

FEBRERO 2025

Región Metropolitana

BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

Metodología para la identificación
de los potenciales beneficiarios

**CUADERNO
REGIONAL**

AUTORES

Wady Millett Pardo Russi
Gustavo Rojas Sánchez

02



**METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS POTENCIALES
BENEFICIARIOS**

Subdirección de Planeación Metropolitana y Regional

Febrero de 2025

LUIS LOTA
Director General

JUAN SEBASTIÁN RAMÍREZ ZULUAGA
Subdirector de Planeación Metropolitana y Regional

DIEGO DIAZ DEL CASTILLO FERNÁNDEZ
Subdirector de Gestión de Proyectos

JENNIFER BERMÚDEZ DUSÁN
Subdirectora de Gestión Corporativa

WADY MILLETT PARDO RUSSI
GUSTAVO ROJAS SÁNCHEZ
Equipo de trabajo

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento detalla una metodología para estimar los beneficiarios potenciales de proyectos liderados en la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca (RMBC), estructurada en dos ejes: identificación de unidades de impacto (personas, hogares y unidades productivas) y delimitación de áreas geográficas de influencia. La metodología se desarrolla en pasos que abarcan desde la definición de objetivos, segmentación de beneficiarios según criterios específicos, y el uso de técnicas espaciales como isócronas para delimitar áreas de impacto. Se enfatiza en la selección y validación de bases de datos, junto con el diseño de mecanismos de monitoreo y evaluación.

Este enfoque busca optimizar la planificación y asignación de recursos, promover la transparencia en la toma de decisiones, mejorar la medición del impacto de los proyectos y contribuir a la convergencia socioeconómica regional. La metodología es versátil y se adapta a distintos tipos de proyectos y escalas territoriales, facilitando una gestión pública fundamentada en datos y evidencia.

Palabras claves: beneficiarios potenciales, unidades de impacto, delimitación geográfica, isócronas, planificación regional, área de influencia, proyectos, RMBC.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN EJECUTIVO | 3 |
| CONTENIDO | 4 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.1. ¿Por qué una metodología para estimar los beneficiarios? | 6 |
| 2. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA | 7 |
| 3. BENEFICIOS PARA LA RMBC | 7 |
| 4. BENEFICIARIOS POTENCIALES | 8 |
| 4.1. Unidades de impacto | 9 |
| 4.2. Definición de las unidades de impacto | 12 |
| 4.3. Áreas geográficas de impacto | 13 |
| 4.4. Paso a paso para la implementación | 18 |
| 5. REFERENCIAS | 22 |
| 6. ANEXOS | 23 |
| 6.1. Ejemplo ilustrativo de aplicación de la metodología | 23 |

1. Introducción

Este documento propone unos lineamientos metodológicos para estimar los beneficiarios potenciales de los proyectos en la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca (RMBC), conforme a lo dispuesto en la Ley 2199 de 2021. La estimación precisa de beneficiarios es crucial para optimizar la planificación territorial, asegurar una asignación eficiente de recursos y promover intervenciones que respondan efectivamente a las necesidades específicas de la población objetivo. La identificación rigurosa de beneficiarios permite orientar los proyectos hacia las poblaciones con mayores necesidades, incrementando así el impacto social y económico de la inversión pública (Banco Mundial, 2014).

Desde una perspectiva técnica y metodológica, la estimación anticipada de beneficiarios requiere considerar simultáneamente dimensiones demográficas, socioeconómicas y territoriales. Estudios recientes señalan que las metodologías más efectivas integran criterios cuantitativos—como datos censales y estadísticas poblacionales—con enfoques cualitativos—como evaluaciones participativas, entrevistas o grupos focales—permitiendo así una segmentación más precisa de la población beneficiaria en contextos regionales específicos (Banco Mundial, 2017; CEPAL, 2019). Este enfoque mixto facilita una comprensión profunda de las características de los beneficiarios y permite intervenciones mejor focalizadas y más efectivas.

En regiones heterogéneas como la RMBC, técnicas avanzadas de análisis espacial, tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis mediante isócronas, resultan fundamentales para delimitar claramente las áreas de impacto de los proyectos. Estas técnicas permiten diferenciar con claridad beneficiarios directos, ubicados en la zona inmediata de influencia, de beneficiarios indirectos, que experimentan mejoras secundarias, como la reducción en tiempos de desplazamiento o una mayor accesibilidad regional (BID, 2020; Ivàlua, 2015).

La literatura destaca la incorporación de tecnologías de vanguardia, como el uso de imágenes satelitales y métodos de aprendizaje automático en la generación de mapas de pobreza de alta resolución. Estos métodos han mostrado efectividad especialmente en contextos donde la disponibilidad de información detallada es limitada, permitiendo una focalización territorial precisa (Smythe & Blumenstock, 2022). Asimismo, organismos como Millennium Challenge Corporation (MCC, 2015) recomiendan definir claramente los beneficiarios potenciales en función del alcance del proyecto (regional o focalizado) facilitando así la planificación estratégica y la comunicación efectiva sobre los objetivos de las intervenciones. Complementariamente, estudios técnicos del Banco Mundial y del Foro Mundial de Datos de Naciones Unidas han implementado modelos espaciales para evaluar la accesibilidad a servicios básicos como salud y educación, destacando la importancia de identificar y priorizar áreas con déficit en la atención (World Data Forum, 2021).

Por último, la transparencia y la rendición de cuentas representan elementos esenciales en la aplicación práctica de esta metodología. Documentar rigurosamente el proceso de selección de beneficiarios y contar con indicadores claros y verificables permite fortalecer la confianza ciudadana, así como realizar ajustes oportunos y sustentados durante la implementación de los proyectos. En Colombia, la experiencia del sistema SINERGIA (2012) ha demostrado que un proceso de selección claro, documentado y accesible al público mejora significativamente la legitimidad y la percepción social sobre la gestión pública.

1.1. ¿Por qué una metodología para estimar los beneficiarios?

Desarrollar una metodología específica para estimar los beneficiarios potenciales en los proyectos liderados en la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca (RMBC) responde a la necesidad técnica, social y política de asegurar intervenciones públicas efectivas, equitativas y sostenibles en el territorio metropolitano. La Ley 2199 de 2021 prioriza objetivos fundamentales como la reducción de brechas socioeconómicas y el desarrollo equitativo en sectores estratégicos tales como movilidad, seguridad alimentaria, seguridad ciudadana, hábitat, medio ambiente, servicios públicos y desarrollo económico, entre otros. Lograr estos objetivos requiere que las intervenciones sean orientadas claramente hacia las poblaciones específicas que presentan mayores necesidades.

Desde una perspectiva práctica y operativa, una estimación anticipada y técnicamente fundamentada de los beneficiarios permite una planificación más precisa y transparente de los proyectos. Según MCC (2015), definir con claridad quiénes y cuántos son los beneficiarios esperados en función del alcance territorial del proyecto (ya sea regional o focalizado) facilita significativamente la comunicación interna y externa sobre los objetivos y los impactos esperados de cada intervención. Esta claridad técnica contribuye a una asignación más eficiente de los recursos públicos y fortalece la transparencia y la equidad en la gobernanza regional.

La literatura especializada destaca la importancia de emplear enfoques mixtos que combinen criterios cuantitativos y cualitativos para estimar beneficiarios con mayor precisión. Por ejemplo, Smythe y Blumenstock (2022) muestran cómo mapas de pobreza construidos a partir de imágenes satelitales y aprendizaje automático proporcionan estimaciones espacialmente detalladas y robustas, particularmente útiles en contextos donde la información censal y administrativa es limitada o desactualizada. Al complementar estos enfoques cuantitativos con técnicas cualitativas, como evaluaciones participativas o consultas comunitarias, se obtiene una mejor caracterización de los beneficiarios, atendiendo no solo aspectos numéricos, sino percepciones, necesidades reales y barreras específicas que enfrentan ciertas poblaciones vulnerables (Banco Mundial, 2017; CEPAL, 2019).

Adicionalmente, las técnicas espaciales, incluyendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el uso de isócronas, han demostrado ser fundamentales para delimitar territorialmente áreas de impacto y segmentar claramente entre beneficiarios directos e indirectos. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), estas técnicas permiten cuantificar con precisión cuántas personas podrán acceder directamente a nuevas infraestructuras o servicios públicos, así como estimar beneficios secundarios en términos de accesibilidad y conectividad regional mejorada. Del mismo modo, organismos internacionales recomiendan utilizar modelos espaciales en la evaluación de accesibilidad a servicios esenciales, garantizando que los proyectos tengan una adecuada focalización y cubran las poblaciones más necesitadas (World Data Forum, 2021).

Por último, establecer una metodología clara y transparente para la estimación de beneficiarios es crucial para fortalecer la rendición de cuentas y la legitimidad social de los proyectos públicos. La experiencia colombiana, particularmente el caso del sistema SINERGIA (2012), demuestra que una documentación explícita, accesible y continua de los criterios utilizados para identificar beneficiarios incrementa significativamente la confianza pública en los procesos regionales. Al ofrecer claridad sobre cómo se asignan los recursos públicos y cuáles serán sus resultados esperados, se fortalece la transparencia y se facilita la evaluación ciudadana sobre la eficacia y la justicia de las intervenciones.

En definitiva, desarrollar y aplicar una metodología rigurosa, integral y transparente para estimar beneficiarios no solo optimiza la asignación y gestión de recursos públicos en la RMBC, sino que también asegura intervenciones más efectivas, equitativas y adaptadas a las necesidades reales del territorio metropolitano, fortaleciendo así la gobernanza regional y el desarrollo territorial sostenible.

2. Objetivo de la metodología

El objetivo de esta metodología es proporcionar un marco sistemático y transparente para estimar los beneficiarios potenciales de cada proyecto implementado en la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca (RMBC). Este enfoque permite anticipar el alcance social y económico de las intervenciones, promoviendo una asignación de recursos ajustada a las características y necesidades específicas de la población en los municipios que conforman la RMBC. Así, se asegura que cada proyecto esté diseñado para maximizar su impacto en la comunidad, contribuyendo a un desarrollo regional cohesivo y eficiente.

3. Beneficios para la RMBC

Dentro de los beneficios que obtendría la RMBC al implementar la metodología pueden mencionarse los siguientes:

- Optimización de recursos y eficiencia operativa

Estimar correctamente a los beneficiarios permite a la RMBC asignar recursos de forma eficiente, alineando los proyectos con las áreas de mayor necesidad. Esto reduce el riesgo de duplicidad en las intervenciones y facilita una planificación integrada, incrementando el valor y efectividad de cada proyecto para la región en su conjunto.

- Transparencia y rendición de cuentas

La metodología estandariza el proceso de identificación de beneficiarios, promoviendo la transparencia en la toma de decisiones y facilitando la rendición de cuentas. Esto genera confianza en las comunidades, quienes pueden ver cómo los proyectos impactan su entorno, y refuerza la gobernanza mediante un uso claro y justificado de los fondos públicos.

- Mejora en la evaluación y monitoreo del impacto de los proyectos

Al contar con una estimación de beneficiarios desde el inicio, la RMBC puede implementar sistemas de monitoreo que evalúen el impacto real de los proyectos a lo largo del tiempo. Esta medición permite ajustes dinámicos y garantiza que los proyectos se mantengan alineados con las necesidades cambiantes de la región, promoviendo una gestión adaptativa y sostenible.

- Contribución a la convergencia socioeconómica regional

Finalmente, esta metodología apoya el desarrollo equilibrado de los territorios que conforman la RMBC, alineando los proyectos con las características y retos propios de cada municipio. Esto contribuye a la convergencia socioeconómica en la región, reforzando la cohesión territorial y mejorando la calidad de vida de sus habitantes mediante una intervención pública dirigida y efectiva.

4. Beneficiarios potenciales

Esta sección presenta una metodología adaptada para estimar beneficiarios potenciales en proyectos liderados desde la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca (RMBC), enfocándose en dos componentes fundamentales: las unidades de impacto y las áreas geográficas a intervenir. Este enfoque permite una estimación precisa y contextualizada de los beneficiarios, ajustando las fuentes y técnicas de análisis de acuerdo con el objetivo del proyecto y las características territoriales, lo que facilita la asignación eficiente de recursos y el logro de los impactos deseados en el territorio.

4.1. Unidades de impacto

La determinación de las unidades de impacto es crucial para establecer una metodología efectiva en la estimación de beneficiarios. La unidad de impacto define a quién o a qué se dirige el beneficio del proyecto y determina la naturaleza de los datos necesarios, las fuentes de información y los métodos de análisis. En la metodología propuesta, las unidades de impacto se dividen en cuatro categorías principales:

1. Personas

Definición y uso: cuando el objetivo del proyecto es beneficiar a individuos, como en los programas de becas o en la provisión de servicios de salud, la unidad de impacto es la persona.

Fuentes de datos: las fuentes principales para esta unidad incluyen censos poblacionales, registros administrativos como el SISBEN y encuestas de hogares como la Encuesta Multipropósito o la Gran Encuesta Integrada de Hogares. Estas fuentes proporcionan información detallada a nivel individual que permite segmentar a los beneficiarios según criterios específicos como edad, género, nivel de educación o estado de salud.

Escala geográfica y proyección: la información suele estar disponible a escalas nacionales, departamentales y municipales, aunque en algunos casos puede ser necesaria la desagregación geográfica a nivel de localidades, comunas, sectores e incluso manzanas, lo que implica técnicas de proyección o estimación en áreas con menor precisión de datos.

2. Hogares

Definición y uso: los hogares se consideran unidades de impacto en proyectos que apuntan a mejorar la calidad de vida de la unidad familiar completa, como subsidios de vivienda o apoyos para hogares en situación de vulnerabilidad.

Fuentes de Datos: para esta unidad, el censo de hogares, encuestas de ingresos y gastos y registros administrativos como el SISBEN son fuentes primarias. Estas bases permiten segmentar los beneficiarios según características socioeconómicas del hogar, tales como el nivel de ingresos, el número de integrantes y la situación de vulnerabilidad (por ejemplo, hogares encabezados por mujeres o en situación de pobreza).

Escala geográfica y proyección: la información para hogares es generalmente accesible en niveles departamentales y municipales, y en algunos casos hasta el

nivel de localidad. Sin embargo, al requerir datos en áreas específicas o zonas urbanas pequeñas, puede ser necesario aplicar métodos de interpolación espacial o proyección de datos para estimar las características de los hogares en un área de interés más precisa.

3. Unidades productivas

Definición y uso: para la definición formal y operativa de la unidad productiva, se adopta la definición del DANE utilizada en el Censo Económico Nacional Urbano (DANE, 2024), la cual establece que una unidad productiva es una organización económica o parte de una organización que, bajo una sola propiedad o control, realiza actividades económicas en una ubicación física determinada, dedicada principalmente a una sola actividad productiva o prestación de servicios. Esta definición clara permite evitar posibles ambigüedades o discusiones futuras sobre el alcance del concepto. Esta unidad es clave en proyectos orientados a promover la actividad económica local o regional, incluyendo empresas, establecimientos comerciales y explotaciones agropecuarias.

Fuentes de datos: las fuentes incluyen registros administrativos como el Registro Único Empresarial y Social (RUES), censos económicos como el Censo Económico Nacional Urbano del DANE y censos agropecuarios, los cuales brindan información sobre el tamaño, sector de actividad, volumen productivo y nivel de formalidad de las unidades productivas.

Escala geográfica y proyección: si bien estos registros suelen estar disponibles principalmente a nivel municipal, en zonas urbanas densamente pobladas o rurales dispersas, puede ser necesaria una segmentación espacial más detallada, utilizando técnicas de georreferenciación o métodos estadísticos para ajustar la información a sectores específicos de intervención.

4. Unidades territoriales (viviendas, predios o manzanas)

Definición y uso: se incorpora esta cuarta categoría pensando en proyectos en los que el impacto es predominantemente territorial o donde es complejo definir claramente beneficiarios individuales o familiares. Esta unidad resulta particularmente útil para proyectos relacionados con la valorización regional, renovación urbana, mejoramiento integral de barrios o intervenciones ambientales que impactan directamente el territorio y su entorno inmediato (predios, viviendas o unidades catastrales como manzanas).

Fuentes de datos: las fuentes principales para esta categoría incluyen catastros multipropósito, bases de datos catastrales municipales o distritales, cartografía oficial urbana y rural (como la cartografía base del IGAC y del DANE), y sistemas de

información geográfica que permiten identificar con precisión predios y unidades territoriales.

Escala geográfica y proyección: por naturaleza, esta unidad requiere datos detallados a nivel predial o de manzana, por lo cual generalmente se utiliza información cartográfica y catastral de alta resolución, complementada con validaciones cualitativas y observaciones de campo, para garantizar precisión en la delimitación territorial del área afectada.

La inclusión de estas cuatro categorías amplía la flexibilidad y precisión de la metodología propuesta, asegurando que los proyectos regionales cuenten con un marco metodológico adecuado y validado frente a múltiples contextos y tipos de intervención.

4.1.1. Consideraciones metodológicas para la unidad de impacto

Cada tipo de unidad de impacto requiere enfoques y técnicas particulares para asegurar que la estimación de beneficiarios sea precisa:

Selección y segmentación de datos: la selección y segmentación adecuada de beneficiarios requiere definir criterios específicos acordes con los objetivos y características del proyecto. Por ejemplo, para programas educativos la segmentación puede hacerse por rangos de edad, niveles educativos o índices de rezago académico. En contraste, para proyectos agrícolas los criterios pueden incluir aspectos como el tamaño de las explotaciones, el tipo de cultivo predominante o la ubicación geográfica específica de los productores beneficiados.

Adicionalmente, cuando los proyectos implican procesos de focalización basados en instrumentos específicos como puntajes o índices socioeconómicos (por ejemplo, el puntaje SISBEN), resulta fundamental contar con información clara y documentada sobre estos puntajes. Este tipo de puntajes permite identificar con precisión quiénes cumplen criterios específicos para participar o no en determinado programa, facilitando así una focalización precisa y equitativa de los recursos. En términos metodológicos, disponer de estos puntajes o umbrales facilita el uso de técnicas estadísticas avanzadas, como la regresión discontinua, que permiten evaluar rigurosamente el impacto causal de las intervenciones al comparar a los beneficiarios con grupos que no fueron seleccionados pero que están cercanos al umbral establecido.

Incluir claramente estos puntajes o instrumentos de focalización en la metodología asegura no solo una asignación transparente y equitativa de los recursos, sino también una evaluación robusta de los resultados obtenidos, fortaleciendo así la credibilidad técnica y pública del proceso.

Escala y proyecciones de datos: cuando la escala geográfica de los datos no coincide con el área de intervención, puede ser necesario utilizar técnicas de estimación espacial, como el uso de isócronas¹ o modelos de distribución poblacional, para ajustar los datos de la unidad de impacto a la zona geográfica exacta del proyecto.

Esta estructura de unidades de impacto permite definir los beneficiarios potenciales con precisión, adaptando la metodología a las particularidades de cada proyecto y garantizando que la información y los recursos sean utilizados de manera óptima en el proceso de estimación.

4.2. Definición de las unidades de impacto

Para definir adecuadamente las unidades de impacto, se sigue un proceso estructurado que comienza con la identificación de los **objetivos del programa o proyecto**. Los objetivos representan el propósito principal del proyecto y los resultados que se esperan alcanzar. Por ejemplo, en un programa de becas educativas, el objetivo podría ser mejorar el acceso a la educación superior para jóvenes de bajos recursos. En un proyecto de infraestructura, el objetivo podría centrarse en aumentar la accesibilidad a servicios de salud en áreas rurales.

Estos objetivos actúan como una guía para definir quiénes podrían ser los beneficiarios finales y qué cambios específicos se desean generar en sus condiciones de vida. La claridad en los objetivos permite no solo dirigir el enfoque del proyecto hacia una población determinada, sino también anticipar los efectos esperados sobre esta población y el tipo de datos necesarios para identificarla.

A partir de estos objetivos, se derivan los **criterios del programa o proyecto**. Estos criterios son condiciones concretas y específicas que permiten filtrar a los beneficiarios potenciales dentro de un grupo amplio de la población, asegurando que el proyecto tenga un impacto directo y efectivo en quienes cumplen con las características relevantes.

Los criterios pueden incluir factores demográficos, como edad o género; socioeconómicos, como ingresos o nivel educativo; o de localización geográfica, como residir en determinadas zonas o municipios. Por ejemplo, en el caso de un programa de apoyo agrícola, los criterios podrían requerir que los beneficiarios sean pequeños productores en áreas rurales, mientras que, para un proyecto de subsidios de vivienda, se priorizaría a hogares en situación de pobreza extrema.

¹ Una isócrona es una línea o contorno en un mapa que conecta todos los puntos alcanzables desde un lugar específico en un tiempo determinado. En el análisis geoespacial, las isócronas se utilizan para representar áreas de accesibilidad, mostrando hasta dónde se puede llegar desde un punto dado en función del tiempo de viaje en distintos modos de transporte, como caminando, en automóvil, o en transporte público.

Una vez definidos los criterios, se selecciona una **base de datos con los potenciales beneficiarios**, ajustando la información disponible a los criterios establecidos. Esta base de datos puede provenir de censos, registros administrativos, encuestas o bases de datos sectoriales, y permite identificar de manera precisa a las personas, hogares o unidades productivas que cumplen con las condiciones del proyecto, alineando así los objetivos y criterios del programa con la población objetivo.

4.3. Áreas geográficas de impacto

La delimitación de las áreas geográficas de impacto es un componente esencial en la metodología de estimación de beneficiarios para los proyectos de la RMBC. Esta etapa busca definir el espacio geográfico sobre el cual un proyecto tendrá influencia directa o indirecta.

Identificar y caracterizar correctamente estas áreas permite afinar el cálculo de beneficiarios potenciales y focalizar los recursos de manera más precisa. A continuación, se detallan los elementos clave que conforman este proceso:

4.3.1. Definición del área de impacto

Para la definición del área de impacto debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Proyectos con áreas geográficas definidas (estáticas):** algunos proyectos impactan áreas claramente delimitadas desde su concepción, como el caso de los subsidios o beneficios focalizados en municipios específicos. En estos casos, la delimitación geográfica es sencilla, pues se sabe de antemano cuáles serán las zonas de impacto, y la identificación de beneficiarios puede realizarse cruzando datos poblacionales con los límites administrativos de estos territorios.
- **Proyectos con áreas de influencia variable (dinámicas):** otros proyectos, especialmente aquellos relacionados con infraestructura y movilidad (como vías, transporte público y equipamientos), tienen un área de impacto más variable y menos definida. En estos casos, es necesario modelar áreas de influencia basadas en el tiempo de acceso o proximidad para definir los beneficiarios directos e indirectos. Estas áreas de influencia pueden depender del tipo de equipamiento o servicio y del perfil de uso de la población circundante.

En ambos casos, resulta fundamental considerar la posibilidad de realizar una validación cualitativa en campo del área de influencia inicialmente definida mediante análisis geográfico oficial. Este proceso de validación en terreno permite verificar que los trazados propuestos sean coherentes con las dinámicas reales observadas, ajustando aquellas situaciones en que los resultados preliminares puedan llevar a conclusiones contraintuitivas

o alejadas de la realidad local. La incorporación de criterios cualitativos, obtenidos a través de la observación directa, entrevistas o consultas con actores locales, garantiza una delimitación del área de impacto más precisa, realista y aceptada socialmente, fortaleciendo así la calidad técnica y la legitimidad social del análisis realizado.

4.3.2. Técnicas para la delimitación de áreas de influencia

Existen varias técnicas para la delimitación del área de influencia, entre ellas:

- Uso de **isócronas** para delimitar áreas de influencia en proyectos de movilidad y equipamientos: en proyectos de transporte público, como sistemas BRT o metro, y en equipamientos como hospitales o escuelas, el uso de isócronas permite delimitar áreas de servicio efectivas. Las isócronas son contornos geográficos que representan distancias en función del tiempo de viaje (por ejemplo, 15 minutos caminando desde una estación de metro).

Este enfoque permite identificar a la población que puede acceder al servicio en un tiempo razonable, diferenciando entre áreas de influencia directa (aquellas que se benefician inmediatamente del proyecto) e indirecta (población más alejada que puede beneficiarse de manera secundaria).

- **Análisis de proximidad** en proyectos de conectividad vial: para proyectos que buscan mejorar la conectividad mediante la construcción o ampliación de vías y puentes, el análisis de proximidad y accesibilidad es clave. Mediante técnicas de SIG (Sistemas de Información Geográfica), es posible modelar el impacto en la reducción de tiempos de desplazamiento y en el aumento de accesibilidad a servicios y oportunidades económicas para las áreas colindantes con la infraestructura.

Este análisis permite estimar beneficiarios indirectos (población y empresas que, aunque no estén directamente en la zona de intervención, se benefician de la mejora en la conectividad).

4.3.3. Escalas geográficas y niveles de agregación de datos

- Adaptación a escalas administrativas y operativas: la definición de áreas de impacto debe considerar las escalas administrativas disponibles en los datos (como municipios, localidades o sectores). La elección de la escala adecuada dependerá del objetivo y el alcance del proyecto. Por ejemplo, en proyectos de alcance regional, es adecuado trabajar a nivel municipal; en cambio, para proyectos urbanos de equipamiento social, puede ser más útil trabajar a nivel de sector catastral o manzana.

- Agregación de datos y proyecciones en escalas reducidas: cuando los datos disponibles no coinciden con el área de intervención, es necesario emplear técnicas de proyección o interpolación. Por ejemplo, si un proyecto afecta un área urbana específica pero los datos están disponibles solo a nivel municipal, es posible hacer uso de métodos de densidad poblacional y patrones de distribución para proyectar la población en esa área específica.

4.3.4. Identificación de beneficiarios en función del tipo de área de impacto

Es importante determinar los beneficiarios en cuanto al tipo de impacto, es decir, definir si son directos o indirectos.

- **Beneficiarios directos:** en áreas de influencia directa, se consideran beneficiarios directos aquellos que se encuentran dentro del área de servicio efectiva, definida por tiempos de acceso en isócronas o proximidad inmediata al equipamiento o infraestructura. Estos beneficiarios suelen ser los más impactados y los primeros en recibir los beneficios del proyecto.
- **Beneficiarios indirectos:** las áreas de influencia indirecta abarcan poblaciones que, aunque no tengan acceso directo o inmediato al proyecto, reciben beneficios derivados, como menores tiempos de viaje o acceso a servicios ampliados en sus áreas vecinas. La identificación de estos beneficiarios es fundamental para entender el impacto extendido del proyecto y justificar la inversión desde una perspectiva regional.

4.3.5. Aplicaciones de la delimitación geográfica en proyectos específicos

Para poder delimitar el área geográfica se debe tener en cuenta el tipo de proyecto a implementar.

- **Proyectos de equipamientos** (salud, educación, servicios sociales): para proyectos de infraestructura de servicios públicos, la delimitación geográfica permite calcular la población servida por el equipamiento, estimando así los beneficiarios potenciales. Por ejemplo, en la construcción de un hospital, se pueden delimitar áreas de influencia directa (población con acceso rápido en casos de emergencia) e indirecta (población de áreas más lejanas que podría beneficiarse de servicios no urgentes).
- **Proyectos de infraestructura de transporte** (puentes, vías): la delimitación geográfica en estos proyectos permite evaluar el impacto en términos de mejora en la conectividad y acceso a áreas antes difíciles de alcanzar. Las áreas de influencia se extienden en función de la reducción de tiempos de viaje, beneficiando tanto a

los usuarios de la vía como a las empresas y comercios que operan en las rutas mejoradas.

- **Programas sociales** (becas, subsidios): aunque estos proyectos no requieren modelado de isócronas o proximidad, la delimitación geográfica sigue siendo relevante para determinar el área administrativa (municipios o regiones) donde se focalizarán los beneficios, asegurando que los subsidios lleguen a las poblaciones objetivo de manera equitativa y transparente.

En conclusión, la delimitación de las áreas geográficas de impacto es esencial para entender el alcance territorial de un proyecto y para calcular de manera precisa los beneficiarios directos e indirectos. Las técnicas de análisis espacial, como el uso de isócronas y la modelación de proximidad, permiten adaptar la metodología a distintos tipos de proyectos, asegurando que los recursos se focalicen en las áreas y poblaciones que recibirán el mayor beneficio. Este enfoque integrado contribuye a una planificación eficiente y basada en evidencia, optimizando el impacto de los proyectos en la RMBC.

4.3.6. Análisis de isócronas en la metodología

El análisis de isócronas es una técnica de análisis espacial que se utiliza para definir áreas en función de la accesibilidad o el tiempo de viaje desde un punto o conjunto de puntos específicos. En la planificación urbana y la evaluación de proyectos, las isócronas son esenciales para estimar las áreas de impacto directo e indirecto alrededor de infraestructuras, servicios y equipamientos. Esta metodología permite a los planificadores identificar las poblaciones que pueden acceder a un servicio dentro de un tiempo determinado, lo cual es especialmente útil en proyectos de transporte, servicios públicos e infraestructura social.

4.3.6.1. Aplicaciones en proyectos

- **Infraestructura de movilidad (transporte público):** En proyectos como estaciones de metro o paradas de autobús, las isócronas se pueden utilizar para calcular áreas de servicio efectivo. Por ejemplo, se pueden generar isócronas de 5, 10 y 15 minutos caminando desde una estación para identificar la población que puede acceder a esta infraestructura en diferentes tiempos. Esto ayuda a estimar los beneficiarios potenciales y a entender cómo se distribuye la accesibilidad.
- **Equipamientos de servicios públicos (Colegios, hospitales, bibliotecas):** el análisis de isócronas es útil para identificar el área de influencia de equipamientos como hospitales o colegios. Al crear isócronas basadas en tiempos de viaje (por ejemplo, 15 minutos en automóvil para hospitales o 10 minutos caminando para colegios), se puede delimitar la población que tiene acceso efectivo a estos servicios, permitiendo calcular beneficiarios directos e indirectos.

- Proyectos de infraestructura vial: en la construcción o mejora de carreteras y puentes, las isócronas permiten analizar la reducción en tiempos de desplazamiento y su impacto en áreas previamente menos accesibles. Con isócronas basadas en el nuevo tiempo de viaje, se pueden identificar áreas que ahora están conectadas y calcular el beneficio potencial en términos de población y actividad económica que se verá favorecida.

4.3.6.2. ¿Cómo se utiliza el análisis de isócronas en la metodología?

1. Definición del punto de origen: primero, se establece el punto o los puntos desde los cuales se medirán las isócronas. Estos puntos suelen ser los lugares de intervención, como estaciones de transporte o instalaciones de servicios.
2. Definición del tiempo de acceso: se elige el tiempo de acceso adecuado en función del tipo de servicio o infraestructura. Por ejemplo, un tiempo de 15 minutos caminando podría ser relevante para transporte público, mientras que 20-30 minutos en automóvil podría aplicarse para el acceso a hospitales.
3. Generación de isócronas: utilizando herramientas de SIG (Sistemas de Información Geográfica) o software especializado en análisis de redes, se crean las isócronas alrededor del punto de origen, delimitando áreas a distintos intervalos de tiempo. Esto permite visualizar hasta dónde se puede llegar en el tiempo especificado, generando áreas de servicio efectivo.
4. Cálculo de beneficiarios potenciales: al superponer las isócronas con datos poblacionales o de unidades productivas, se puede calcular cuántas personas, hogares o unidades productivas están dentro de cada área de influencia. Esto permite estimar los beneficiarios directos (dentro de las isócronas más cercanas) e indirectos (en isócronas más alejadas).

4.3.6.3. Ventajas del análisis de isócronas

Dentro de las principales ventajas que tiene el análisis de isócronas se pueden mencionar:

- **Precisión en la identificación de beneficiarios:** al definir áreas de influencia basadas en tiempos de acceso realistas, se obtiene una estimación precisa de la población que realmente podría beneficiarse del proyecto.
- **Facilidad para visualizar impacto espacial:** las isócronas permiten visualizar cómo se distribuyen los beneficios de accesibilidad en el territorio, ayudando a justificar y comunicar el alcance del proyecto.

- **Adaptabilidad a distintos tipos de proyectos:** esta técnica se puede ajustar a diferentes tipos de infraestructura y servicios, desde transporte hasta servicios de salud, facilitando su integración en diversos proyectos metropolitanos.

En resumen, el análisis de isócronas es una herramienta fundamental en la metodología de estimación de beneficiarios, pues permite delimitar con precisión el área de influencia de un proyecto en función de la accesibilidad real. Al integrar esta técnica en el proceso de planificación, se facilita la toma de decisiones informadas y se asegura que los recursos se dirijan hacia las poblaciones que se beneficiarán de manera más efectiva.

4.4. Paso a paso para la implementación

A continuación, se desarrollan los pasos para la implementación de la metodología:

1. Definición de objetivos y alcance del proyecto

La implementación de la metodología inicia con una definición clara de los objetivos específicos del proyecto y del impacto que se desea alcanzar en la población. Este primer paso provee los elementos fundamentales para la identificación de los beneficiarios potenciales, ya sean personas, hogares o unidades productivas, y para delimitar el área geográfica de aplicación. Una formulación precisa de los objetivos asegura que el proceso se oriente hacia las poblaciones objetivo, estableciendo criterios de impacto específicos y optimizando el uso de los recursos en función de las características y necesidades locales.

2. Delimitación de unidades de impacto

La identificación de beneficiarios se estructura en torno a unidades de impacto, seleccionadas según los objetivos específicos del proyecto. Las unidades de impacto pueden clasificarse en tres categorías:

- **Personas:** cuando el proyecto beneficia a individuos, como en programas de educación o salud, se recomienda segmentar según variables sociodemográficas como edad, género o condición económica.
- **Hogares:** en proyectos destinados a familias, como subsidios de vivienda, se considera al hogar como unidad de impacto, priorizando factores como ingresos, número de miembros y situación de vulnerabilidad.
- **Unidades productivas:** para proyectos orientados a fomentar la economía, como el apoyo a pequeñas empresas, las unidades productivas se identifican según características como tamaño, sector de actividad y nivel de formalidad.

3. Segmentación de potenciales beneficiarios según criterios del proyecto

Una vez definidas las unidades de impacto, se establecen criterios específicos que permiten identificar a los beneficiarios potenciales en función de las características y requisitos del proyecto. Este paso evalúa cómo se alinean los objetivos del proyecto con los perfiles de los posibles beneficiarios, seleccionándolos en función de criterios clave como elegibilidad, localización y capacidad de respuesta ante la intervención. Los criterios del proyecto, más que las características sociodemográficas intrínsecas de la población son los elementos determinantes para delimitar el grupo objetivo. Esta segmentación orientada por los objetivos específicos optimiza el alcance de la intervención y asegura que los recursos se focalicen en aquellos que cumplen mejor con los requisitos establecidos por el proyecto, maximizando así su impacto.

4. Delimitación de áreas geográficas de impacto

Para proyectos que dependen de la ubicación en un municipio específico, como programas de becas o subsidios que requieren que los beneficiarios residan en una zona administrativa definida, la delimitación geográfica se establece de acuerdo con el criterio de residencia en el municipio o departamento objetivo. En estos casos, no es necesario analizar la proximidad física dentro del área ni calcular áreas de impacto directo o indirecto.

Ahora bien, para definir áreas de impacto en proyectos donde la proximidad geográfica es un criterio clave para identificar a los beneficiarios, como en intervenciones de infraestructura, movilidad o equipamientos públicos. Para estos proyectos, es útil diferenciar entre áreas de impacto directo e indirecto: las áreas de impacto directo incluyen a la población con acceso inmediato a la infraestructura, mientras que las áreas de impacto indirecto consideran a quienes se benefician de manera secundaria, como zonas colindantes o comunidades más alejadas. Herramientas como el análisis de isócronas pueden modelar tiempos de acceso, facilitando así la delimitación precisa de beneficiarios según su proximidad a la intervención.

5. Selección y preparación de bases de datos

Se procede con la recopilación y preparación de las bases de datos necesarias (como censos, registros administrativos o encuestas), asegurando su actualización y compatibilidad con los criterios de selección establecidos. Esta fase garantiza que las bases de datos utilizadas proporcionen información precisa y relevante, facilitando la identificación y segmentación eficiente de los beneficiarios.

6. Validación y tratamiento de la información

Después de la recopilación y preparación de las bases de datos (paso 5), es fundamental validar la pertinencia de la información en términos de temporalidad y nivel de agregación geográfica. Esta validación asegura que los datos sean actuales y estén adecuados a la escala territorial relevante para el proyecto.

- **Relevancia temporal:** la información debe corresponder a un período reciente que permita reflejar con precisión las condiciones actuales de la población. Si los datos están desactualizados o corresponden a otro período, podrían no captar adecuadamente la situación de los potenciales beneficiarios, lo cual afectaría la efectividad de la intervención.
- **Adecuación de la escala geográfica:** se debe evaluar si la escala geográfica en la que están agregados los datos (por ejemplo, municipio, departamento) es suficiente para la intervención. En proyectos donde se requiere detalle a nivel de localidades o pequeñas áreas, es posible que sea necesario aplicar técnicas de proyección o estimación para ajustar los datos al área específica del proyecto.
- **Técnicas de proyección y tratamiento:** si la escala geográfica no es adecuada, se pueden implementar técnicas como interpolación espacial o modelos de distribución poblacional para proyectar la información en áreas más pequeñas. Este tratamiento permite generar estimaciones más detalladas en áreas de interés específicas, garantizando que el proyecto alcance a la población objetivo con precisión.

7. Aplicación de criterios de selección de beneficiarios

Con la información ya validada y tratada, se procede a aplicar los criterios de selección definidos en el proyecto, que pueden incluir aspectos demográficos, socioeconómicos y geográficos. Este filtrado permite identificar a los beneficiarios potenciales que cumplen específicamente con los requisitos del proyecto, garantizando que los recursos lleguen de manera precisa a la población objetivo. Esta etapa es fundamental para maximizar el impacto de la intervención, asegurando que los beneficios estén alineados con los objetivos del proyecto y dirigidos a quienes pueden aprovecharlos mejor.

8. Transparencia y documentación del proceso

A lo largo de la implementación, todas las fases y decisiones son documentadas meticulosamente, registrando los métodos aplicados y los criterios utilizados en cada paso. Esta documentación no solo facilita la transparencia en la toma de decisiones, sino que también habilita el acceso público a la información, promoviendo una rendición de cuentas robusta. La transparencia generada por esta

práctica fortalece la confianza de la ciudadanía en el proceso y garantiza que la metodología sea replicable y ajustable en futuras intervenciones.

9. Monitoreo y evaluación de beneficiarios

Finalmente, se implementan indicadores específicos de seguimiento y evaluación para medir el impacto efectivo del proyecto sobre la población beneficiaria. Para garantizar una evaluación rigurosa de los efectos o transformaciones generadas por las intervenciones, es fundamental aplicar previamente una línea base, que permita caracterizar detalladamente la situación inicial de los posibles beneficiarios antes del inicio del proyecto. Esto facilitará contrastar los resultados obtenidos después de la ejecución de las intervenciones, identificando cambios concretos en indicadores clave.

Asimismo, para robustecer la evaluación y validar causalmente los impactos del proyecto, es recomendable identificar y recolectar información sobre un grupo de control, conformado por individuos u hogares ubicados fuera de las zonas definidas como áreas de influencia directa. Este grupo debe compartir características sociodemográficas y económicas similares con los beneficiarios seleccionados, lo cual permitirá realizar comparaciones válidas entre participantes y no participantes. La inclusión de un grupo de control facilita la atribución precisa de los cambios observados a las intervenciones realizadas, fortaleciendo así la credibilidad técnica de los resultados.

El monitoreo continuo basado en estos elementos metodológicos permite obtener retroalimentación constante y realizar ajustes oportunos en la implementación del proyecto, asegurando que las intervenciones sigan siendo relevantes frente a las necesidades dinámicas de la región. Este enfoque adaptativo no solo mantiene la alineación con los objetivos de desarrollo establecidos en la RMBC, sino que además garantiza una evaluación permanente sobre la eficiencia en el uso de los recursos invertidos y el impacto real de las políticas públicas.

5. Referencias

- Banco Mundial. (2014). Geographical Targeting for Poverty Alleviation. World Bank. Recuperado de: <https://bit.ly/4ifzVsS>
- Banco Mundial. (2017). *Beneficiary Assessment Manual for Social Funds*. World Bank. Recuperado de: <https://bit.ly/4bVjkYM>
- Banco Mundial. (2020). *Iterative Beneficiary Monitoring (IBM): Technical Guidance Note*. World Bank Group. Recuperado de: <https://bit.ly/4iA3wNx>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2019). *Mecanismos de focalización de los programas de transferencias monetarias en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org>
- Curcio, P. (2006). Metodología para la evaluación de políticas públicas de salud. *Politeia*, 38(49), 61-64. Recuperado de <https://www.redalyc.org>
- Departamento Nacional de Planeación - Sistema Nacional de Evaluación de Resultados de la Gestión Pública. (2012). *Informe de evaluación: resultados de la gestión pública en Colombia*. Recuperado de: <https://sinergia.dnp.gov.co/>
- Despacio & GIZ TUMI (2020). *Transporte urbano sostenible en América Latina: análisis de accesibilidad y equidad*. Recuperado de: <https://bit.ly/3XRatkX>
- Dunn, W. N. (1994). *Public Policy Analysis: An Introduction*. Prentice Hall.
- Ivalua. (2015). *Evaluaciones de impacto en políticas públicas*. Recuperado de <https://ivalua.cat>
- Millennium Challenge Corporation [MCC]. (2015). *Guidelines for Economic and Beneficiary Analysis*. MCC, United States Government. Recuperado de: <https://bit.ly/41Y3nMO>
- Smythe, I., & Blumenstock, J. (2022). *Geographic targeting with high-resolution poverty maps*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(10). Recuperado de: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9371736/>
- World Data Forum UN/WB. (2021). *Planning for equitable access to health infrastructure*. United Nations Statistics Division. Recuperado de: <https://bit.ly/4ioPVZ8>

6. Anexos

6.1. Ejemplo ilustrativo de aplicación de la metodología: Regiotram de Occidenter

Este anexo presenta un ejemplo práctico para ilustrar cómo operativizar la metodología descrita en el documento principal mediante el uso de técnicas espaciales en ArcGIS Pro, aplicado para el proyecto del Regiotram Occidente. En particular, se detalla el procedimiento paso a paso para generar áreas de servicio o isócronas, utilizando la extensión Network Analyst y herramientas de geoprocésamiento. Cabe aclarar que el presente ejemplo es ilustrativo, no constituye un análisis exhaustivo ni definitivo, y su propósito es exclusivamente demostrar cómo podrían aplicarse en la práctica los lineamientos metodológicos propuestos. De esta manera, se busca facilitar la comprensión y futura implementación de la metodología en distintos contextos y proyectos dentro de la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca (RMBC).

Estimación de potenciales beneficiarios de los proyectos de la RMBC a partir de la generación de áreas de servicio (isócronas) utilizando ArcGIS Network Analyst y herramientas de geoprocésamiento para superposición en ArcGIS Pro

Requisitos de Licenciamiento

- **Licenciamiento de ArcGIS Pro:** contar con una licencia de ArcGIS Pro estándar.
- **Usuario de ArcGIS Online:** disponer de un usuario de ArcGIS Online de la organización con las características necesarias para ejecutar la extensión Network Analyst.

1. Preparación de los Datos

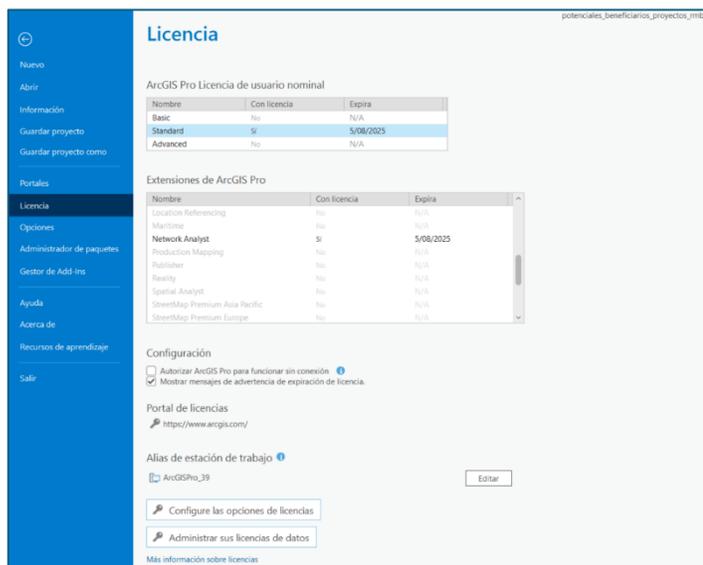
- **Georreferenciación del proyecto:** asegurarse de que el proyecto esté georreferenciado en topología de punto. Este paso previo es esencial para que las ubicaciones de los proyectos estén correctamente registradas.
- **Cargar la capa de proyectos:** verificar que la capa "Localización – Proyectos" esté correctamente cargada en un proyecto ArcGIS Pro desde la filegeodatabase, para

efecto del ejemplo, se creó la base datos potenciales_beneficiarios_proyectos_rmbc.gdb.

2. Activación de la Extensión Network Analyst

- **Activar Network Analyst:** Dirigirse a la pestaña **Project > Licensing** y asegurarse de que la extensión Network Analyst esté activada.

Imagen 1. Verificación del tipo de licencia en ArcGIS Pro.



3. Creación de una Capa de Análisis de Área de Servicio

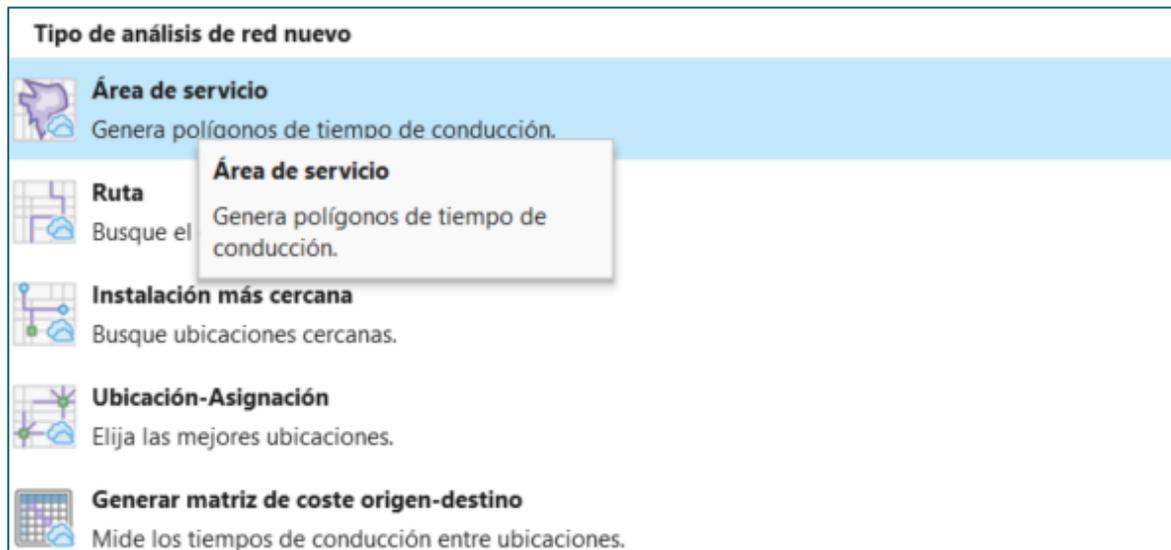
- **Crear nueva capa:** en la pestaña Analysis, seleccionar Network Analyst y luego Service Area.

Imagen 2. Menú de la pestaña de Análisis de la barra de herramientas de ArcGIS Pro.



- **Nueva área de servicio:** en el panel de Network Analyst, hacer clic en **New Service Area** para crear una nueva capa de análisis de área de servicio.

Imagen 3. Ventana de selección del tipo de análisis de red.



4. Adición de Instalaciones

- **Seleccionar Facilities:** en la ventana de Network Analyst, seleccionar la clase de entidad **Facilities**.
- **Agregar ubicaciones:** utilizar la herramienta **Add Locations** para agregar las ubicaciones de los proyectos desde la capa "Localización – Proyectos".

Imagen 4. Dataset del Área de Servicio creada y adicionada en el mapa de ArcGIS Pro y botón para importar instalaciones (Facilities)

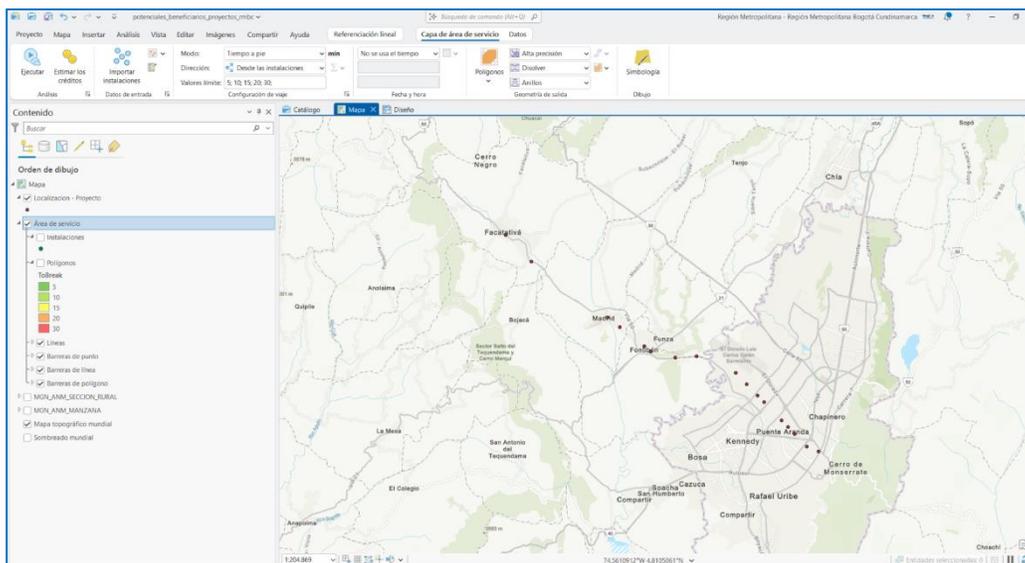


Imagen 5. Ventana para agregar una ubicación desde la capa de proyectos georreferenciados.

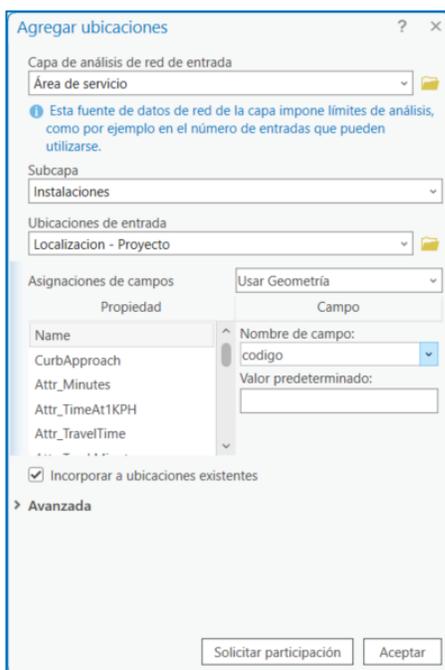
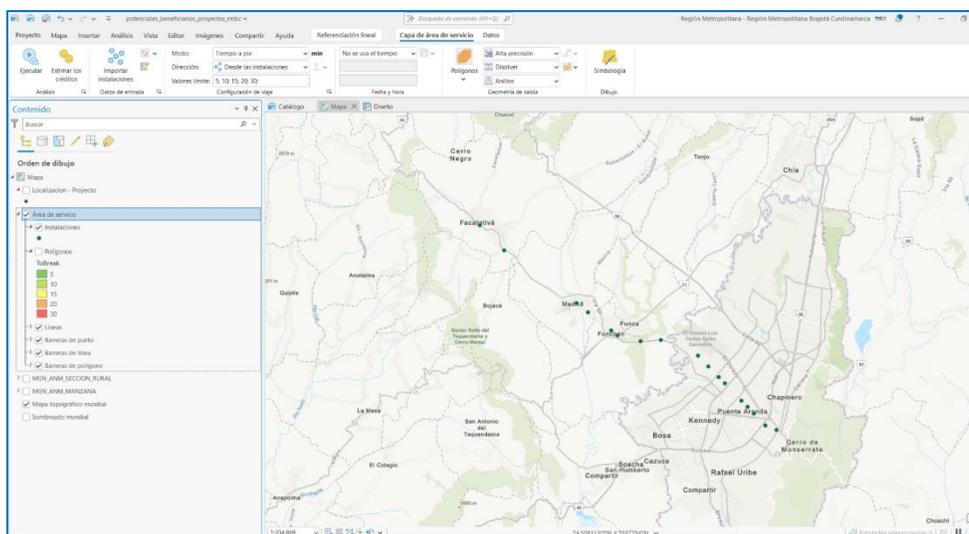


Imagen 6. Instalación agregada en el mapa de ArcGIS Pro.



5. Configuración de los Parámetros del Análisis

- **Modo de viaje:** Seleccionar **Walking time** (Tiempo a pie) como el modo de viaje.
- **Dirección del análisis:** Configurar la dirección del análisis como **From Facilities** (Desde las instalaciones).
- **Valores límite:** Establecer los valores límite para las isócronas en 5, 10, 15, 20 y 30 minutos.

Para configurar estos parámetros:

- En el panel de Network Analyst, seleccionar la capa de área de servicio creada.
- En la pestaña **Service Area** del panel de propiedades, configurar el **Travel Mode** a **Driving Time**.
- En la sección **Analysis Settings**, establecer la **Direction** a **From Facilities**.
- En la sección **Breaks**, ingresar los valores 5, 10, 15, 20 y 30 para generar las tres isócronas.

Imagen 7. Configuración de viaje en la barra de menú de Análisis de Red.

| | | |
|-----------------|-------------------------|-----|
| Modo: | Tiempo a pie | min |
| Dirección: | Desde las instalaciones | Σ |
| Valores límite: | 5; 10; 15; 20; 30; | |

Configuración de viaje

6. Ejecución del Análisis

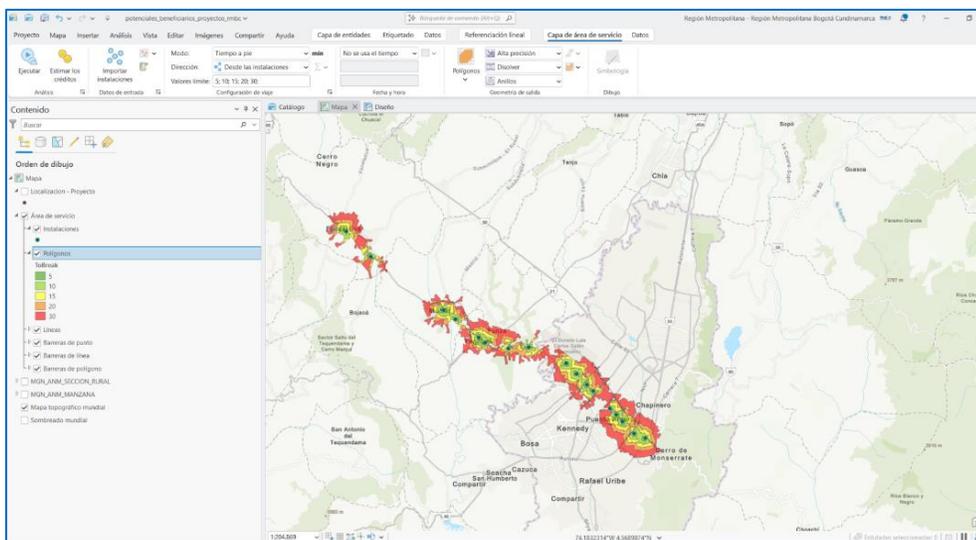
- **Ejecutar análisis:** Hacer clic en **Run** para ejecutar el análisis de área de servicio.

Imagen 8. Botón de ejecución de la herramienta de Análisis.



- **Generación de polígonos:** ArcGIS Pro generará polígonos que representan las áreas de servicio de 5, 10, 15, 20 y 30 minutos alrededor de las instalaciones seleccionadas.

Imagen 9. Polígonos generados a partir de los parámetros establecidos en la herramienta de Análisis de Red de ArcGIS Pro.

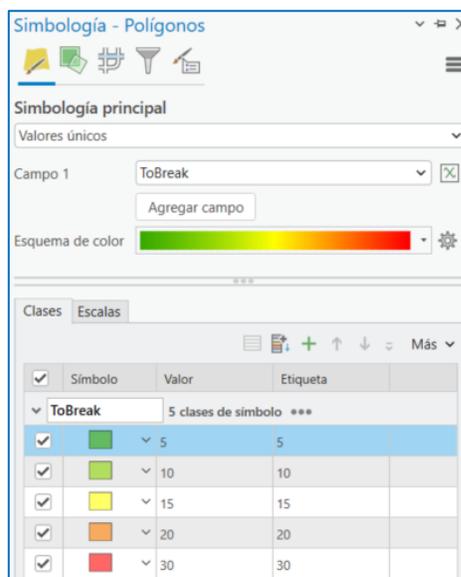


7. Visualización y Análisis de Resultados

- **Visualizar polígonos:** Los resultados aparecerán como polígonos en el mapa, mostrando las áreas accesibles dentro de los parámetros definidos.

- **Ajuste de simbología:** Ajustar la simbología de los polígonos para mejorar la visualización. Utilizar diferentes colores para cada isócrona (por ejemplo, 5 y 10 minutos en verde, 15 minutos en amarillo y naranja y rojo para 20 y 30 minutos respectivamente).

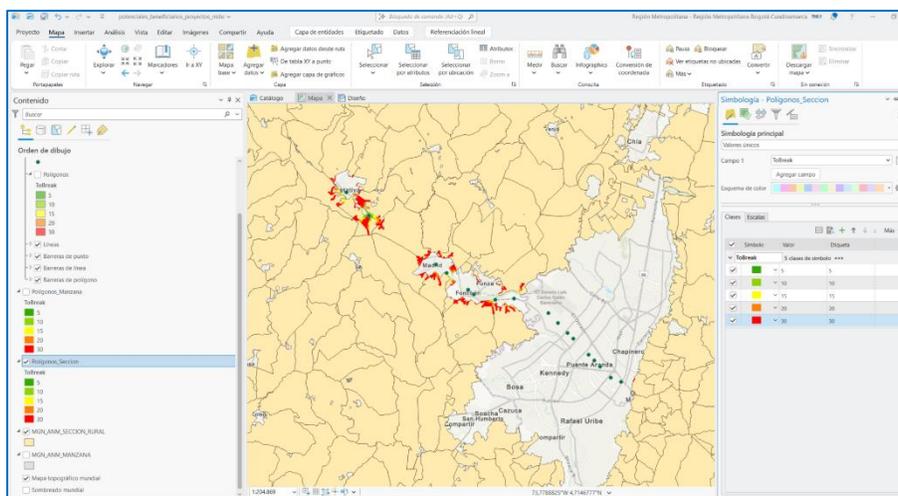
Imagen 10. Ventana de ajuste de simbología en el mapa de ArcGIS Pro.



8. Superposición de Datos y Estimación de Beneficiarios

- **Cargar capas de datos adicionales:** Cargar las capas de manzana censal urbana (**MGN_ANM_MANZANA**) y sección rural (**MGN_ANM_SECCION_RURAL**) con información integrada del censo de población y vivienda del año 2018 del DANE.

Imagen 11. Capas de manzana censal y sección rural adicionadas en el mapa de ArcGIS Pro.



- Estimación de beneficiarios:** Analizar los resultados de la superposición para estimar el número de viviendas hogares y personas, dentro de las áreas de servicio. Para esta actividad, es necesario abrir las tablas de atributos de las capas resultantes del proceso de intersección y generar un resumen por las ventanas de tiempo (5, 10, 15 y 30 minutos) que permita cuantificar los datos poblacionales.

Imagen 14. Verificación de datos generados con la intersección de las Áreas de Servicio – Isócronas con las manzanas censales.

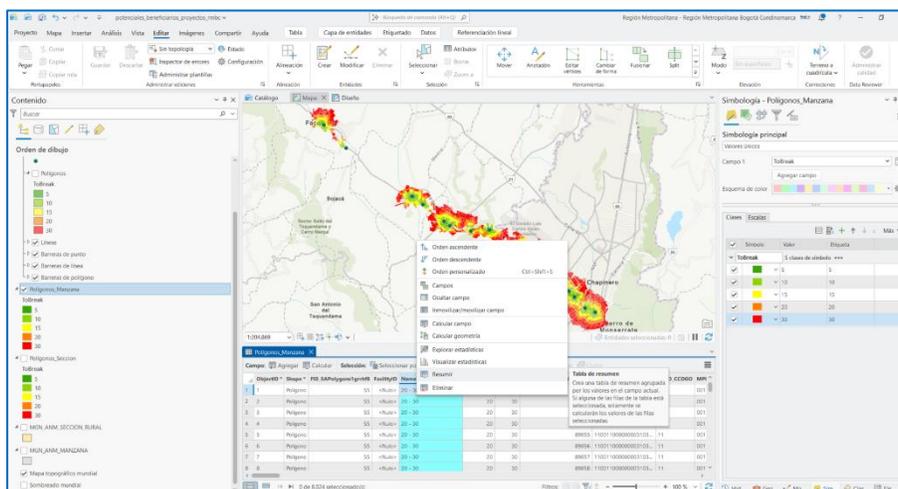
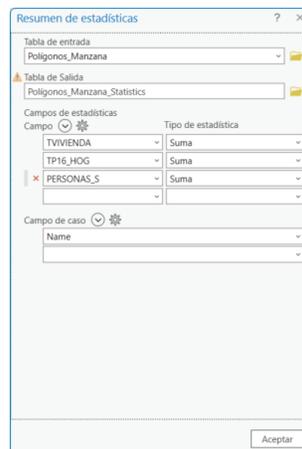


Imagen 15. Ventana para la selección de parámetros para establecer un resumen de estadísticas en ArcGIS Pro.



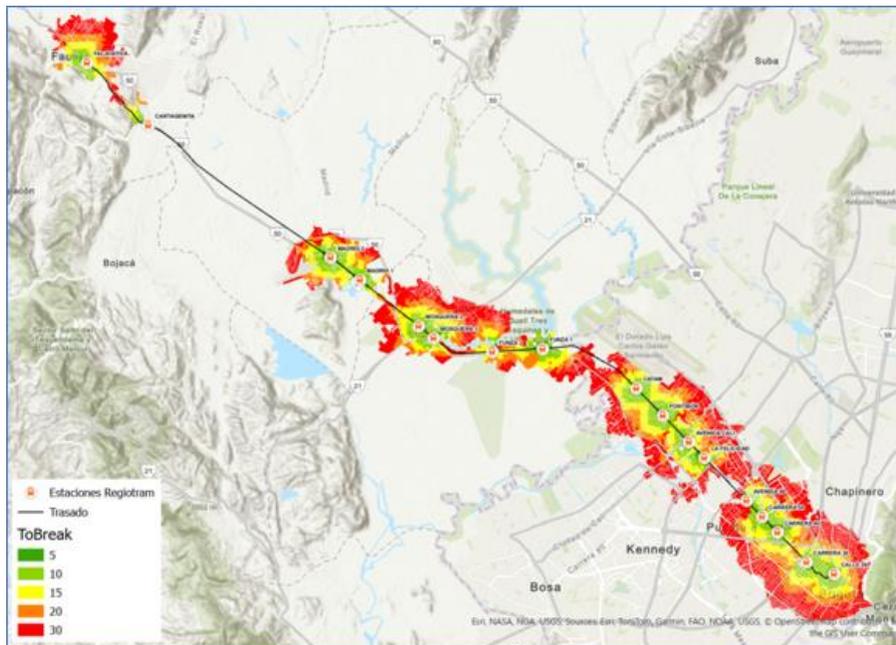
Análisis de Resultados: Proyecto del Regiotram de Occidente

Zona urbana.

Una vez realizado el proceso de generación de áreas de servicio (isócronas) y la superposición con la capa de manzana censal, se obtuvieron los siguientes resultados para la estimación general de posibles beneficiarios del proyecto del Regiotram de Occidente:

| Área de servicio - isócrona | Número de manzanas | Viviendas | Hogares | Personas |
|-----------------------------|--------------------|-----------|---------|----------|
| 0 - 5 minutos | 351 | 29.163 | 27.611 | 76.728 |
| 5 - 10 minutos | 1.613 | 117.406 | 112.297 | 312.914 |
| 10 - 15 minutos | 1.847 | 107.095 | 101.601 | 282.140 |
| 15 - 20 minutos | 3.032 | 169.523 | 161.914 | 447.768 |
| 20 - 30 minutos | 1.181 | 91.060 | 86.961 | 242.291 |

Imagen 16. Mapa de manzanas censales a 5, 10, 15, 20 30 minutos del proyecto del Regiotram de Occidente.



Análisis detallado.

- **Área de Servicio de 0 a 5 Minutos:**

- Número de Manzanas: 351
- Viviendas: 29.163
- Hogares: 27.611
- Personas: 76.728

En la zona más cercana, correspondiente a un radio de cinco (5) minutos a pie, se observa una alta densidad de viviendas, hogares y personas, lo que indica que el proyecto beneficiará directamente a una población considerable. La proximidad del proyecto a estas viviendas no solo optimiza el acceso al sistema de transporte, sino que también mejora la conectividad de los residentes con otros servicios públicos esenciales. Este acceso cercano a los paraderos tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de la población, al facilitar el desplazamiento y mejorar la integración de la zona con el resto del territorio.

- **Área de Servicio de 5 a 10 Minutos:**

- Número de Manzanas: 1.613
- Viviendas: 117.406
- Hogares: 112.297
- Personas: 312.914

En el área correspondiente a un radio de diez (10) minutos a pie, se observa un aumento significativo en el número de viviendas, hogares y personas en comparación con la zona de menos de cinco (5) minutos. Este incremento indica

que el proyecto beneficiará a una población aún mayor, lo que refuerza su impacto en la mejora de la accesibilidad. La alta densidad de viviendas y habitantes en esta zona refleja una urbanización extensa, con una concentración considerable de hogares que se verán favorecidos con la construcción de las estaciones. La cercanía a los paraderos permitirá un acceso más eficiente al transporte público, mejorando significativamente la conectividad de esta área y elevando la calidad de vida de los residentes.

- **Área de Servicio de 10 a 15 Minutos:**

- Número de Manzanas: 1.847
- Viviendas: 107.095
- Hogares: 101.601
- Personas: 282.140

En el área correspondiente a un radio de quince (15) minutos a pie, aunque el número de manzanas aumenta ligeramente, se observa una disminución en el número de viviendas, hogares y personas en comparación con las zonas de cinco (5) a diez (10) minutos. Esto podría reflejar una menor densidad poblacional y un grado de urbanización más disperso. Sin embargo, el proyecto sigue beneficiando a una población significativa en este sector, al mejorar la accesibilidad y reducir los tiempos de desplazamiento. El acceso a los paraderos dentro de este radio permitirá una mayor integración de esta zona menos densamente poblada con el sistema de transporte, mejorando la conectividad y la calidad de vida de los residentes.

- **Área de Servicio de 15 a 20 Minutos:**

- Número de Manzanas: 3.032
- Viviendas: 169.523
- Hogares: 161.914
- Personas: 447.768

En el área correspondiente a un radio de veinte (20) minutos a pie, se observa un incremento significativo en el número de manzanas, viviendas, hogares y personas, lo que sugiere que el proyecto tendrá un impacto positivo sobre una población considerable. La elevada densidad habitacional refleja una urbanización consolidada, con una gran cantidad de hogares que se verán beneficiados directamente con la construcción de las estaciones. Además, la proximidad del proyecto a estas viviendas no solo mejora el acceso al sistema de transporte, sino que también contribuye a reducir los tiempos de desplazamiento. Esto, a su vez, mejoraría sustancialmente la calidad de vida de los residentes, facilitando su conexión con otros servicios esenciales.

- **Área de Servicio de 20 a 30 Minutos:**

- Número de Manzanas: 1.181
- Viviendas: 91.060
- Hogares: 86.961
- Personas: 242.291

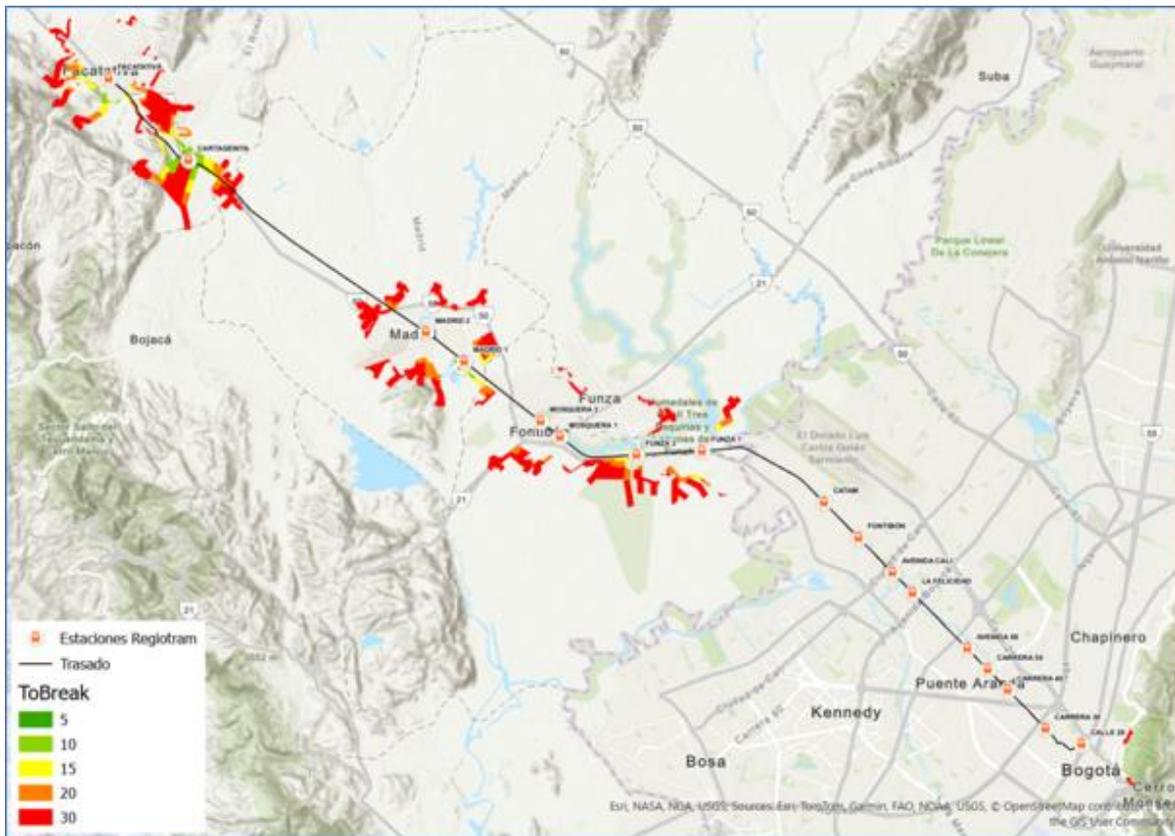
En el área correspondiente a un radio de treinta (30) minutos a pie, se evidencia una disminución en el número de manzanas, viviendas, hogares y personas en comparación con la zona comprendida entre los 15 y 20 minutos de caminata. Esto podría reflejar una menor densidad poblacional y un grado de urbanización menos consolidado. Sin embargo, el proyecto sigue beneficiando a una población significativa en este sector. A pesar de la menor urbanización en la zona, la cercanía del proyecto mejora el acceso a servicios esenciales y contribuye a la reducción de los tiempos de desplazamiento. Esto puede tener un efecto positivo en la calidad de vida de los residentes, al facilitar su movilidad y el acceso a recursos clave, como el transporte público.

Zona rural.

Una vez realizado el proceso de generación de áreas de servicio (isócronas) y la superposición con la capa de sección rural, se obtuvieron los siguientes resultados para la estimación general de posibles beneficiarios del proyecto del Regiotram de Occidente:

| Área de servicio - Isócrona | Número de secciones rurales | Viviendas | Hogares | Personas |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------|---------|----------|
| 0 - 5 minutos | 1 | 219 | 205 | 610 |
| 5 - 10 minutos | 5 | 889 | 749 | 2.234 |
| 10 - 15 minutos | 8 | 1.219 | 1.038 | 3.122 |
| 15 - 20 minutos | 10 | 1.489 | 1.243 | 3.766 |
| 20 - 30 minutos | 20 | 3.464 | 2.986 | 8.740 |

Imagen 17. Mapa de secciones rurales a 5, 10, 15, 20 y 30 minutos del proyecto del Regiotram de Occidente.



Análisis Detallado

- **Área de Servicio de 0 a 5 Minutos:**

- Número de Secciones Rurales: 1
- Viviendas: 219
- Hogares: 205
- Personas: 610

En esta área de servicio se observa una densidad moderada de viviendas, hogares y personas, lo que indica que el proyecto beneficiará directamente a una población relativamente reducida en un radio de cinco (5) minutos a pie. La baja densidad sugiere una menor concentración de viviendas rurales en comparación con otras áreas de servicio en la zona rural. Esto podría indicar que el proyecto tiene un

carácter más urbano, con un impacto moderado en el entorno rural. No obstante, se resalta positivamente el acceso al servicio de transporte.

- **Área de Servicio de 5 a 10 Minutos:**

- Número de Secciones Rurales: 5
- Viviendas: 889
- Hogares: 749
- Personas: 2.234

En esta área de servicio se observa un aumento en la densidad de viviendas, hogares y personas en comparación con la zona de 0 a 5 minutos, lo que indica que el proyecto beneficiará a una población mayor en un radio de hasta diez (10) minutos a pie. Esta densidad sugiere un nivel de urbanización moderado en relación con otras áreas de servicio dentro de la zona rural.

- **Área de Servicio de 10 a 15 Minutos:**

- Número de Secciones Rurales: 8
- Viviendas: 1.219
- Hogares: 1.038
- Personas: 3.122

En esta área de servicio se observa una densidad significativa de viviendas, hogares y personas, lo que indica que el proyecto beneficiará directamente a una población considerable en un radio de quince (15) minutos a pie. Esta concentración sugiere una tendencia creciente de urbanización en comparación con las demás áreas de servicio en la zona rural.

- **Área de Servicio de 15 a 20 Minutos:**

- Número de Secciones Rurales: 10

- Viviendas: 1.489
- Hogares: 1.243
- Personas: 3.766

En esta área de servicio se observa un notable incremento en la densidad de viviendas, hogares y personas, lo que sugiere que el proyecto tendrá un impacto positivo en una población considerable dentro de un radio de veinte (20) minutos a pie. Esta densidad refleja una urbanización ya consolidada en comparación con las demás áreas de servicio de la zona rural.

- **Área de Servicio de 20 a 30 Minutos:**

- Número de Secciones Rurales: 20
- Viviendas: 3.464
- Hogares: 2.986
- Personas: 8.740

En esta área de servicio se observa una disminución en la densidad de viviendas, hogares y personas en comparación con la zona comprendida entre los 15 y 20 minutos, lo que podría reflejar una menor urbanización y densidad poblacional. No obstante, el proyecto continúa beneficiando a una población significativa dentro de un radio de treinta (30) minutos a pie. Esta menor concentración de población sugiere una urbanización menos consolidada en relación con las demás áreas de servicio de la zona rural.

Conclusiones

Impacto Directo

- **Área Urbana (0 – 10 minutos):** las áreas de servicio más cercanas muestran un impacto directo en una población considerable, con más de 390.000 personas beneficiadas. La alta densidad en esta zona refleja una urbanización extensa y una concentración considerable de hogares que se verán favorecidos con la construcción de las estaciones. El acceso a los paraderos en este rango refuerza la

conectividad de esta área, mejorando la integración del sistema de transporte y facilitando la movilidad de los residentes.

- **Área Rural (0 - 10 minutos):** En el radio de cero (0) a diez (10) minutos a pie, el proyecto beneficiará a más de 2.800 personas. En la zona más cercana (0 a 5 minutos), la urbanización es limitada, pero el acceso al transporte mejora la conectividad. Al ampliarse el radio (5 a 10 minutos), la densidad y la urbanización aumentan, lo que refuerza la integración con los paraderos y facilita el acceso al transporte, reduciendo así los tiempos de desplazamiento.

Impacto Ampliado

- **Área Urbana (10 - 20 minutos):** En la zona urbana, el proyecto beneficiará a más de 700.000 personas en un radio de hasta veinte (20) minutos a pie. Aunque en el área de quince minutos la urbanización es más dispersa, el acceso a los paraderos mejora la conectividad y reduce los tiempos de desplazamiento. En el radio de veinte minutos, la mayor densidad habitacional refleja una urbanización consolidada, donde el impacto del proyecto será directo y significativo al facilitar el acceso al transporte público y mejorar la calidad de vida de los residentes.
- **Área Rural (10 - 20 minutos):** En la zona rural, el proyecto impactará a unas 6.800 personas en un radio de diez (10) a veinte (20) minutos a pie. En este tramo, se observa una creciente densidad poblacional que refleja una transición hacia una urbanización más consolidada. Esto refuerza el papel del proyecto en mejorar la movilidad y el acceso al transporte público, conectando de forma efectiva a los residentes rurales con los paraderos planificados.

Impacto Extenso

- **Área Urbana (20 - 30 minutos):** En la zona urbana, dentro del radio de treinta (30) minutos a pie, el proyecto tendrá un impacto ampliado sobre más de 240.000 personas. Aunque esta área presenta una menor densidad poblacional y una

urbanización menos consolidada que los anillos interiores, la cercanía a los paraderos sigue mejorando la movilidad, facilita el acceso al transporte público y contribuye a una mejor calidad de vida al reducir los tiempos de desplazamiento.

- **Área Rural (20 - 30 minutos):** En la zona rural, en un radio de treinta (30) minutos a pie, el proyecto tendrá un impacto ampliado sobre más de 8.700 personas. Aunque se observa una disminución en la densidad de viviendas y personas en comparación con las zonas de quince (15) a veinte (20) minutos, la población en esta área se beneficiará del acceso a los paraderos del proyecto. A pesar de ser un entorno menos urbanizado, el sistema de transporte propuesto desempeña un papel crucial como conector territorial, ofreciendo alternativas de movilidad para sectores más aislados y con menor consolidación urbana.