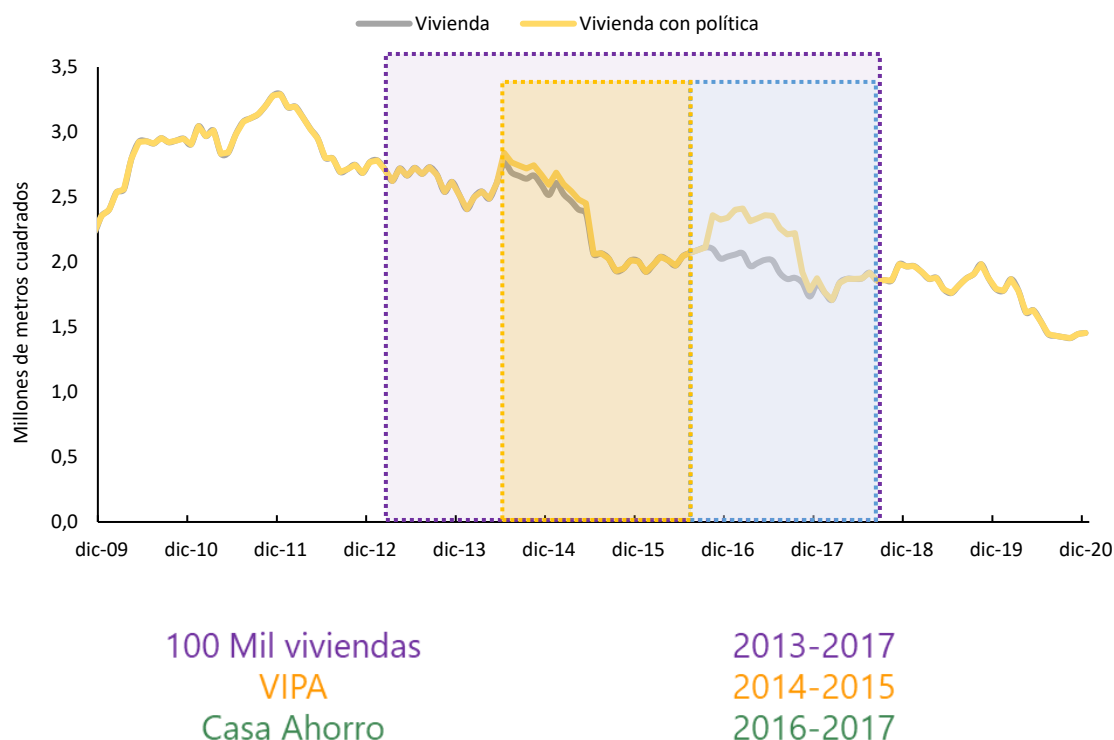
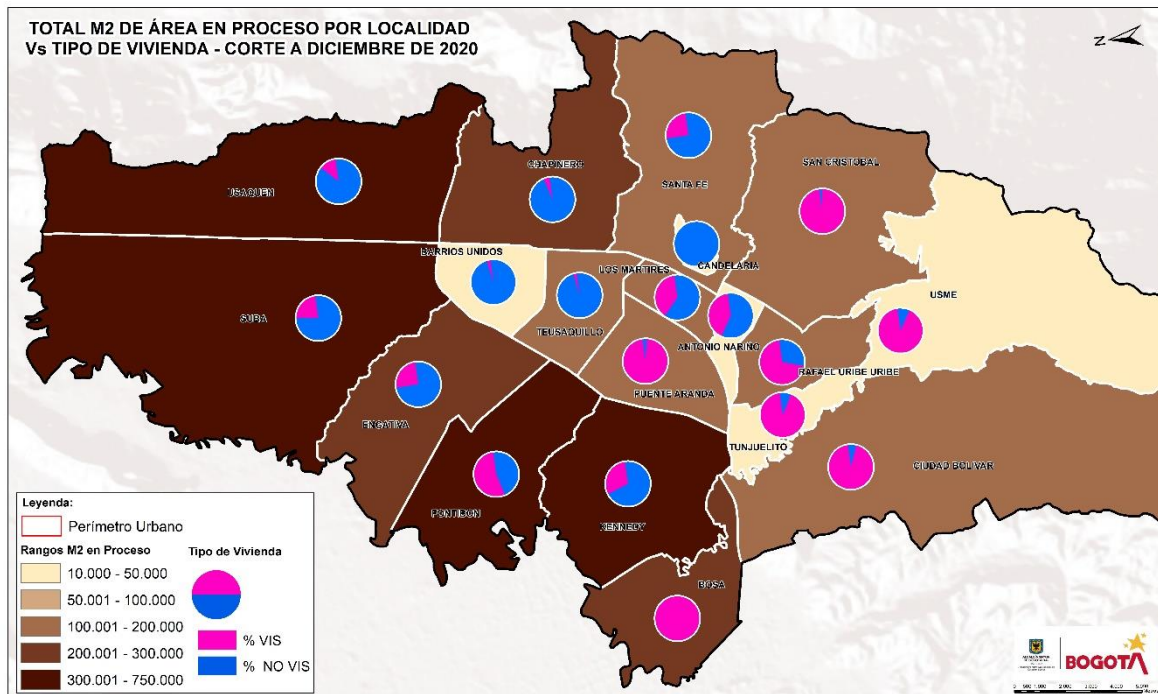


Gráfico 15. Metros cuadrados iniciados anuales de vivienda con y sin política

Fuente: Coordinada Urbana®

Una vez analizada dinámica de las iniciaciones en los once años, con el fin de entender la distribución del área en construcción al mes de cierre del periodo analizado, es decir el stock de área a diciembre de 2020, se generó el Mapa 4. El mapa permite visualizar que el área en construcción para vivienda en ese mes, de 4.111.755 de metros cuadrados, se concentraba en las mismas localidades donde lo hizo el área iniciada entre 2009 y 2020. De este total, el 17% se encontraba en etapa preliminar, 19% en cimentación, 21% en estructura, 8% en obra negra y 34% en acabados²². Frente a 2019, el área en proceso registró una variación de +3%, de acuerdo con el aumento del área en etapa preliminar (+39%), estructura (+11%) y acabados (+11%), y ajustado por la reducción en las fases de cimentación (-4%) y obra negra (-43%). Por segmentos, el 43% del área en proceso clasifica en el rango de vivienda VIS y el 57% en vivienda No VIS.

²² Las actividades principales en cada etapa son: Preliminar (demolición de la obra anterior, cerramiento o la limpieza del terreno previo al inicio de la construcción); cimentación (excavación del terreno para ubicar los elementos estructurales de la edificación); estructura (elementos para soportar cargas); obra negra (instalación de otros muros, pañete y perfilería de ventanas); y acabados (pintura, enchapes, instalación de vidrios muebles).



Mapa 4. Área en proceso total y según tipo de vivienda, Bogotá D.C.

Fuente: Elaboración con base en Coordinada Urbana®

2.3. Tiempo promedio de construcción de un proyecto

En los últimos años se ha visto un cambio en los tiempos de duración de la construcción de los proyectos de vivienda en Bogotá. En 2020, la duración promedio en el que un proyecto termina su construcción es de 20,6 meses. Mientras que el tiempo promedio de culminación de la construcción en el segmento VIS fue de 16 meses, en el segmento medio de precios (entre 150 SMMLV y 435 SMMLV) el tiempo ascendió a los 23,8 meses y para el segmento alto de vivienda (más de 435 SMMLV) alcanzó los 23,2 meses. Estas estimaciones tienen en cuenta la paralización de las actividades decretada por el gobierno nacional como medida de mitigación para la propagación del nuevo coronavirus, las cuales provocaron un retraso promedio de dos meses en la culminación de los proyectos. Históricamente la fase que más tarda en construcción es la de acabados, la cual toma el 32% del tiempo total.

El Gráfico 16 evidencia el crecimiento en los tiempos, los cuales muestran una tendencia creciente entre 2011 y 2015. Este comportamiento se debe principalmente al aumento de los meses en que la construcción permanece en la fase de cimentación, el cual paso de durar 2,4 meses en 2011 a 3,1 meses en 2015, y el aumento de los tiempos de la fase de acabados,

que pasó de 3,6 meses en 2011 a 5,2 meses en 2015. El crecimiento en los tiempos también es un resultado del cambio en los tamaños de los proyectos.

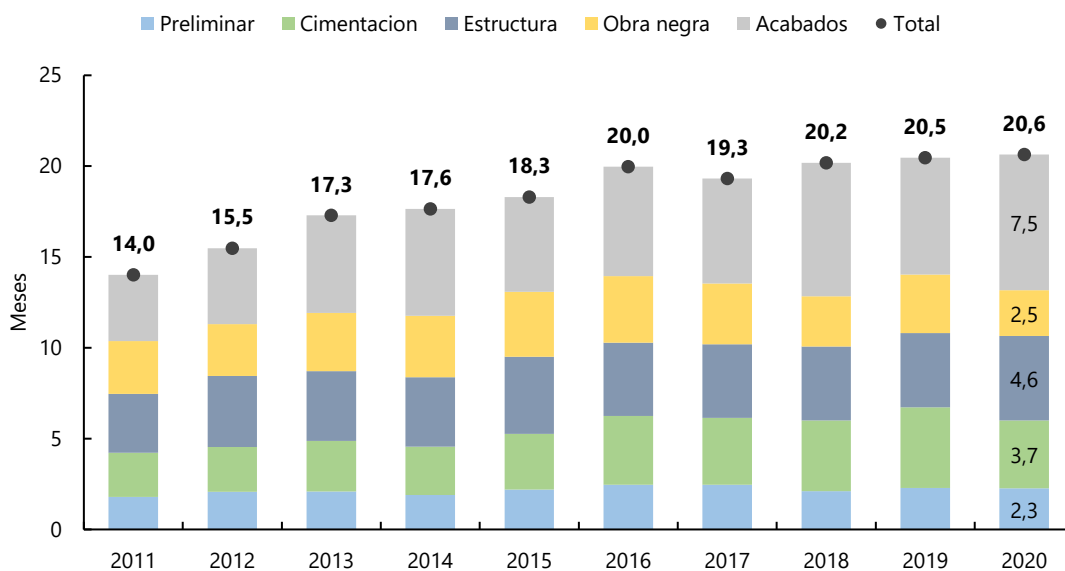


Gráfico 16. Tiempo promedio de la construcción de un proyecto por fases constructivas- meses

Fuente: Coordinada Urbana®

2.3. Recuadro 1: Comportamiento de las licencias de construcción

Para que un proyecto inicie su construcción, es requisito obtener de manera previa la aprobación de una licencia urbanística²³. Estudios como el de (SDHT s.f.) han evidenciado que “las licencias aprobadas durante seis meses anteriores tienen una alta probabilidad de ser ejecutadas durante el trimestre de referencia cero (0)”.

Como se observa en el Gráfico 17, en 2013 se aprobó un máximo de 4.134 licencias para la construcción de vivienda. Por el contrario, en 2014, 2016, 2019 y 2020 se aprobó un número de licencias por debajo del promedio anual (3.184)²⁴. La reducción en las solicitudes en 2020 fue de 8% frente a 2019, y obedeció a la caída en el número de solicitudes de los segmentos medio y alto, con variaciones respectivas de -11% y -20% frente a 2019.

Entre 2009 y 2020 fueron aprobadas 456.058 unidades para la construcción de la vivienda en la ciudad. Por estratos, el 40% corresponde a vivienda de estrato 1 y 2 (bajos), 50% a estratos 3 y 4 (medios) y un 10% a estratos 5 y 6 (altos). Resalta que, en los últimos 3 años, 2018 a 2020, la participación promedio fue de 62% para los estratos medios, por encima del promedio de los primeros años del periodo cuando este grupo participaba en el 46% del total de unidades aprobadas. Como se observa en el Gráfico 18, el total de unidades aprobadas en 2020 (34.107) presentó una caída de 19% frente a 2019 cuando se aprobaron 41.975 unidades. No obstante, el nivel de 2020 está por encima de lo aprobado en años anteriores como 2017 y 2018 cuando se aprobaron 28.402 y 25.881 unidades respectivamente.

En términos de área, entre 2009 y 2020 se aprobaron 41,3 millones de metros cuadrados con destino a vivienda, con un promedio anual de 3,4 millones de metros cuadrados. Por estratos, el 28% del área aprobada corresponde a vivienda de estratos bajos, 52% a estratos medios y un 19% a estratos altos. Esta distribución es diferente a la obtenida en términos de unidades puesto el área construida promedio de la vivienda VIS es siempre menor a la del segmento No VIS. Como se observa en el Gráfico 18, el área aprobada en 2020, de 2,4

²³ “Es la autorización previa para adelantar obras de urbanización y parcelación de predios, de construcción y demolición de edificaciones, de intervención y ocupación del espacio público, y para realizar el loteo o subdivisión de predios” Art. 2.2.6.1.1.1 del Decreto 1077 de 2015.

²⁴ Durante este periodo de tiempo no sólo tuvo lugar la crisis sanitaria sino también diferentes decisiones normativas, como la entrada en vigor de la Norma Sismo Resistente – NSR (Decreto nacional 092 de 2011) y la modificación al Plan de Ordenamiento Territorial – POT (Decreto 364 2013).

millones de metros cuadrados, presentó una caída de 26% frente a 2019 cuando se aprobaron 3,2 millones de metros cuadrados, debido a contracciones en los estratos bajos, medios y altos de -21%, -29% y -21% respectivamente.

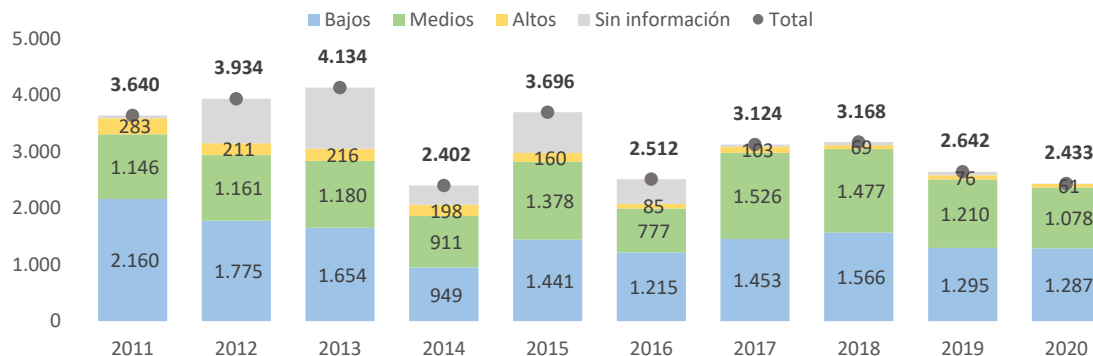


Gráfico 17. Licencias aprobadas, por estrato- Bogotá D.C, anual a septiembre de cada año
Fuente: Curadurías urbanas de Bogotá

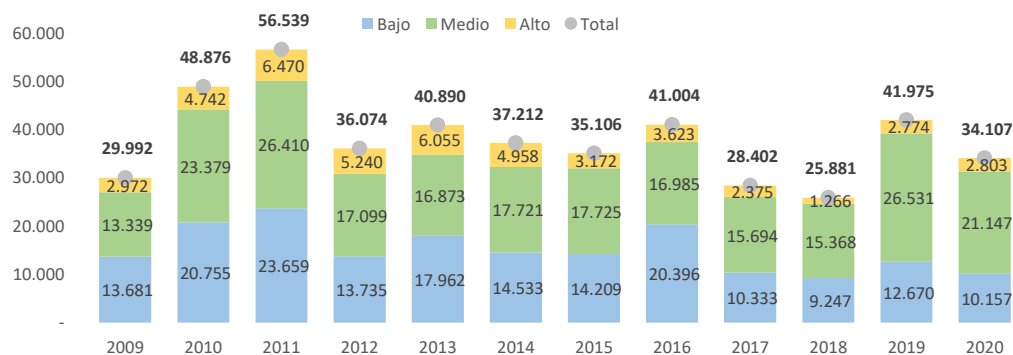


Gráfico 18. Unidades de construcción aprobadas para vivienda, por estrato - Bogotá D.C
Fuente: Dane -ELIC

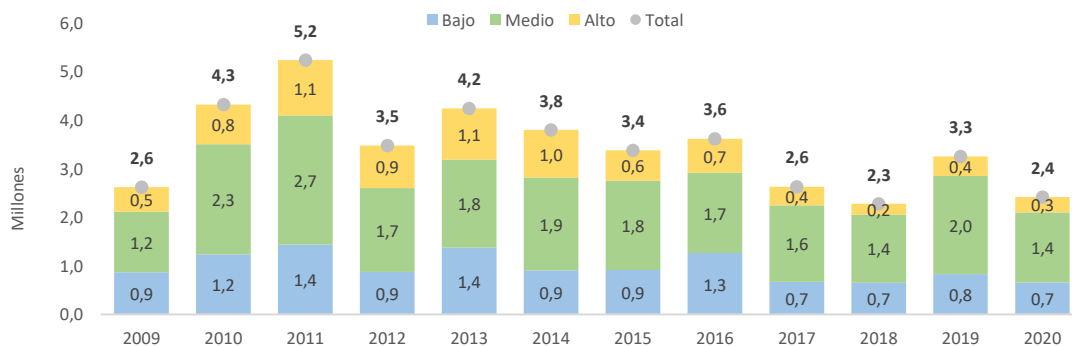


Gráfico 19. Metros cuadrados aprobados para construcción para vivienda, por estrato Bogotá D.C.
Fuente: Dane-ELIC

2.4. Recuadro 2: Impacto COVID-19 y futuro del área iniciada

En marzo de 2020, en Colombia se confirmó el primer caso de COVID-19, motivo por el cual el gobierno nacional declaró el estado de emergencia y decretó la cuarentena a partir de la última semana de marzo de 2020. El impacto del virus ha causado un déficit fiscal (como % del PIB) proyectado de 8,9% y 7,6% para 2020 y 2021, respectivamente. Adicionalmente, provocó un recorte la tasa de política monetaria en 250 puntos básicos y otras medidas para garantizar la liquidez en el mercado²⁵.

Las cuarentenas intermitentes en las principales ciudades del país provocaron el deterioro de la tasa de desempleo la cual llegó a 21,4% en el mes de marzo de 2020, la más alta históricamente en el país. La destrucción de empleos en prácticamente todos los sectores de la economía, sumado a las restricciones a la movilidad, generaron una contracción en el consumo de los hogares de 5,8% en 2020. Paulatinamente, la aplicación de protocolos de bioseguridad reapertura permitió que las actividades económicas del país amortiguaran la caída profunda generada por la paralización

Así las cosas, entre marzo y mayo los indicadores líderes de la construcción presentaron niveles bajos en cuanto a lanzamientos, ventas e iniciaciones de vivienda nueva. A partir de junio se evidenció una recuperación en forma de “V” en las ventas (Gráfico 20), mostrando el impacto positivo de los esfuerzos del gobierno por reactivar el sector constructor a través de subsidios dados para la vivienda VIS y No VIS. El efecto es tal que en noviembre de 2020 se registró una de las cifras más altas de la historia, tendencia que vislumbra un panorama de crecimiento en el inicio de la construcción de los proyectos durante 2021.

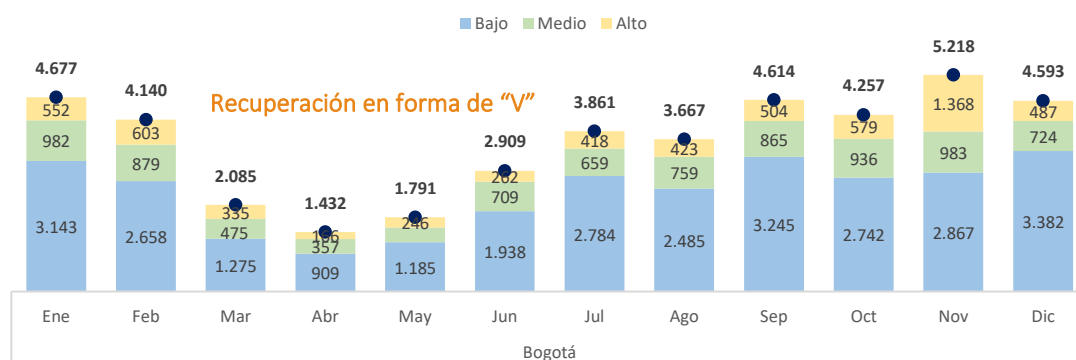


Gráfico 20. Unidades de vivienda vendidas en Bogotá - 2020

Fuente: Coordinada Urbana®

²⁵ Compra de deuda emitida por instituciones de crédito, compras de TES en el mercado secundario y expansión de las facilidades de liquidez

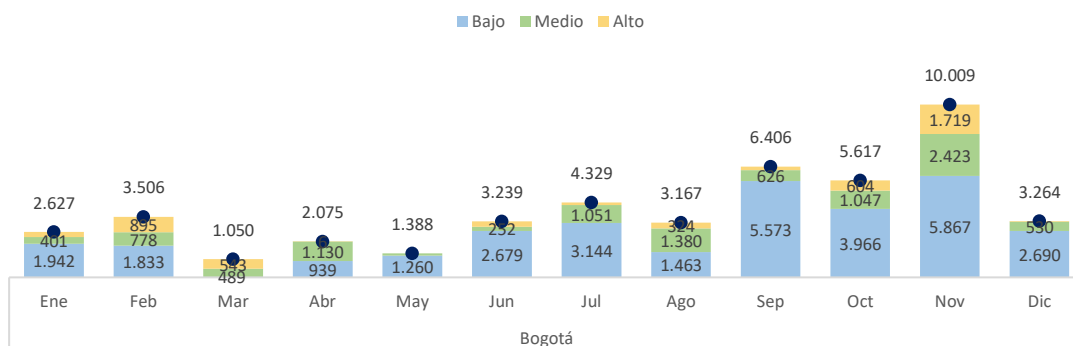


Gráfico 21. Unidades de vivienda lanzadas en Bogotá - 2020

Fuente: Coordinada Urbana®

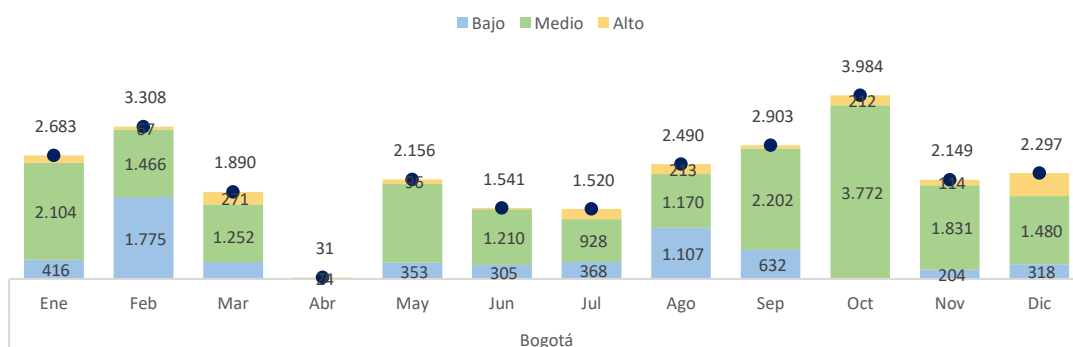


Gráfico 22. Unidades de vivienda iniciadas en Bogotá - 2020

Fuente: Coordinada Urbana®

Con base en la información del metraje de los proyectos que se lanzaron al mercado en la segunda mitad de 2020, el comportamiento de las ventas (que ha tenido una respuesta positiva por parte de los hogares que han demandado principalmente unidades de vivienda del segmento bajo – topes VIS– y segmento medio – 150 SMMLV a 435 SMMLV–) y de los tiempos promedio que duran los proyectos en preventa, se espera la iniciación de aproximadamente 2,6 millones metros cuadrados ver Gráfico 23, en el siguiente capítulo del estudio se estiman diferentes modelos integrando variables adicionales para lograr una mayor aproximación.

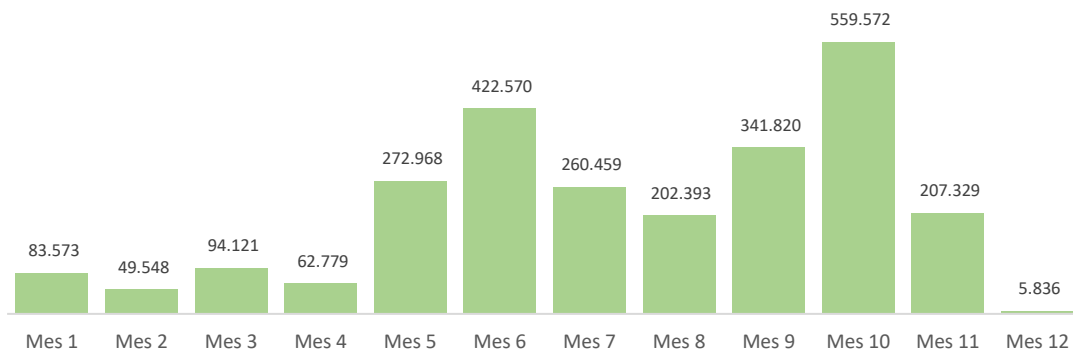


Gráfico 23. Proyección de metros cuadrados que se iniciarían en 2021

Fuente: Coordenada Urbana®

3. Modelos predictivos y ciclo económico de las iniciaciones

Para entender el comportamiento de las iniciaciones en el tiempo, primero que todo, se requiere conocer la naturaleza de los datos de series de tiempo los cuales vienen dados con un determinado orden temporal, donde la información del pasado puede afectar el futuro. Por tanto, llamamos proceso de series temporales a una sucesión de variables aleatorias indexadas en el tiempo, la cual se puede representar como:

$$\{y_t\}_{t \geq 0} = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, \dots\}$$

Para estimar las iniciaciones se desarrollan tres modelos diferentes (modelo de regresión dinámica, modelo aditivo generalizado – GAM y modelo de vectores autorregresivos, VAR) que permitan conocer la influencia de variables macroeconómicas y del sector edificaciones en las iniciaciones formales de la ciudad, siendo estas las siguientes:

- **Área Licenciada**²⁶: área autorizada para el desarrollo de edificaciones acordes con la delineación urbanística de la ciudad. (DANE, DANE s.f.)
- **Área lanzada Coordinada Urbana®**: área correspondiente a las unidades nuevas que salen a la venta de proyectos incluidos en el censo de obras de Coordinada Urbana®. (Camacol B&C s.f.)
- **Área iniciada Coordinada Urbana®**: área correspondiente a las unidades que inician construcción de proyectos incluidos en el censo de obras de Coordinada Urbana® (Camacol B&C s.f.)
- **PIB**: el Producto Interno Bruto, PIB, representa el resultado final de la actividad productiva de las unidades de producción. Se mide desde el punto de vista del valor agregado, de la demanda o las utilidades finales de los bienes y servicios y de los ingresos primarios distribuidos por las unidades de producción residentes. (DANE s.f.)
- **PIB construcción**: aporte del sector de la construcción en las cuentas nacionales. Actividad económica dirigida a crear, renovar, reparar o ampliar activos fijos

²⁶ Ídem

consistentes en edificios, realizar obras de ingeniería como carreteras, puentes, presas, etc. (Naciones Unidas 1998)

- **PIB edificaciones:** actividad económica que comprende la producción de edificaciones de todo tipo. En ella se incluyen obras nuevas, reparaciones, ampliaciones y reformas, el levantamiento *in situ* de edificios y estructuras prefabricadas y también la construcción de obras de carácter provisional. Se incluye la construcción de viviendas enteras, edificios de oficinas, almacenes y otros edificios públicos y de servicios, edificios de explotaciones agropecuarias, etcétera. (DANE 2012).
- **PIB Bogotá:** valor de los bienes y servicios de uso final medido para la capital del país. (SEN s.f.)
- **Petróleo:** valor de comercialización del commodity WTI en Colombia.
- **Empleo construcción Bogotá:** número de personas empleadas en el sector de la construcción en Bogotá.

3.1. Metodologías y principales resultados

3.1.1. Regresión dinámica

Un modelo de regresión está diseñado para predecir qué sucede cuando la variable explicativa cambia, donde la relación entre el pronóstico y la variable exógena se modela a través de un proceso de transferencia. Suponiendo que en el modelo solo tenemos cuatro variables explicativas, este puede ser escrito como:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \beta_4 x_{t4} + \eta_t,$$

donde η_t es un error entre el valor predicho y el valor real ($\eta_t = y_t - \hat{y}_t$).

Una de las ventajas del modelo de regresión es la generación de resultados más realistas, ya que hace énfasis en los efectos que las variables de entrada pueden tener sobre la variable relacionada.

Además, dentro del enfoque de selección de variables se utiliza la metodología *stepwise*, la cual permite evaluar el modelo incluyendo y excluyendo variables hasta encontrar el mejor modelo de acuerdo con un criterio establecido, generalmente el criterio de información de Akaike (AIC). La disponibilidad de paquetes de software estadístico hace posible la regresión *stepwise*, incluso en modelos con cientos de variables (Lutkepohl 2005)

Estimación del modelo – Iniciaciones Coordinada Urbana®

Dado que se trata de una regresión dinámica, el modelo debe contener rezagos de las variables explicativas. De este modo, la ecuación propuesta a estimar es:

$$\begin{aligned} \text{Iniciaciones}_t = & \beta_0 + \beta_1(\text{Área Licenciada})_t + \beta_2(\text{Área Licenciada})_{t-1} + \dots + \beta_5(\text{Área Licenciada})_{t-4} \\ & + \beta_6(\text{Construcción})_t + \beta_7(\text{Edificaciones})_t + \beta_8(\text{Edificaciones})_{t-1} + \dots \\ & + \beta_{11}(\text{Edificaciones})_{t-4} + \beta_{12}(\text{PIB})_t + \beta_{13}(\text{PIB}_{\text{Bogotá}})_t + \beta_{14}(\text{Petroleo})_t \\ & + \beta_{15}(\text{Petroleo})_{t-1} + \dots + \beta_{22}(\text{Petroleo})_{t-8} + \beta_{23}(\text{EmpleoConstrucción}_{\text{Bogotá}})_t \\ & + \beta_{24}(\text{Área lanzada})_t + \beta_{25}(\text{Área lanzada})_{t-1} + \dots + \beta_{32}(\text{Área lanzada})_{t-8} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

El modelo busca predecir el comportamiento del área iniciada calculada a través del censo de Coordinada Urbana®, cuyo esquema incluye 4 rezagos al PIB Edificaciones, 8 rezagos del precio del petróleo y 8 rezagos del área lanzada de acuerdo con las cifras de Coordinada Urbana®. La inclusión de estos rezagos se fundamenta en el hecho de que estas variables no tienen incidencia inmediata en el inicio de obras de la ciudad, sin embargo, sí pueden explicar el metraje próximo a iniciarse. Así, aplicando la metodología *stepwise*, se encuentra el siguiente resultado:

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-107387  -41840    -975    36928   120599

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   7.847e+04  1.984e+05   0.396  0.69800
L(Licenciada, 1:4)1  8.923e-02  6.197e-02   1.440  0.17044
L(Licenciada, 1:4)2 -7.005e-02  6.151e-02  -1.139  0.27263
L(Licenciada, 1:4)3  7.019e-02  5.966e-02   1.176  0.25776
L(Licenciada, 1:4)4 -1.156e-02  7.585e-02  -0.152  0.88092
construccion   -9.196e+03  6.344e+03  -1.450  0.16777
L(edificaciones, 1:4)1  2.353e+03  2.911e+03   0.808  0.43149
L(edificaciones, 1:4)2 -7.881e+02  2.786e+03  -0.283  0.78112
L(edificaciones, 1:4)3  5.735e+03  3.728e+03   1.538  0.14480
L(edificaciones, 1:4)4 -1.487e+03  3.325e+03  -0.447  0.66109
PIB            3.556e+04  1.176e+04   3.023  0.00855 **
Petroleo       2.588e+03  2.188e+03   1.183  0.25523
L(Petroleo, 1:8)1    -3.327e+03  2.746e+03  -1.212  0.24437
L(Petroleo, 1:8)2     4.897e+03  2.797e+03   1.751  0.10039
L(Petroleo, 1:8)3    -4.705e+02  3.953e+03  -0.119  0.90685
L(Petroleo, 1:8)4    -4.249e+03  3.685e+03  -1.153  0.26697
L(Petroleo, 1:8)5    -1.941e+03  2.848e+03  -0.681  0.50606
L(Petroleo, 1:8)6     5.465e+03  2.543e+03   2.149  0.04834 *
L(Petroleo, 1:8)7    -2.723e+03  2.646e+03  -1.029  0.31978
L(Petroleo, 1:8)8     2.749e+03  1.710e+03   1.607  0.12886
L(Lanzada_CU, 1:8)1   -1.311e-01  1.873e-01  -0.700  0.49456
L(Lanzada_CU, 1:8)2    2.763e-01  2.075e-01   1.331  0.20295
L(Lanzada_CU, 1:8)3    2.950e-01  1.631e-01   1.809  0.09054 .
L(Lanzada_CU, 1:8)4   -1.393e-01  1.786e-01  -0.780  0.44739
L(Lanzada_CU, 1:8)5   -1.385e-01  2.068e-01  -0.670  0.51317
L(Lanzada_CU, 1:8)6    4.217e-01  2.046e-01   2.061  0.05708 .
L(Lanzada_CU, 1:8)7   -4.248e-02  2.097e-01  -0.203  0.84219
L(Lanzada_CU, 1:8)8   -3.023e-01  1.686e-01  -1.793  0.09317 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 84380 on 15 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9136,    Adjusted R-squared:  0.7582
F-statistic: 5.878 on 27 and 15 DF,  p-value: 0.0003989

```

Tabla 3. Regresión con series de datos temporales – Iniciaciones Coordinada Urbana®
Fuente: elaboración propia

De lo anterior se evidencia un R^2 (coeficiente de determinación) de 0.9136, lo cual indica que el 91% de la variabilidad del área iniciada es explicada por las variables que se introdujeron dentro del modelo. Asimismo, el análisis de varianza contrasta la hipótesis de igualdad de las medias de más de dos grupos, y tiene su fundamento en la relación entre la variación explicada por las diferencias entre grupos y la variación individual (wooldridge, Jeffrey W. 2018). Por tanto, el F estadístico contrasta la hipótesis de igualdad de las medias entre grupos; es decir, que para la hipótesis nula no hay variación significativa entre las variables de interés; para un $F=5.878$ se rechaza la hipótesis nula y hay variación significativa entre las medias, lo cual indica que el modelo es globalmente significativo y en conjunto sirve para explicar el comportamiento del área iniciada

3.1.2. Modelo Aditivo Generalizado - GAM

Los Modelos Aditivos Generalizados (GAM, por sus siglas en inglés) permiten la modelación de relaciones no paramétricas entre una variable dependiente (Y) y variables explicativas (X). De esta manera, para el caso de errores normales, el modelo puede expresarse como:

$$y_i = f(x_i) + \epsilon_i$$

donde $f(x_i)$ es una función no paramétrica de la variable x . En estos modelos pueden adicionarse otras covariables como las utilizadas en el modelo de regresión dinámico.

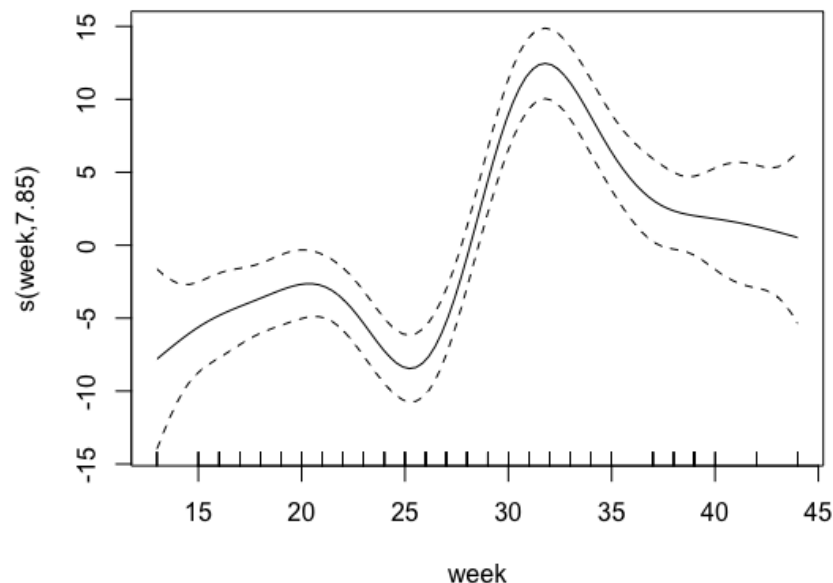


Ilustración 1. Ejemplo de una relación no paramétrica a través de un GAM

Fuente: elaboración propia

Estimación del modelo – Iniciaciones CU

Mediante un modelo aditivo se estimó el área iniciada en la capital a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Área iniciada}_t = \beta_0 + f_1(\text{año}) + f_2(\text{PIB})_t + f_3(\text{Lanzada CU})_t + f_4(\text{licenciada})_t + \epsilon_t$$

donde f corresponde a una función no paramétrica de las variables explicativas. Aunque no se incorporaron rezagos de las variables exógenas, la versatilidad del GAM al no asumir linealidad en los parámetros permite capturar una buena parte del comportamiento de las iniciaciones.

```

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
Iniciada_CU ~ s(año) + s(PIB) + s(Lanzada_CU) + s(licenciada)

Parametric coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  614964      12688   48.47  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:
              edf Ref.df    F  p-value
s(año)        4.528  5.477 6.692 0.000101 ***
s(PIB)         1.000  1.000 0.475 0.495474
s(Lanzada_CU)  2.793  3.474 2.048 0.100144
s(licenciada)  7.241  8.179 2.962 0.011565 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) =  0.684  Deviance explained = 78.2%
GCV = 1.2158e+10  Scale est. = 8.2101e+09  n = 51

```

Tabla 4. Resultados GAM – Iniciaciones
Fuente: elaboración propia

El modelo encontrado que mejor reproduce a la variable respuesta, en este caso el área iniciada según Coordenada Urbana®, indica que esta variable depende de una tendencia no lineal, del área lanzada y del área licenciada, lo cual se traduce en un R^2 de 78%. En este caso no se incorporaron más variables explicativas, debido a la poca data con la que se cuenta dentro del periodo de análisis.

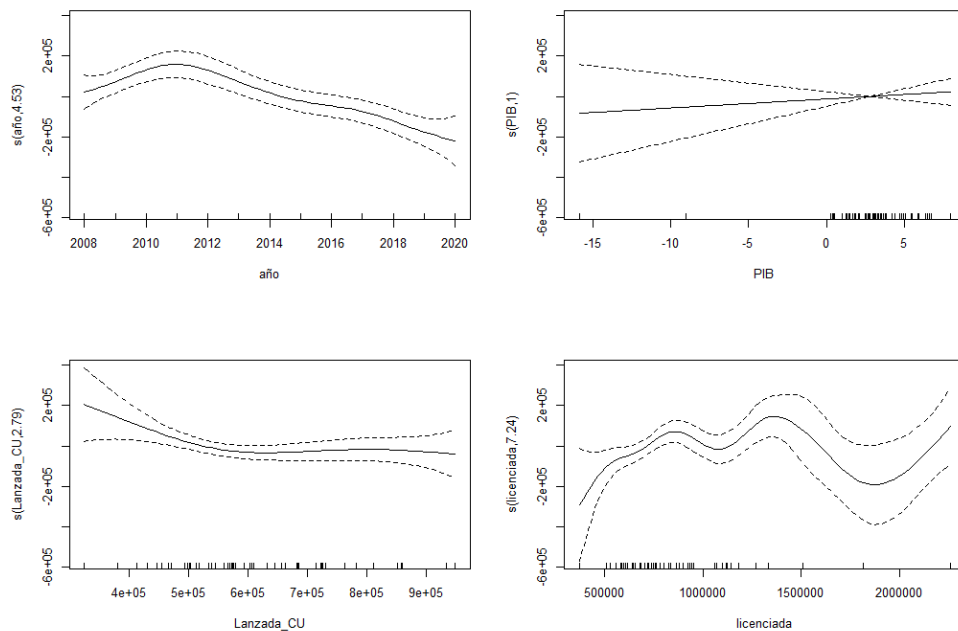


Gráfico 24. Componentes no paramétricos estimados – Iniciaciones CU

Fuente: elaboración propia

3.1.3. Modelos de Vectores Autorregresivos, VAR

Estos modelos son una generalización de los análisis univariados realizados a través de la metodología ARIMA, donde hay más de una variable dependiente en la que cada una de ellas es explicada por sus valores rezagados y por todos los demás valores rezagados de todas las variables dependientes, cuya estructura del modelo bivariado de orden k se presenta:

$$y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}Y_{1t-1} + \dots + \beta_{1k}Y_{1t-k} + \alpha_{11}Y_{2t-1} + \dots + \alpha_{1k}Y_{2t-k} + \mu_{1t}$$

$$y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}Y_{2t-1} + \dots + \beta_{2k}Y_{2t-k} + \alpha_{21}Y_{1t-1} + \dots + \alpha_{2k}Y_{1t-k} + \mu_{2t}$$

Siendo μ_{1t} ruido blanco

En cuanto a la estimación, los modelos VAR se pueden considerar como un sistema de ecuaciones simultáneas donde las variables explicativas son predeterminadas o no estocásticas, y por ende no están correlacionadas con el error.

Pueden incluirse también como variables explicativas algunas variables de naturaleza determinista, como una posible tendencia temporal, variables ficticias estacionales, o una variable ficticia de tipo impulso o escalón, que sirve para llevar a cabo un análisis de intervención en el sistema. Por último, podría incluirse como explicativa una variable, incluso en valor contemporáneo, que pueda considerarse exógena²⁷ respecto a las variables que integran el modelo VAR. (Novales 2014)

El modelo VAR es muy útil cuando existe evidencia de simultaneidad entre un grupo de variables, y que sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de períodos. Al no imponer ninguna restricción sobre la versión estructural del modelo, no se incurre en los errores de especificación que dichas restricciones pudieran causar al ejercicio empírico. De hecho, la principal motivación detrás de los modelos VAR es la dificultad en identificar variables como exógenas, como es preciso hacer para identificar un modelo de ecuaciones simultáneas. (Novales 2014).

²⁷ Se dice que la variable z es predeterminada respecto de una ecuación si $E(z_t - t) = 0$; $8s _ 0$; siendo " t " el término de error de dicha ecuación. También puede decirse que una variable z que satisfaga las condiciones anteriores, es predeterminada o previa con respecto a la variable que queda explicada por dicha ecuación. Con esta interpretación, la variable z podría ser exógena respecto de una variable y , y no ser exógena con respecto a otras variables.

Estimación del modelo VAR

El Gráfico 25 muestra el comportamiento de las series involucradas dentro del modelo. Se evidencia un repunte en la mayoría de las series después del tercer trimestre de 2020. En algunos casos se aprecia una tendencia dentro de las series, lo cual significaría que estas no son estacionarias, es decir; no cuentan con media y varianza constante a lo largo del periodo de análisis.

El modelo a estimar puede escribirse como:

$$\begin{bmatrix} Iniciada_t \\ Lanzada_t \\ Licenciada_t \\ Empleo_t \\ Edificaciones_t \\ PIB Construcción_t \end{bmatrix} = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i \begin{bmatrix} Iniciada_{t-p} \\ Lanzada_{t-p} \\ Licenciada_{t-p} \\ Empleo_{t-p} \\ Edificaciones_{t-p} \\ PIB Construcción_{t-p} \end{bmatrix} + \varepsilon_{it}$$

Donde A_0 es un vector de constantes de dimensión 6×1 , A_i corresponde a una matriz de coeficientes de tamaño 6×6 asociado a las variables endógenas rezagadas, p es el número de rezagos y ε_{it} es un vector de ruido blanco de dimensión 6×1 .

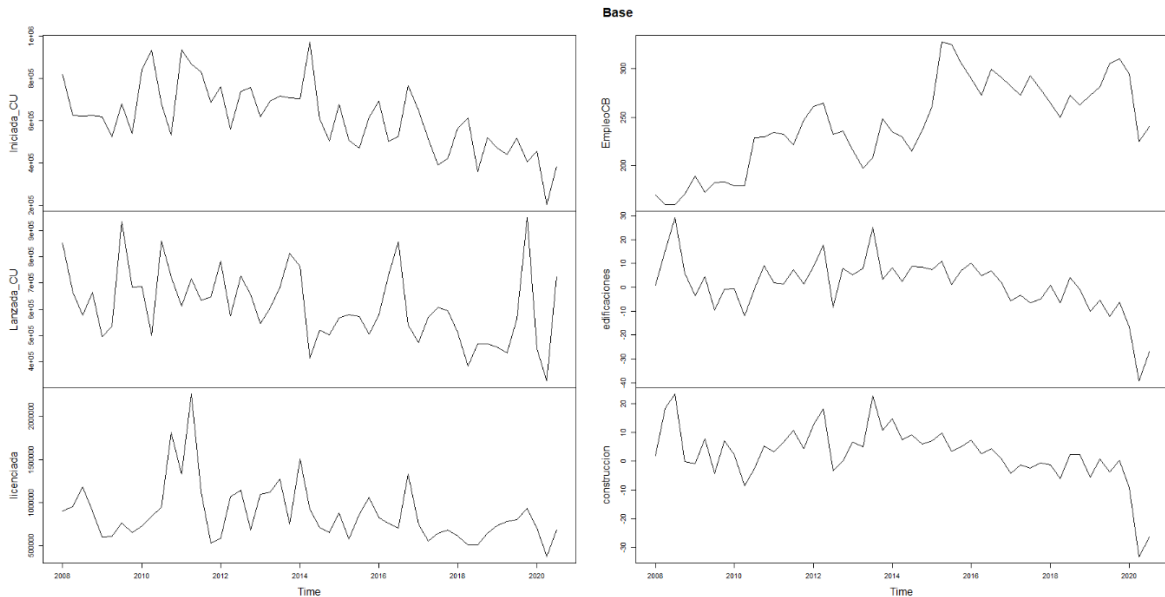


Gráfico 25. Plot Variables
Fuente: elaboración propia

Antes de realizar la estimación del modelo, se valida la condición de estacionariedad a través de la prueba Dickey-Fuller (Lutkepohl 2005). De esta manera, se obtiene que ninguna

de las series es estacionaria y requieren de una diferencia regular para rechazar la hipótesis nula del test (no estacionariedad). Por lo tanto, se transforma la data aplicando una diferencia y se procede a estimar el modelo VAR con 4 rezagos.

Al ejecutar el modelo de vector autorregresivo, VAR, las variables que reflejan significancia son el área licenciada y el área lanzada. De igual forma, se evidencia un R^2 de 0.7742, lo cual indica que se explica una buena proporción de la variabilidad del área iniciada.

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-277921  -46368   10266   42337  135619

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
Iniciada_CU.l1  1.492e-02  1.925e-01   0.078  0.9389
Lanzada_CU.l1   4.729e-02  1.635e-01   0.289  0.7750
licenciada.l1   1.395e-01  8.043e-02   1.735  0.0968
EmpleoCB.l1    -8.970e+02  1.179e+03  -0.761  0.4547
edificaciones.l1 5.971e+03  7.167e+03   0.833  0.4137
construccion.l1  3.352e+02  9.261e+03   0.036  0.9715
Iniciada_CU.l2 -1.120e-01  2.475e-01  -0.453  0.6552
Lanzada_CU.l2   2.528e-01  1.558e-01   1.623  0.1189
licenciada.l2   -1.004e-01  7.842e-02  -1.280  0.2138
EmpleoCB.l2    -5.272e+02  1.781e+03  -0.296  0.7700
edificaciones.l2 -4.652e+03  6.547e+03  -0.711  0.4848
construccion.l2  5.299e+03  8.374e+03   0.633  0.5334
Iniciada_CU.l3  3.962e-01  1.997e-01   1.984  0.0598
Lanzada_CU.l3   4.152e-01  2.116e-01   1.962  0.0625
licenciada.l3   2.864e-02  7.287e-02   0.393  0.6981
EmpleoCB.l3     8.372e+02  1.838e+03   0.456  0.6531
edificaciones.l3 5.300e+03  5.822e+03   0.910  0.3725
construccion.l3 -3.352e+03  7.510e+03  -0.446  0.6597
Iniciada_CU.l4 -3.823e-02  1.834e-01  -0.208  0.8368
Lanzada_CU.l4   -2.215e-01  2.688e-01  -0.824  0.4187
licenciada.l4   -5.923e-02  7.520e-02  -0.788  0.4393
EmpleoCB.l4    -6.790e+02  1.270e+03  -0.535  0.5981
edificaciones.l4 2.844e+03  6.055e+03   0.470  0.6432
construccion.l4 -7.369e+03  7.672e+03  -0.960  0.3473
const          4.595e+05  3.097e+05   1.483  0.1521
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 113500 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7742,    Adjusted R-squared:  0.5279
F-statistic: 3.143 on 24 and 22 DF,  p-value: 0.004407

```

Tabla 5. Resultado VAR
Fuente: elaboración propia

Análisis Impulso respuesta

Una vez validados los supuestos del modelo, se procede a estimar las funciones de impulso respuesta, las cuales permiten realizar una representación a través de varios momentos del tiempo para evidenciar el trayecto temporal de algunos shocks sobre las variables contenidas en el sistema VAR.

Área iniciada CU vs área Lanzada CU:

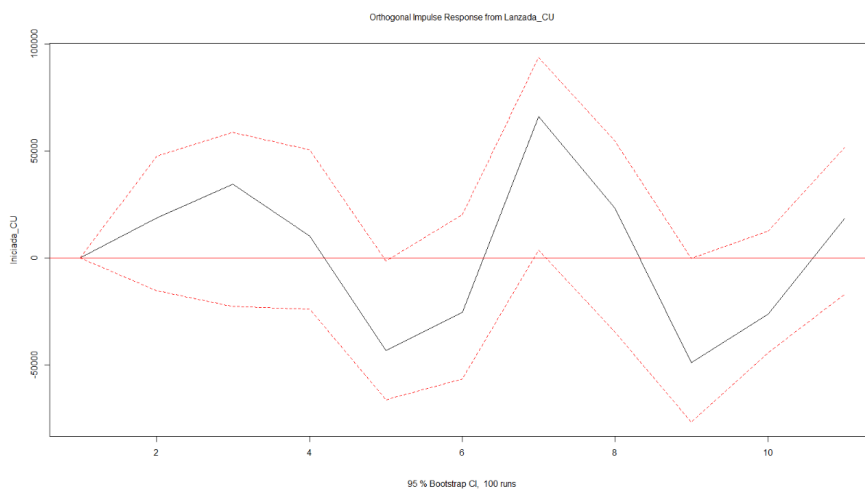


Gráfico 26. Impulso respuesta área lanzada CU

Fuente: elaboración propia

Se evidencia que el área lanzada tiene incidencia en el área iniciada de la ciudad hasta 7 trimestres después. Esto va en línea con los tiempos de preventa que se han visto en los últimos meses donde las edificaciones hasta no alcanzar punto de equilibrio no proceden a iniciar obra.

Área iniciada CU vs empleo sector constructor Bogotá:

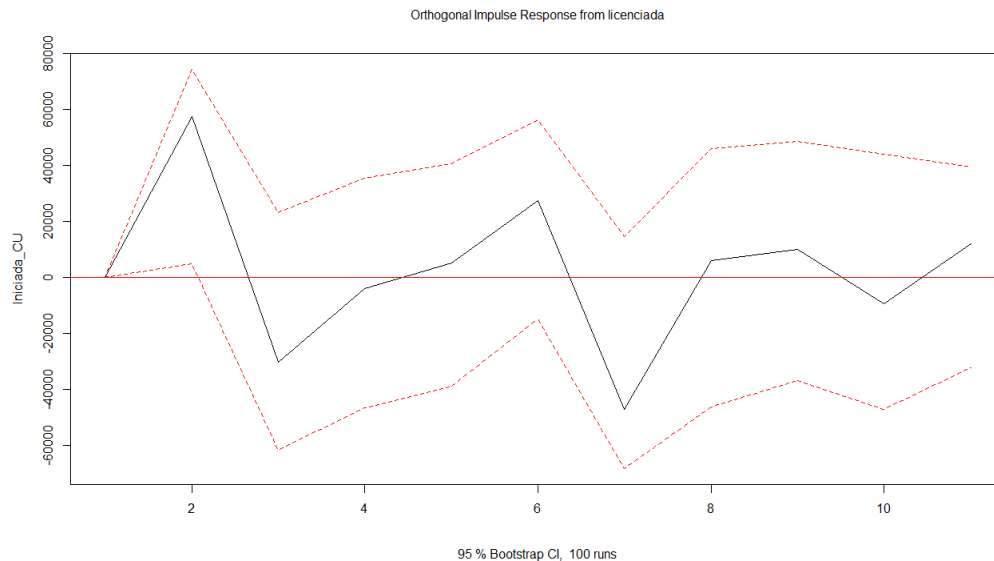


Gráfico 27. Impulso respuesta empleo sector constructor Bogotá

Fuente: elaboración propia

Por su parte, se aprecia que cuando hay un aumento en el área licenciada, se observa un incremento en el área iniciada dos trimestres después. Posteriormente, este efecto se disipa en el tiempo.

Por su parte, los impulsos respuesta calculados para el PIB construcción y edificaciones no resultaron estadísticamente significativos en el comportamiento del área iniciada, toda vez que estas mediciones se obtienen a partir del área causada, en cuyo calculo interviene el grado de avance de las edificaciones y no tiene un comportamiento tan directo con el área iniciada. Asimismo, el número de trabajadores en el sector construcción no mostró un efecto significativo sobre el comportamiento del área iniciada.

3.1.4. Comparación de metodologías

A partir de las estimaciones dentro de la muestra de cada uno de los modelos, se aprecia un comportamiento muy similar al del área iniciada, donde al anualizar las estimaciones se obtuvo un error inferior al 10%. Por lo tanto, se pone en evidencia que las tres metodologías utilizadas para modelar el comportamiento del área iniciada en la ciudad de Bogotá tienen una capacidad predictiva destacable y pueden ser utilizados para pronosticar el comportamiento de esta variable en 2021 (ver Gráfico 28).

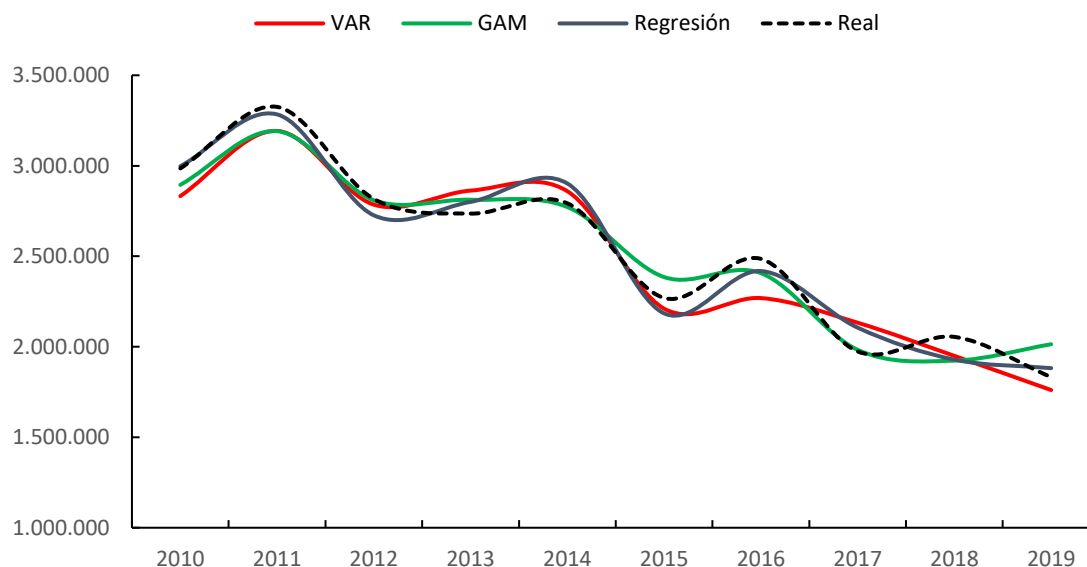


Gráfico 28. Comparación de las predicciones generadas por los modelos utilizados

Fuente: elaboración propia

3.1.5. Escenarios prospectivos y proyecciones para el 2021

Para la realización de las proyecciones del área iniciada a 2021 es necesario contar con la proyección de las variables incluidas en los modelos econométricos, para ello se recurrió a distintas fuentes como Encuesta Mensual de Expectativas de Analistas Económicos (EME) y el informe «Tendencias de la construcción, economía y coyuntura sectorial – edición 19» publicado por Camacol Nacional²⁸.

Seguidamente, los modelos desarrollados en este ejercicio generan múltiples escenarios siendo unos más optimistas que otros, donde los resultados dependerán de la recuperación del sector y partiendo de un 2020 que cerró en materia de área iniciada en 1.463.643 m² según cifras de Coordinada Urbana®. Para ello, En la tabla 6, se ilustra cada escenario proyectado con los diferentes modelos ejecutados durante el ejercicio, donde en promedio para el año 2021 se esperan iniciaciones por 2.117.742 m².

²⁸ Para la construcción de escenarios se manejaron los siguientes rangos en cada variable para 2021: área licenciada (783.178 m² y 1.492.307 m²), PIB Construcción (-9% y 8.6%), PIB Edificaciones (-9.3% y 9%), PIB (-1.2% y 9.1%), área lanzada (510.870 m² y 984.000 m²) y precios del petróleo (40.8 USD y 58.5 USD).

Escenarios m ²						
Modelo	Bajo	Var. %	Medio	Var. %	Alto	Var. %
Regresión	1.994.239	36,3	2.347.210	60,4	2.700.182	84,5
GAM	1.518.198	3,7	1.741.924	19,0	1.965.649	34,3
VAR	1.833.629	25,3	2.264.094	54,7	2.694.558	84,1
Promedio	1.782.022	21,8	2.117.742	44,7	2.453.463	67,6

Tabla 6. Resultados de los diferentes modelos de pronóstico

Fuente: Elaboración propia

- Con los coeficientes del modelo de regresión, Bogotá iniciará a 2021 en un escenario medio, aproximadamente 2.347.210 m². De igual forma, se plantea un escenario alto de 2.700.182 m² dado el buen comportamiento de las variables macroeconómicas y los estímulos dados al sector edificador de parte del gobierno nacional.
- El modelo GAM plantea un crecimiento moderado en todos los escenarios comprándolos con las demás predicciones, pronosticando un escenario medio de 1.741.924 m² en la ciudad.
- Para desarrollar el modelo VAR se tomaron para el análisis las variables área lanzada, área licenciada, empleo constructor Bogotá, PIB edificaciones y PIB construcción, además de incluir sus respectivos rezagos de los cuales el área iniciada dependerá. Por lo anterior, el mejor escenario propuesto es la iniciación de 2.694.558 m², mientras que el peor escenario pronostica alrededor de 1.833.629 m².

Finalmente, para el año 2021, revisando el desarrollo de los tres modelos, el peor escenario proyectado refleja que el área iniciada en la ciudad de Bogotá se ubicaría en 1.518.198 m² con una variación positiva del 3.7% (GAM), mientras que el mejor modelo proyecta un crecimiento de 84,5% con un área total de 2.700.182 m² (Regresión). De esta manera, se espera que el 2021 sea un año dinámico, con variaciones mayores dado el efecto estadístico generado por el año base (2020). Igualmente, se espera que en 2021 se retorne a los niveles de iniciación vistos en 2018, incluso 2016 bajo el escenario optimista, con un impacto positivo para el segmento industrial de la cadena de valor de la construcción.

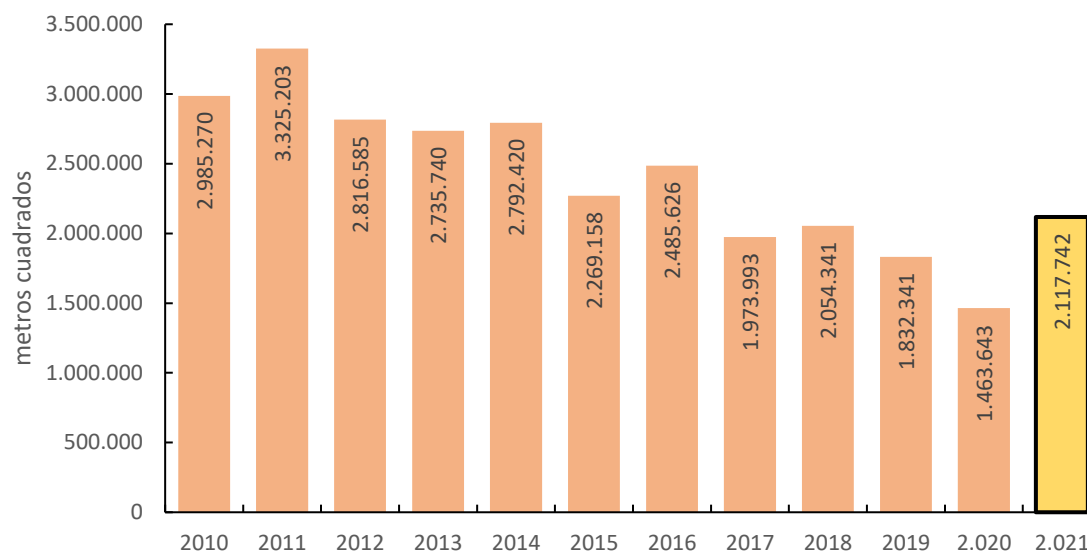


Gráfico 29. Estimación del comportamiento de las iniciaciones en 2021 (escenario medio)
Fuente: elaboración propia

3.2. Análisis del ciclo del área iniciada

Los cambios en la variable de área iniciada pueden explicarse por los ciclos o fluctuaciones que pueda tener la serie. Para dar respuesta a esto, importantes economistas han realizado diversos estudios abordando estos comportamientos y su incidencia en variables macroeconómicas. Un ejemplo claro, está propuesto en los trabajos de Arthur Burns²⁹ y Wesley C. Mitchell³⁰ donde expresan que «los ciclos económicos son un tipo de fluctuaciones que se presentan en la actividad económica global de las naciones (...) un ciclo consta de expansiones, que se producen, aproximadamente al mismo tiempo, en muchas ramas de la actividad económica, y que son seguidas de regresiones, contracciones y recuperaciones, también de carácter general, que conducen a la fase de expansión del ciclo siguiente; esta sucesión de cambios es recurrente pero no periódica...» (Mauricio Avella G. y Leopoldo Fergusson, 1999). En este sentido, el Gráfico 30 representa el comportamiento teórico y los componentes del ciclo económico.

²⁹ Economista estadounidense, fue docente e investigador de la Universidad de Rutgers, la Universidad de Columbia y la Oficina Nacional de Investigación Económica.

³⁰ Economista estadounidense, fue conocido por sus investigaciones sobre el ciclo económico y por haber dirigido el National Bureau of Economic Research.

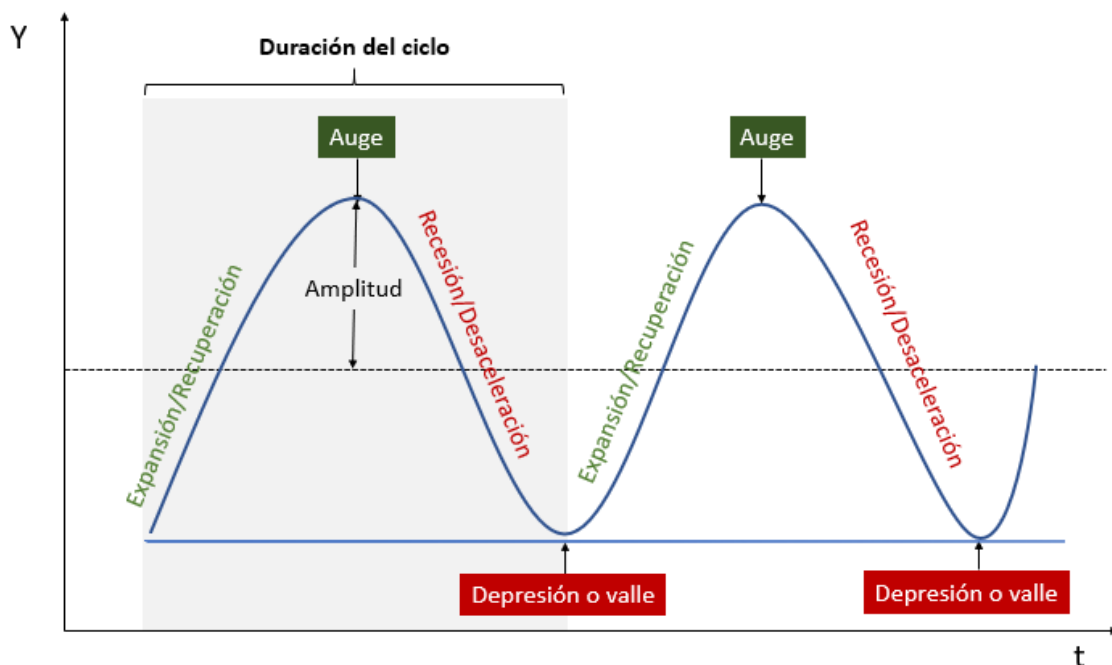


Gráfico 30. Duración teórica del ciclo
Fuente: elaboración propia

Por lo anterior, buscando modelar el comportamiento cíclico del área iniciada, se utilizó el filtro de Hodrick y Prescott (HP) para descomponer el componente tendencial y cíclico de la serie y así entender su dinámica durante los últimos 12 años.

De esta manera, como es habitual con datos trimestrales, se utilizó un multiplicador (λ) igual a 1600, el cual permitió obtener el componente secular y cíclico presentado en el Gráfico 31. Así, se aprecia una tendencia negativa a partir del año 2011, momento en el cual la capital del país alcanzó su punto más alto en términos de área iniciada para vivienda, y que se profundizó con la caída observada durante el segundo trimestre de 2020, a causa de las medidas de confinamiento adoptadas para enfrentar el Covid-19.

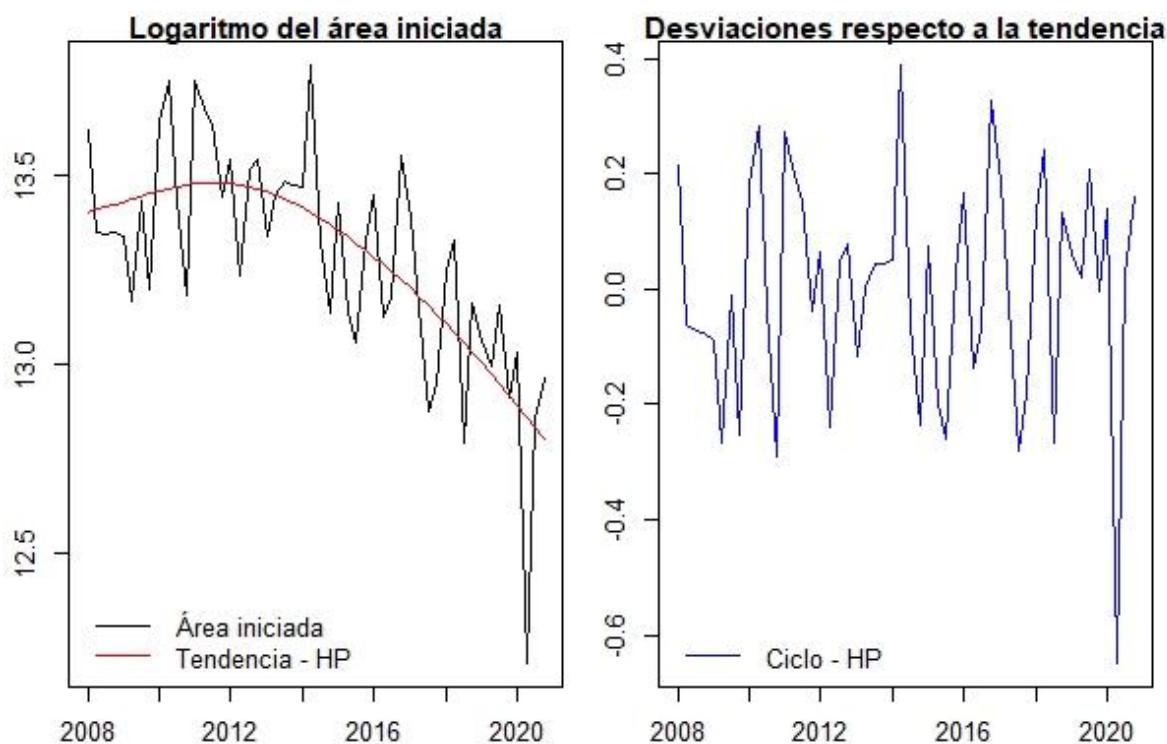


Gráfico 31. Componente tendencial

Fuente: elaboración propia

Por su parte, al analizar el componente cíclico se aprecia una volatilidad importante, la cual se explica por el hecho de utilizar datos trimestrales y que no permite identificar fácilmente el ciclo de la serie. Por lo tanto, se procedió a suavizar el ciclo con el fin de hacer visibles estos comportamientos acumulados que tiene la serie, encontrando que la duración media de los ciclos es de tres años aproximadamente. Además, durante el periodo analizado se encontraron 4 ciclos los cuales se describen a continuación:

- El primero inicia en el 2009, un año después de la crisis financiera internacional, impulsado por la recuperación económica y el repunte en los precios internacionales del petróleo y finaliza en el 2012.
- El segundo ciclo inicia finalizando el 2012 y termina el primer trimestre del 2015. La fase expansiva tuvo un fuerte estímulo por la profundización de programas de vivienda gratuita propuestos desde el gobierno nacional, así como la cobertura a tasas de interés de los programas FRECH y PIPE.

- El tercer ciclo inicia en 2015 y finaliza en el cuarto trimestre de 2017, donde los nuevos programas como VIPA y Mi Casa Ya impulsaron la construcción y el desarrollo de proyectos VIS, como Campo Verde donde se construyeron más de 6.000 unidades habitacionales.
- El cuarto ciclo inicia a finales de 2017 y culmina el segundo trimestre de 2020. Durante esta etapa los programas de vivienda mencionados previamente tuvieron un rol importante, así como la ejecución de algunos planes parciales como La Felicidad y La Sabana.

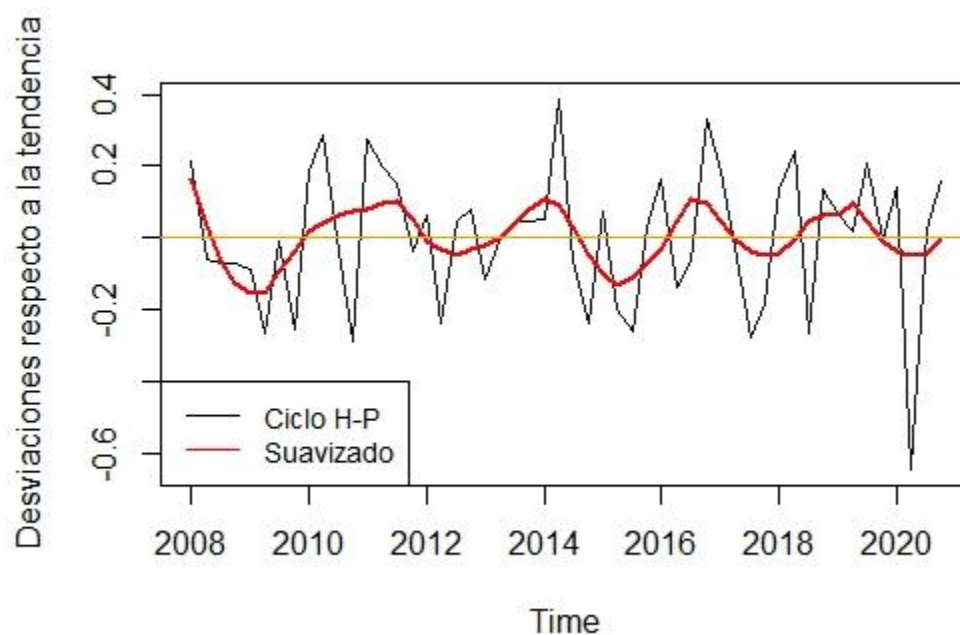


Gráfico 32. Componente cíclico

Fuente: elaboración propia

Por último, después de la caída evidenciada en el segundo trimestre de 2020, el área iniciada tuvo una recuperación rápida que marca el inicio de una nueva fase expansiva, la cual está fundamentada en el buen comportamiento de los lanzamientos y ventas observados meses atrás, los subsidios para vivienda VIS y No VIS y la iniciación de obra en los primeros proyectos del POZ norte (Lagos de Torca). De este modo, las condiciones anteriores impulsarán el nuevo ciclo de tal forma que alcanzará su punto más alto (auge) en el año 2022, este comportamiento es consistente con las proyecciones generadas para el 2021.

4. Conclusiones

La desaceleración en el crecimiento población y la reducción del tamaño del hogar han sido las dinámicas poblacionales más notorias en el periodo intercensal reciente (2005-2018); este periodo se caracterizó también por ser el último durante el cual se registró una reducción en la tasa de dependencia y se estima que a partir de 2022 iniciará una fase de crecimiento debido al incremento en la tasa de envejecimiento. Estas tendencias seguirán siendo determinantes en la demanda de vivienda (que se estima aproximadamente será de más de 80 mil unidades anuales), en las características de los productos inmobiliarios y en las decisiones de política pública.

El 49% de las unidades de vivienda iniciadas en la ciudad entre 2009 y 2020, corresponden a vivienda del segmento VIS. Dos de cada tres unidades iniciadas se ubicaron en cinco localidades, a saber, Suba, Kennedy, Usaquén, Bosa y Fontibón (norte, occidente y suroccidente de la ciudad), las cuales concentran el 50,7% de la población total de la ciudad y en algunos casos las densidades más altas.

El impacto que la pandemia ha generado en la construcción de vivienda en la ciudad no sólo se refleja en la caída del número de unidades y del área de vivienda iniciada durante 2020, con reducción respectivas de 3% y 19% respectivamente frente a 2019; también en la duración de la construcción de los proyectos y los puntos de equilibrio registrados. Entre 2011 y 2015 la duración promedio de culminación de los proyectos era de 16,5 meses, en tanto que entre 2016 y 2020 pasó a 20,6 meses.

El ejercicio del comportamiento cíclico en la serie histórica del área iniciada identifica cuatro ciclos entre 2009 y 2020, cada uno con duración promedio de 3 años aproximadamente. El análisis sugiere que la ciudad se encuentra en la fase expansiva de un nuevo ciclo.

Los tres modelos empleados para modelar el comportamiento del área iniciada en Bogotá mostraron una capacidad predictiva destacable. A partir de estos modelos, se pronóstica que para el año 2021, en el peor escenario, el área iniciada en la ciudad se ubicaría en 1, 5 millones de metros cuadrados con una variación positiva del 3,4%; mientras que en el mejor escenario proyecta un crecimiento de 84,5% con un área total de 2,7 millones de metros cuadrados.

Bibliografía

- Banco Mundial. *¿Cómo afecta a un país el envejecimiento de su población?* 2016.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/09/05/uruguay-como-afecta-pais-envejecimiento-poblacion>.
- Camacol B&C. «Informe de coyuntura.» Informe mensual, Bogotá, s.f.
- CEPAL. «La dinámica demográfica en AL.» 2004.
https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/7190/S045328_es.pdf.
- DANE. s.f. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018> (último acceso: Diciembre de 2020).
- . s.f. https://www.dane.gov.co/files/faqs/faq_pib.pdf (último acceso: 19 de ENERO de 2021).
- . DANE. s.f. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol_ceed_IIItrim20.pdf (último acceso: 19 de ENERO de 2021).
- . «Deficit Habitacional 2018: Presentación de Resultados.» Abril de 2020.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/deficit-habitacional>.
- . «Revisión 4 adaptada para Colombia CIU Rev. 4 AC.» marzo de 2012.
https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIU_Rev4ac.pdf (último acceso: 31 de enero de 2020).
- DNP. «Tipologías de Familias en Colombia.» 2015.
[https://observatoriodefamilia.dnp.gov.co/Documents/Documentos%20de%20trabajo/D3-tipologias-evolucion_dic3-\(1\).pdf](https://observatoriodefamilia.dnp.gov.co/Documents/Documentos%20de%20trabajo/D3-tipologias-evolucion_dic3-(1).pdf).
- inferencial, Estadística. s.f. https://www.uv.es/webgid/Inferencial/41_prueba_f.html.
- Lutkepohl, Helmut. *New introduction to multiple time series analysis*. Springer, 2005.
- Naciones Unidas. 1998.
<http://unstats.un.org/unsd/EconStatKB/Attachment210.aspx?AttachmentType=1>.
- Novales, Alfonso. «Modelos vectoriales autoregresivos (VAR).» 2014, 41.
rpubs. *rpubs*. 2020. https://rpubs.com/jorge_mendez/609253.
- SDHT. «Modelo Var Bayesiano para el sector Edificador Bogotá.» s.f. https://ovdc-5c280b.ingress-alpha.easywp.com/wp-content/uploads/2020/02/Modelo-VAR_Sector-de-la-construccion-CC-81n-Febrero-2020.pdf.
- SDP. «Boletín 107: Oferta y demanda de vivienda en Bogotá.» Diciembre de 2019.
<http://www.sdp.gov.co/transparencia/informacion-interes/publicaciones/estudios/107-oferta-y-demanda-de-vivienda-bogota>.
- . «DOCUMENTO DE DIAGNÓSTICO Versión 24.» 10 de 11 de 2020.
http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/tomo_3._poblacion_pot_2020_version_2.pdf (último acceso: 27 de 11 de 2020).

SEN. *Sistema Estadístico Nacional*. s.f. https://conceptos.dane.gov.co/conceptos/conceptos_catalogo
(último acceso: 19 de Enero de 2021).

wooldridge, Jeffrey W. *Introductory econometrics*. Cengage, 2018.