



APOYO A LA IMPLEMENTACIÓN Y LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN LA REPÚBLICA DOMINICANA Y DEL PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE DEL GRAN SANTO DOMINGO - AIPMUS

DISEÑO DEL PLAN VIAL DEL GRAN SANTO DOMINGO Y SU INTEGRACIÓN INSTITUCIONAL. AIPMUSRD – 4.1

INFORME

INFORME AMBIENTAL Y SOCIAL

Fecha: Marzo de 2024



Autores: Orduna M y equipo de especialistas.

Este documento fue elaborado con fondos de donación de la Unión Europea (UE), administrados por la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD). Las opiniones expresadas aquí son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan la opinión oficial de la UE o de la AFD.

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción.....	5
1.1	Proyecto AIPMUS 4.1	5
1.2	Alcance y estructura del documento	5
1.3	Modelo estratégico.....	6
2	Análisis social.....	9
2.1	Evolución de la población	14
2.2	Índice de Empoderamiento Humano	19
2.3	Empleo	20
2.4	Educación.....	21
2.5	Identificación de asentamientos informales o tugurios.....	23
2.6	Hábitos de movilidad.....	24
2.7	Género y movilidad	25
2.8	Impactos sociales previsibles del Plan.....	28
2.9	Recomendaciones para optimizar el análisis social	30
3	Análisis ambiental	32
3.1	Caracterización de la situación ambiental actual.....	32
3.1.1	Relieve y geología	33
3.1.2	Clima.....	33
3.1.3	Recursos hídricos.....	34
3.1.4	Zonas protegidas o sensibles	40
3.2	Efectos medioambientales previsibles del Plan	43
3.2.1	Impactos ambientales previsibles del Plan	43
3.2.2	Estimación de emisiones de gases contaminantes.....	47
3.3	Medidas previstas para prevenir, reducir y mitigar los impactos negativos del Plan	53
3.4	Seguimiento ambiental del Plan.....	54
4	Indicadores sociales y ambientales	56

ACRÓNIMOS

ADN	Alcaldía del Distrito Nacional
AIPMUS	Apoyo a la Implementación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo
AMC	Análisis Multicriterio
APORDOM	Autoridad Portuaria Dominicana
ASDE	Alcaldía Municipal de Santo Domingo Este
ASDN	Alcaldía Municipal de Santo Domingo Norte
ASDO	Alcaldía Municipal de Santo Domingo Oeste
BAU	Business as usual
DIGESETT	Dirección General de Seguridad de Tránsito y Transporte Terrestre.
DGII	Dirección General de Impuestos Internos
DN	Distrito Nacional
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GSD	Gran Santo Domingo
INTRANT	Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre
MEPYD	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo
MIMARENA	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MYC	MobiliseYourCity
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONE	Oficina Nacional de Estadística
PEI	Plan de Estrategia Institucional
PMOT	Plan Municipal de Ordenamiento Territorial
PMUS	Plan de Movilidad Urbano Sostenible

POT	Plan de Ordenamiento Territorial
SDE	Santo Domingo Este
SDO	Santo Domingo Oeste
SDN	Santo Domingo Norte
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
SNOT	Sistema Nacional de Ordenamiento Territorial
TdR	Términos de Referencia
ZAR	Zona de Acceso Restringido para camiones
ZAT	Zona de Análisis de Transporte



1 INTRODUCCIÓN

1.1 Proyecto AIPMUS 4.1

El presente documento contiene el segundo entregable técnico de la prestación de apoyo para la implementación y la gestión de un programa de movilidad urbana sostenible en la República Dominicana y del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) del Gran Santo Domingo – Proyecto AIPMUS 4.1, financiado con fondos de la Unión Europea a través del Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT) de la República Dominicana.

En este caso a partir de la firma del contrato CT-006-2022, celebrado entre el INTRANT y la empresa AC&A S.A., se diseñará el Plan vial del Gran Santo Domingo y su Integración Institucional, cuyo objeto incluye desarrollar mecanismos de gobernabilidad a nivel regional, así como una visión de mejoramiento de la relación entre el puerto y la ciudad.

1.2 Alcance y estructura del documento

En el presente apartado se procederá a caracterizar el área de estudio desde la perspectiva social y ambiental. Este informe, contribuirá a enriquecer el Plan Vial entendiendo los impactos que tienen los proyectos presentados más allá de los criterios estrictos de movilidad.

El análisis social se estructurará en tres partes, a saber: i) el enfoque conceptual con el que se aborda la problemática de la movilidad desde el punto de vista social; ii) la caracterización socioeconómica general del área de estudio, a fin de contar con un punto de partida de la situación actual; y iii) los contenidos que se incluirán en el próximo informe, sujetos a disponibilidad de información.

En el análisis ambiental se desarrollarán el marco histórico, la evolución, y situación actual de las zonas ambientales protegidas y los recursos hídricos relevantes en el área de estudio. Luego, se presentará la metodología para el cálculo de emisiones contaminantes.

Por último, el informe contendrá las mejoras metodológicas propuestas al análisis multicriterio a fin de contar con una herramienta de priorización de proyectos más holística tanto en aspectos ambientales como sociales. El objetivo de este punto es el de relacionar y cuantificar dichos aspectos con cada uno de los proyectos que componen el banco de proyectos.

1.3 Modelo estratégico

Según el informe anterior, el proceso de planificación para el diseño de este plan vial se basa en definir una serie de alternativas para conocer la interacción de la oferta y la demanda con y sin proyecto, para luego analizar las ventajas y desventajas de cada proyecto y, mediante un análisis multicriterio, priorizar aquellos proyectos que ofrezcan las mejores combinaciones de mejora económica, social y ambiental a la población del Gran Santo Domingo.

Este proceso se esquematiza en la siguiente figura en la cual se destacan los siguientes pasos:

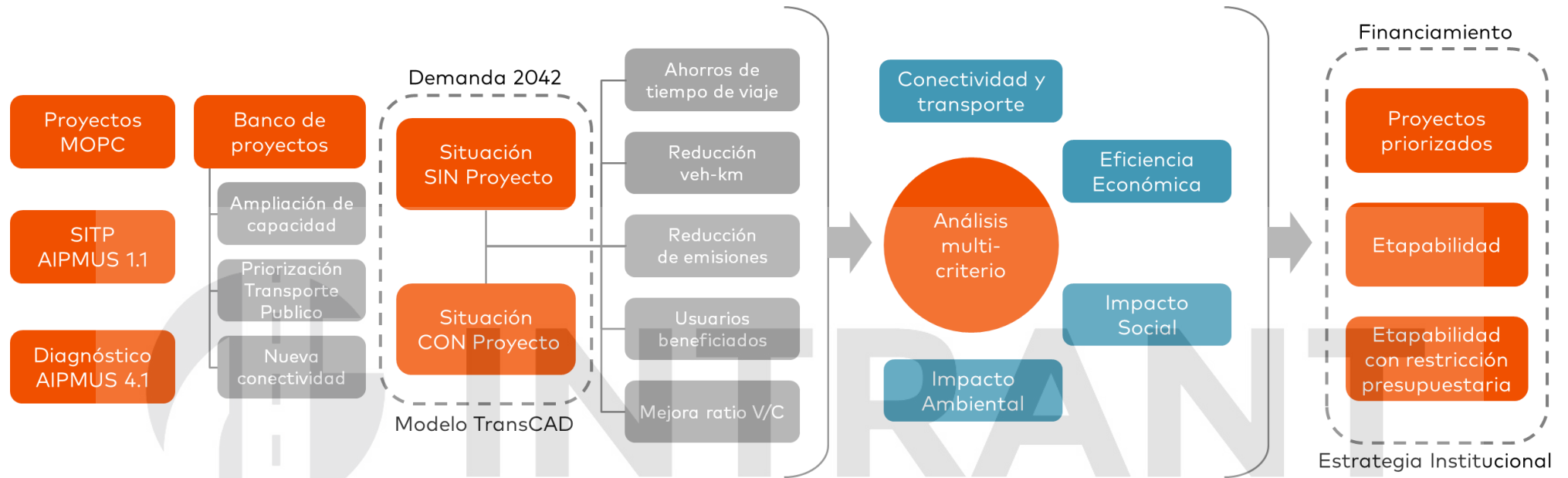
1. Situación actual, incluye las conclusiones del diagnóstico de este Proyecto (AIPMUS 4.1), la propuesta del diseño conceptual del SITP del proyecto AIPMUS 1.1 y los proyectos que ya se encuentran en ejecución por parte del MOPC.
2. Definición de un banco de proyectos para la ampliación de capacidad, la generación de nuevas conectividades y el reordenamiento de vialidades actuales orientado a la priorización del transporte público
3. La simulación de la situación sin proyecto (o Alternativa 0) y de la situación con proyecto (banco de proyectos) con la demanda futura y obtener resultados del modelo como ser ahorros de tiempo de viaje, reducción de veh-km y emisiones, los usuarios beneficiados y mejoras en la relación volumen-capacidad.
4. Realizar un análisis multicriterio para priorizar los proyectos que conforman el banco de proyectos en función de criterios o dimensiones del tipo económico, de eficiencia del transporte, de impacto ambiental, de impacto social y de índole institucional.
5. A partir del banco priorizado, se formulará una etapabilidad de proyectos, también conocidas como planes plurianuales de inversión, adelantando aquellos que por congestión de la red o por la etapabilidad definida en el SITP corresponda que se ejecuten con antelación.
6. Finalmente, a partir de los planes plurianuales óptimos para la red, de las posibles restricciones presupuestarias y del financiamiento disponible, se analizarán escenarios de restricción presupuestaria. Estos escenarios serán definidos en la etapa final con el INTRANT y el MOPC, pudiendo ser de montos específicos o de porcentajes (50% o 25%) sobre el escenario óptimo.

En el presente informe se analizan los impactos ambientales y sociales, por lo que la priorización (paso 4), la etapabilidad (paso 5) y los escenarios de restricción presupuestaria (paso 6), serán parte del Informe Final, el cual incluirá un resumen ejecutivo, las fichas por proyecto con los puntajes obtenidos y esquema institucional propuesto para definir el perfil de los equipos de trabajo necesarios para llevar a cabo el plan vial.

La siguiente figura presenta en modo esquemático el modelo estratégico propuesto para analizar, priorizar y etapabilizar los proyectos que formarán parte de este Plan Vial del GSD.



Ilustración 1. Esquema conceptual. Modelo Estratégico



Fuente: Elaboración propia.

2 ANÁLISIS SOCIAL

El enfoque sobre el que se basa el presente análisis social refiere al objetivo último que debe perseguir cualquier proyecto de transporte, como es en este caso la mejora de la conectividad vial del Gran Santo Domingo. En las últimas décadas hemos asistido a un cambio de paradigma en la evaluación de los proyectos de transporte, que va del foco en la eficiencia al foco en la accesibilidad, y ha traído conceptos ineludibles a la hora de priorizar inversiones en la materia. Los principales organismos internacionales y bancos de desarrollo han incorporado estos elementos en sus metodologías.

Este cambio se ve reflejado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, los cuales identifican el acceso como un objetivo fundamental para el desarrollo humano futuro (ONU, 2015). El Objetivo 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) tiende a "proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos [...] con especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad" para 2030 (ONU, 2015). Los propósitos de la Nueva Agenda Urbana de las Naciones Unidas también subrayan la fomentación de un acceso justo, especialmente para comunidades urbanas periféricas y de bajos recursos, al transporte sostenible que posibilite la participación en actividades sociales y económicas (ONU-Habitat, 2017)

Una forma desde la cual comprender este cambio de paradigma es la de la teoría de la exclusión social asociada al transporte. La exclusión social no es un concepto que ostente una única definición, pero refiere generalmente a situaciones en las que grupos o individuos no pueden participar de forma plena de las actividades de una sociedad, ya sean económicas, sociales o políticas, lo cual redundaría en una disminución de la calidad de vida y de las oportunidades. El transporte, en la medida en que es -casi siempre- una demanda derivada, es un catalizador u obturador privilegiado del acceso a las oportunidades de individuos o grupos.

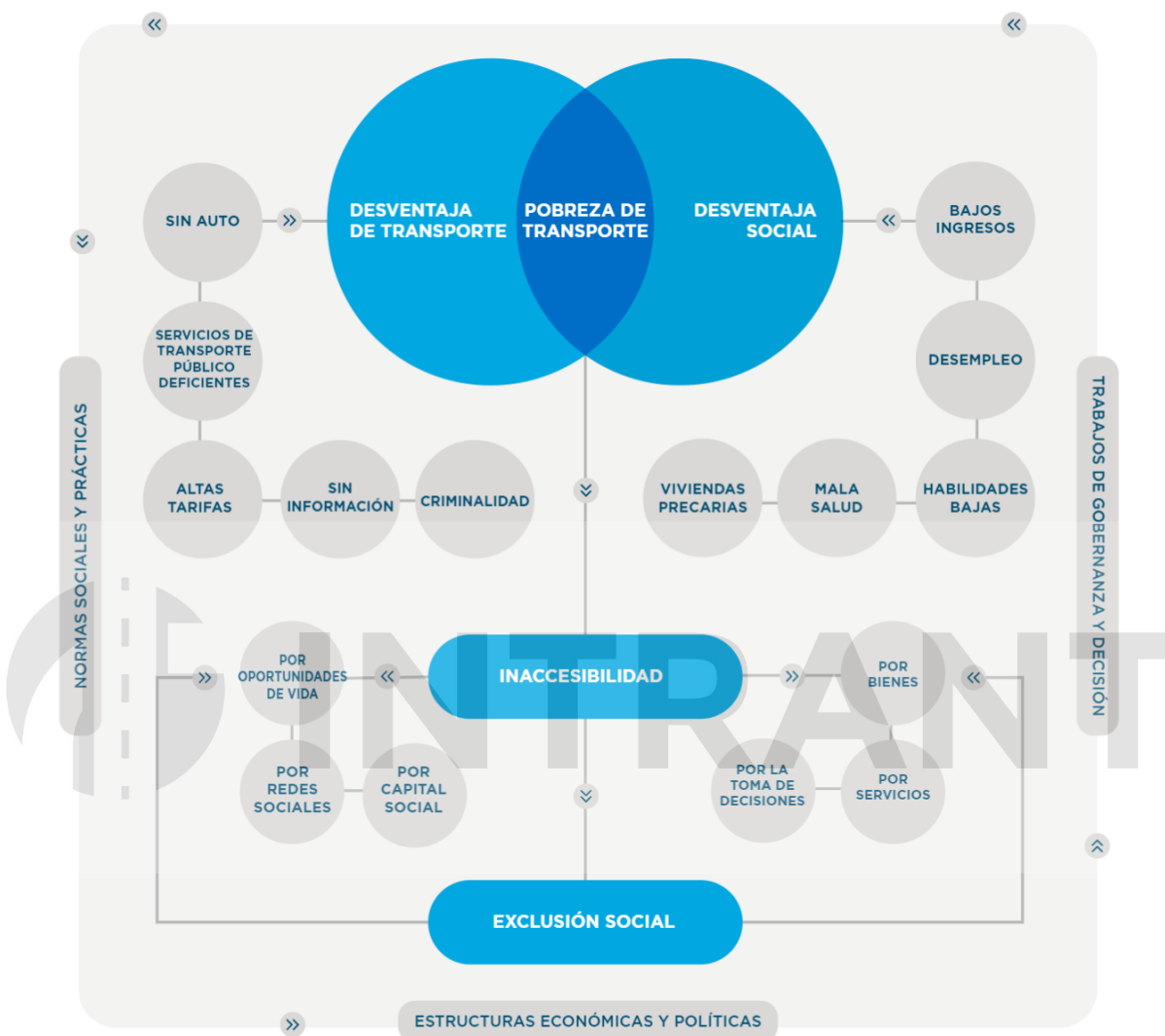
Dentro del ámbito del transporte, el término accesibilidad se describe como la habilidad de una persona para llegar a actividades potenciales (Hansen, 1959). Puede emplearse como un indicador para medir en qué medida un sistema de transporte facilita la llegada a las oportunidades disponibles, o, por el contrario, contribuye a la exclusión social o la empeora.

La pobreza de transporte, según Lucas et al. (2016) se verifica con la existencia de al menos una de las siguientes condiciones:

- Las opciones de transporte no son aptas para las condiciones físicas o aptitudes de los individuos.
- Pobreza de movilidad: las opciones disponibles de transporte no llegan a destinos relevantes o clave, como empleo, educación, compras o salud, los cuales son fundamentales para satisfacer las necesidades básicas de un individuo y mantener una calidad de vida decente.
- Inasequibilidad: El gasto en transporte deja poco ingreso residual para otras necesidades básicas.
- Pobreza de accesibilidad: La cantidad de tiempo que se consume en transporte para realizar actividades diarias deja al individuo o al hogar con poco tiempo para realizar otras actividades, llevando a pobreza de tiempo o aislamiento social.
- La mayoría de las opciones disponibles para transportarse son peligrosas o insalubres, o los individuos están expuestos de manera desproporcionada a externalidades negativas del transporte.



Ilustración 2. Relación desventaja de transporte, desventaja social y exclusión



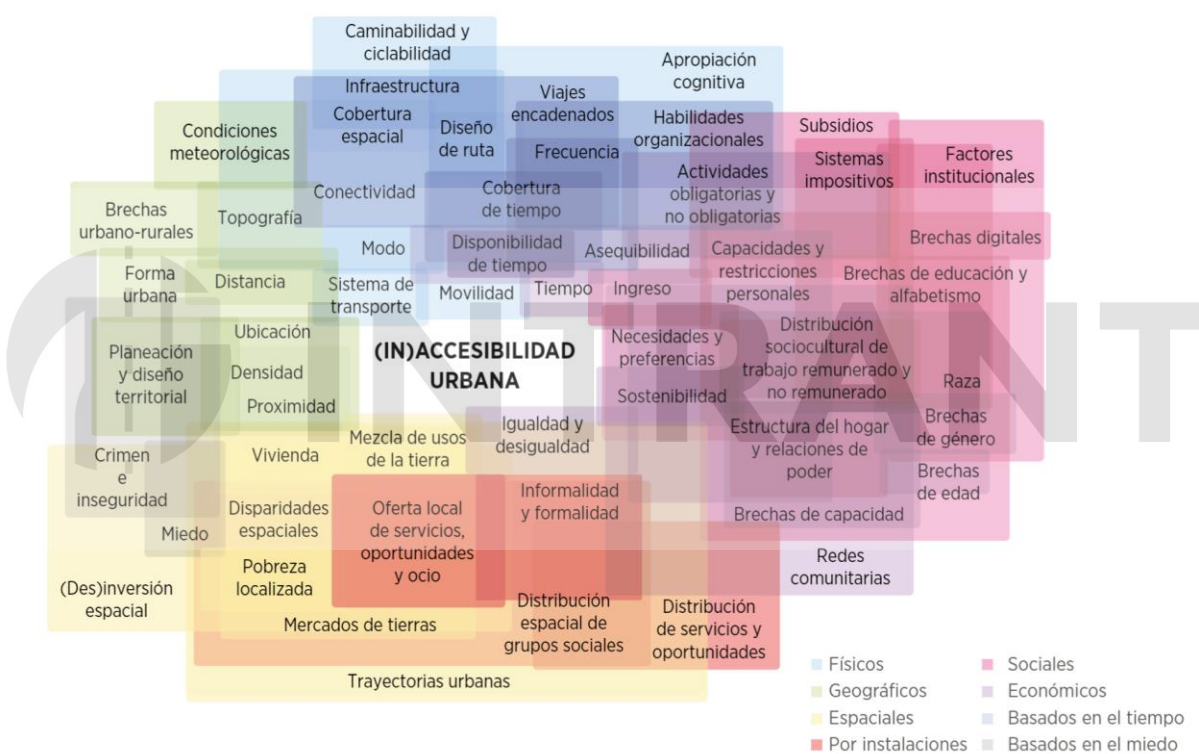
Fuente: BID, 2022.

El concepto de accesibilidad es un concepto amplio, que implica necesariamente una mirada interseccional, ya que múltiples dimensiones, de índole social e individual, se intersectan para construir el nivel de accesibilidad de un individuo o grupo. En la planificación del transporte es preciso contemplar todas las dimensiones posibles. Si el objetivo último del transporte es proveer mayor

¹ Scholl, L. et al (eds). Transporte para el desarrollo inclusivo: un camino para América Latina y el Caribe. BID, 2022.

accesibilidad y, por tanto, mejor calidad de vida, deben incluirse aspectos de orden físico, tanto del sistema de transporte como del entorno construido; geográfico, como la distribución de orígenes y destinos en una ciudad; económico, como el costo de trasladarse en los distintos modos disponibles; de tiempo, relacionada con las actividades de cuidado; relacionados con la inseguridad y su afectación diferencial según la pertenencia a distintos grupos sociales; digital, evidenciando los distintos niveles de acceso a las TICs. A continuación, se puede ver en forma de diagrama este carácter multidimensional de la accesibilidad.

Ilustración 3. Dimensiones de la accesibilidad urbana.



Fuente: BID, 2022².

Desde el punto de vista del presente Plan, no quiere decir que necesariamente se evalúen todos los aspectos mencionados, pero sí deben considerarse aquellos sobre los que se disponga de información y los que estén dentro del alcance de los proyectos propuestos. En este sentido, se considera pertinente ampliar el enfoque

² Scholl, L. et al (eds). Transporte para el desarrollo inclusivo: un camino para América Latina y el Caribe. BID, 2022.

propuesto en los Términos de Referencia de la presente consultoría. En dichos términos se contempla el impacto social desde el punto de vista de las posibles afectaciones a las poblaciones vulnerables del GSD, por ejemplo en el caso de reasentamientos involuntarios que pueda implicar un proyecto. Este es un aspecto fundamental del análisis social, pero no el único. Es clave incluir asimismo un análisis de los impactos distributivos de los proyectos; en otras palabras, cómo se distribuyen entre los distintos grupos sociales los beneficios y las cargas del sistema de transporte metropolitano en su conjunto y cómo cada proyecto contribuye a redistribuir o reforzar dichas cargas y beneficios.

Este aspecto puede pensarse en el marco de tres principios fundamentales para evaluar intervenciones (en Lucas et al, 2019): 1. Igualdad, o una distribución equitativa de los beneficios de un proyecto; 2. No dañar, o que si bien un proyecto puede beneficiar a una población determinada, no debe perjudicar a otros grupos; y 3. Ecuilibración, o que los proyectos contribuyan a distribuir más equitativamente los beneficios a nivel societal. Siguiendo estos principios, es clave que las inversiones en infraestructura y servicios de transporte atiendan las brechas existentes en términos de movilidad y accesibilidad para los grupos más desfavorecidos, favoreciendo la inclusión social y mitigando los impactos negativos del transporte, como la contaminación de todo tipo y la inseguridad vial.

En virtud del enfoque expuesto, se caracterizará el área de estudio y luego se avanzará en los aspectos metodológicos que incorporarán la perspectiva de inclusión en la evaluación de los proyectos propuestos por el presente Plan, cuyos resultados se incorporarán en el siguiente informe.

1.2. Caracterización general del área

El Gran Santo Domingo (GSD) tiene una estructura urbana de carácter metropolitano constituido por la ciudad capital de Santo Domingo y su conurbanización hacia las provincias aledañas. Este proceso de urbanización rápido y desordenado originó repercusiones en la población que se encuentra asentada en zonas de riesgo natural, como lechos de ríos, zonas de pendientes altas, de suelos frágiles o marginales (Gómez de Travesedo, N. y Saenz, 2009) que produce una degradación funcional y social además de la marginación de las poblaciones (Villalón, 2019).

La República Dominicana es uno de los países de Latinoamérica y el Caribe que cuenta con niveles medios de pobreza donde la población no alcanza a cubrir sus necesidades básicas (Gómez de Travesedo, N. y Saenz, 2009), especialmente en las grandes ciudades como Santo Domingo que carece de planificación urbanística

y presenta una cantidad significativa de tugurios o barrios marginales. Si bien Santo Domingo y en particular el Distrito Nacional presentan las tasas más bajas de hogares pobres en el país (BOLETÍN DE ESTADÍSTICAS OFICIALES DE POBREZA MONETARIA, 2022) con el 34% es indudable la alta concentración de hogares pobres en bolsones de pobreza urbanos.

Con base en el IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 (ONE, 2012) se atenderá las características demográficas básicas y el estado de las viviendas de la Provincia de Santo Domingo. Cabe aclarar que la información censal está por el momento disponible únicamente a nivel de municipio, por lo cual servirá para pintar el panorama general, pero será preciso avanzar en una territorialización de menor escala. Además, aún no están publicados los datos del Censo 2022, que recoge la información más actualizada. Sería recomendable que, al momento de la publicación, se verifiquen lo descrito en este apartado a la luz de los nuevos datos.

A modo general, la pobreza es mayor en los hogares bajo responsabilidad femenina, en la población infantil y en los adultos mayores. La población vulnerable se caracteriza por bajos niveles de escolaridad, menor participación en el mercado laboral, bajos niveles salariales, bajos niveles de consumo, bajo acceso a los servicios públicos, educación, salud y seguridad social. En virtud de lo expuesto a nivel conceptual, es claro como los proyectos de transporte pueden tener un efecto positivo en esta población si se priorizan sus necesidades, ya que pueden aumentar la accesibilidad física, la asequibilidad y el acceso a las oportunidades urbanas necesarias para vivir una vida digna.

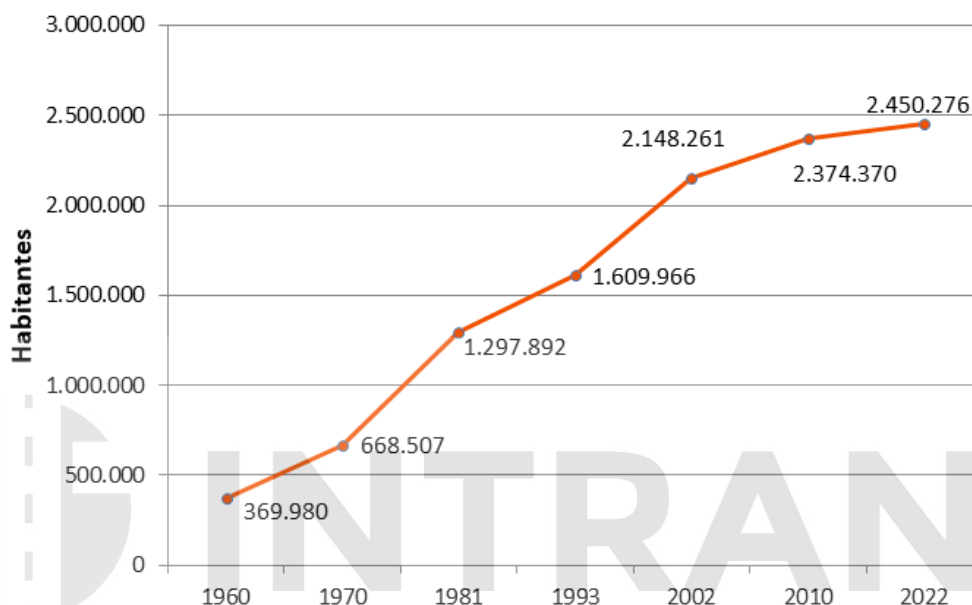
Para evaluar la vulnerabilidad social se observarán las condiciones socioeconómicas de la población y la dinámica sociodemográfica de los habitantes del GSD, prestando especial atención a los fenómenos de distribución poblacional, empleabilidad, estado de las viviendas y acceso a servicios básicos. Debido al rápido crecimiento de las ciudades con falta de planificación, abundan las viviendas mal construidas o con una manutenzione inapropiada, falta de infraestructura básica (agua, alcantarillado, recogida y evacuación de residuos) y ocupación de áreas de drenaje natural.

2.1 Evolución de la población

La población de la Provincia de Santo Domingo se ha multiplicado aceleradamente desde 1960. Al 2022 ya contaba con 2.450.276 habitantes que se han concentrado en un espacio físico que no se ha adaptado a las condiciones de mayor población por lo que la expresión de la dinámica de crecimiento es la desigualdad y la

proliferación de barrios marginados. Esto indica que el territorio urbano se caracteriza por ausencia de desarrollo humano por la ausencia de la debida reglamentación para proteger a los sectores más vulnerables.

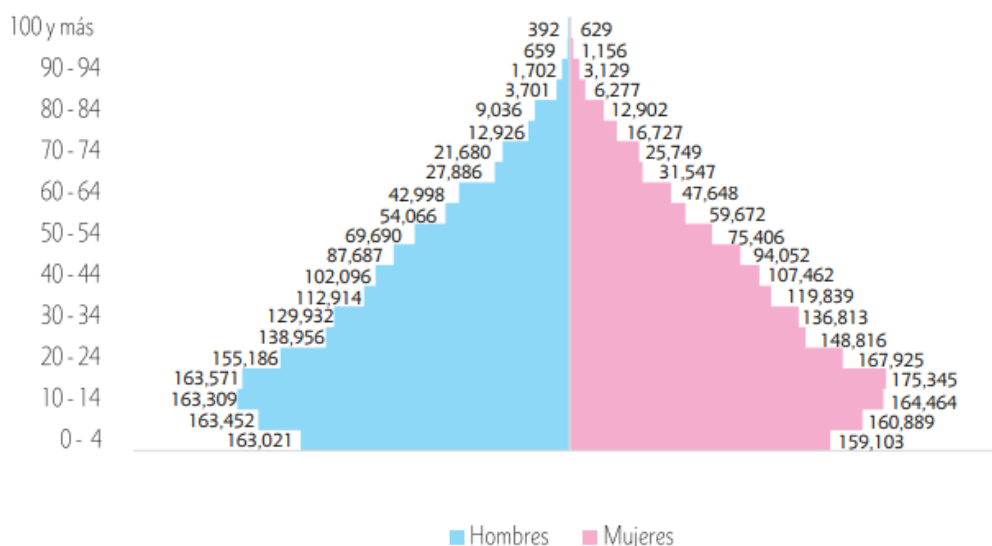
Ilustración 4. Evolución de la población censada en la Provincia de Santo Domingo, 1960-2022



Fuente: ODH con los diferentes Censos de la ONE

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de diciembre de 2022, el Gran Santo Domingo alberga a 3.479.386 habitantes, siendo la zona más densamente poblada del país (2.502 hab/km²). Su pirámide poblacional, elaborada a partir de los datos censales del 2010, destaca la presencia significativa de la población joven, representando más del 64% del total, con la mayoría por debajo de los 34 años.

Ilustración 5. Pirámide poblacional del Gran Santo Domingo



Fuente: Censo ONE 2010

En particular, la provincia Santo Domingo ha experimentado un crecimiento poblacional con una tasa anual del 0.27%, llegando a 2.450.276 habitantes en 2022, divididos en un 12% rural y un 88% urbano. En contraste, el crecimiento del Distrito Nacional fue del 0.55% anual, alcanzando una población de 1.029.110 habitantes en 2022, completamente urbana.

En conclusión, durante el período 2010-2022, la población del Gran Santo Domingo creció a una tasa promedio anual del 0.35%, pasando de 3.339.410 habitantes a 3.479.386, con el 91% residiendo en zonas urbanas y el 9% en zonas rurales.

Ilustración 6. Tasa de crecimiento Media Anual

Provincia	Años de censo		Tasa de crecimiento media anual 2010-2022(%)
	2010	2022	
Distrito Nacional	965.040	1.029.110	0,55%
Santo Domingo	2.374.370	2.450.276	0,27%
Gran Santo Domingo	3.339.410	3.479.386	0,35%

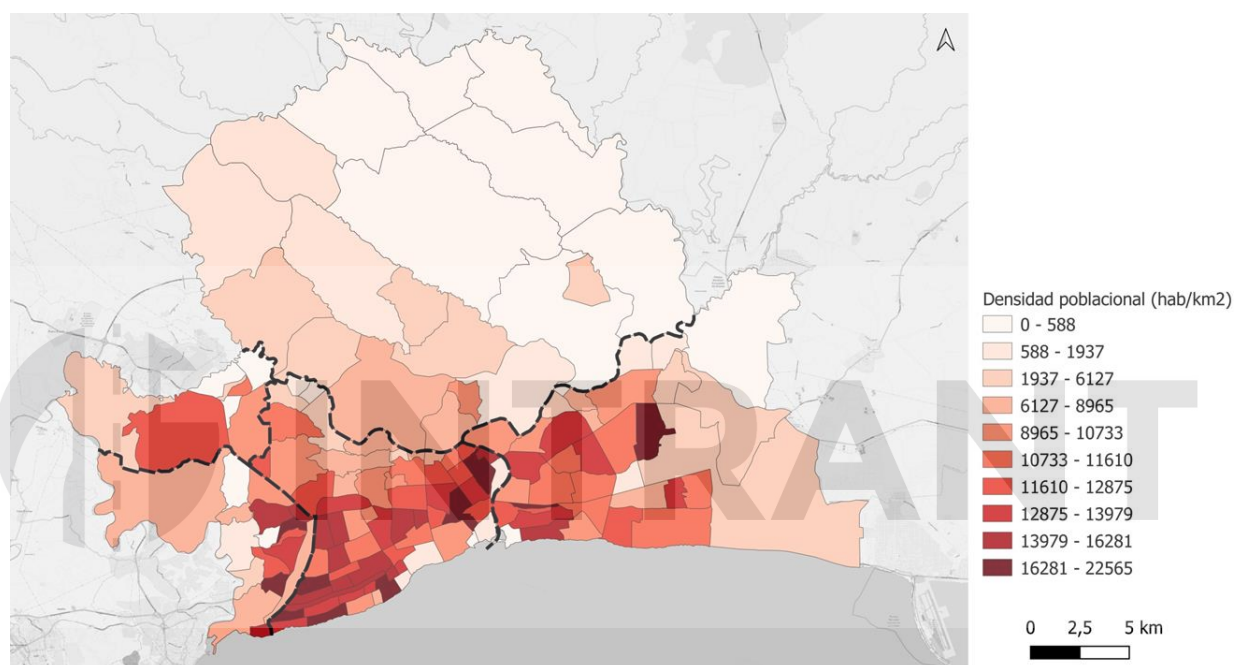
Fuente: Censos ONE 2022

El Distrito Nacional muestra la mayor densidad con 11,273 habitantes por kilómetro cuadrado, indicando una alta concentración de población en esta área urbana central. Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste y Los Alcarrizos

también exhiben densidades significativas, con 6,081, 7,556 y 7,464 hab/km², respectivamente. Santo Domingo Norte presenta una densidad más moderada, pero aún considerable, con 1,742 hab/km².

El siguiente mapa refleja la densidad de habitantes dentro del área de estudio, separados por las zonas de transporte del modelo de demanda adoptado en el presente proyecto.

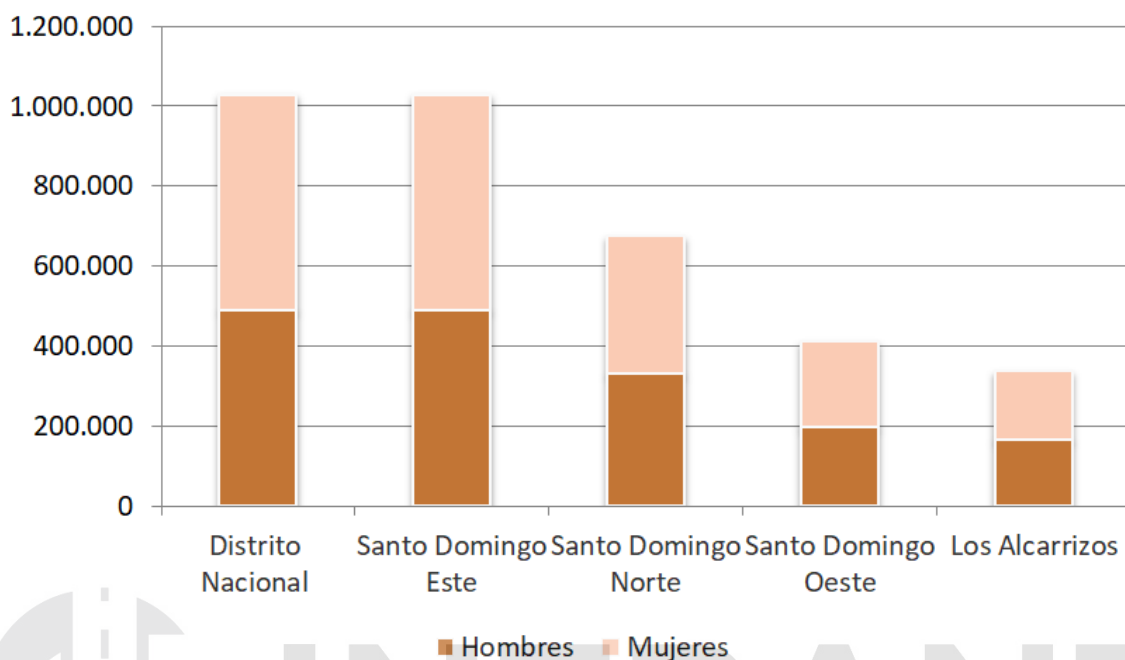
Ilustración 7. Población en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia en base AIPMUS 1.1.

El siguiente gráfico presenta la distribución de la población por género en los municipios dentro del área de estudio. Los datos demográficos indican la cantidad de mujeres y hombres residentes en cada jurisdicción. En el Distrito Nacional, Santo Domingo Este, y Santo Domingo Norte, la población femenina supera a la masculina, siendo el Distrito Nacional el municipio con la mayor diferencia en términos absolutos. En Santo Domingo Oeste y Los Alcarrizos, la proporción entre mujeres y hombres es más equitativa, con ligeras variaciones.

Ilustración 8. Población total, hombres y mujeres por municipio de residencia

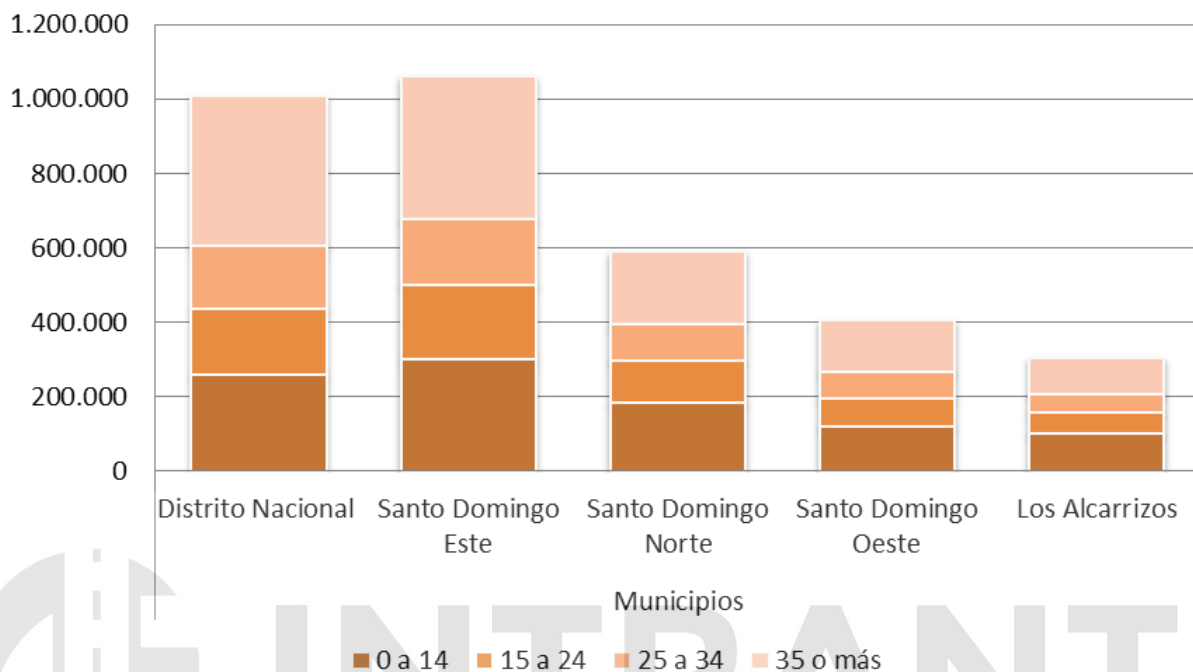


Fuente: Censo de la ONE (2022).

En función de lo reflejado en la pirámide poblacional del Gran Santo Domingo proporcionada anteriormente, que destaca la presencia significativa de la población joven, se elaboró el siguiente gráfico con la distribución de la población en diferentes grupos de edad en los municipios del Distrito Nacional y Santo Domingo.

Se destaca que el Distrito Nacional tiene una población significativa en el rango de 35 años o más, siendo el grupo más numeroso en comparación con los otros municipios. Santo Domingo Este y Santo Domingo Oeste también presentan una concentración considerable en este grupo, mientras que Santo Domingo Norte y Los Alcarrizos muestran una distribución más equitativa entre las distintas edades.

Ilustración 9. Población total, infantil y joven en los municipios de la Provincia de Santo Domingo



Fuente: Censo de la ONE (2010).

2.2 Índice de Empoderamiento Humano

Por su parte, el Índice de Empoderamiento Humano (IEH), desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se presenta como una alternativa al Índice de Desarrollo Humano, evaluando las capacidades individuales y colectivas a través de 52 indicadores. Este índice examina las dimensiones económicas, de salud, educación y tecnologías de la información y la comunicación a nivel individual, así como las dimensiones política y social a nivel colectivo. La distinción entre estas dimensiones individual y colectiva se justifica por el hecho de que las capacidades y el empoderamiento son procesos individuales, pero se construyen socialmente (PNUD, 2008).

En la Región Metropolitana (Santo Domingo y el Distrito Nacional), se observa un alto empoderamiento individual junto con un bajo empoderamiento colectivo. Esto implica una amplia oferta de servicios y oportunidades en áreas como la economía, la salud, la educación y las tecnologías de la información y la comunicación para las personas, pero al mismo tiempo, se evidencia una falta de competencias

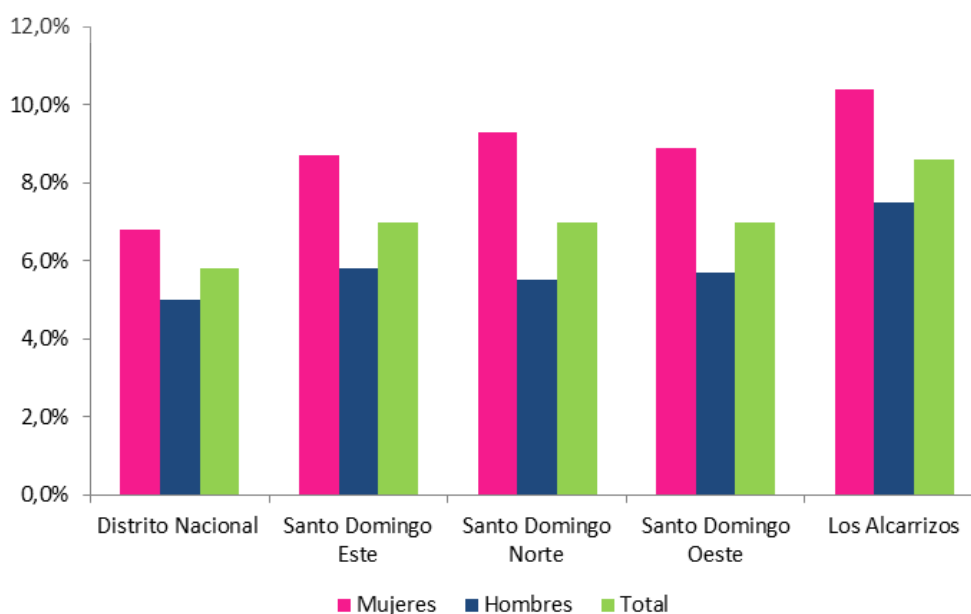
colectivas de organización y un tejido social más débil. En Santo Domingo Norte, la oferta de servicios disminuye, pero se registra el mayor empoderamiento colectivo del país, con una alta capacidad de movilización social tanto en movimientos sociales de base como en grupos empresariales. Santo Domingo Este se sitúa en el promedio nacional en cuanto al empoderamiento colectivo.

La relación entre el IEH y la reducción de la pobreza, el aumento del ingreso promedio y la disminución de las privaciones humanas es evidente. Un incremento del 1% en el IEH se asocia con una reducción de la pobreza en las provincias del 0.95%, un aumento del 1.1% en el ingreso per cápita mensual y una disminución del 1.04% en las privaciones humanas.

2.3 Empleo

La disparidad en el desempleo es notable, ya que en todos los distritos el desempleo de las mujeres es mayor al de los varones, con una diferencia de entre 2 y 3 puntos porcentuales según el distrito. Los Alcarrazos ostenta los mayores niveles de desempleo en general y también entre las mujeres. Esta desigualdad también se refleja en las mujeres que buscan empleo por primera vez, entre las cuales la diferencia es aún más significativa.

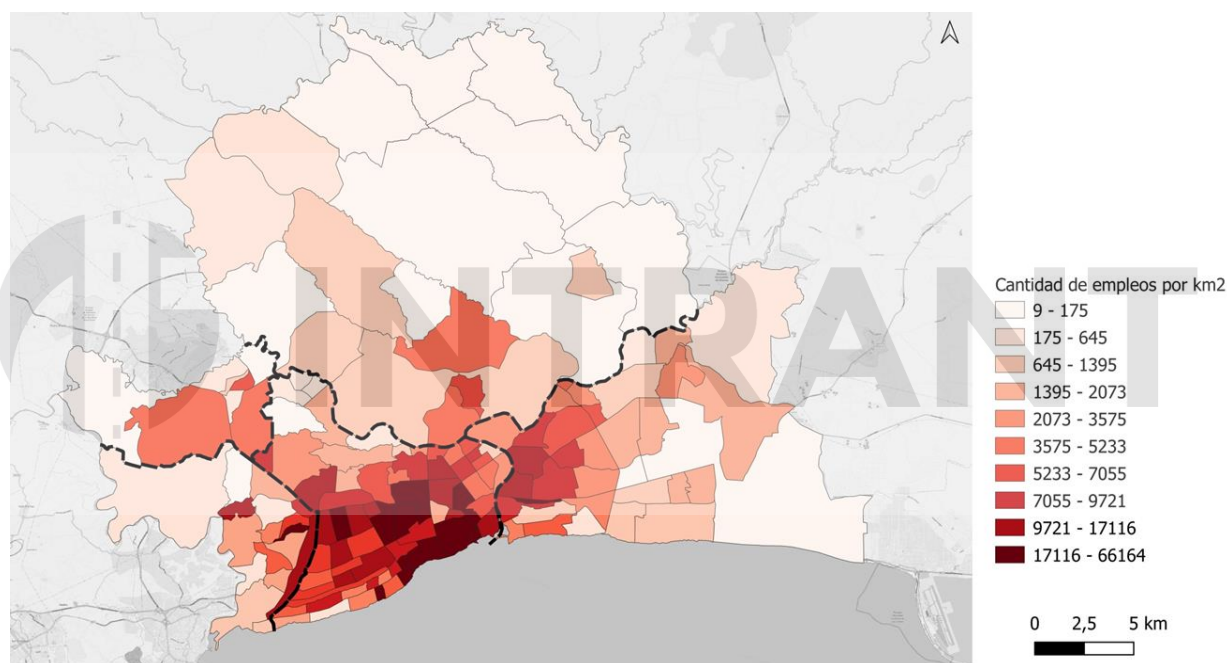
Ilustración 10. Tasa de desempleo por género. 2010



Fuente: ONE 2010

Si bien las diferencias en los índices de empleabilidad por género son fenómenos multicausales, que incluyen factores de índole social, económica y cultural, el transporte puede intervenir favorablemente para reducir las brechas entre los géneros. Para ello, es preciso comprender los patrones de movilidad de las mujeres y dar respuesta a ellos desde la planificación y la gestión, como veremos más adelante, y brindar un mayor nivel de accesibilidad a través de la infraestructura. A continuación podemos observar cómo los distintos sectores, según cantidad de empleos, se conectan con la red propuesta de transporte masivo. Este análisis se hará asimismo a la luz de los proyectos viales propuestos.

Ilustración 11. Empleos en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia en base AIPMUS 1.1.

2.4 Educación

En el ámbito educativo, el Censo de 2010 revela que el 15,7% de los niños de 6 a 13 años no asisten a la escuela, y en la educación media, solo el 36,8% de los varones y el 51,9% de las niñas de 14 a 17 años están escolarizados.

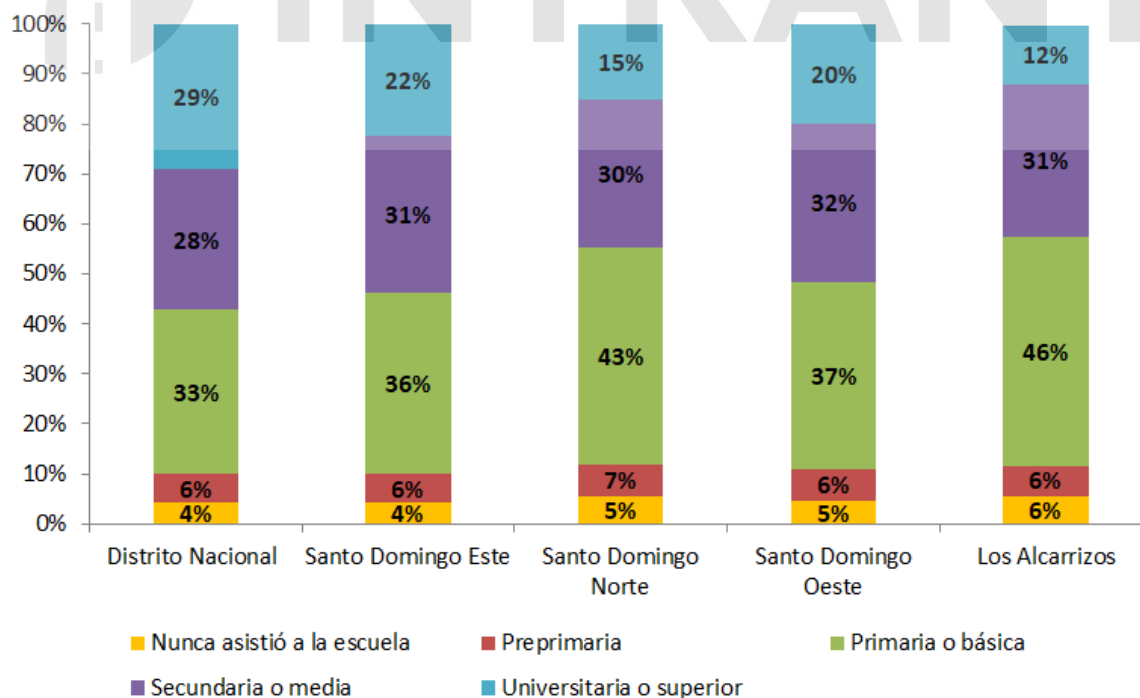
El siguiente gráfico presenta la distribución porcentual de la población en diferentes niveles educativos en varios municipios del área de estudio. A nivel general, se observan patrones similares en cuanto a la distribución educativa, aunque con algunas variaciones significativas.

En todos los municipios, el porcentaje de personas que nunca asistió a la escuela es relativamente bajo, oscilando entre el 4% y el 6%. La etapa de preprimaria refleja también cifras similares, manteniéndose en el rango del 6%. A medida que se avanza en los niveles educativos, se observa un incremento progresivo en la proporción de la población.

En términos generales, la mayoría de la población ha completado al menos la educación primaria o básica, representando entre el 33% y el 46% en los distintos municipios. Sin embargo, al examinar los niveles educativos más altos, como la educación secundaria, media y universitaria o superior, se aprecian diferencias significativas entre los municipios.

El Distrito Nacional y Santo Domingo Este muestran una proporción más alta de población con educación universitaria o superior, con un 29% y 22%, respectivamente. Por otro lado, Santo Domingo Norte, Santo Domingo Oeste y Los Alcarrizos presentan cifras más bajas en estos niveles educativos, destacándose la mayor disparidad en Los Alcarrizos, donde solo el 12% de la población ha alcanzado este nivel educativo.

Ilustración 12. Niveles educativos

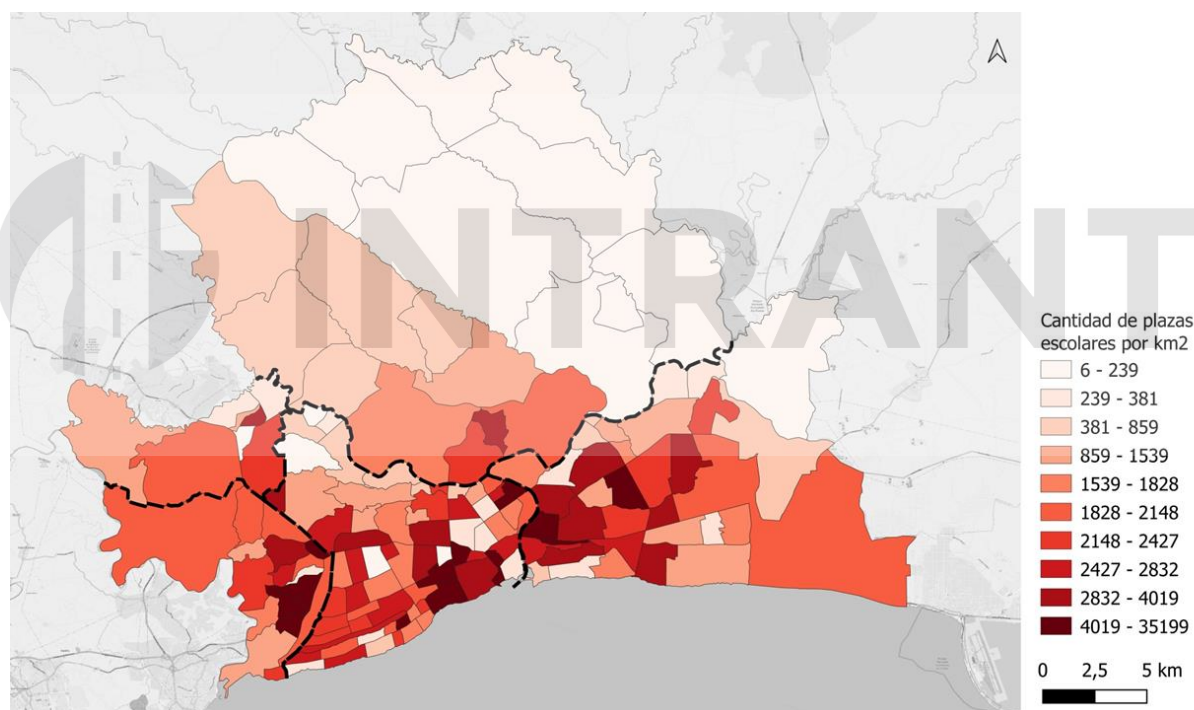


Fuente: ONE 2010

Un sistema de transporte eficiente es vital para garantizar el acceso equitativo a la educación de niños y niñas. La planificación adecuada de rutas y servicios de transporte no solo optimiza el tiempo de viaje, sino que también minimiza las ausencias escolares y fomenta la puntualidad. Este enfoque es especialmente crucial para aquellos estudiantes que residen en áreas remotas o enfrentan desafíos geográficos. Además, un sistema inclusivo contribuye a reducir las disparidades socioeconómicas, ofreciendo oportunidades educativas equitativas.

El siguiente mapa ofrece una visión general acerca de la disponibilidad de plazas escolares dentro del área de estudio, separados por las zonas de transporte del modelo de demanda adoptado en el presente proyecto.

Ilustración 13. Plazas escolares en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia en base AIPMUS 1.1.

2.5 Identificación de asentamientos informales o tugurios

El Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT), tras una reunión de expertos en Nairobi en 2002, definió el concepto de tugurio como un asentamiento contiguo con viviendas y servicios básicos

inadecuados. Estos lugares, a menudo no reconocidos ni tratados como parte integral de la ciudad por las autoridades públicas, se caracterizan por un estatus residencial inseguro, acceso insuficiente a agua potable, saneamiento básico deficiente y viviendas estructuralmente deficientes.

Los tugurios, vinculados estrechamente a la pobreza y baja calidad de vida, son comunes en áreas urbanas. Pueden surgir como asentamientos informales en lugares no destinados para la construcción de viviendas, como orillas de ríos o zonas de difícil acceso, debido a migraciones hacia las ciudades. Además, pueden manifestarse en antiguos barrios urbanos que se deterioran, generando núcleos de viviendas inadecuadas, un fenómeno relacionado con la deficiente planificación urbana.

La visibilidad de esta problemática social a través de estadísticas es crucial para orientar las políticas públicas. Identificar estos focos de precariedad, mediante fuentes de información amplias como los censos nacionales, permite dirigir esfuerzos hacia una mejora de las condiciones de vida mediante una planificación urbana más efectiva y programas sociales orientados a combatir la pobreza.

La implementación de la metodología para la identificación de tugurios en el Distrito Nacional, desarrollada por el ONE, revela que las áreas catalogadas como tugurios se concentran principalmente en los barrios de Gualley, La Zurza, Domingo Savio, Ensanche Capotillo, Simón Bolívar, Mejoramiento Social, Villa Juana, Cristo Rey, Villa Agrícolas, María Auxiliadora, entre otros. Es notable que la mayoría de estos barrios se sitúan en la parte Este del Distrito Nacional, evidenciando que esta zona representa la parte más empobrecida de la ciudad.

En contraste, se identificaron 25 de los 70 barrios en el Distrito Nacional donde no se registró ninguna área clasificada como tugurio. Entre estos sectores se encuentran Piantini, Gazcue, San Juan Bosco, Miraflores, Ensanche Naco, San Gerónimo, Los Cacicazgos, Mirador Sur, Mirador Norte, Cacique, entre otros.

Los resultados de esta metodología indican un total de 407 áreas de supervisión designadas como tugurios, albergando 122,300 viviendas ocupadas, lo que representa el 42.4% del total de viviendas en el Distrito Nacional.

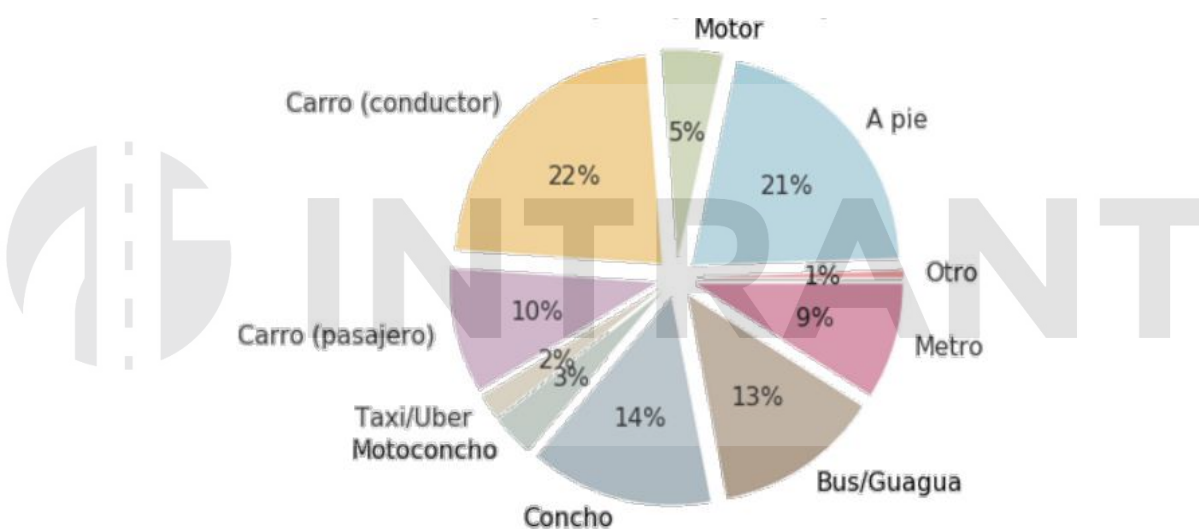
2.6 Hábitos de movilidad

El análisis de la movilidad presentado en esta sección se fundamenta en los resultados de las encuestas domiciliarias realizadas en mayo de 2018 en más de 4,000 hogares del Gran Santo Domingo. Estas encuestas proporcionan una visión

detallada de los patrones de movilidad de los ciudadanos, siendo un componente esencial para el diseño de proyectos de movilidad adaptados a las necesidades del territorio.

Un 70% de la población se desplaza diariamente, principalmente por motivos laborales o educativos. El tiempo dedicado al transporte diario es considerable, superando una hora. La distribución modal de los desplazamientos en el Gran Santo Domingo se asemeja a la de otras metrópolis, con un 42% realizado en transporte privado, un 36% en transporte público y un 21% a pie. Dadas las condiciones de transporte, tanto público como a pie, se identifica un potencial para aumentar el uso de estos modos.

Ilustración 14. Modo principal del viaje



Fuente: PMUS 2019

La mayoría de los desplazamientos ocurren dentro de los municipios de origen, y los flujos entre municipios, que representan el 30% del total, están polarizados por el Distrito Nacional, con una proporción significativa de desplazamientos realizados en transporte público, superando el 50%.

2.7 Género y movilidad

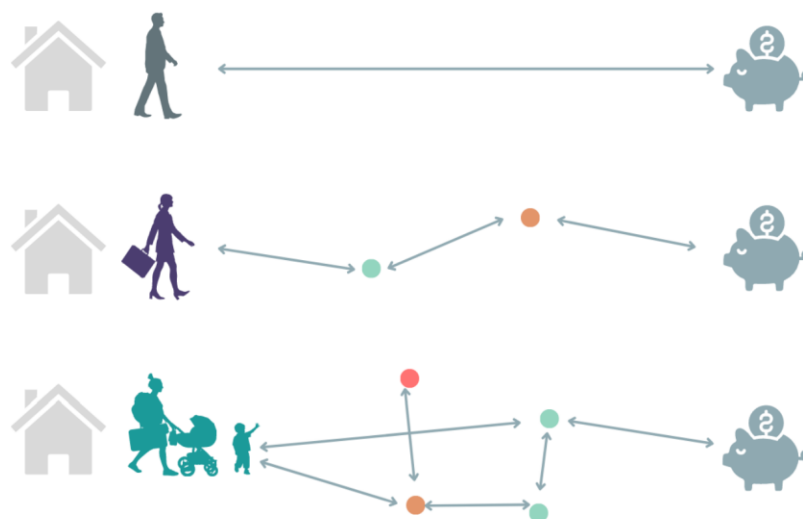
Las infraestructuras urbanas, del transporte y la movilidad tienen impacto en la vida cotidiana de las personas, promoviendo (o limitando) su autonomía física, económica y de la toma de decisiones. Pero estos impactos no son neutrales al género; por el contrario, las mujeres se encuentran en una situación de desventaja

porque sus necesidades no han sido adecuadamente representadas por la planificación tradicional. La mirada de los autores y autoras del llamado "giro de la movilidad" ha llamado la atención sobre la necesidad de problematizar el enfoque clásico de la planificación de transporte, incorporando la diversidad y la interseccionalidad como elementos claves para comprender qué es una movilidad inclusiva.

Este nuevo paradigma hace foco en la movilidad de personas (vs la movilidad de vehículos), pone en cuestión algunos conceptos canónicos de la economía del transporte (como la jerarquía de los criterios de eficiencia sobre los de accesibilidad) y evidencia los patrones diferenciales de movilidad que ostentan los distintos grupos sociales, con relación al género pero también etarios, de capacidades, entre otros. Este enfoque ha aportado innovaciones conceptuales y metodológicas relevantes, que permiten generar evidencia sobre aspectos soslayados por la planificación tradicional, centrada en la movilidad masculina.

En lo relativo al género, es clave la noción de movilidad del cuidado, que refleja cómo los hábitos de movilidad de las mujeres se diferencian de aquellos de los varones en la medida en que las tareas reproductivas les son asignadas de forma desproporcionada. Existe evidencia internacional sobre el efecto de esta inequidad en la movilidad, ya que las mujeres realizan más "encadenamiento de viajes". Esto quiere decir que no realizan los viajes pendulares trabajo-casa, más típicos del varón, sino que realizan más viajes y viajes más cortos para llevar niños y niñas a la escuela, realizar compras, acompañar a familiares al médico, entre otros. Esto ha recibido el nombre de movilidad poligonal.

Ilustración 15. Diferencias en los patrones de movilidad por género

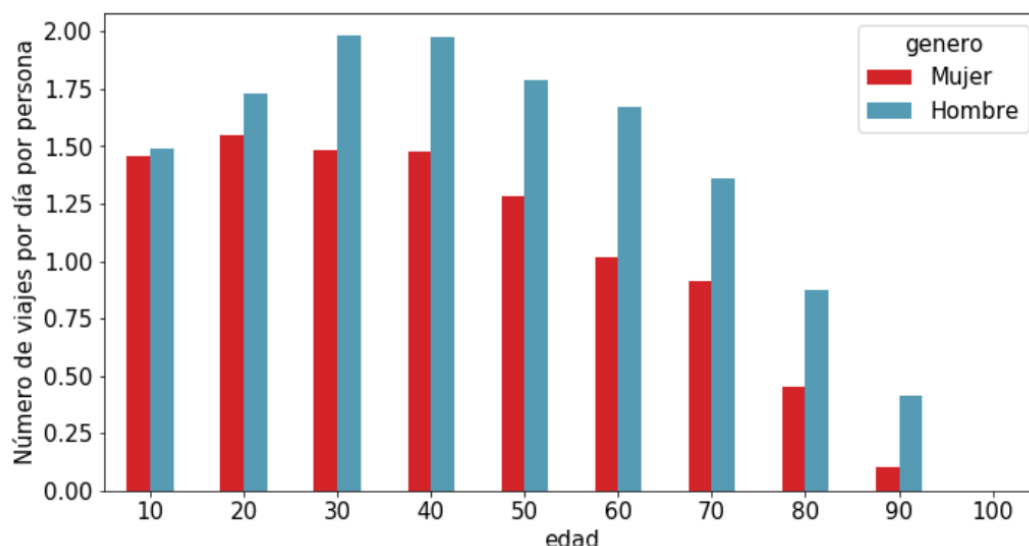


Fuente: CIUDHAD, 2023.

Mientras que el foco estuvo puesto en los viajes al trabajo, estos otros movimientos no recibieron la atención suficiente. Vale agregar que, bajo el paradigma de movilidad sostenible, según el cual debemos privilegiar los viajes cortos y en modos sostenibles (como indica el concepto tan difundido de ciudad de 15 minutos del Prof. Carlos Moreno), estos viajes merecen ser aún más jerarquizados.

A partir del análisis de la movilidad presentada sobre los resultados de las encuestas domiciliarias realizadas en 2018 en más de 4 000 hogares del Gran Santo Domingo, se observa que el género influye significativamente la movilidad ya que los hombres adultos y hasta mayores se movilizan más de un 0.5 desplazamiento. De hecho, un 40% de los hombres declaran ocupar un trabajo completo mientras que, de las mujeres, 26% tienen un trabajo completo y 25% son amas de casa.

Ilustración 16. Tasa de viajes por edad y por género



Fuente: PMUS 2019

2.8 Impactos sociales previsibles del Plan

El impacto de los proyectos en términos de reasentamientos potenciales es significativo. Tomando el conjunto de los 20 proyectos propuestos, se estima alcanzar a un total de población afectada de 8.810 personas. Desde ya que este número no es definitivo, ya que este surgirá del proyecto ejecutivo final y los esfuerzos de diseño que se incorporen para reducir en la medida de lo posible las afectaciones. Sin embargo, nos brinda un orden de magnitud del Plan Vial a nivel global.

Considerando los proyectos individualmente, existen 5 proyectos que no involucran reasentamientos, a saber: Au. 30 de Mayo, Av. Las Palmas, Camino Tamarindo - Río Ozama, Camino Tres Brazos - Río Ozama y Segregación Charles de Gaulle - Majluta Azar. Por su parte, el proyecto que más impacto tiene en términos de reasentamientos alcanza a 1.894 personas, son las mejoras en el acceso desde el Este. Siguiendo con los 15 proyectos que involucran reasentamientos, el de menor impacto afectaría a 100 personas, y refiere a las mejoras en el acceso desde el Norte. En promedio, la población afectada por proyecto asciende a 440 personas. A continuación podemos ver un detalle de los impactos por proyecto.

Tabla 1. Población afectada

Proyecto	Nombre	Población afectada	Área afectada [km2]
1	Mejoras en el acceso desde el oeste	541	0,066
2	Au. 30 de Mayo	0	0
3	Hato Nuevo	631	0,095
4	Av. México	334	0,038
5	Av. Las Palmas	267	0,04
6	Au. Duarte	0	0
7	Mejoras en Los Alcarizos	996	0,084
8	Carr. La Guayiga	408	0,039
9	Mejoras en Acceso desde el noroeste	399	0,043
10	Mirador Norte	654	0,098
11	Mejoras en acceso desde el norte	100	0,009
12	Los Tres Brazos	416	0,037
13	Barrios La Zurza, Simón Bolívar y Gualay	1600	0,134
14	Puente Gregorio Luperón	169	0,117
15	Camino El Tamarindo - Río Ozama	0	0,041
16	Camino Las Enfermeras - Río Ozama	295	0,028
17	Mejoras en el Acceso desde el Este	1894	0,241
18	Camino Tres Brazos - Río Ozama	0	0,103
19	Ampliación Centro	106	0,01
20	Segregación Charles de Gaulle - Majluta Azar	0	0

Fuente: Elaboración propia.

A la luz de estos impactos potenciales, es claro que la población afectada es muy significativa y deberá hacerse especial hincapié en los planes de manejo, con el fin de cumplir con los principios anteriormente citados y viabilizar la ejecución de los proyectos.

2.9 Recomendaciones para optimizar el análisis social

En los apartados anteriores se ha presentado una caracterización general del área de implementación del presente Plan Vial, con el objetivo de comprender la situación social que será afectada por los proyectos propuestos. A la luz de los datos, el Gran Santo Domingo presenta una situación de marcada inequidad de accesibilidad que, como se ha dicho a nivel conceptual, cualquier proyecto de movilidad tiene que tener como meta reducir. Sin embargo, más allá de la caracterización global, es preciso entender cómo los distintos grupos sociales, especialmente aquellos en condiciones de vulnerabilidad, se distribuyen en el territorio y por tanto, comprender las afectaciones puntuales de los proyectos viales planteados.

Se considera importante contar con una métrica que refleje el nivel de accesibilidad de los distintos sectores del Gran Santo Domingo que se encuentran en el área de influencia de los proyectos propuestos. Si el fin último de las intervenciones en transporte es efectivamente garantizar una mejor accesibilidad para toda la población, lo cual incluye contribuir a cerrar las brechas existentes, este es un indicador clave a la hora de jerarquizar los proyectos.

En virtud de la conceptualización de la accesibilidad antes mencionada, se han desarrollado diversas métricas para evaluar la accesibilidad a oportunidades, siendo las más comunes las accesibilidades acumulativas (también conocidas como medidas isocrónicas) y los índices de accesibilidad potencial. La accesibilidad acumulativa se centra en la distribución espacial de oportunidades, como empleos o educación, y cuántos de estos se pueden alcanzar desde distintas zonas sin superar un tiempo específico por medio de transporte (por ejemplo, la cantidad de empleos accesibles en menos de 60 minutos en transporte público). Para diagnosticar desigualdades espaciales en las ciudades, se han utilizado comparaciones por modo, como la proporción entre transporte público y automóviles según las zonas de ingreso (ITF, 2017).

Un aspecto positivo de este tipo de metodologías es su implementación fácil y la menor necesidad de datos que se requiere para construirlas, mientras que las críticas se centran sobre el hecho de que no tienen en cuenta las habilidades individuales, como la accesibilidad para personas con discapacidad o la capacidad económica de las personas para costear su transporte (asequibilidad).

En contraste, las mediciones de accesibilidad basadas en gravedad (o accesibilidad potencial) utilizan funciones de decrecimiento no lineales que ponderan inversamente la accesibilidad a oportunidades según los costos generales de

desplazamiento, expresados en tiempo y costos monetarios, desde cada zona o área de viaje. Aunque estas mediciones ofrecen una perspectiva más precisa, su complejidad y la cantidad de datos requeridos hacen que no sean ampliamente adoptadas por los planificadores. A pesar de los debates sobre qué índices de accesibilidad son más apropiados, se han encontrado evidencias sobre una fuerte correlación entre índices acumulativos y basados en la gravedad. Es en virtud de esto último, y de los beneficios y perjuicios encontrados en ambas métricas, que la elección entre una y otra podrá basarse más en la disponibilidad de información y preferencias del planificador que, taxativamente, en las bondades de una sobre otra.

Evaluar la accesibilidad a distintos tipos de oportunidades, como empleo, salud, educación y recreación, puede proporcionar información valiosa sobre cómo mejorar los sistemas de transporte para fomentar la inclusión social y la equidad. Como ya se ha dicho, es necesario realizar estimaciones de beneficios más allá del análisis convencional de costo-beneficio (Bocarejo y Oviedo, 2012). Estudios han encontrado la accesibilidad acumulativa a distintas oportunidades urbanas afectan significativamente la probabilidad de que las personas hagan uso efectivo de dichas oportunidades, por lo cual el rol del transporte se vuelve clave.

A los efectos del presente plan, y en virtud de la información con la que se cuente a futuro, se recomienda la evaluación una medida de accesibilidad en el Gran Santo Domingo para los principales motivos de viaje -trabajo y estudio-.

3 ANÁLISIS AMBIENTAL

La República Dominicana es una nación caracterizada por una enorme riqueza natural, derivada de una combinación de parámetros geográficos, climáticos, topográficos y de relieve. Este conjunto de factores conforma el ambiente propicio para una amplia diversidad biológica, que resulta de gran relevancia no solo debido a su alto grado de endemismo y variedad de flora y fauna, sino por los servicios ecosistémicos que dichos recursos prestan a la sociedad.

En este sentido, el crecimiento poblacional representa un riesgo para la preservación de la biodiversidad. La dependencia de los recursos naturales por parte de la población humana implica que todas las actividades tienen un impacto en el uso de estos ecosistemas. Entre las actividades que más generan presión sobre los recursos naturales se encuentra el transporte y el desarrollo de su infraestructura asociada. Por lo tanto, es imperante garantizar el uso de los recursos naturales en el marco del desarrollo sostenible, permitiendo así satisfacer las demandas presentes y futuras sin comprometer la integridad de dichos recursos.

De esta manera y teniendo en cuenta los objetivos de este Plan, se ha realizado un análisis ambiental que parte de una caracterización de la situación actual del GSD, para luego identificar los posibles efectos ambientales generados por la implementación de los proyectos viales priorizados en el marco del Plan Vial. Posteriormente se plantea una serie de medidas para prevenir, mitigar y corregir los impactos negativos previsibles del Plan y finalmente, se realizan recomendaciones asociadas al monitoreo y seguimiento ambiental del Plan.

3.1 Caracterización de la situación ambiental actual

A continuación, se presenta una breve caracterización de los aspectos y variables de carácter ambiental que inciden en el GSD, con el fin de establecer la línea base necesaria para comprender la situación actual. En primer lugar, se presenta una descripción de las variables geológicas y geomorfológicas del GSD, seguido por una caracterización del clima, las cuencas hidrográficas y las áreas protegidas y de reserva ambiental.

3.1.1 Relieve y geología

El Gran Santo Domingo se encuentra ubicado en la región geomorfológica del Llano Costero Suroriental del Caribe, sobre formaciones cársicas que se extienden en la terraza marina de arrecife. Esta área cuenta con una amplia riqueza natural que moldea y define la configuración territorial del GSD, incluyendo un sistema hidrográfico destacado con los ríos Ozama, Haina e Isabela, así como el Cinturón Verde, su litoral de costa emergida y sus terrazas naturales. El GSD se caracteriza por la presencia de dos zonas o áreas con características orográficas definidas, las zonas llanas y las zonas montañosas (Dorrejo, 2007).

Las zonas llanas (llanura costera del Caribe) tienen una extensión mayor hacia el Este del GSD, formada por una serie de terrazas que gradualmente llegan hasta las faldas de la Cordillera Central. Mientras que las zonas montañosas del GSD están compuestas inicialmente por las pendientes de la Cordillera Central, que asciende bruscamente en la parte Oeste desde la parte llana hasta llegar a una cota de 800m.

La mayor parte del territorio del GSD es plano, con excepción de las orillas de los ríos Ozama e Isabela. Las colinas del Oeste son poco elevadas y onduladas, están formadas de arcillas no consolidadas de materiales arenosos y calcáreos en capas medianamente planas. Los suelos del GSD son en general de textura media, gravillosos, poco profundos y de naturaleza calcárea, y tienen por característica general la escasez de agua como factor limitante para su uso agrícola.

En la costa, caracterizada por elevados acantilados de origen coralino, los suelos se han desarrollado a partir de materiales calizos de arrecifes, lo que ha dado lugar a suelos rojos latosólicos. Estos se extienden desde el río Haina hasta Cabo Caucedo. Más adelante, hasta Punta Magdalena, se presentan arenales con estratos rocosos que poseen un gran atractivo turístico.

3.1.2 Clima

República Dominicana, por su localización latitudinal al norte del ecuador, presenta un clima tropical caracterizado por temperaturas cálidas durante todo el año. El clima dominicano la mayor parte del año se ve influenciado por los vientos alisios húmedos, con precipitaciones concentradas en las áreas elevadas, dando origen a corrientes de agua dulce que bañan las tierras más productivas del país. Durante el verano, los vientos cambian hacia el Este, desencadenando disturbios tropicales y marcando la temporada ciclónica, incluyendo ondas tropicales, depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes (Dorrejo, 2007).

La temperatura media anual al nivel del mar es de 25°C, con mínimas variaciones estacionales. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 17.7°C (cordillera central) y 27.7° (zonas a nivel del mar). A su vez, las temperaturas medias mensuales oscilan entre los 15.4°C y los 30.6°C. Los meses más frescos son enero y febrero y el más cálido es agosto.

En función de los patrones de precipitación y el relieve del terreno que caracterizan las distintas regiones naturales, la República Dominicana se puede dividir en seis regiones climáticas: Suroeste (SW), Noroeste (NW), Norte (N), Noreste (NE), Oeste (W) y Sureste (SE). El Gran Santo Domingo se localiza en la región climática Sureste, ubicada en la gran llanura Suroriental o del Caribe, la más extensa del país; al Norte limitada por la Sierra de Yamasá y la Cordillera Oriental, al Sur el Mar Caribe, al Este el Canal de la Mona y al Oeste la Cordillera Central.

3.1.3 Recursos hídricos

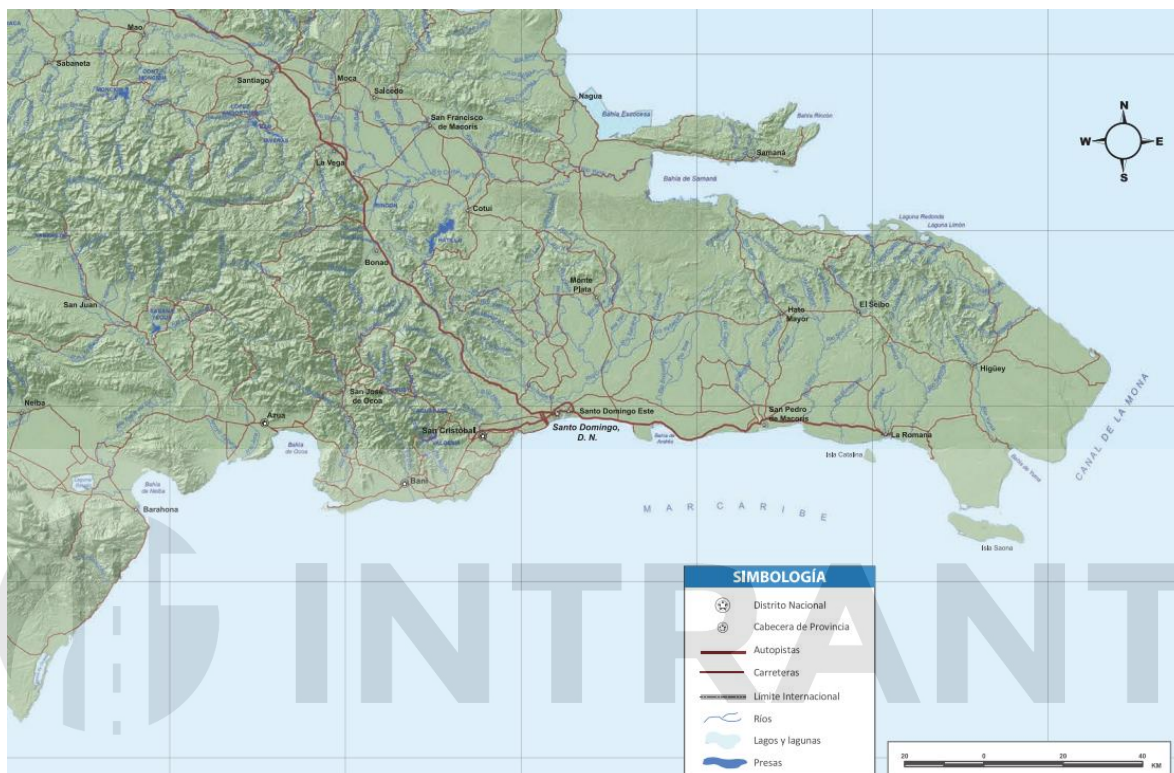
Recursos hídricos en el GSD

El sistema hidrográfico del Gran Santo Domingo está compuesto por tres grandes ríos: Haina, Ozama e Isabela, que representan el soporte de la mayor reserva natural de la ciudad: el Cinturón Verde. Además, el GSD cuenta con cañadas y arroyos que concentran el mayor porcentaje de asentamientos informales, así como con un complejo sistema de aguas superficiales. La República Dominicana es rica por sus reservas acuíferas, contando con 108 cuencas fluviales de las cuales se destacan: el río Yaque del Norte, el río Yaque del Sur, el río Yuna, el río Artibonito y el río Ozama. La Cuenca del río Ozama, que forma parte de la Región hidrográfica de la Península Oriental, tiene su origen en la loma Siete Cabezas en Villa Altagracia y está alimentada principalmente por dos afluentes, el Yabacao y el Isabela. Por otro lado, la Cuenca de Haina, perteneciente a la Región hidrográfica de la Costa Sur, alberga en su desembocadura el principal puerto del país (Dorreo, 2007).

La Cuenca del río Ozama abarca las áreas protegidas del Parque Litoral Sur de Santo Domingo, la Vía Panorámica de los ríos Comate y Comatillo y el Área nacional de Recreo, la Playa Andrés - Boca Chica. Esta cuenca se considera la más contaminadas del país debido a su alta urbanización y niveles significativos de actividad humana. Presenta una variedad de usos, incluyendo el residencial, industrial, portuario, recreativo y turístico, pesquero, agrícola y pecuario. Estos usos tienen un impacto significativo en los recursos hídricos y en el Mar Caribe,

contribuyendo al deterioro de la calidad del agua en una extensa área costera afectada.

Ilustración 17. Principales ríos y cañadas del GSD.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente 2019.

A continuación se describen los principales ríos y arroyos que bañan el territorio del GSD:

1. Río Haina, tiene una superficie de 17.25 km² que cubre la llanura aluvional de la zona de remanso del Haina, entre el puerto y su salida por Los Monones; con vegetación de cañaverales, pastizales y cultivo. la vegetación ha sufrido un alto impacto, predominando áreas transformadas en zonas agropecuarias principalmente por causa de instauración de cultivos de caña de azúcar y pastizales (CONAU 2000a). Los parches de vegetación original que se encuentran aún en esta zona corresponden a humedales, vegetación serpentinícola, matorrales, bosque mixto de regeneración avanzada, vegetación ribereña y vegetación acuática y palustre. La vegetación mejor conservada es el bosque mixto dominado por árboles de caoba, crece sobre roca caliza y alcanzando un dosel de 10-12 m de alto de regeneración avanzada lo cual se halla entre los puentes de la carretera Sánchez y la Ave. 6 de

noviembre. La vegetación ribereña del río Haina y sus afluentes ha sido muy alterada por cultivos; otras áreas han sido totalmente deforestadas y la vegetación sustituida por caña brava. la vegetación ha sufrido un alto impacto, predominando áreas transformadas en zonas agropecuarias principalmente por causa de instauración de cultivos de caña de azúcar y pastizales (CONAU 2000a). Los parches de vegetación original que se encuentran aún en esta zona corresponden a humedales, vegetación serpentinícola, matorrales, bosque mixto de regeneración avanzada, vegetación ribereña y vegetación acuática y palustre. La vegetación mejor conservada es el bosque mixto dominado por árboles de caoba, crece sobre roca caliza y alcanzando un dosel de 10-12 m de alto de regeneración avanzada lo cual se halla entre los puentes de la carretera Sánchez y la Ave. 6 de noviembre. La vegetación ribereña del río Haina y sus afluentes ha sido muy alterada por cultivos; otras áreas han sido totalmente deforestadas y la vegetación sustituida por caña brava.

2. Arroyo Guzmán, tiene una superficie de 2.17 km² (217 ha). la cual se extiende desde el río Haina (Manoguayabo) hasta el kilómetro 13 de la autopista Duarte. Presenta en sus áreas aledañas vegetación ribereña, palustre, matorrales, humedales y vegetación serpentinícola (CONAU 2000b). La vegetación ribereña ha sido alterada principalmente para el establecimiento de asentamientos humanos y cultivo de frutos menores. Además, el mayor impacto ha sido provocado por el cultivo de la caña de azúcar, pasto sustituyendo humedales y vegetación serpentinícola. Por otra parte, la zona se ve afectada por una gran cantidad de desechos sólidos y descargas de aguas negras provenientes de los asentamientos humanos más próximos. A pesar de las alteraciones humanas en la zona de Arroyo Guzmán, todavía existen algunos remanentes importantes de la vegetación primaria, principalmente palmerales (dominados por palma real) bosque ribereño mixto y humedales. Además, se encuentra un pequeño fragmento de vegetación serpentinícola, donde crecen algunas especies raras de plantas.
3. Arroyo Manzano, que va desde el Kilómetro 13 de la autopista Duarte hasta el puente de la avenida Jacobo Majluta sobre el río Isabela; presenta una vegetación virgen, algunos cultivos y pastizales. Tiene una superficie de 4.92 km² (492 ha).
4. Río Isabela, tiene una superficie de 24.19 km² (2,419ha) y 150 km de perímetro. que cubre el río Isabela desde su confluencia con el río Higüero hasta su confluencia con el río Ozama; presenta gran potencial turístico, recreativo y ambiental. La precipitación anual es de 2,250 mm. Nace al noreste del municipio de Villa Altigracia en la loma El Pilón que tiene altura de 700 msnm.,

los principales afluentes del río Isabela son los arroyos: Piedra Gorda, La Lajas, Lebrón, Arenosos y el río Matúa. En la zona se pueden distinguir dos tipos de vegetación fundamentales: la vegetación palustre y la terrestre propiamente dicha. La primera es muy similar a la descrita para el río Ozama. En cuanto a la vegetación terrestre, a pesar de que predominan áreas de bosque secundario, también se encuentran algunos de los bosques húmedos latifoliados conservados, especialmente cerca del nacimiento de Arroyo Manzano. Abarcando parte de las márgenes del río Isabela se encuentran dos grandes parques recreativos: el Parque Mirador Norte y el Zoológico Nacional Dominicano, resaltando que en el Parque Mirador Norte se encuentra un tipo de bosque el cual se encuentra en recuperación después de haber sido utilizado en el pasado para actividades agropecuarias. En el zoológico, la vegetación es principalmente secundaria, bien desarrollada y también pueden encontrarse abundantes especies nativas y/o endémicas.

5. Río Ozama, la Cuenca del Ozama tiene una superficie de 2,847 km² y un perímetro de 294 km cubriendo el río Ozama desde su confluencia con el río Isabela hasta su confluencia con el arroyo Dajao, próximo al puente Ozama de la avenida Charles de Gaulle. En la provincia Santo Domingo se presenta en los municipios de Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este, San Antonio de Guerra, Pedro Brand, Los Alcarrizos y el Distrito Nacional, la mayor parte de estos corresponde a la parte baja de la cuenca. En relación con los afluentes principales del río Ozama, están agrupados dentro de las subcuencas de los ríos Isabela, Yabacao y Savita.
6. Los Humedales del Ozama, cubre una superficie de 68.30 km² (6,830ha). que envuelve la zona de lagunas, ciénagas, manglares, caños, ríos, arroyos, cañadas y extensos bosques de galerías de la parte nororiental de la ciudad. Es una gran llanura aluvional casi a nivel del mar con un complejo sistema de humedales. Incluye ambientes palustres (pantanos) y zonas de vegetación terrestre propiamente dicha. La vegetación palustre se encuentra próxima a las márgenes del río, así como arroyos menores y pequeñas lagunas. Está dominada principalmente por plantas acuáticas tales como la lila de agua (especie invasora), hierba de jicotea, platanillo y canutillo, entre otras. La vegetación que crece en tierra firme ha sido muy alterada, siendo mayormente bosque secundario y con muchas especies exóticas, especialmente frutales, tales como: mango, quenepa, aguacate, buen pan, guayaba, manzana de oro, tamarindo y coco. También se observan algunos árboles de sombra exóticos plantados, tales como leucaena, almendra, amapola, casia amarilla, jina extranjera, cha-chá. La vegetación original que queda en las márgenes del río

incluye árboles como campeche, guazuma, javilla, yagrumo, palma real, roble y corozo. Relatos anecdóticos más recientes, atestiguan sobre la abundancia de peces, la pesca de camarones de río y cangrejos era una actividad artesanal llevada a cabo en las márgenes, cursos afluentes y humedales de la cuenca de los ríos Ozama y Haina y que hoy en día ha prácticamente ha desaparecido.

7. Arroyo Cachón, la cual se extiende desde la comunidad de San Isidro hasta la desembocadura del Cachón en el río Ozama; franja ribereña rodeada de cañaverales. Tiene una superficie de 5.22km² (522 ha).

Calidad del agua

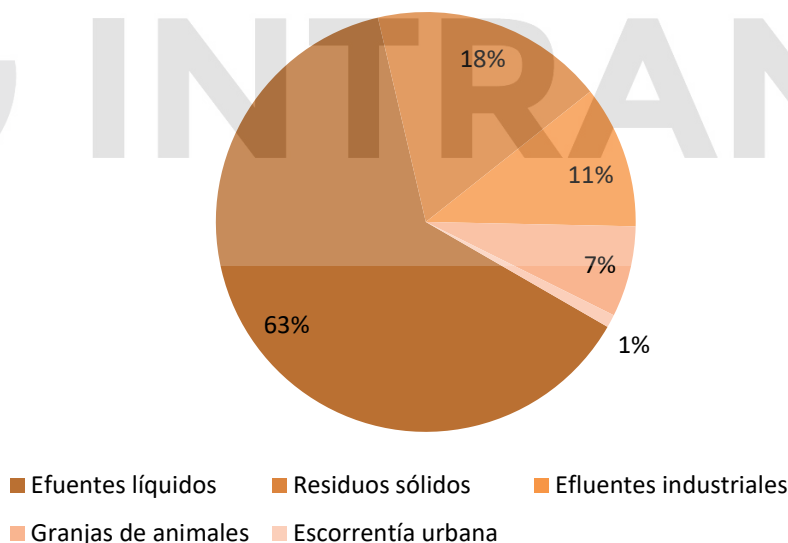
La calidad del agua comprende una serie de parámetros que deben cumplir una serie de requisitos físicos, químicos y biológicos, con el fin de darle un uso específico, el cual varía según la actividad (Cortés, 2009); como el abastecimiento de las actividades industriales destinada a la producción de alimentos de consumo humano, agua potable, acuicultura, protección de comunidades acuáticas, navegación, irrigación de especies arbóreas, entre otros (Sánchez, 2007). Para garantizar que un determinado cuerpo de agua este cumpliendo con los estándares de calidad de una normativa, es necesario realizar un monitoreo continuo de las aguas superficiales, que incluya la elaboración de un plan de acción que concentre entre otros, el aporte de contaminantes de focos puntuales a lo largo de la cuenca, realizando el muestreo tanto en época seca como lluviosa, evidenciar la biodiversidad, medir el caudal máximo, mínimo y el promedio, el cual permite conocer la capacidad de disolución que tiene un determinado cuerpo de agua sobre los contaminantes que le son vertidos (Cortés, 2009). Cabe resaltar que la contaminación antropogénica no es el único factor incidente sobre la condición del agua superficial, ya que existen causas naturales como la geología, geomorfología, microbiología y la flora que pueden tener incidencia sobre la calidad del recurso hídrico, aunque normalmente su incidencia es baja.

Específicamente sobre la calidad del agua de sistemas hídricos en el GSD, existen grandes vacíos de información. Sin embargo, en cuanto aguas superficiales, existen varios estudios que sugieren que existe muy baja calidad, considerando que todas las aguas superficiales de la provincia de Santo Domingo están biológicamente contaminadas (USACE 2002). Así mismo, un estudio que recogió información en la cuenca del río Ozama la identifica como una de las tres cuencas en estado más crítico a nivel nacional (Abt Associates 2002). revelando que las aguas superficiales de dicha cuenca no cumplían con las normas dominicanas de calidad de agua en cuanto a variedad d parámetros bacterias coliformes fecales, amonio y oxígeno disuelto, posiblemente debido a el río presenta gran acumulación

de sedimentos orgánicos y metálicos, lo que repercute en los bajos niveles de oxígeno disuelto de las aguas próximas a sus lechos: Igualmente en muchos casos las muestras presentaban *Pseudomonas*, un género de bacterias que comúnmente causa afecciones de la piel. En cuanto al sistema del río Isabelita se identificaron coliformes totales con valor de más del doble del límite permitido por las normas dominicanas, además, en el 43% de las muestras se detectaron bacterias coliformes fecales.

Estos bajos valores de calidad de agua ponen de manifiesto el volumen estimado de aguas residuales vertidas diariamente a las aguas superficiales del Gran Santo Domingo a través de diversas tuberías y cañadas, donde el volumen estimado de descargas de aguas residuales a aguas superficiales en el Gran Santo Domingo es de m³/día. Otras fuentes importantes de contaminación son los residuos sólidos, efluentes industriales y granjas animales.

Ilustración 18. Fuentes de contaminación (% demanda biológica de oxígeno – DBO-) de las aguas superficiales del río Ozama.



Fuente: Abt Associates (2002).

Para concluir, cabe mencionar que recientes muestreos de metales pesados disueltos en aguas superficiales correspondientes al río Ozama y Haina, salvo pocas excepciones, no parecen infringir las normas establecidas. Así mismo, algunos parámetros no cumplen con las normas de calidad en la República Dominicana para la categoría de uso Clase A (agua potable, propagación y usos

de especies, regadío de vegetales de consumo crudo y recreación con contacto directo).

En el caso específico de los sistemas de abastecimiento subterráneo se tiene aún menos información acerca de su calidad. Sin embargo, de los aproximadamente 100 pozos que tiene en operación la CAASD dentro de la cuenca del río Ozama. Se detectó baja calidad dada la presencia de bacterias (coliformes fecales) en varios de los muestreos realizados en el año 2000. Cabe destacar que muchos hogares y comercios poseen su propio pozo de abastecimiento subterráneo de agua, y que se conoce muy poco sobre la calidad de agua que de ellos se extrae.

3.1.4 Zonas protegidas o sensibles

República Dominicana posee una superficie terrestre protegida del 25,36% del territorio nacional, además encierra una superficie marina protegida del 10,8% de las aguas marinas dominicanas (Ley 66-07). A la fecha, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas cuenta con 131 unidades de conservación, clasificadas en seis Categorías y trece subcategorías de manejo alineadas a las definidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN, las cuales conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), creado según la ley sectorial de Áreas Protegidas 202 -04 y otras disposiciones legales vigentes donde entre otros se encuentra lo siguiente:

- El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) es definido como el conjunto armonizado de unidades naturales coordinadas dentro de sus propias categorías de manejo, las cuales poseen objetivos, características y tipos de manejo muy precisos y especializados, diferencias entre ellas y que al considerarlas y administrarlas como conjunto, el Estado debe lograr que el sistema funcione como un solo ente.
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) contempla seis grandes apartados divididos en las siguientes categorías: áreas de protección estricta (reservas científicas y santuarios de mamíferos marinos), parques nacionales (incluidos los submarinos), monumentos naturales, áreas de manejo de hábitats y especies, reservas naturales y paisajes protegidos.
- Los Parques Nacionales son zonas cuyo ecosistema ha sido preservado de la explotación económica y el desarrollo urbano. En estas áreas existe una gran variedad de flora y fauna donde el estado garantiza su conservación, su belleza natural y su alto valor ecológico.

Ahora bien, según la UICN Área Natural Protegida se define como: "Una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de

la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados, y manejada a través de medio jurídicos u otros medios eficaces"

La aprobación de la Ley 64-00 que creó la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, reordenó todo el sector ambiental e integró un artículo transitorio sobre el SINAP, acogiendo todas las áreas protegidas existentes anteriormente al decreto 233-96, las creadas por el mismo decreto 233-96 y dando un mandato para elaborar una Ley sectorial de áreas protegidas que formalizara de forma definitiva el SINAP.

Dicha Ley es considerada un instrumento jurídico marco que contiene los principios básicos, incluye definiciones y objetivos de conservación de los recursos naturales estableciendo el sistema de gestión ambiental del Estado en sus diferentes modalidades, incluyendo el sistema nacional de espacios naturales protegidos.

Por otra parte, en la actualidad, tres Reservas Científicas están bajo la administración de ONGs y dos Monumentos Naturales (Salto del Limón y Salto de las Damajaguas) son administrados por Asociaciones de Guías Ecoturísticos. En algunas de las demás se ejecutan acciones parciales de comanejo mediante las cuales una ONG realiza labores de investigación, educación u otras.

A continuación, se evidencia la evolución en la conformación de las Áreas Protegidas en la República Dominicana desde 1987 hasta el 2007.

Tabla 2. Cobertura de las áreas protegidas del país entre los años 1980-2007.

Categoría de manejo / áreas protegidas	Años			
	1980	1981 - 1990	1991-2001	2002-2007
Reservas científicas	1	5	6	6
Parques nacionales	8	14	22	19
Santuarios de mamíferos marinos	-	-	1	2
Monumentos naturales	-	-	8	17
Refugios de vida silvestre	-	-	7	15
Reservas antropológicas	-	-	2	-
Reservas biológicas	-	-	4	1
Vías panorámicas	-	-	10	9
Corredores ecológicos	-	-	5	-
Áreas nacionales de recreo	-	-	4	3
Reservas ecológicas especiales	-	-	1	-
Reservas forestales	-	-	-	15
Total de áreas protegidas	9	19	70	87
Porcentaje total del área del país	4,20%	11,20%	19,50%	25,36%

Fuente: Programa de protección ambiental, 2012.

Zonas de reserva ambiental en el GSD

El proceso de expansión de Santo Domingo desde la pequeña villa fundada en 1496 - 1498 hasta la inmensa urbe de hoy día, ha ido acompañado de cambios importantes en los ecosistemas existentes y áreas próximas. Estos cambios han obedecido principalmente a las actividades productivas predominantes de cada época, entre las que figuran la agricultura (fundamentalmente el cultivo de la caña de azúcar) y el cambio de uso del suelo para generación de pastizales para ganadería. De manera reciente, la rápida expansión de construcciones e infraestructura para asentamientos humanos, comercios e industrias, han reducido cada vez más los ecosistemas naturales de la zona. De este modo, los remanentes de los ecosistemas naturales existentes en la zona del Gran Santo Domingo están limitados, fundamentalmente, al sistema conocido como Cinturón Verde de Santo Domingo, y en menor medida a algunos parques y áreas verdes insertadas en la ciudad. Dado que los distintos terrenos que componen el Cinturón Verde fueron ubicados históricamente en la periferia de la ciudad, han sido modificados en los últimos años ya que el crecimiento urbano ha desbordado estos "límites verdes".

De manera puntual esta ciudad ha puesto de manifiesto un crecimiento urbano y demográfico en medio de un entorno verde que ha sido modificado de acuerdo a

las necesidades de la población. Así mismo, el GSD al ser la sede de mayor relevancia del país, tiende a regir la misma ruta administrativa y política, concentrando recursos económicos, técnicos, industriales y humanos. Como resultado, se evidencia una estructura territorial de carácter metropolitano donde son claros los procesos de ocupación de carácter disperso, segmentado e incluso rápido el cual ha sido puesto de manifiesto en algunas zonas en las últimas décadas, dado entre otras por la dependencia la fuerza laboral ofrecida por esta gran urbe. De ahí que el GSD concentra alrededor del 33% de la población de la República Dominicana y el 40,6% de la población urbana de todo el país.

No se debe olvidar el hecho que las áreas verdes, ríos y humedales en centros urbanos, resultan ser un espacio imprescindible para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Es por esto que un análisis de las zonas de reserva ambiental de cara a la implementación y gestión de un programa de movilidad urbana sostenible en la República Dominicana y del plan de movilidad urbana sostenible del GSD, resulta imprescindible dadas las presiones que puede llegar a generar sobre dichas áreas.

Cabe destacar que este centro poblacional cuenta con un sistema ecológico el cual garantiza el equilibrio del ambiente natural dentro de una matriz urbana de forma tal que se pueden visualizar estructuras arboladas distribuidas de manera variable. Se debe tener presente que una zona de reserva ambiental es una reserva natural donde se conservan las características geológicas, además de la vida silvestre comprendida en flora y fauna del área. Dado lo anterior y pariendo del hecho que todo organismo se relaciona con su entorno, al interior del Gran Santo Domingo (GSD) se encuentra una serie de zonas verdes conformado en principio por lo que se conoce como el cinturón verde.

3.2 Efectos medioambientales previsibles del Plan

3.2.1 Impactos ambientales previsibles del Plan

El desarrollo de los proyectos enmarcados en este Plan Vial trae consigo una serie de efectos ambientales que están estrechamente vinculados a cada una de sus fases de implementación. Los mayores impactos se generan durante la construcción o ampliación de las vías y otras estructuras complementarias, estando asociados las actividades de excavaciones, cimentaciones, movimientos de tierra, apertura o rehabilitación de accesos, transporte de materiales, apertura

o uso de caminos peatonales por la generación de polvo, ruidos, emisiones de los vehículos, entre otros.

A continuación, se presenta un resumen de los principales impactos y riesgos ambientales previsibles del Plan considerando el medio físico, biótico y perceptual. Particularmente, se identifican los impactos ambientales asociados a las etapas de construcción y operación de los proyectos que integran el Plan, que pueden abarcar desde la modificación del paisaje y la alteración de los ecosistemas locales hasta el incremento en la emisión de gases contaminantes y la generación de residuos.

Componente	Factor	Fase	Impacto
Medio físico	Suelo	Construcción	Alteración en el uso del suelo
			Potencial de erosión del suelo
			Alteración de taludes
			Contaminación del suelo por derrames de líquidos o combustibles
			Generación de residuos sólidos
	Aire	Construcción	Emisión de gases por el uso de maquinaria
			Emisión de material particulado
		Operación	Emisión de material particulado por la circulación de vehículos
			Emisión de gases por la circulación de vehículos
			Contaminación acústica
	Agua	Construcción	Contaminación de los cuerpos de agua superficiales
			Modificación de la calidad del agua
			Aumento de la escorrentía superficial

			Cambios en la recarga de acuíferos
Biótico	Flora	Construcción	Pérdida de hábitat
	Fauna	Construcción	Degradación de hábitats y ecosistemas
			Disminución de la fauna urbana
Perceptual	Paisaje	Construcción	Afectación del paisaje

Los impactos mencionados anteriormente se evaluaron para cada uno de los 20 proyectos que integran el Plan vial, considerando las intervenciones previstas para cada uno de ellos.



Componente	Factor	Impacto	P1 Mejoras en el acceso desde el oeste	P2 Au. 30 de Mayo	P3 Hato Nuevo	P4 Av. México	P5 Av. Las Palmas	P6 Au. Duarte	P7 Mejoras en Los Alcarrizos	P8 Carr. La Guayiga	P9 Mejoras en Acceso desde el noroeste	P10 Mirador Norte	P11 Mejoras en acceso desde el norte	P12 Los Tres Brazos	P13 Barrios La Zurza, S. Bolívar y Gualley	P14 Puente Gregorio Luperón	P15 Camino El Tamarindo - Río Ozama	P16 Camino Las Enfermeras - Río Ozama	P17 Mejoras en el Acceso desde el Este	P18 Camino Tres Brazos - Río Ozama	P19 Ampliación Centro	P20 Segregación C. de Gaulle - M. Azar
Medio físico	Suelo	Alteración en el uso del suelo																				
		Potencial de erosión del suelo																				
		Alteración de taludes																				
		Contaminación del suelo por derrames de líquidos o combustibles																				
		Generación de residuos sólidos																				
	Aire	Emisión de gases por el uso de maquinaria																				
		Emisión de material particulado																				
		Emisión de material particulado por la circulación de vehículos																				
		Emisión de gases por la circulación de vehículos																				
		Contaminación acústica																				
	Agua	Contaminación de los cuerpos de agua superficiales																				
		Modificación de la calidad del agua																				
		Aumento de la escorrentía superficial																				
		Cambios en la recarga de acuíferos																				
Biótico	Flora	Pérdida de hábitat																				
	Fauna	Degradación de hábitats y ecosistemas																				
		Disminución de la fauna urbana																				
Perceptual	Paisaje	Afectación del paisaje																				

3.2.2 Estimación de emisiones de gases contaminantes

Metodología

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero han experimentado un incremento desde la era preindustrial, alcanzando niveles históricos nunca vistos. Este aumento se atribuye al crecimiento demográfico y a las actividades económicas en expansión. En este sentido, el sector transporte juega un papel crucial debido a que cerca de la sexta parte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el planeta son producidas por el uso de diferentes medios de transporte para la movilidad tanto de personas, como de animales y carga (bienes, mercancías, residuos, entre otros).

En términos generales, para determinar las emisiones de GEI en el transporte terrestre se utiliza un método que correlaciona los datos de actividad (parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI) y los factores de emisión por defecto (cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro "dato de actividad").

$$\text{Emisiones GEI} = \text{Datos actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Como resultado de esta fórmula obtendremos una cantidad (g, kg, t, etc.) determinada de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq).

$$E = \sum [\text{Combustible } a * FE a]$$

Donde:

- E = volumen de emisiones (kg)
- Combustible *a* = cantidad de combustible consumido (L)
- FE *a* = factores de emisión (kg/L)
- *a* = tipo de combustible (gasolina, diésel, GN, GLP, etc.)

Para la estimación de algunos de estos GEI se utilizan los factores de emisión propuestos por el IPCC para los inventarios nacionales de emisión (IPCC, 2006). Las directrices del IPCC-2006 incluyen lineamientos metodológicos para estimar emisiones directas de CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), HFC (Hidrofluorocarbonos), SF₆ (Hexafluoruro de azufre) y PFC (Perfluorocarbonos).

De esta manera, se toma como referencia los valores contemplados en la metodología del IPCC del 2006 para el método de nivel 1 del capítulo 3 (cuadro 3.5.2) que muestra el factor de emisión del CO₂ en kg/TJ por tipo de combustible. Esta misma metodología indica factores de emisión tomando como base el tipo de combustible consumido y la tecnología de gases de combustión.

Tabla 3. Factores de emisión para el CO₂ en el transporte terrestre.

Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gasolina	69,300	67,500	73,000
Diésel	74,100	72,600	74,800
GN	56,100	54,300	58,300
GLP	63,100	61,600	65,600

Fuente: Guías revisadas del IPCC 2006, Vol 2, Cap 3 (cuadro 3.2.1), p. 3.16.

Por otro lado, el MEM (2020) establece los consumos específicos y los recorridos medios utilizados para estimar los consumos energéticos de diferentes categorías vehiculares. Estos valores del rendimiento energético fueron ajustados por Espinosa y Pacheco (2022) y son los que serán utilizados para la estimación del rendimiento de energía de este informe (ver siguiente tabla).

Tabla 4. Factores de rendimiento de energía (l/100 km) para las categorías vehiculares en el GSD

Categoría Vehicular	Rendimiento (l/100 km)			
	Gasolina	Diésel	GLP	GNV
Auto privado	9,7	8,3	12,5	7 kg/100 km
Taxi	9,5	7,5	12,5	7 kg/100 km
Motocicletas	2,5			
Mototaxi	2,5			
Cargas livianas (VCL)	16	13	16,1	7.4 kg/100 km
Minibús	14	23	14	10 kg/100 km
Bus		23		
Camiones	15	24	16,1	
Máquinas pesadas + volteo	18	22		

Fuente: tomado de Espinosa y Pacheco 2022 y MEM 2020

Inventario de emisiones de GEI para el GSD

A continuación, se presentan los factores de actividad para cada categoría vehicular en la República Dominicana reportados por el MEM (2020).

Tabla 5. Factores de actividad por categoría vehicular usados en las estimaciones de GEI para GSD

Categoría vehicular (Espinosa y Pacheco (2022))	Factor de actividad (Kmrecorrido/Año por vehículo) para República Dominicana	Factor de actividad (Kmrecorrido/Año por vehículo) para GSD
Auto (vehículo) privado	11.476	2.295
Taxi individual	11.476	2.295
Motocicleta	2.865	573
Moto taxi	11.476	2.295
VCL	19.114	3.823
Minibús	20.043	4.009
Bus	19.748	3.950
Camión	18.000	3.600

Fuente: adaptado de Espinosa y Pacheco (2022).

En cuanto a las distancias promedio de viaje por categoría vehicular, se obtiene esta información de Espinosa y Pacheco (2022) al no contar con información real de la distancia de desplazamiento en la región Ozama (Tabla 6). Estas distancias no son relevantes para el cálculo de las emisiones, pero sí para la estimación de indicadores. Estas distancias promedio se pueden obtener de encuestas de movilidad para los diferentes corredores del GSD.

Tabla 6. Distancia promedio de viajes reportada para ciudades de la región

Categoría vehicular	Distancia recorrida por viaje (km)
Auto privado	5,4
Taxi individual	4,1
Motocicleta	6
Moto taxi	6
Minibús	6,3
Bus	7,9
Camión	7

Fuente: Espinosa y Pacheco 2022

Los datos del INTRANT (2022) permiten estimar la ocupación por viaje de los medios de transporte, aunque no existe una estandarización previa de estos datos para la Región Ozama. Para el cálculo de las estimaciones de EGEL se prefiere utilizar los datos ya publicados por Espinosa y Pacheco (2002) para la República Dominicana (Tabla 7).

Tabla 7. Factores de ocupación vehicular estimada para GSD

Auto privado	Carro Concho	Motocicletas	Microbús	Minibús	Autobús
1,2	3,1	1,3	7,5	17,0	29,7

Fuente: adaptado de Espinosa y Pacheco (2022)

A partir de la información descrita anteriormente se utilizó la Calculadora de Emisiones MYC³, que es una herramienta creada para estimar el inventario de emisiones de República Dominicana, desarrollar una línea base y un escenario de mitigación (escenario climático) considerando las medidas de mitigación de la NDC del país. Esta herramienta se utilizó por primera vez con datos de 2018 para todo el país, por lo que sirve de comparación con la información específica analizada para el GSD.

Utilizando esta herramienta se obtuvo que las emisiones de gases de efecto invernadero debido al sector transporte en GSD son de 28,105.6 Gg CO₂e con datos del 2020 (1Mt = 106 Kg = 1 Gg). Emisión muy alta si se compara con otros valores estimados, como el de Espinosa y Pacheco realizado para todo el parque automotor de República Dominicana obtuvo un valor de 7,757 Gg CO₂e.

De acuerdo con esta calculadora, en el escenario de línea base las emisiones GEI crecen desde 28,105 Gg CO₂e en 2018 hasta 38,962 Gg CO₂e en 2050; es decir que, en

³ Fuente: <https://www.mobilisyourcity.net/es/calculadora-de-emisiones-de-mobilisyourcity>

tres décadas las emisiones GEI del transporte aumentarían más de un 30% (ver Tabla 13).

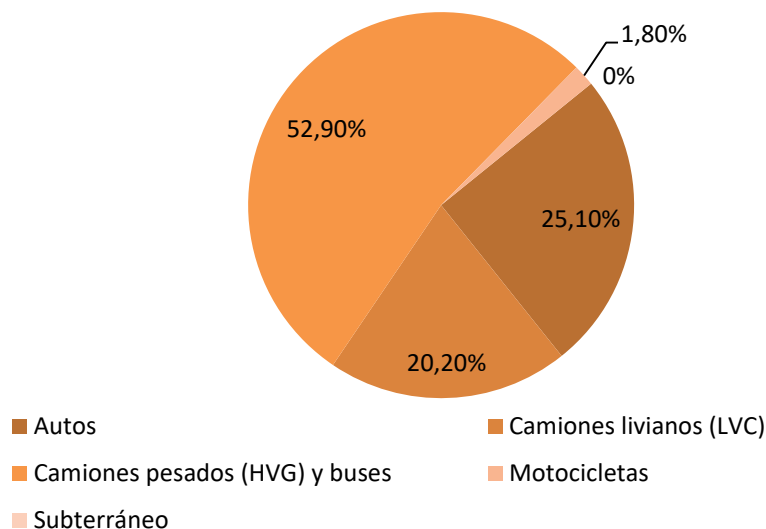
Tabla 8. Escenario de línea base para las emisiones GEI

Segmento	Emisiones GEI (Gg CO ₂ e /año)				
	2020	2025	2030	2040	2050
Pasajeros	4,96	5,10	5,26	5,59	5,96
Carga	4,21	4,45	4,70	5,24	5,85
Total	9,17	9,55	9,96	10,83	11,81

Fuente: resultados hoja 3 Overview of results de herramienta MYC.

Los porcentajes de contribución de los distintos medios de transporte a las emisiones de CO₂ equivalentes en el Gran Santo Domingo de la Ilustración 19 concuerdan con los porcentajes presentados por el estudio realizado por Mobilise Your City y UNFCC para el INTRANT (2019). Estos porcentajes fueron calculados en base a los 9169,7 Mt de CO₂ equivalentes producidos en dicho año. En este estudio del INTRANT se establece 428 kg de CO₂ equivalentes por año emitido por cada habitante, el transporte público representa el 20% de las emisiones en CO₂ equivalentes de los habitantes de Santo Domingo.

Ilustración 19. Resultado del inventario de emisiones de GEI del sector transporte en GSD.



Fuente: Mobilise Your City y UNFCC (2019)

Las emisiones totales de CO₂ equivalentes por viajero y habitante están en 128 g de CO₂ equivalentes para el conjunto de todos los modos de transporte. Las emisiones

emitidas por los carros privados sobrepasan las emisiones de los otros medios: los carros (conductor y pasajeros, 40% y 16% respectivamente) suman un 56% de las emisiones actuales, seguidos por los conchos (16%) y los buses/guagua (15%).

Las emisiones de los automóviles privados y los conchos son altas puesto que realizan muchos viajes y transportan pocos pasajeros. Está misma situación se refleja en los vehículos de carga liviana y camiones

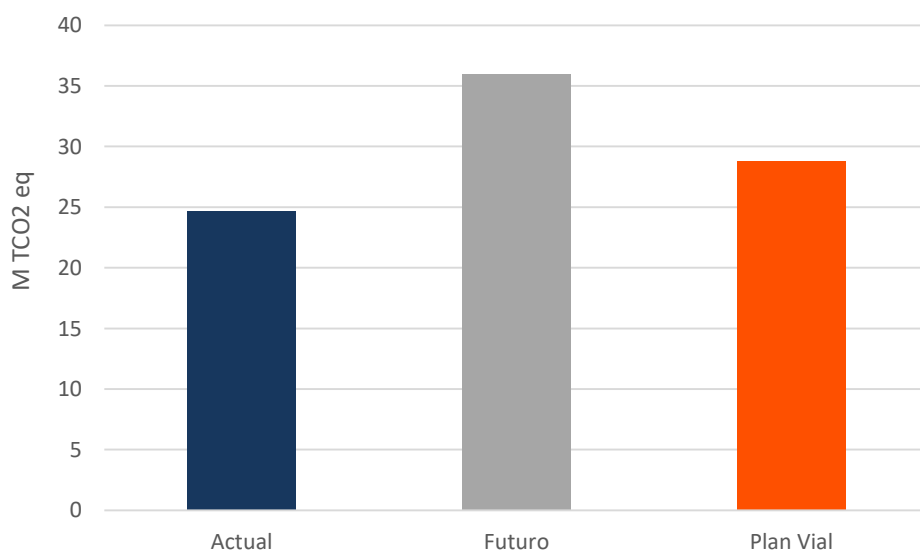
La flota vehicular del país ha crecido a una tasa anual del 6.0% entre 2010 y 2018, mientras que la energía demandada por el transporte aumenta a una tasa del 4.7% y las emisiones GEI del transporte se incrementan a una tasa de 4.9% que se ajusta a la tasa de crecimiento del PIB que fue del 6% anual (INTRANT, 2020).

Es importante señalar que en la medida que se cambie el parque automotor de servicio público, siendo renovado por uno más eficiente energéticamente, el nivel de emisiones va a disminuir de manera considerable logrando entonces contribuir con los objetivos propuestos de disminuir hasta en un 25% dichos gases para el 2030.

Emisiones de GEI del Plan Vial

De acuerdo con los resultados del modelo de demanda del GSD utilizado en el marco de este estudio, la circulación vehicular aumentará en la hora pico de la mañana cerca de un 30% entre 2022 y 2042. En consecuencia, las emisiones de contaminantes atmosféricas de CO₂eq aumentarán en una proporción similar. En un escenario futuro sin Plan Vial las emisiones de CO₂eq en el año 2042 se incrementarían en un 31,3% frente al escenario base.

En este sentido, la aplicación del Plan Vial del GSD trae beneficios ambientales significativos, ya que las emisiones de CO₂eq para el año 2042 se reducirían en un 20% respecto al escenario tendencial (sin Plan Vial).



En los tres escenarios analizados (2022, 2042 con Plan vial y 2042 tendencial sin Plan) los automóviles y las motocicletas son la principal fuente de emisión de CO₂ durante el periodo pico de la mañana en el GSD. En 2022 los automóviles aportan el 68% de las emisiones de GEI y las motos el 20% de las emisiones de GEI. En el 2042, en un escenario con Plan Vial el aporte de los autos ascendería al 80% y el de las motocicletas descendería al 9,8%.

Cabe mencionar que los análisis de emisiones presentados en este apartado se centran exclusivamente en los cambios asociados las intervenciones propuestas en el Plan. Sin embargo, el uso de tecnologías limpias o de bajas emisiones podría proporcionar beneficios ambientales adicionales.

3.3 Medidas previstas para prevenir, reducir y mitigar los impactos negativos del Plan

Específicamente, dado el hecho que las áreas a intervenir son relativamente bajas se sugieren las siguientes medidas:

Preventivas:

- En actividades como la tala y descapote se debe establecer claramente el área autorizada para dichas actividades, delimitándola claramente para evitar cualquier afectación a la vegetación circundante y de manera previa a la intervención. Los procedimientos de tala deben realizarse con precaución para obtener volúmenes de madera aprovechables, si es el caso y evitar daños a infraestructura, personas o equipos.
- El material del suelo a recuperar debe ubicarse en bancos de suelo de forma que se conserven sus propiedades, durante el periodo de almacenamiento, de modo que se pueda reutilizar en actividades de rehabilitación.
- No se debe realizar quema de material vegetal de ninguna índole.
- Los productos provenientes de tala pueden ser empleados en el proyecto o ser donados a la comunidad o proyectos productivos donde se establezca que no serán usados como combustible, si el permiso de aprovechamiento así lo establece.

Mitigación:

- El acondicionamiento de aéreas a intervenir requiere que la forma del terreno sea estable y en la medida de lo posible similar a las condiciones naturales previas. Donde se requiera se debe utilizar el suelo orgánico almacenado durante las actividades de descapote, dentro de las medidas preventivas. El proceso de rehabilitación debe incluir sólo especies nativas.
- Después de realizada la siembra se deberá verificar periódicamente el estado de los árboles, además realizar la respectiva fertilización, revisión del estado fitosanitario, limpieza de malezas, y resiembra en caso de presentar una tasa de mortalidad superior a la esperada.
- Las áreas restauradas deben protegerse del acceso de peatones, ganado o vehículos.

- El material vegetal necesario para la reforestación debe ser adquirido en viveros locales o aprobados por el proyecto y la autoridad ambiental.
- Para los terrenos reconformados con taludes se recomienda planificar un proceso de reforestación acorde con las características vegetales del área y la estabilidad geotécnica de la obra.
- En algunos casos donde las especies vegetales recubren gran importancia se sugiere el bloqueo y traslado, el cual consiste en la preparación y movilización de un árbol a un nuevo emplazamiento donde será trasplantado de forma permanente. Este tratamiento debe preferirse para individuos con diámetros y alturas reducidos y de especies en las que se tenga información de la capacidad para resistir el proceso. El traslado debe planificarse para cada individuo de acuerdo al tamaño y distancia, esto para determinar la maquinaria requerida y el recorrido de desplazamiento.

Compensación:

- Reforestar en zonas donde sea posible apoyados en el Plan Nacional de Reforestación.
- Promover los incentivos de manejo en áreas protegidas asegurando la protección de las mismas.
- Los residuos provenientes de la tala podrán ser dispuestos como material sobrante o ser usados en procesos de compensación o actividades de compostaje de acuerdo con lo determinado en el acto administrativo que concede el aprovechamiento.

3.4 Seguimiento ambiental del Plan

El seguimiento ambiental del Plan se refiere al conjunto de acciones y decisiones planificadas que están orientadas a garantizar el cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos durante el proceso de evaluación ambiental.

Las medidas de seguimiento ambiental deben integrarse de manera completa en el programa de seguimiento del plan, focalizándose en las fases de construcción y operación. Estas medidas tienen objetivos claros y concretos asociados a verificar el cumplimiento de los objetivos ambientales del Plan, evaluar las proyecciones sobre los efectos ambientales, supervisar la implementación de medidas sensibles para mejorar la calidad ambiental y asegurar el cumplimiento de las recomendaciones de evaluación del proceso de implementación del Plan.

Específicamente, para dar seguimiento a las medidas preventivas, reductoras y correctoras previstas durante la fase construcción del Plan, se deben tener en cuenta las siguientes acciones:

- Control de operaciones ruidosas
- Control de emisiones de partículas
- Control de ubicación de canteras, vertederos y escombros
- Seguimiento de la protección de la fauna
- Seguimiento de la protección de la vegetación

- Control del desmantelamiento de instalaciones de obra
- Limpieza de materiales acumulados
- Control del calendario de obras

Por su parte, durante la fase de operación del Plan las acciones de seguimiento deberán centrarse en la identificación de posibles impactos no anticipados y establecer las medidas para mitigarlos o compensarlos, así como en la validación de la eficacia de las medidas de prevención, reducción y mitigación ya planificadas.



4 INDICADORES SOCIALES Y AMBIENTALES

Como se ha detallado en el informe anterior, la herramienta clave para la priorización de los proyectos del presente Plan Vial es el análisis multicriterio, que cuenta con 5 dimensiones, a saber: conectividad y transporte, eficiencia económica, impacto social, impacto ambiental y aspectos institucionales. A la luz de lo analizado en el presente apartado, se propondrán una serie de mejoras a los indicadores relativos al impacto social y ambiental, de forma que reflejen más cabalmente los impactos distributivos y las afectaciones puntuales de los proyectos en cuestión.

El análisis multicriterio abreva en las distintas elaboraciones precedentes de este y otros planes complementarios, y a su vez da pie a la priorización, etapabilización y financiamiento de los proyectos.

En función del análisis realizado en este apartado, se proponen los siguientes indicadores sociales y ambientales:

Impacto social

Indicador 3.1: Usuarios beneficiados

La estimación de las personas usuarias beneficiadas es crucial para la evaluación del impacto social del proyecto. Cuantificar la cantidad de personas usuarias directas afectadas por la mejora de la infraestructura permite comprender el alcance y la relevancia del proyecto en la integración social. Priorizar proyectos con un alto número de personas usuarias beneficiadas evidencia un compromiso con la inclusión y el acceso equitativo a servicios, promoviendo la participación y el bienestar de la comunidad.

Metodología

La obtención de este indicador se basa en los resultados obtenidos a partir de los modelos hipotéticos de transporte analizados.

El número de beneficiarios se construye a partir de la cantidad de pasajeros promedio por vehículo que utiliza al menos un tramo del proyecto evaluado. Luego, se complementa con una ponderación por modo de transporte utilizado, dando un mayor peso o relevancia a las personas usuarias del transporte público. Esto se realiza en función de priorizar aquellos proyectos que tengan mayor impacto en la integración social.

Peso por modo de transporte

Ejes Estructurantes	4
Red de la OMSA	3
Corredores Privados	3

Microbuses	2
Minibuses	2
Carros Concho	1
Camiones	1
Motos	1
Automóviles	1

Fuente: Elaboración propia

La totalidad de personas usuarias beneficiadas se conforma entonces a partir de la siguiente formula:

$$Usuarios\ beneficiados = \sum N^{\circ}\ de\ vehiculos_{modo} * Pasajeros\ promedio_{modo} * Peso\ de\ pasajero_{modo}$$



Indicador 3.2: Población servida

Priorizar proyectos con una mayor población servida refleja el compromiso con una integración social amplia y equitativa, facilitando el acceso a oportunidades laborales y servicios esenciales para un mayor número de personas. Este indicador considera la extensión del área de influencia del proyecto y la densidad de población para determinar la cantidad de personas que habitan dicha área.

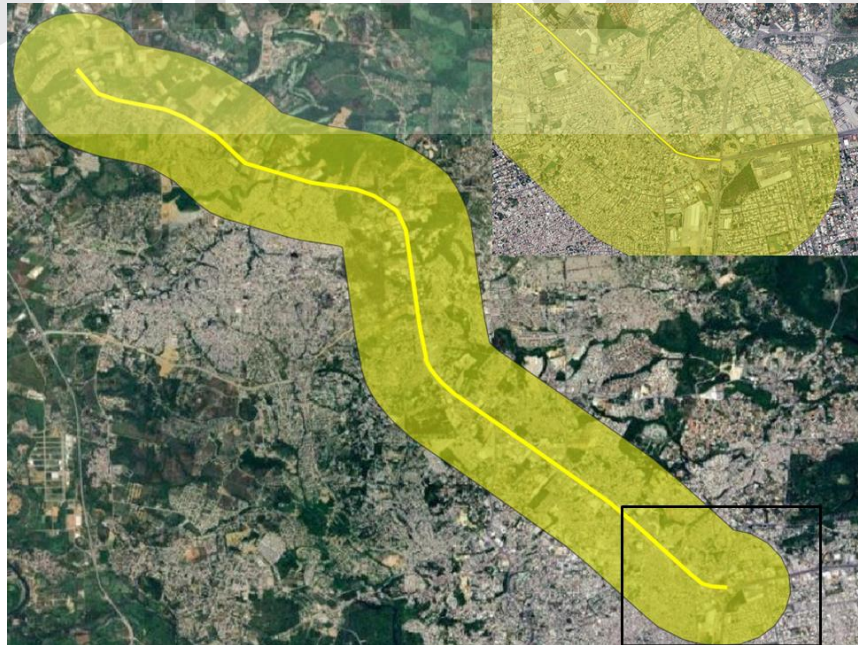
Metodología

El indicador se determina a partir de la relación entre la longitud de la traza, la densidad y área de influencia del proyecto.

$$\text{Población servida} = \text{Km de proyecto} * \text{Densidad} \left[\frac{\text{hab}}{\text{km}^2} \right] * \text{Área de influencia del proyecto} \left[\frac{\text{km}^2}{\text{km}} \right]$$

En cuanto a la densidad habitacional, se adopta la definida en el proyecto AIPMUS 1.1 la cual se encuentra asociada a cada una de las zonas de transporte (ZAT) del GSD. Luego, para definir el área de influencia de cada proyecto, se determinó un *buffer* a ambos lados del trazado de 1.000 metros, el cual se considera admisible como acceso rápido a las arterias del proyecto.

De este modo, a lo largo de la extensión del proyecto, se establece un área de influencia que se intersecta con las diferentes ZAT mencionadas anteriormente. Finalmente el indicador se calcula multiplicando las densidades de cada ZAT por la proporción del área de influencia contenida en cada una de ellas



En el caso particular de que el tramo evaluado fuese un camino de ribera, el área de influencia será proporcional al suelo urbanizado.

Los proyectos pueden conformarse con distintos tramos que pueden tener distinta densidad, en cuyo caso el indicador se compone de la suma del resultado de aplicar esta metodología a cada tramo.

$$Población\ servida = \sum_{i=1}^n Población\ servida\ tramo_i$$



Indicador 3.3: Reasentamiento de población vulnerable

Evaluar la necesidad de reasentar a poblaciones vulnerables para llevar a cabo el proyecto es esencial en el análisis del impacto social. Este indicador resalta la importancia de mitigar los efectos adversos de los proyectos viales en comunidades vulnerables, procurando que la infraestructura no genere desplazamientos innecesarios ni afecte negativamente su calidad de vida. Priorizar proyectos que minimicen o eviten el reasentamiento de población vulnerable demuestra un compromiso con la equidad y la preservación de comunidades locales. Este indicador considera la extensión y ancho del proyecto y la densidad de población para determinar la cantidad de personas afectadas.

Metodología

Se determina a partir de la relación entre la longitud de la traza, la densidad habitacional y el ancho del proyecto.

$$RPV = Km \text{ de proyecto} * Densidad \left[\frac{hab}{km^2} \right] * Ancho \text{ de afectación urbanizado} [km]$$

Al igual que la anterior la densidad habitacional, se adopta la definida en el proyecto AIPMUS 1.1 la cual se encuentra asociada a cada una de las zonas de transporte (ZAT) del GSD. El ancho de afectación varía en función del tipo de intervención propuesta y el impacto de la traza sobre las viviendas colindantes.



Los proyectos pueden conformarse con distintos tramos que pueden tener distinta densidad de residentes y anchos de afectación según se trate de ampliaciones o prolongaciones de carreteras, y el indicador se compone de la suma del resultado de aplicar esta metodología a cada tramo.

$$RPV = \sum_{i=1}^n RPV \text{ tramo}_i$$

Impacto ambiental

Indicador 4.1: Ahorro de emisiones relativo a la inversión

Priorizar proyectos que demuestren una significativa reducción en las emisiones contribuye directamente a mitigar el impacto ambiental negativo. Tales proyectos no solo promueven la sostenibilidad ambiental, sino que también cumplen con las regulaciones ambientales, respaldando las políticas de bajas emisiones y apoyando la transición hacia prácticas más sostenibles y respetuosas con el entorno. Este indicador destaca la importancia de reducir las emisiones nocivas producidas por el proyecto.

Metodología

El indicador se calcula a partir del ahorro de emisiones de los viajes generados por el proyecto en MTon CO₂eq.

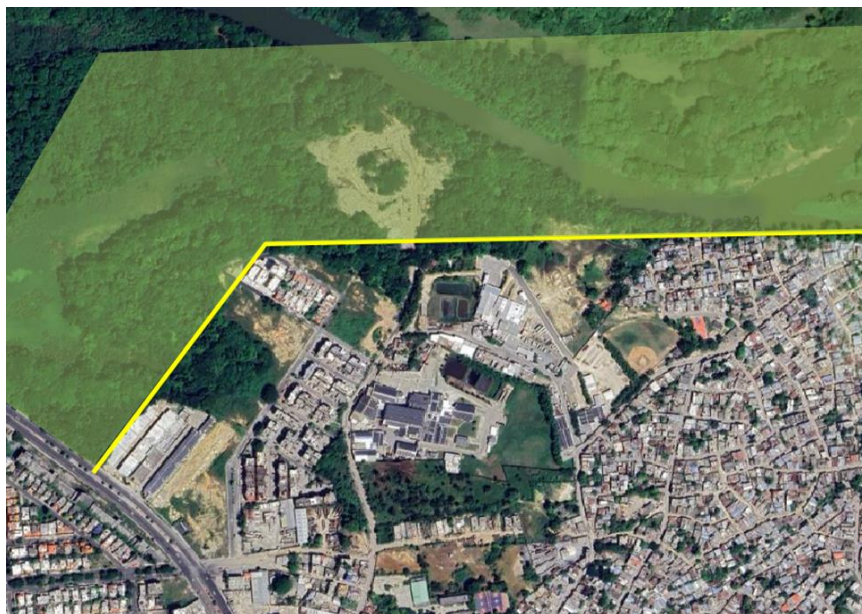
$$AER = \text{Ahorro de emisiones}$$

Indicador 4.2: Preservación de áreas protegidas

La preservación de áreas sensibles contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la integridad de los ecosistemas. Priorizar proyectos que eviten o minimicen la afectación de áreas protegidas demuestra un compromiso con la conservación ambiental y el respeto por la naturaleza, favoreciendo la armonía entre el desarrollo de la infraestructura y la preservación del entorno natural.

Metodología

El indicador se obtiene comenzando con el análisis cartográfico de la región donde está ubicado el proyecto, lo que permite definir el impacto de la traza propuesta sobre las áreas protegidas que pueda afectar.



Posteriormente, se determina el porcentaje del área afectada de la zona protegida con respecto a su área total.

$$PAP = \frac{\text{Área afectada}}{\text{Área total de la zona protegida}} * 100$$



Indicador 4.3: Superposición con recursos hídricos

Priorizar proyectos que eviten o minimicen la afectación de recursos hídricos demuestra un compromiso con la conservación ambiental y el respeto por la naturaleza, favoreciendo la armonía entre el desarrollo de la infraestructura y la preservación del entorno natural.

Metodología

Se asigna una calificación en función del tipo de recurso hídrico al cual se superpone cada proyecto, de acuerdo con las categorías presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 4-1 Categorías de recursos hídricos

CATEGORÍAS	CALIFICACIÓN
Superposición con manglares y humedales	3
Superposición con arroyos, ríos y mares	1
No se superponen	0

Fuente: Elaboración propia

Al momento de evaluar si un proyecto cumple con una de las categorías antes mencionadas, solo bastará que una sección del mismo cumpla con la conexión correspondiente. Esto se realiza en función de priorizar aquellos proyectos que tengan menor impacto ambiental.

La expresión para calcular el valor de cada indicador, que luego será normalizado, será la siguiente:

$$\text{Superposición con recursos hídricos} = \sum \text{Calificación de categorías}$$