



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

UN MODELO DE SIMULACIÓN BASADO EN DINÁMICA DE SISTEMAS COMO
APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS
ODS: EL CASO DE LA CDMX

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ING. EDUARDO GARCÍA LÓPEZ

TUTORA PRINCIPAL
DRA. AIDA HUERTA BARRIENTOS.
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

- PRESIDENTE:** Dra. Flores De La Mota Idalia
- SECRETARIO:** M.I. Soler Anguiano Francisca Irene
- 1ER. VOCAL:** Dra. Huerta Barrientos Aida
- 2DO. VOCAL:** Dr. Rivera Colmenero José Antonio
- 3ER. VOCAL:** M.I. Ávila Callejas Laura Patricia

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FACULTAD DE INGENIERÍA

TUTORA DE TESIS

Dra. Aida Huerta Barrientos

Firma

Agradecimientos

A mis padres, Dionicio y Gloria, por ser el motor y la inspiración que me han hecho recorrer este largo camino, sin su consejo y su infinito apoyo no me hubiera sido posible alcanzar nada de lo que me he propuesto, estaré eternamente agradecido por todo lo que han dado por mí.

A mis hermanas, Daniela e Iliana, por su apoyo fraternal que me ha impulsado a superar cada uno de los retos que han surgido en estos años, sin ustedes lo que hoy he concretado jamás hubiera sido posible.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al Posgrado en Ingeniería y al Departamento de Ingeniería de Sistemas por permitirme crecer en conocimiento y desarrollar el criterio para aplicarlo en mi desarrollo profesional y para beneficio de México. Especial mención merece el apoyo económico del que fui beneficiario el cual me permitió completar mis estudios de posgrado y el desarrollo de la presente investigación.

A la Dra. Aida Huerta Barrientos por el inmenso apoyo que me brindó para finalizar con éxito este proyecto de tesis y su guía a través de lo que significó cursar la maestría en Ingeniería de Sistemas en un tiempo sumo extraordinario.

A mis amigos que acompañaron en la maestría, Emiliano y Conejo quienes me acompañaron en todos los procesos de mi crecimiento académico y personal aportando con ideas y puntos de vista diferentes, y también a todos los amigos que han estado en distintas etapas de mi vida, sin ustedes el camino hubiera sido totalmente diferente y las experiencias que me han formado como individuo simplemente no existirían.

A todos mis profesores y compañeros que de diversas formas contribuyeron a que siguiera superándome has llegar a este punto culmen.

A todos ustedes dedico este trabajo de tesis, culminación de incontables horas de esfuerzo y dedicación, y en el cual se encuentra plasmado, de una u otra forma, la marca indeleble que dejaron en mí, por siempre gracias.

Tabla de contenido.....	Página
Índice Figuras	1
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción	7
Capítulo 1. La problemática en la aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU en México	9
1.1 Los ODS de la ONU	9
1.2 El ámbito de aplicación de los ODS en México	14
1.2.1 Avance en los ODS en México	15
1.3 La definición del problema por resolver	29
1.4 El objetivo general.....	29
1.5 Los objetivos específicos	29
1.6 La metodología de investigación	30
Capítulo 2. La revisión de la literatura y el marco teórico	33
2.1 Tendencias en la investigación de los ODS	38
2.2 Las herramientas cualitativas para el desarrollo de modelos de interacción de los ODS.	45
2.2.1 Diferentes escalas para evaluar la interacción de los ODS	46
2.2.2 Un análisis de interacción utilizando matriz de impacto cruzado	49
2.1.3 Utilización de la teoría de redes para el análisis del modelo de interacciones	55
2.3 Algunas herramientas cuantitativas para el desarrollo de modelos de interacción de los ODS.	60
2.2.1 El análisis de regresión para evaluar la interacción entre las distintas metas	60
2.2.2 Un análisis avanzado de sustentabilidad (ASA) para evaluar las sinergias.....	61
2.2.3 El coeficiente de Spearman para evaluar la interacción entre las distintas metas y su evolución temporal	63
2.2.4 Dinámica de sistemas	67
2.4 Síntesis de las herramientas para construcción de modelos de interacción.	76
Capítulo 3. Los ODS de la ONU como un conjunto de metas interrelacionadas desde la perspectiva del ODS once en el contexto de la CDMX.....	80
3.1 Definición de las interacciones	83
3.1.1 Análisis de regresión.....	83
3.1.2 Análisis desde la Teoría de Redes	94
3.2 Modelo de simulación utilizando el enfoque de Dinámica de Sistemas	99

3.2.1 Modelo conceptual.....	99
3.2.2 Software de simulación Stella™.....	102
3.2.3 Simulación del modelo	105
3.3 Análisis sensibilidad y políticas	121
3.3.1 El efecto de todos los ODS sobre uno solo	121
3.3.2 El efecto de un ODS sobre todos los demás	126
3.3.3 Análisis de políticas	127
3.4 El efecto de la COVID-19.....	140
3.5 El marco institucional para el cumplimiento de la Agenda 2030 en CDMX	149
Capítulo 4. El análisis de los resultados principales y la perspectiva de implementación	159
4.1 Los ODS como un sistema de metas para el 2030	160
4.2 La estructura de la Agenda 2030	163
4.3 La evolución de los ODS	166
4.4 El marco institucional de implementación	170
Conclusiones generales.....	171
Bibliografía y referencias.....	173

Índice Figuras

Figura.....	Página
Figura 1 Esquema de los ODS de la ONU.....	10
Figura 2 Evolución del SDG Index para México	18
Figura 3 SDG Index para cada uno de los ODS en México	19
Figura 4 Tendencias de los ODS en México	21
Figura 5 Total del gasto público per cápita en la protección ambiental.	26
Figura 6 Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100 000 habitantes a nivel nacional.	27
Figura 7 Porcentaje de residuos sólidos urbanos recolectados con disposición final adecuada a nivel nacional	27
Figura 8 Avance de cada uno de los ODS en el Valle de México.....	28
Figura 9 Metodología de ocho pasos de la Dinámica de Sistemas	32
Figura 10 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS	38
Figura 11 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por fuente de publicación	39
Figura 12 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por autor	39
Figura 13 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por afiliación de los autores.....	40
Figura 14 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por país de publicación.....	41
Figura 15 Proporción del tipo de documentos disponibles referentes a la búsqueda clave	41
Figura 16 Proporción del tipo de documentos disponibles respecto al tema	42
Figura 17 Red de relaciones entre sustainable development y decision making utilizando el software VOSviewer™	43
Figura 18 Red de relaciones entre sustainable development y simulation utilizando el software VOSviewer™, línea del tiempo.....	44
Figura 19 Red de relaciones entre sustainable development y las diferentes áreas de investigación utilizando el software VOSviewer™	44
Figura 20 Red de relaciones entre sustainable development y diferentes áreas de investigación utilizando el software VOSviewer™, mapa de calor.....	45
Figura 21 Escala para evaluar la interacción de los ODS de acuerdo a la tipología de siete puntos. 47	
Figura 22 Matriz de impacto cruzado por pares.....	51
Figura 23 Gráfica Influencia y dependencia con burbujas de priorización	53
Figura 24 Escala de ODS de acuerdo al PI (orden descendente) dividida por los tres pilares fundamentales	54
Figura 25 Representación de una red donde los nodos corresponden con las distintas metas seleccionadas de distintos ODS. El tipo de arista corresponde con el tipo de interacción.	56
Figura 26 Representación de una subred de metas con interacción indivisible (+3).....	57

Figura 27 Diagrama conceptual de interacciones de primer y segundo orden	58
Figura 28 Red de metas organizadas en clústeres.....	59
Figura 29 Diagrama resumen de las zonas en que divide la sustentabilidad según el marco del ASA	62
Figura 30 Tipos de interrelación según los criterios del ASA	62
Figura 31 Diagrama que representa el agregado por país para cada año del tipo de interrelación de las metas para pares de objetivos	66
Figura 32 Diagrama que representa el agregado por país para cada año del tipo de interrelación de las metas para pares de objetivos y su proyección hacia el 2030	67
Figura 33 Bucle de retroalimentación generado con un diagrama flujo-acumulación	70
Figura 34 Modelo de crecimiento poblacional, la variable de acumulación es la población, las variables de flujo son los nacimientos y las muertes mientras que los convertidores son las tasas de natalidad y mortalidad	71
Figura 35 Curva de crecimiento S que representa de difusión de una innovación tecnológica quedando patentes las tres etapas que componen este tipo de crecimiento	72
Figura 36 Diagrama que representa el paso de un ODS de un estado inseguro a uno seguro considerando una tasa de crecimiento y factores externos que equilibran el proceso.....	74
Figura 37 Diagrama ODS 1 crecimiento S considerando la interconexión con los otros ODS, un retraso (delay) y la tasa de cambio de la pobreza además de contabilizar el efecto de pobreza	75
Figura 38 Gráficas de densidad que muestran la distribución de avance de los ODS en los distintos centros urbanos	85
Figura 39 Matriz de interacciones entre los ODS utilizada como referencia	88
Figura 40 Gráfica de influencia vs sensibilidad de los ODS, el tamaño de la burbuja indica el índice de prioridad.....	90
Figura 41 Escala de los ODS por su IP divididos en los tres pilares fundamentales, sociopolítico, económico y ambiental	92
Figura 42 Red de ODS jerarquizada por el grado de salida y el grado de entrada de los nodos.....	94
Figura 43 Subred de interacciones positivas mayores o iguales a 2 distribuida bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional	95
Figura 44 Subred de interacciones positivas iguales a 1 distribuida bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional.....	96
Figura 45 Subred de interacciones negativas distribuida bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional.	97
Figura 46 Red de ODS jerarquizada por el grado de centralidad de vector propio de los nodos	98
Figura 47 Red de ODS dividida en clústeres obtenidos mediante el algoritmo para comunidades expuesto en Blondel et al. (2008) implementado en el software Gephi™	99
Figura 48 Modelo general para el avance de cada ODS considerando como variable el SDG Index	103
Figura 49 Elementos básicos de STELLA	104
Figura 50 Arreglo en que se introducirá cada una de los valores de interacción entre ODS	105
Figura 51 Estructura general del modelo para un ODS, en este caso el ODS 1.....	107
Figura 52 Asignación de los valores del factor de interconexión para cada ODS desde el ODS 1....	108
Figura 53 Asignación del efecto del ODS 1 sobre todos los demás	109

Figura 54 Estructura superior del conjunto de ODS que está en torno al centro de interconexiones	110
Figura 55 Estructura del centro de interconexiones, en este son derivadas los efectos de cada ODS respecto los demás	111
Figura 56 Resultados de la simulación del avance de los ODS hasta el 2030	112
Figura 57 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 2	113
Figura 58 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 1	113
Figura 59 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 3	114
Figura 60 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 4	114
Figura 61 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 5	115
Figura 62 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 6	115
Figura 63 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 7	116
Figura 64 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 8	116
Figura 65 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 9	117
Figura 66 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 10	117
Figura 67 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 11	118
Figura 68 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 12	118
Figura 69 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 13	119
Figura 70 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 15	119
Figura 71 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 16	120
Figura 72 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 17	120
Figura 73 Resultado de la simulación de la evolución de los ODS suponiendo un tiempo homogéneo para su cumplimiento	122
Figura 74 Resultados de la simulación de cada ODS para evaluar el impacto de los otros ODS	125
Figura 75 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 1	129
Figura 76 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 2	130
Figura 77 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 3	132
Figura 78 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 4	133
Figura 79 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 5	135
Figura 80 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 6	136
Figura 81 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 7	138
Figura 82 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 8	139
Figura 83 Prevalencia de la pobreza extrema en diversas regiones	141
Figura 84 Avance de la vacunación en distintas regiones del mundo	145
Figura 85 Evolución de los ODS considerando el efecto de la pandemia	148
Figura 86 Integrantes del Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible perteneciente al Gobierno Federal	150
Figura 87 Integrantes del CTEODS encargado del monitoreo y seguimiento del cumplimiento de la Agenda 2030	151

Índice de Tablas

Tabla.....	Página
Tabla 1 Proporción de la población que habitan en viviendas precarias en la CDMX..	25
Tabla 2 Algoritmo para calcular la tasa de influencia IR.	53
Tabla 3 Niveles de correlación de acuerdo al valor del coeficiente de correlación	64
Tabla 4 Distintas interpretaciones del coeficiente de correlación de Spearman	65
Tabla 5 Definiciones cualitativas de los estados seguro y no seguro para algunos ODS.....	75
Tabla 6 Valores obtenidos del Test Shapiro-Wilk con $\alpha=0.05$ para los conjuntos de datos de cada ODS de cada centro urbano.	84
Tabla 7 Coeficientes de correlación de Spearman para cada par de ODS obtenidos mediante R.	86
Tabla 8 Relación entre los valores del coeficiente de Spearman y la tipología de siete puntos.	87
Tabla 9 Valores agregados de la interacción de los ODS	88
Tabla 10 Influencia neta (IN), Tasa de influencia (TI), Índice de prioridad (IP) para cada ODS.	89
Tabla 11 Relación ente el porcentaje de avance y el tiempo estimado en que se cumpla un ODS	101
Tabla 12 Valores de interacción normalizados entre los distintos ODS.....	102
Tabla 13 Estados de suficiencia e insuficiencia establecidos para cada ODS.....	106
Tabla 14 Valores para el 2030 del avance de cada ODS con el efecto de interconexión y sin este.	123
Tabla 15 Influencia de cada ODS en el avance de lo SDG Index de los demás.....	126
Tabla 16 Resultados finales para cada ODS bajo las diferentes políticas	137
Tabla 17 Comparación de los resultados finales simulación original y en la que considera el efecto de la COVID 19	146
Tabla 18 Relación de los ODS con las dependencias de gobierno de la CDMX y el Edomex.....	156
Tabla 19 ODS de cada eje del desarrollo sostenible organizados desde los bloques de prioridad.	158

Resumen

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de metas que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) planteó como los ejes rectores para alcanzar el desarrollo sostenible (económico, ambiental y socio-político) en todas las naciones hacia el año 2030. El problema que se aborda en esta tesis reside en analizar los ODS desde el enfoque sistémico de sus interacciones evitando así que su aplicación como entidades aisladas pueda derivar en su insuficiencia como solución a los problemas que impiden alcanzar un desarrollo sostenible.

Según el Banco Mundial, alrededor del 55 % de la población mundial vive en ciudades, y hacia el 2050, se estima que casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades. Considerando esto no se puede dejar de lado la importancia que tendrá la aplicación de los ODS en el ámbito urbano. En el caso específico de la Ciudad de México (CDMX) resulta indispensable analizar los ODS adyacentes al objetivo once (ciudades y comunidades sostenibles) necesarios para coadyuvar en la promoción de la CDMX como una ciudad central en el desarrollo sostenible del país. En esta dirección, el objetivo principal de esta tesis es diseñar, desarrollar e implementar un modelo de simulación basado en el enfoque de Dinámica de Sistemas que sirva de apoyo en la toma de decisiones de la implementación de los ODS en la CDMX. En primer lugar, se presenta la revisión de la literatura acerca de los enfoques que han sido utilizados para analizar la interacción de los ODS. En segundo lugar, a partir de las herramientas descritas previamente y desde el enfoque de Dinámica de Sistemas se diseña, desarrolla e implementa el modelo de simulación para los ODS en CDMX en el software STELLA. Después, se lleva a cabo el análisis de los resultados principales acerca de la dinámica de las interacciones de los ODS para abordar el problema de su aplicación en la CDMX guiando el tipo de políticas públicas que deberán ser implementadas en aras de un desarrollo sostenible hacia el 2030. Como conclusión, la implementación de los ODS de manera integral necesariamente implica considerar desde el enfoque sistémico las interacciones que existen entre estos. El análisis de las interacciones de los ODS desde un modelo de simulación basado en Dinámica de sistemas permite evaluar la evolución temporal en el alcance de los ODS y permite delimitar los cursos de acción en materia de política pública.

Abstract

The Sustainable Development Goals (SDGs) are a set of goals that the United Nations (UN) proposed as the guiding principles to achieve sustainable development (economic, environmental and socio-political) in all nations by the year 2030. The problem addressed in this thesis lies in analyzing the SDGs from the systemic approach of their interactions, thus avoiding that their application as isolated entities may result in their insufficiency as a solution to the problems that prevent achieving sustainable development.

According to the World Bank, about 55% of the world's population lives in cities, and by 2050, it is estimated that almost 7 out of 10 people will live in cities. Considering this, the importance of the application of the SDGs in the urban sphere cannot be ignored. In the specific area of Mexico City (CDMX), it is essential to analyze the SDGs adjacent to goal eleven (sustainable cities and communities) necessary to contribute to the promotion of CDMX as a central city in the sustainable development of the country. In this direction, the main objective of this thesis is to design, develop and implement a simulation model based on the Systems Dynamics approach that serves as support in decision-making for the implementation of the SDGs in CDMX. First, the literature review about the approaches that have been used to analyze the interaction of the SDGs is presented. Second, from the tools previously described and from the Systems Dynamics approach, the simulation model for the SDGs in CDMX is designed, developed and implemented in the STELLA software. Afterwards, the analysis of the main results about the dynamics of the interactions of the SDGs is carried out in order to address the problem of their application in CDMX, guiding the type of public policies that should be implemented for the sake of sustainable development towards the 2030. In conclusion, the implementation of the SDGs in a comprehensive manner necessarily implies considering the interactions between them from a systemic approach. The analysis of the interactions of the SDGs from a simulation model based on System Dynamics makes it possible to evaluate the temporal evolution in the scope of the SDGs and allows to define the courses of action in matters of public policy.

Introducción

La sostenibilidad es un concepto omnipresente en el desarrollo de las sociedades modernas, se entiende como una explotación racional de los recursos para no comprometer su disponibilidad para las generaciones futuras (ONU 2019).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012. El propósito era crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, sociales y económicos con que se enfrenta el mundo. En septiembre de 2015, más de 150 jefes de Estado y de Gobierno se reunieron en la histórica Cumbre del Desarrollo Sostenible en la que aprobaron la Agenda 2030. En México los ODS son supervisados por Comité Técnico Especializado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (CTEODS) que conjunta los esfuerzos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el de los representantes de otras entidades públicas.

El problema que se aborda en esta tesis reside en concebir los ODS desde el enfoque sistémico dado que su aplicación como entidades aisladas no resulta conveniente considerando la integridad de la Agenda 2030, consecuentemente, esto implica una comprensión de la interrelación entre todos los objetivos. En el caso específico de la CDMX, el ODS once resulta central dado que sugiere metas específicas respecto a las ciudades, sin embargo, otros objetivos son necesarios para coadyuvar al desarrollo sostenible en este contexto regional, en consecuencia, el objetivo principal de esta tesis es diseñar, desarrollar e implementar un modelo de simulación basado en el enfoque de Dinámica de Sistemas que sirva de apoyo en la toma de decisiones de la implementación de los ODS en CDMX.

La importancia de esta investigación reside en el hecho de que la aplicación de los ODS en México no se ha abordado desde la perspectiva sistémica; cada uno de los objetivos intentan ser alcanzados mediante políticas públicas individuales sin atender a la relaciones estáticas y dinámicas entre objetivos y metas. Sin este análisis resultará mucho más difícil e incluso imposible atender el desafío de cumplir la Agenda 2030.

Esta tesis se conforma de 4 capítulos. En el capítulo 1, se enuncian y describen los ODS, así como, la situación actual de su aplicación en México y la CDMX. Además, se describe el objetivo general y los objetivos específicos, así como la metodología utilizada en cada ámbito que compete a este trabajo de tesis para alcanzar el objetivo general.

En el Capítulo 2, se presenta la revisión de la literatura acerca de distintos enfoques (cualitativos y cuantitativos) utilizados para abordar el problema de interacción de los ODS para su posterior aplicación. Las herramientas cualitativas que se presentan son la tipología de siete puntos, la matriz de impacto cruzado, y la teoría de redes. Por otro lado, las herramientas cuantitativas que se incluyen son la Dinámica de Sistemas, análisis de correlación y el análisis avanzado de sustentabilidad.

En el Capítulo 3, se diseña, se desarrolla y se implementa un modelo de simulación basado en el enfoque de Dinámica de Sistemas, con apoyo de la Matriz de impacto cruzado y la Teoría de Redes, que sirva de apoyo en la toma de decisiones de la implementación de los ODS en CDMX a través del análisis de sus interacciones.

En el Capítulo 4, se lleva a cabo el análisis de los resultados principales acerca de las interacciones de los ODS en el caso de CDMX y a partir de esto se sugieren las rutas de aplicación de políticas públicas integrales con el fin de alcanzar la Agenda 2030. Al final de este trabajo de tesis se presentan las conclusiones generales y las recomendaciones producto de su realización.

Capítulo 1. La problemática en la aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU en México

En este capítulo, se enuncian y describen los ODS, así como, la situación problemática actual de su aplicación en México y en específico en la CDMX. Además, se describe el objetivo general, los objetivos específicos, y la metodología utilizada en cada ámbito que compete a este trabajo de tesis para alcanzar el objetivo general.

1.1 Los ODS de la ONU

Los ODS sustituyen a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), con los que se emprendió en el año 2000 una iniciativa mundial para abordar el problema de la pobreza. Los ODM eran objetivos medibles acordados universalmente para hacer frente a la pobreza extrema y el hambre, prevenir las enfermedades mortales y ampliar la enseñanza primaria a todos los niños, entre otras prioridades del desarrollo.

Durante 15 años los ODM impulsaron el progreso en varias esferas importantes: reducir la pobreza económica, suministrar acceso al agua y el saneamiento, así como disminuir la mortalidad infantil y mejorar de manera importante la salud materna, sin embargo, era necesaria su actualización incorporando metas no alcanzadas y generalizando su aplicación a naciones desarrolladas mediante la cooperación internacional para alcanzar los objetivos mundiales.

Como sucesores de los ODM se gestaron los ODS en la Conferencia de la ONU sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Río de Janeiro en 2012. El propósito era crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta nuestro mundo.

En septiembre de 2015, más de 150 jefes de Estado y de Gobierno se reunieron en la histórica Cumbre del Desarrollo Sostenible en la que aprobaron la Agenda 2030. Esta Agenda contiene 17 objetivos de aplicación universal que, desde el 1 de enero de 2016, rigen los esfuerzos de los países para lograr un mundo sostenible en el año 2030.



Figura 1 Esquema de los ODS de la ONU. Fuente Cámara Valencia (2019).

Promover el desarrollo en el marco de la sostenibilidad recae en todos los entes de una sociedad, gobierno, sector privado y sociedad civil, las acciones conjuntas de estos sectores son vitales para transitar hacia un modelo de desarrollo integral sin comprometer a las generaciones futuras, no

obstante, el definir metas y focalizar su alcance en distintas regiones es de suma importancia para orientar el actuar de cada sector.

Los ODS son un total de 17 ejes cuyas metas se espera sean cumplidas en un período entre el año 2020 y el año 2030 con el fin de alcanzar la prosperidad en las naciones y pleno desarrollo sostenible. Estos objetivos son transversales a todas las actividades humanas que tienen un impacto en el desarrollo integral de la sociedad de cada país, una breve descripción de cada objetivo es la siguiente (ONU, 2019).

1. *Fin de la pobreza.* Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo, la pobreza está más allá de la falta de ingresos, es un problema de derechos humanos, entre sus distintas manifestaciones está la malnutrición, la falta de vivienda digna y el acceso limitado a educación y salud.
2. *Hambre cero.* Poner fin al hambre, alcanzar la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. Revertir procesos de sobreexplotación, afrontar consecuencias del cambio climático y reformas en el sistema agrario son necesarios en este ámbito.
3. *Salud y bienestar.* Garantizar la salud y el bienestar a todos los sectores de la población. Aumento de esperanza de vida, baja en la mortalidad infantil, baja en la mortalidad materna y poner fin a epidemias de distintas enfermedades.
4. *Educación de calidad.* Garantizar una educación equitativa, inclusiva y de calidad para toda la población además de promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida. La educación es la base para mejorar nuestra vida y el desarrollo sostenible.
5. *Equidad de género.* La igualdad entre los géneros es un derecho humano fundamental inherente a la coexistencia pacífica en el mundo. Es necesario erradicar la violencia hacia las mujeres en todas sus formas, así como, suprimir todo tipo de exclusión, garantizando acceso

a la educación, a la atención médica, a un trabajo digno, participación política y económica.

6. *Agua limpia y saneamiento.* Gestión sostenible del recurso hídrico con el fin de eliminar la escasez a escala global garantizando su disponibilidad universal.
7. *Energía asequible y no contaminante.* Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. Dado que la actividad humana en la actualidad requiere de forma indispensable energía es necesario que se entenga acceso universal a energías no contaminantes y de alta eficiencia promoviendo la inversión tanto pública y privada en el sector.
8. *Trabajo decente y crecimiento económico.* Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno productivo y el trabajo digno universal. Para conseguir el desarrollo económico sostenible, las sociedades deberán crear las condiciones necesarias para que la población acceda a empleos de calidad, estimulando la economía sin dañar el medio ambiente.
9. *Industria, innovación e infraestructuras.* Una economía robusta requiere inversiones en infraestructura. Esto es fundamental para lograr un desarrollo sostenible, empoderar a las sociedades y fomentar el desarrollo social. Es necesario el impulso al sector manufacturero y promover el progreso tecnológico.
10. *Reducción de las desigualdades.* Reducir la desigualdad en los países y entre estos. Las grandes desigualdades se mantienen en los servicios sanitarios y educativos y a otros bienes productivos. El crecimiento económico no es suficiente para reducir la pobreza si este no es inclusivo ni tiene en cuenta las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.
11. *Ciudades y comunidades sostenibles.* Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, resilientes y sostenibles. Es

necesario mejorar la planificación y gestión urbana para que los espacios urbanos del mundo sean sostenibles.

12. *Producción y consumo responsables.* Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, esto consiste en fomentar el uso eficiente de recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora al acceso a servicios básicos y la creación de empleos ecológicos.
13. *Acción por el clima.* Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El cambio climático afecta a todos los países en todos los continentes, produciendo un impacto negativo en su economía, la vida de la población y en las comunidades.
14. *Vida submarina.* Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. Existe un continuo deterioro de las aguas costeras, debido a la contaminación y acidificación de los océanos, que tienen efectos adversos en los ecosistemas y en la biodiversidad además se debe pugnar por una administración efectiva de las áreas protegidas.
15. *Vida de ecosistemas terrestres.* Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
16. *Promover sociedades, justas, pacíficas e inclusivas.* Temas trascendentales en este rubro son el homicidio intencional, violencia infantil, trata de personas y violencia sexual. Es necesario establecer reglamentaciones más eficientes y transparentes y presupuestos gubernamentales integrales y realistas.
17. *Alianza para lograr los objetivos.* Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. Un programa exitoso del desarrollo sostenible requiere alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad

civil. Estas alianzas inclusivas son necesarias a nivel global, regional, nacional y local.

1.2 El ámbito de aplicación de los ODS en México

En México los ODS fueron adoptados como las metas para el desarrollo sostenible y se les da seguimiento a través del Comité Técnico Especializado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (CTEODS) a cargo del INEGI define los indicadores de cada una de las metas de los diecisiete ODS (Gobierno de México, 2019).

Este organismo ha caracterizado cada uno de los objetivos a través de una serie de indicadores en los cuales la aplicación de las políticas públicas en alianza con la sociedad civil, el sector privado y organizaciones internacionales ha dado diversos resultados, en muchos casos no tan favorables por lo cual los retos que representa el país son importantes (Gobierno de México, 2018).

Los ODS desde su concepción fueron propuestos como objetivos generales para todos los países tanto desarrollados como no desarrollados (ONU 2019), sin embargo, surge naturalmente el cuestionamiento sobre su aplicación en contextos particulares como lo es el de México y cómo el cumplimiento de la agenda 2030 se traducirá en la resolución de las problemáticas internas del país. Por lo anterior es necesario esclarecer la relación de los ODS con los problemas sociales, económicos y ambientales del contexto nacional, inclusive haciendo una distinción en las distintas regiones del país, pues estas difieren cultural, social y económicamente.

Por otro lado, los ODS son en sí mismos un sistema interrelacionado de metas (Purkey, 2019), esto esclarece la necesidad de una visión sistémica en el tratamiento de los ODS, más aún, es posible tener una comprensión holística de los alcances y retos que presenta su implementación. Comprendida la interrelación de los ODS, los gobiernos serán capaces de generen las políticas

públicas y directrices de gobierno adecuadas para aplicar medidas integrales que no se limiten a satisfacer por separado cada uno de los objetivos, sino que comprendiendo su naturaleza sistémica, permitan alcanzar sinérgicamente los objetivos y resolver los conflictos producto de su implementación.

1.2.1 Avance en los ODS en México

Los avances del gobierno mexicano en el cumplimiento de los ODS están descritos en la Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030 (2018), en este documento se reportan los avances por objetivo del país hasta el 2018, presentando las políticas públicas implementadas y las cifras recabadas sobre los avances.

La situación actual (hasta el momento de la redacción del documento) es descrita de la siguiente manera. Ante la pregunta ¿Qué hemos hecho? Resalta la instalación y primera sesión del Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la conformación del CTEODS, la instalación de la Comisión para el Cumplimiento de la Agenda 2030, la primer vinculación entre los ODS y el Presupuesto de Egresos de la Federación 2018 y la integración de los seis Comités de Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Gobierno de México,2018).

Las aspiraciones hacia el 2030 descritas en la Estrategia Nacional se resumen en los siguientes puntos.

- Todas las personas, independientemente de su origen étnico, género, edad, discapacidades, condición social, religión, opinión, preferencia sexual o estado civil cuenten con oportunidades y capacidades para alcanzar la vida que desean y ejercer todos sus derechos humanos.
- Ninguna persona tiene carencias estructurales que le impidan vivir dignamente, los recursos naturales se aprovechan y se protegen, y México tiene una economía verde e incluyente.

- México es un país incluyente con cohesión social. La desigualdad ha sido abatida como barrera para el ejercicio de los derechos, la productividad, el crecimiento y el desarrollo sostenible.
- Se generan sinergias entre todos los sectores del país para solucionar problemas públicos.
- Las políticas públicas se elaboran con base en evidencia a partir de diagnósticos, estudios y evaluaciones participativas con enfoque sostenible.

Para lo anterior el documento de la Estrategia Nacional menciona distintas acciones requeridas para alcanzar las aspiraciones antes descritas en el período requerido, las más relevantes son las siguientes.

- Incorporar las tres dimensiones del Desarrollo Sostenible (ambiental, social y económico) en los próximos Planes Nacionales, Estatales y Municipales de Desarrollo, así como presupuestar con enfoque sostenible.
- Entender la relación entre los ODS.
- Impulsar la sostenibilidad en todas las políticas públicas, en el desarrollo de nuevos negocios y la transformación de los negocios existentes, en las intervenciones sociales y territoriales, así como en la investigación científica y académica.
- Redefinir la responsabilidad social empresarial en el país, a partir del nuevo estándar global de sostenibilidad corporativa que representa la Agenda 2030.
- Consolidar la cooperación internacional para el desarrollo de los ODS y metas de la Agenda 2030.
- Llevar los ODS y las acciones que contribuyen a ellos al ámbito cotidiano de las personas.
- Incentivar la inversión pública y privada en proyectos de ciencia y tecnología útiles para transitar hacia la sostenibilidad.

- Establecer puentes comunicantes y mecanismos de coordinación interinstitucional innovadores y con enfoques incluyentes, que deriven en nuevas formas de gobernanza democrática.

En el documento se detalla por objetivo la situación actual en México, lo realizado a través de planes gubernamentales y los esperados al vencimiento del plazo para el cumplimiento de los ODS. De la perspectiva plasmada en la Estrategia Nacional por el Gobierno de México cabe destacar la falta de una visión sistémica clara para alcanzar los objetivos planteados por la Agenda 2030, por esto resulta necesario abordar los ODS como un conjunto de objetivos y metas sujetos a una visión integral que se traduzca en acciones transversales en todos los niveles de acción del aparato gubernamental.

Cabe resaltar que el avance hacia el cumplimiento de la agenda 2030 está enmarcada en el Plan Nacional del Desarrollo que contempla un núcleo de acciones encaminadas al desarrollo sostenible. Esta orientación se conservó tras el cambio de gobierno a finales de 2018, ya que el consecuente plan incluía los estatutos relacionados con un futuro sostenible.

En cuanto al avance general de México en el cumplimiento de los ODS es importante citar el estudio realizado anualmente por Fundación Beterlsmann Stiftung y la iniciativa de la Naciones Unidas, Sustainable Development Solutions Network, en este considerando los indicadores de cada una de las metas de los ODS, así como indicadores complementarios relacionados con la cuestión de la sostenibilidad calculan un índice denominado *SDG Index* que sirve como parámetro del avance en el cumplimiento de la Agenda 2030 y el estado de cumplimiento de cada ODS.

La metodología utilizada para calcular el índice SDG comprende tres pasos: establecer los umbrales de desempeño y eliminar valores extremos para la distribución de cada indicador, reescalar los datos para asegurar compatibilidad entre los indicadores (normalizar) y agregar cada uno de los

indicadores mediante la media aritmética en y a través de los ODS (Sachs *et al.* 2021).

Para el caso de México la evolución de este índice se muestra en la Figura 2 donde la medición abarca el cálculo histórico desde el 2000. El mínimo valor se encuentra en 63.84 para el 2000, un máximo en 2019 con 69.38, a 2021 se encuentra en 69.13. Para 2015 que fue el año en que estableció la agenda 2030 el índice era 68.11 por lo cual, comparando con el nivel actual, el avance apenas llega a ser un punto porcentual. Respecto a los demás países, México para 2021 ocupa el lugar 80 de 169 países evaluados.

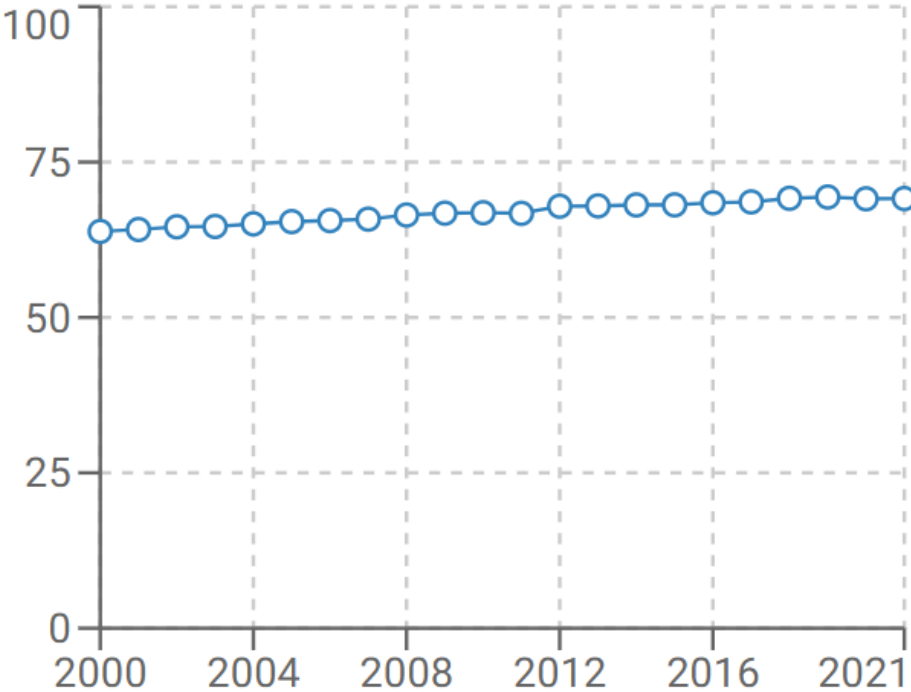


Figura 2 Evolución del SDG Index para México. Fuente Sustainable Development Report (2021)

El avance de cada uno de los ODS se muestra en la Figura 3, los objetivos que muestran un avance considerable (mayor al 75%) son el ODS 1 (pobreza), el ODS 4(educación), el ODS 7(energía), el ODS 11(ciudades), el ODS 12 (consumo responsable) y el ODS 13(clima), mientras que los que mayor atraso tienen (menor al 50%) el ODS 9 (infraestructura) y el ODS 10 (reducción desigualdad) que está muy lejos de ser completado.

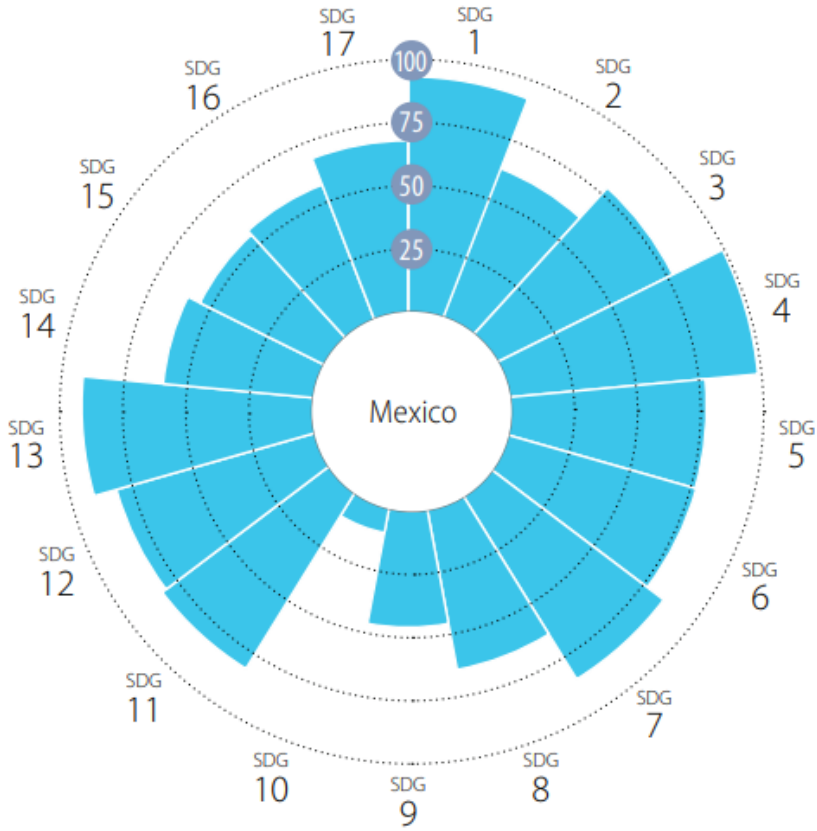


Figura 3 SDG Index para cada uno de los ODS en México. Fuente Sachs et al. (2021)

En la figura 4 se muestran las tendencias para cada uno de los ODS, esto es si se ha mantenido en avance (flecha verde), se han estancado (flecha naranja) o si ha retrocedido en su cumplimiento (flecha roja), o existe una mejora moderada (flecha amarilla). En lo que respecta a los colores de cada uno de los íconos de los ODS, naranja están los objetivos con retos considerables para ser completados y

en rojo los que aún tienen retos mayores. El ODS 12 tiene un punto en gris dado que no existe información suficiente.

De acuerdo al reporte realizado por Sachs et al (2021) México aún tiene muchos aspectos que encausar para completar la Agenda 2030 puesto que ninguno de los objetivos está en un avance indicado en amarillo, esto implicaría que los retos por cumplir son menores, y menos aún en verde, lo cual indicaría que el ODS en cuestión ha sido alcanzado. Las tendencias en que se encuentra México son de estancamiento y una mejora modesta en la mayoría de los casos, en el caso del ODS 15 está a la baja y el ODS 1 está en una mejora sostenida. Considerando esta situación, para que el país mejore significativamente en el cumplimiento de la Agenda 2030 deben tomarse medidas que hasta ahora no se han implementado o no con el suficiente impacto ya que en caso contrario no se podrá cumplir con el límite que representa el 2030. Haciendo una extrapolación de la tendencia del avance de México se estima que se alcanzaría para el 2030 se alcanzaría apenas el 72% de lo planteado para los ODS.





Figura 4 Tendencias de los ODS en México. Flecha verde en tendencia positiva, flecha amarilla mejora modesta, flecha naranja estancamiento y flecha roja tendencia negativa. En color rojo ODS con retos mayores, en naranja ODS con retos considerables. Fuente Sachs et al. (2021)

1.2.2 Los ODS para el caso de la CDMX

La CDMX es la más ciudad de grande de México, considerado como el centro político, económico y social del país, y como otras urbes presenta problemas diversos, muchos de estos están circunscritos en el ODS 11 que comprende a las ciudades y las comunidades sostenibles.

El ODS once engloba las necesidades de las ciudades ante su exponencial crecimiento, sobre todo en las últimas décadas, ante esto no han estado exentas de una serie de problemas en su planificación y gestión, el objetivo señala la necesidad de crear espacios urbanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles y como principales retos los servicios básicos, la falta de políticas en materia de tierras y vivienda, congestión y deterioro de infraestructura (ONU, 2019). Las metas que plantea este objetivo son las siguientes:

- De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.
- De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando 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.
- De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.
- Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.
- De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
- De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.
- Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.

- De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles (ONU 2019).

En el documento de la Estrategia Nacional se hace hincapié en los siguientes rubros, vivienda, movilidad, planeación, riesgos y patrimonio cultural. La situación de cada uno de estos apartados se resume a continuación (Gobierno de Mexico,2018).

- *Vivienda.* En 2015. 62.9% de la población de México, vivía en ciudades con más de 15 mil habitantes, y 77% en ciudades con más de 2.500 habitantes. Temas por analizar en este rubro son la calidad de la vivienda, el acceso a esta, la ubicación de esta respecto a centros comerciales, de trabajo y escuelas. Lo que se necesita para lograr los objetivos en este rubro es en principio asegurar los servicios públicos básicos y consolidar la política de vivienda.
- *Movilidad.* A nivel nacional 37.9% de las personas se traslada al trabajo en transporte público. Aspectos esenciales en este rubro son el tiempo de traslado de la población ocupada, así como la conectividad de los diferentes medios de transporte. Revisión de la inversión en proyectos de movilidad, los accidentes viales, así como aminorar las emisiones de gases contaminantes.
- *Planeación.* Para el 2018, hay 401 ciudades habitadas por 9.27 millones de personas, 74.2% de la población de ellas. Temas en este rubro son la aceleración del crecimiento urbano en comparación al crecimiento de la población, falta de indicadores para la correcta planeación en comunidades. Financiamiento de infraestructura adecuada, elaboración

de estudios prospectivos de las zonas urbanas, incluyendo zonas metropolitanas son acciones requeridas para este ámbito.

- *Riesgos.* De 2010 a 2015, los desastres de origen natural han afectado a más de 12 millones de personas. Acciones en este sentido son desarrollar planes locales de Adaptación basada en Ecosistemas para la prevención de desastres. Reducir la vulnerabilidad de la población y de la infraestructura, establecer medidas intersectoriales para enfocar los programas sociales a poblaciones en situación de vulnerabilidad, que prevengan y controlen situaciones de violencia y la delincuencia en los asentamientos humanos.
- *Patrimonio cultural.* La participación económica del sector cultura en el PIB nacional es de 3.3%, México ocupa el 7° lugar en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Acciones necesarias son preservar, promover y difundir el patrimonio cultural e impulsar la cultura y la convivencia armónica para fortalecer la cohesión social en las ciudades.

Los indicadores propuestos en el documento de la Estrategia Nacional se entienden en dos niveles, a nivel mundial y a nivel nacional.

Indicadores de marco global a los que México se compromete a dar seguimiento.

1. Proporción de la población urbana que habita en viviendas precarias.
2. Proporción de la población que tiene fácil acceso al transporte público, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad.
3. Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población.
4. Proporción de las ciudades que cuentan con una estructura de participación directa de la sociedad civil en la planificación y la gestión urbana y funcionan con regularidad y democráticamente.
5. Total de gasto per cápita en la protección ambiental.
6. Proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga adecuada respecto al total de desechos sólidos.

7. Niveles medios anuales de partículas finas en suspensión.
8. Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a los espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad.
9. Proporción de personas que han sido víctimas de acoso físico o sexual en los últimos 12 meses, desglosada por sexo, edad, grado de discapacidad y lugar de hecho.
10. Proporción de la población residente en ciudades que aplican planes de desarrollo urbano y regional que tienen en cuenta las previsiones demográficas y las necesidades de recursos, desglosada por tamaño de ciudad.

Indicadores ODS propuestos en el marco del CTEODS para seguimiento específico para la Ciudad de México.

1. Proporción de la población urbana que habita en viviendas precarias.
2. Pérdidas económicas directas atribuidas a los desastres en relación con el Producto Interno Bruto (PIB).

De los indicadores anteriores en el portal SIODS solo hay seguimiento a cuatro de los indicadores propuestos. Para la CDMX el indicador desglosado es el referente a vivienda precaria.

Tabla 1

Proporción de la población que habitan en viviendas precarias en la CDMX.

<i>Período</i>	<i>Proporción población</i>
2008	15.56
2010	13.76
2012	14.14
2014	11.03

Nota. Fuente Gobierno de México (2019).

El resto de los indicadores se presentan a nivel nacional: el indicador (5) y (6) de los globales y (2) de los indicadores específicos. En la Tabla 1 se observa que desde 2008 a 2014 ha disminuido la proporción de la población que habita en

viviendas precarias, sin embargo, ante la falta de actualización del dato no existe la certeza de que esta tendencia a la baja se mantenga. En el caso del gasto público per cápita en la protección ambiental (Figura 5), a partir de 2011 se mantuvo constante el gasto respecto a la cifra alcanzada en 2011.

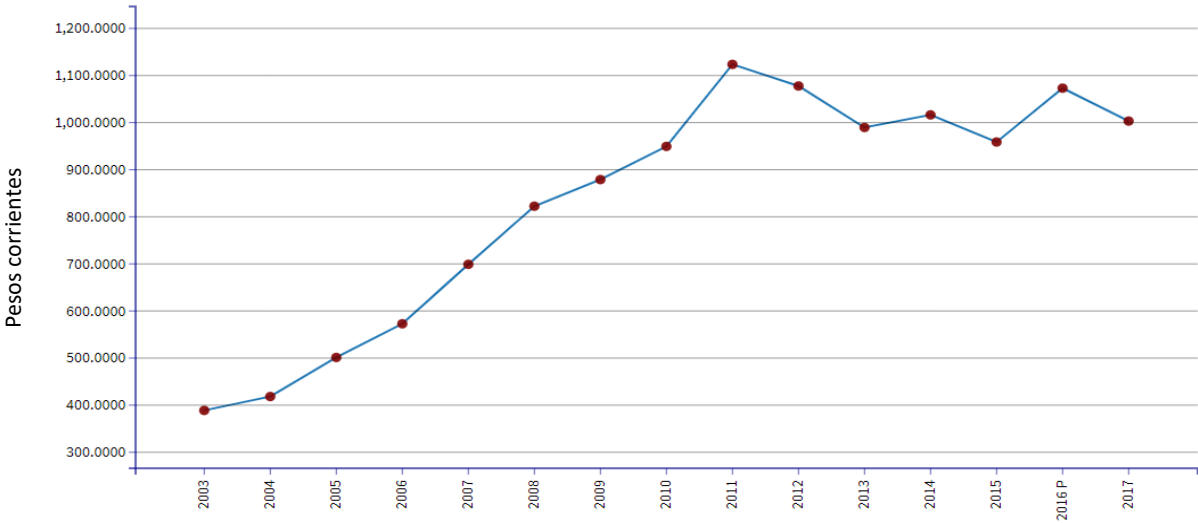


Figura 5 Total del gasto público per cápita en la protección ambiental. Fuente Gobierno de México (2019).

En la Figura 6 se muestra la evolución desde el 2000 del número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100 000 habitantes, en este caso México es afectado por diversos desastres naturales, pero los principales son los terremotos y los huracanes. El comportamiento de este indicador va de la mano de la incidencia de los fenómenos naturales, pero también de las medidas de protección civil tomadas para el apoyo a grupos vulnerables. Desde el máximo en 2002 las cifras se han mantenido por debajo de 3000 hasta el 2016. Para el caso de la Ciudad de México el principal factor de riesgo son los sismos como el ocurrido en 2017. Finalmente, en la Figura 7 se muestra el porcentaje de residuos sólidos urbanos recolectados con disposición final adecuada hasta 2018 donde hubo un descenso respecto al 2016 de casi dos puntos porcentuales, es necesaria una actualización para conocer los efectos que tuvo la pandemia en este indicador ante el nuevo tipo de desechos generados durante esta etapa, principalmente los desechos sanitarios.

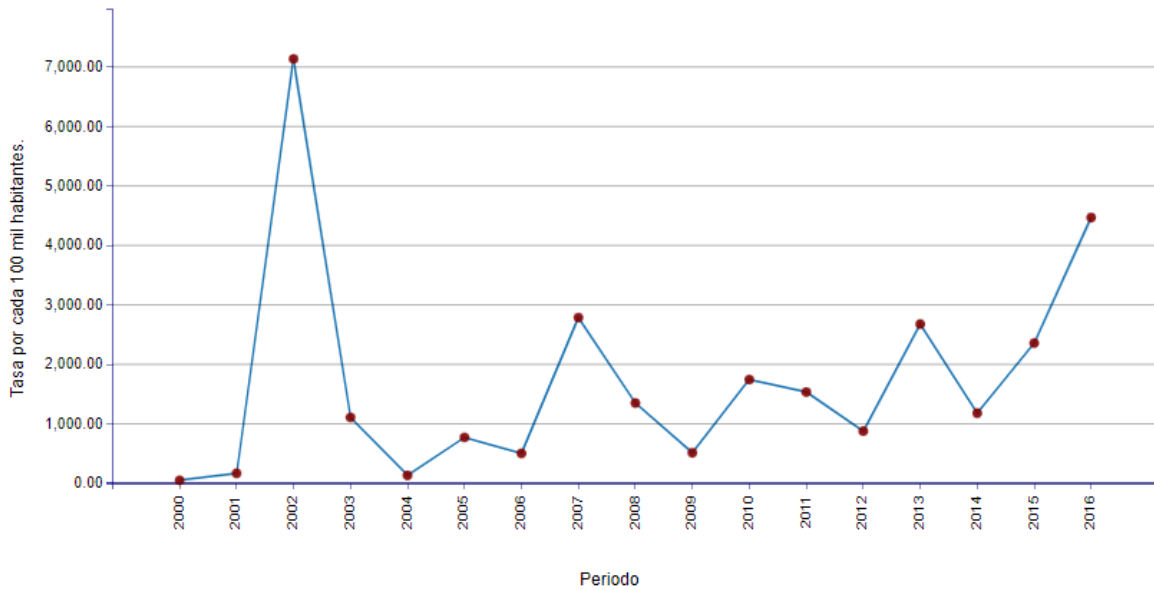


Figura 6 Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100 000 habitantes a nivel nacional. Fuente Gobierno de México (2019).

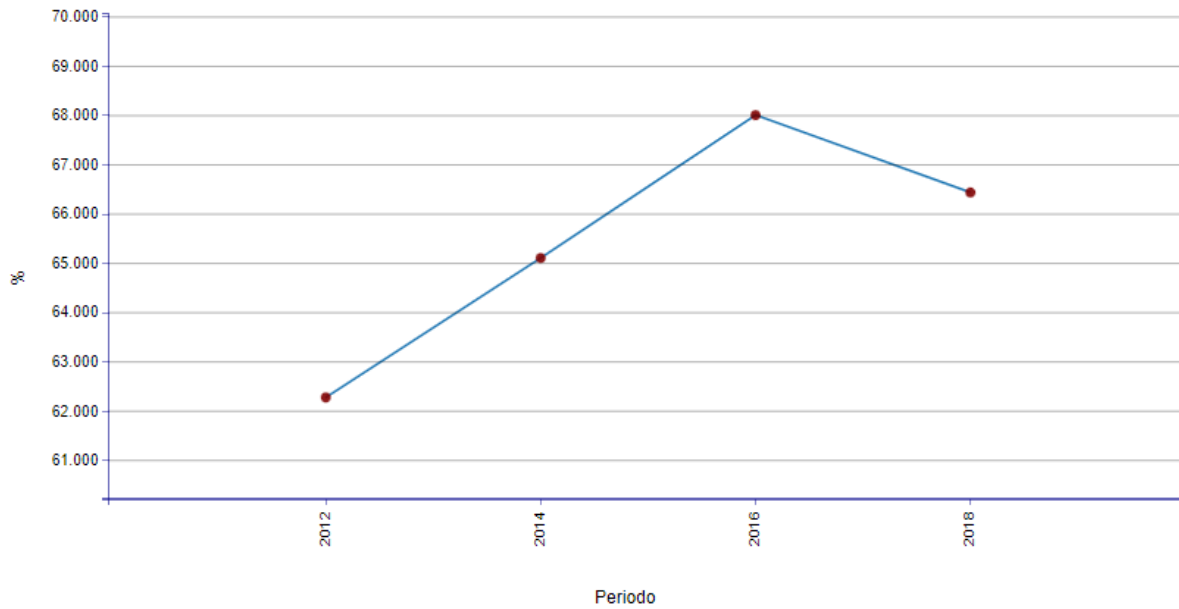


Figura 7 Porcentaje de residuos sólidos urbanos recolectados con disposición final adecuada a nivel nacional. Fuente Gobierno de México (2019).

Para evaluar el avance de la CDMX en lo que respecta a la Agenda 2030, siguiendo el método de los reportes anuales de avance a escala global (Sustainable

Development Report) de la Fundación Beterlsmann Stiftung y la iniciativa de la Naciones Unidas, Sustainable Development Solutions Network, City Banamex realizó un estudio sobre el avance de la Agenda 2030 para las principales ciudades del país al que se denominó Índice de Ciudades Sostenibles 2018, y entre los centros urbanos figura el Valle de México. En la figura 8 se muestra el avance por ODS en el Valle de México destacando el ODS 17(Cooperación), el ODS 5(Equidad de género) y el ODS 9 (Infraestructura) mientras que el punto más bajo está el ODS 6 (Saneamiento de agua), en cuanto al nivel general el SDG Index es 57.19.

La CDMX al ser una urbe de un crecimiento constante y atractor de población por su peso económico, educación, empleo entre otros factores resulta en un entramado complejo de problemáticas que afectan a distintos niveles a la sociedad por lo cual si se plantea como eje de solución el cumplimiento de la Agenda 2030 es necesario poner en marcha los planes que permitan alcanzar íntegramente los ODS.

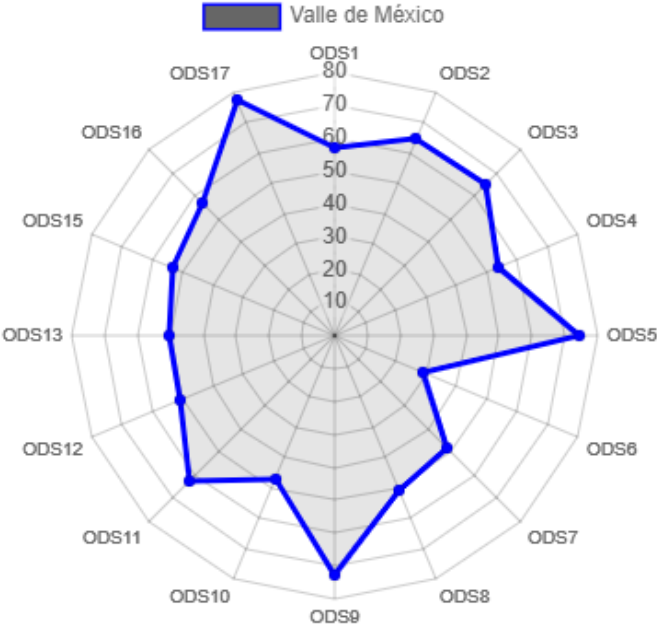


Figura 8 Avance de cada uno de los ODS en el Valle de México.
Fuente Índice de Ciudades Sostenibles (2018)

1.3 La definición del problema por resolver

Los ODS son un programa indivisible de metas que se pretende cumplir en integridad hacia el 2030, por esta razón su aplicación como entidades aisladas no resulta conveniente dado que entre los objetivos existen interacciones que refuerzan o contrarrestan los avances de cada uno de estos, con esta consideración es necesario adscribir el problema de su aplicación al enfoque de sistemas. El caso de México no es la excepción y es necesario concebir un sistema de objetivos para su contexto específico, así como, de las distintas regiones que lo componen para definir una directriz en la búsqueda de alcanzar el desarrollo sostenible.

En el caso específico de la CDMX el ODS once resulta el objetivo de mayor relevancia dado que describe metas específicas respecto a las ciudades, sin embargo, otros objetivos adyacentes son necesarios para coadyuvar en el mejoramiento de la CDMX promoviéndola como polo de desarrollo sostenible para el país. Por lo anterior es necesario analizar las interacciones de los todos los ODS ante la implementación de la Agenda 2030 en la CDMX.

1.4 El objetivo general

Diseñar, desarrollar e implementar un modelo de simulación basado en el enfoque de Dinámica de Sistemas que sirva de apoyo en la toma de decisiones en torno a la implementación de los ODS en CDMX a través del análisis de sus interacciones, el entendimiento de su dinámica y la evaluación del efecto de aplicación de políticas públicas integrales.

1.5 Los objetivos específicos

- Llevar a cabo una investigación acerca del avance en la implementación de acciones que conlleven al cumplimiento de los ODS en la CDMX.
- Revisar la literatura acerca de los enfoques y metodologías utilizadas para abordar el problema de la interacción de los ODS.

- Diseñar, desarrollar e implementar un modelo de simulación basado en el enfoque de Dinámica de Sistemas que sirva de apoyo en la toma de decisiones de la implementación de los ODS en CDMX.
- Analizar los resultados principales acerca del sistema de interacciones de los ODS para el caso de CDMX y de su posible aplicación. A través de este modelo de simulación se sugiere la orientación de políticas públicas pertinentes con el fin de resolver problemáticas asociadas a la sostenibilidad en la Ciudad de México.

1. 6 La metodología de investigación

Para llevar a término los objetivos de esta tesis se seguirán dos metodologías, la primera relativa a la revisión de la literatura sobre las investigaciones sobre los ODS desde el enfoque sistémico, así como la situación actual de su implementación en México (Capítulos 1 y 2), y la segunda correspondiente a la construcción de un modelo de Dinámica de Sistemas que integre las interacciones entre los distintos ODS a la dinámica de su evolución hacia el 2030 para el contexto de la Ciudad de México (Capítulos 3 y 4).

La revisión de la literatura se llevará a cabo considerando la metodología propuesta por Machi, L. A., & McEvoy, B. T. (2016). Esta consiste en seis pasos.

1. *Seleccionar un tema.* En este punto se toma un problema práctico de interés y se traslada hacia un tema de investigación.
2. *Búsqueda de literatura.* Determina que información estará en la revisión la cual es la que da sustento a la tesis planteada.
3. *Desarrollo del argumento.* Para argumentar la tesis correctamente es necesario organizar las ideas del argumento lógicamente. Organizar los datos en un cuerpo de evidencia que explica que se sabe sobre el tema.
4. *Estudio de la literatura.* Ensambla, sintetiza y analiza los datos disponibles para formar conclusiones lógicas y defendibles.

5. *Crítica de la literatura.* Interpreta el estado de entendimiento del tema. Analiza como investigaciones anteriores contestan la pregunta actual de investigación.

Para el desarrollo del modelo de interacciones, se seguirá la metodología de la Dinámica de Sistemas descrita en (Ford,2010)

1. *Familiarización con el problema.* Reconocer el contexto del problema y cómo ha sido abordado previamente.
2. *Definición del problema.* Comprobar la naturaleza dinámica del problema describiéndolo a partir de variables dinámicas.
3. *Construcción diagramas de flujo y acumulación.* Establecer las variables de acumulación en primera instancia y posteriormente las de flujo y expresando esto mediante los diagramas correspondientes.
4. *Construcción diagramas de bucles de causalidad.* Construir diagramas que contengan las relaciones causa efecto.
5. *Estimación de parámetros.* Establecer los parámetros que requiera el modelo considerando que puede incertidumbre en su valor.
6. *Simulación.* Correr el modelo de simulación y establecerlo como referencia
7. *Análisis de la simulación mediante sensibilidad.* Correr el modelo en varias ocasiones variando los parámetros
8. *Análisis de políticas.* Testear el modelo varias veces con variaciones en los valores asignados a políticas por implementar.

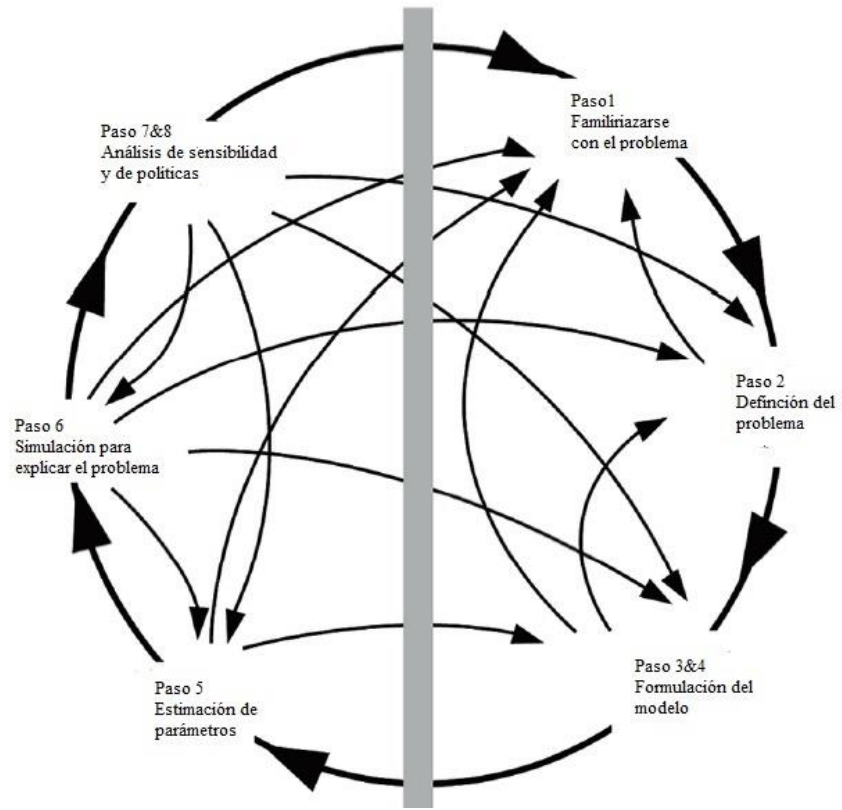


Figura 9 Metodología de ocho pasos de la Dinámica de Sistemas.
Adaptado de Zelinka & Amadei (2019)

Capítulo 2. La revisión de la literatura y el marco teórico

En este capítulo, se presenta la revisión de la literatura acerca de los enfoques que se han adoptado en la investigación de las interacciones entre los ODS. Las aproximaciones utilizadas se pueden clasificar en cuantitativas, cualitativas y mixtas (Magendane & Kapazoglou, 2021). La clasificación se establece de acuerdo a la forma de distinguir la naturaleza y el grado de las interacciones entre los 17 ODS o entre las 169 metas subyacentes a estos últimos; los métodos cuantitativos tienen un enfoque en la medición del grado de interacción mediante distintas herramientas y métricas, mientras que los métodos cualitativos se enfocan en conceptualizar las interacciones para establecer una clasificación de estas. En cuanto a los métodos mixtos, ambas aproximaciones, cualitativas y cuantitativas, se usan complementariamente para establecer una base cuantitativa de clasificación.

Los enfoques cualitativos que se presentan son la división en escalas, la matriz de impacto cruzado y la teoría de redes. Por otro lado, los enfoques cuantitativos que se abordarán será el análisis de correlación por ser el más aplicado en las investigaciones realizadas hasta ahora, y la Dinámica de Sistemas dada su capacidad de analizar las interacciones dinámicas, lo cual es crucial ante un sistema de metas que se espera pueda cumplirse hacia el 2030.

Para llevar a cabo la revisión de la literatura se utilizó la metodología establecida en la sección 1.6 del capítulo anterior (Machi & McEvoy, 2016). De esta desprenden los tipos de enfoques al abordar los ODS, así como las distintas el resumen de las herramientas utilizadas con este fin.

A modo de introducción a la revisión de la literatura en esta sección se hará una descripción sintética de lo que se realizó en cada uno de los pasos propuestos en la metodología seleccionada para la revisión de la literatura. En las secciones posteriores de este capítulo se expondrá el documento escrito correspondiente al

paso seis de la metodología donde se abordarán las herramientas y modelos teóricos que han permitido el avance en la comprensión de los ODS de la ONU desde un enfoque sistémico.

Paso 1. Seleccionar el tema

La idea central que persigue el presente proyecto de tesis es vislumbrar la naturaleza sistémica de los ODS para su posterior aplicación. En lo consiguiente, desarrollar un modelo basado en distintas técnicas y herramientas cualitativas y cuantitativas útiles para describir sistémicamente el conjunto de interacciones de los ODS para el caso de la CDMX es el objetivo principal. Para esto necesario considerar central el ODS once, dado que está abocado a ciudades y asentamientos humanos. Entender la naturaleza de las conexiones entre las metas y objetivos permitirá consecuentemente abordarlos desde la perspectiva de políticas públicas integrales las cuales resultarán en una mayor eficiencia en la aplicación de la agenda 2030 como un marco para el desarrollo sostenible en la CDMX.

Expuesto lo anterior los temas de investigación centrales del presente proyecto son los siguientes: Enfoques y modelos para el estudio de la interacción de los ODS. Enfoque sistémico de los ODS. Implementación y análisis de los ODS de la ONU para el caso específico de las ciudades. Interacción del ODS once con los ODS restantes. Interacción de los ODS de la ONU para México y en especial la CDMX.

Paso 2. Búsqueda de literatura

La búsqueda de información relevante sobre el tema de investigación utilizó como recurso principal los artículos científicos, estos responden a una búsqueda mediante el motor de búsqueda Google Scholar y la base de datos Scopus.

Los artículos encontrados relacionados a las interacciones de los ODS desarrollan técnicas y modelos útiles para alcanzar la finalidad de este proyecto de

tesis, estudiar a los ODS desde el enfoque sistémico en cuanto a sus relaciones e interacciones.

Paso 3. Desarrollo del argumento

Las directrices que guiaron la exploración de la literatura son el enfoque sistémico aplicado a los ODS, los modelos de interacción de los ODS a distintas escalas y como es la naturaleza de las interacciones tanto en su estructura como en su intensidad, esto con el afán de obtener resultados relevantes en la posterior aplicación integral de los ODS y sus correspondientes metas. La suposición de la que se parte es que efectivamente en la literatura hay distintas metodologías para estudiar las interacciones que hay entre los ODS, así como criterios para clasificarlas de acuerdo a distintos factores y esto efectivamente se constata ya que desde la aparición de los ODS han existido distintos análisis para lograr una comprensión adecuada de la Agenda 2030. De estos análisis se desprenden tres interacciones generales de vital importancia que sientan la base para continuar la revisión de la literatura, las interacciones denominadas sinérgicas, estas se refieren a las interacciones en las cuales el avance en alguna de las metas automáticamente su par también lo tendrá, otra interacción es de la denominada concesión (trade-off), las interacciones de este tipo se refieren a las relaciones entre metas en las cuales al existir un progreso en alguna de estas invariablemente provocará un retroceso en la otra, finalmente están las metas no relacionadas las cuales no tienen mayor injerencia una sobre otra. Partiendo de estas interacciones generales en los artículos consultados utilizan distintas herramientas cualitativas y cuantitativas para analizar las interacciones entre los ODS y sus metas (clasificación por escala, teoría de redes, análisis de regresión, dinámica de sistemas, entre otros). La investigación evoluciona hacia la aplicación de este tipo de análisis de interacción al caso de las metas en la CDMX, en este caso no se encuentra un análisis específico para esta ciudad, sin embargo, otros análisis regionales cercanos al contexto de la CDMX podrían ser de utilidad para avanzar en el fin de la investigación dando así paso al capítulo tres donde todas las herramientas exploradas e interpretadas como relevantes en la construcción del modelo

permitirán construir un análisis cualitativo y cuantitativo de las interacciones de los ODS en la CDMX

Paso 4. Estudio de la literatura

De la búsqueda realizada se encuentra que efectivamente desde la presentación de los ODS en 2015 como la guía hacia el desarrollo sostenible de todas las naciones del mundo ha sido una preocupación el cómo se podrían aplicar en cada uno de los países las metas de los distintos objetivos y más aún, si estos realmente se podrían aplicar de manera integral. Así los primeros intentos fueron clasificar las interacciones que existían entre los ODS, así como las metas subyacentes a estos mediante distintos tipos de escalas. La primera clasificación fue simplemente en tres categorías positiva, neutral o negativa, posteriormente en trabajos más recientes se observa que se desarrollan nuevas escalas tanto cuantitativas como semicuantitativas. Los más recientes enfoques buscan comprender como los indicadores de distintas objetivos y metas evolucionan en el tiempo utilizando métodos de regresión, de series de tiempo y modelos de Dinámica de Sistemas consiguiendo así evaluar la así el grado de las interacciones y discernir su naturaleza. Otros artículos utilizan la teoría de redes para clasificar las distintas metas de acuerdo a distintos criterios como podrían ser las medidas de centralidad. En lo referente a las ciudades los modelos son similares y también para cada objetivo en específico. En el caso de México como país y de la CDMX no se encontraron artículos que trataran en específico las interacciones entre las metas, ni desde un enfoque sistémico.

Paso 5. Crítica de la literatura

De lo recopilado en la revisión y en síntesis de la literatura se tiene que efectivamente existen distintas metodologías propuestas para el análisis de las interacciones de los ODS que además utilizan distintos enfoques cualitativos como cuantitativos, las cuales se pueden complementar para formar un método nuevo surgido a partir de la combinación del conjunto de herramientas. Para el caso que

competente a este proyecto de tesis, el caso de la CDMX, no se encontró un análisis específico, no obstante, lo encontrado en modelos generales es útil considerando la disponibilidad de información específica de la CDMX que permitirá utilizar técnicas como la correlación de Spearman o de Pearson para evaluar directamente la relación que hay entre dos objetivos o metas, permitiendo a su vez establecer hacer una clasificación general en concesiones, sinergias y no relación de pares de objetivos.

Por otro lado, la tipología de siete puntos que aparece en distintos artículos resulta útil para clasificar las interacciones en una escala de -3 a 3 de acuerdo a la intensidad de las relaciones recurriendo a la opinión de expertos que permitan valorar la interacción de dos metas en específico. Esta clasificación aun cuando tiene un fundamento cualitativo permite establecer un puente con los resultados cuantitativos obtenidos mediante las herramientas de correlación y otras similares. Una herramienta más y que resulta de gran utilidad es una matriz de impacto cruzado, en esta se vacían los valores de interacción de los pares de objetivos o metas, posteriormente, tras un análisis de influencia y dependencia se establece la importancia de cada ODS en todo el conjunto. A partir de lo anterior los objetivos y metas pueden considerarse nodos de una red, esto permite obtener distintos grupos o clústeres que necesariamente deberán tener distintos enfoques en su tratamiento posterior de acuerdo a la clasificación que tengan en la tipología de siete puntos, cuando son una red sinérgica se podrán aplicar políticas públicas que abarquen todo este subgrupo y se pretenderá que se alcancen en conjunto mientras que en subgrupo que presenten compensaciones de una significancia alta (-3, -2) será necesario otro tipo de políticas en que se minimice el impacto de uno sobre otro o ponderar de acuerdo a las condiciones de cada región.

En resumen, lo que buscará solventar en este proyecto de tesis es la falta de un análisis al nivel de la CDMX (aunque tampoco hay un análogo a nivel nacional) utilizando y unificando las herramientas cualitativas y cuantitativas halladas en la revisión de la literatura.

Paso 6. Escribir la revisión

En los siguientes apartados se expone la revisión de la literatura y que a su vez sirve como marco teórico para el posterior desarrollo del modelo y análisis de la interrelación de los ODS aplicado a la CDMX.

2.1 Tendencias en la investigación de los ODS.

Como se indicó al inicio del capítulo, se realizó búsqueda en Scopus utilizando las palabras clave “sustainable development goals”. Como resultado se obtuvieron 10,114 documentos. Enseguida se presenta el análisis de los resultados de esta búsqueda.

En la Figura 10 se observan la evolución de los artículos a lo largo de los años referente a la los ODS de la ONU, recordando que la versión previa de estos era la de os Objetivos del Milenio, y se observa que hacía los últimos años hay un aumento considerable respecto a los artículos que se publican sobre los ODS, considerando alguno en específico, así como su aplicación local y global, además de esto en recientes años se han hecho esfuerzos por comprender la interacción que existen entre los distintos objetivos y esto es lo que busca la presente investigación.

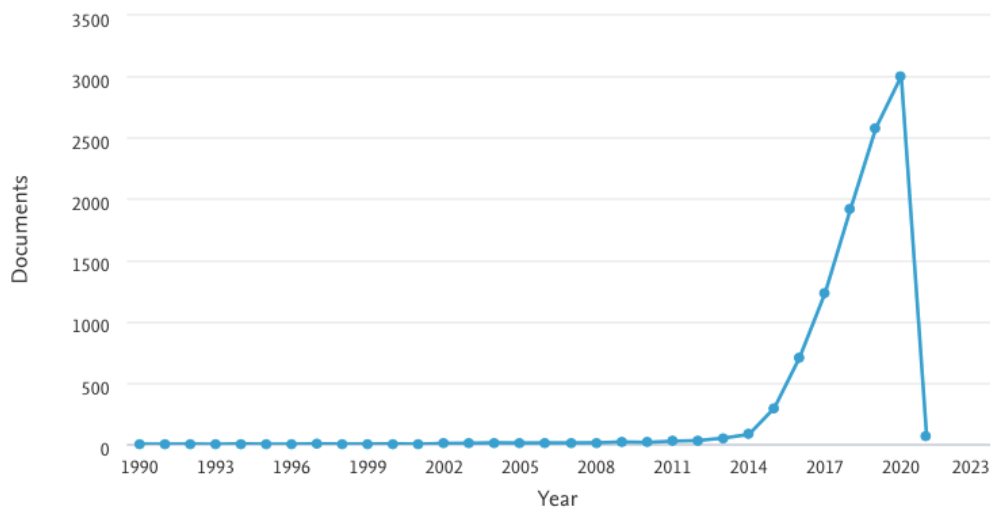


Figura 10 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS. Fuente Scopus (2020).

En la Figura 11, se observan los artículos publicados por año, pero desglosados por la fuente que los ha publicado, en este caso se observa el crecimiento de Sustainability Switzerland que llega a la cifra de 300 documentos.

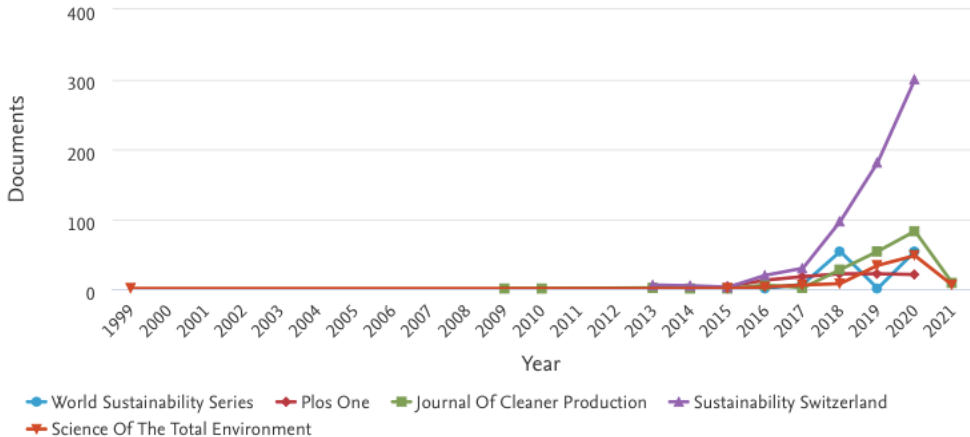


Figura 11 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por fuente de publicación. Fuente Scopus (2020).

En la Figura 12, se muestran la cantidad de artículos por autor en la relación a la búsqueda clave “Sustainable Development Goals”, el máximo, Bhutta, Z.A tiene más de 40 artículos, centrados principalmente en salud infantil. La diversidad de investigadores que hacen aportaciones sobre el tema de los ODS y los subyacentes temas sostenibilidad, indican que hay una activa investigación desde diversas

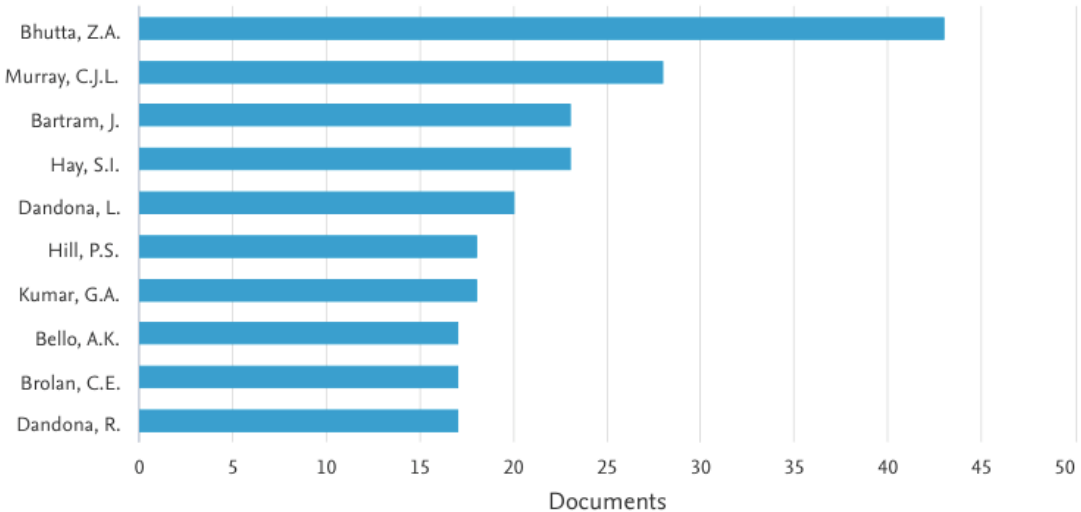


Figura 12 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por autor. Fuente Scopus (2020).

perspectivas y ámbitos de aplicación de la Agenda 2030 que pretende dar respuestas a problemas ambientales, sociales y económicos, de ahí la heterogeneidad de los artículos relacionados a este tema.

En la Figura 13, se muestra la cantidad de artículos publicados respecto a la afiliación de los autores que los produce. Las instituciones que figuran principalmente son universidades y dos órganos de la ONU, la OMS y UNICEF, siendo la OMS a la que más artículos le corresponden con lo cual podría inferirse que los temas de salud (ODS 3) son los que más atención se le ha prestado en los últimos años.

En la Figura 14, se observa la cantidad de artículos por país que se producen de acuerdo a la búsqueda clave sobre los ODS. Los Estados Unidos seguido por Reino Unido son los que encabezan esta lista correspondiendo con las investigaciones en las universidades de la Figura 6, también cabe resaltar que la mayoría de estos países pertenecen al G20 o son considerados altamente desarrollados, no hay presencia de ningún país latinoamericano en los primeros puestos, hay dos asiáticos y un africano por lo cual se puede inferir que las investigaciones sobre estos temas no se están realizando de manera homogénea alrededor del mundo.

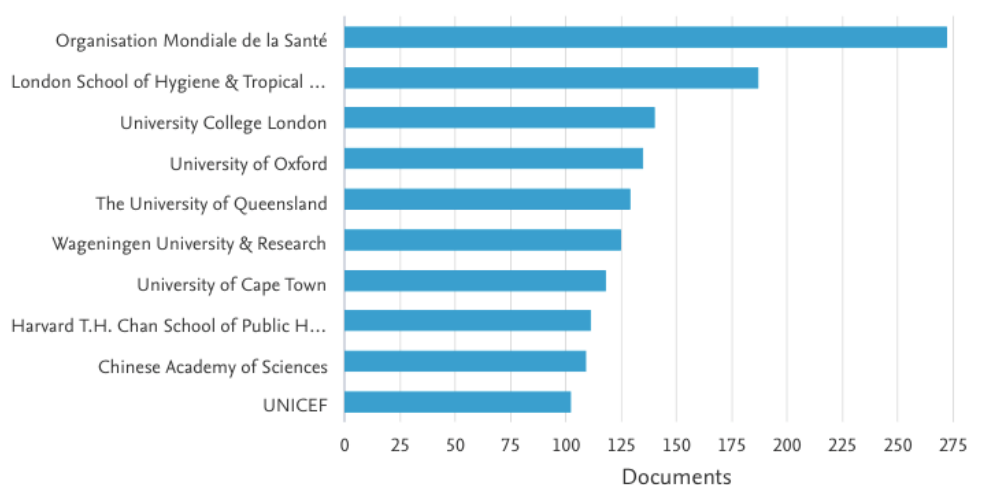


Figura 13 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por afiliación de los autores. Fuente Scopus (2020).

En la Figura 15 se muestra el tipo de documentos que tratan el tema de los ODS. Predominantemente aparecen artículos, seguido de revisiones y publicaciones de conferencias. Esto refleja que el tema de los ODS es un tema abierto donde constantemente hay aportaciones y se discute en diversos foros sobre cómo debería abordarse la cuestión de su implementación en aras de que sean satisfechos hacia el 2030 como se tiene presupuestado.

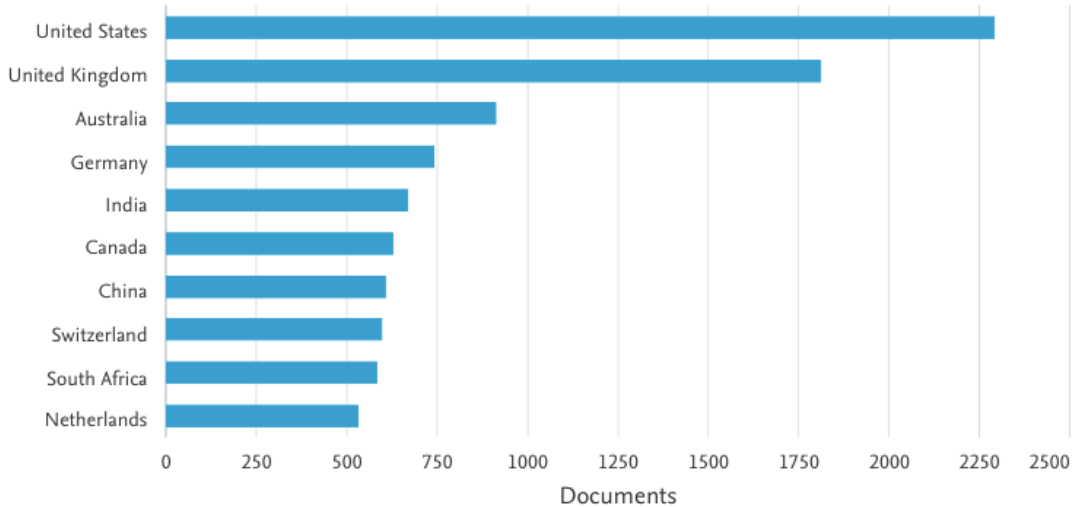


Figura 14 Cantidad de artículos publicados por año relacionados con los ODS por país de publicación. Fuente Scopus (2020).

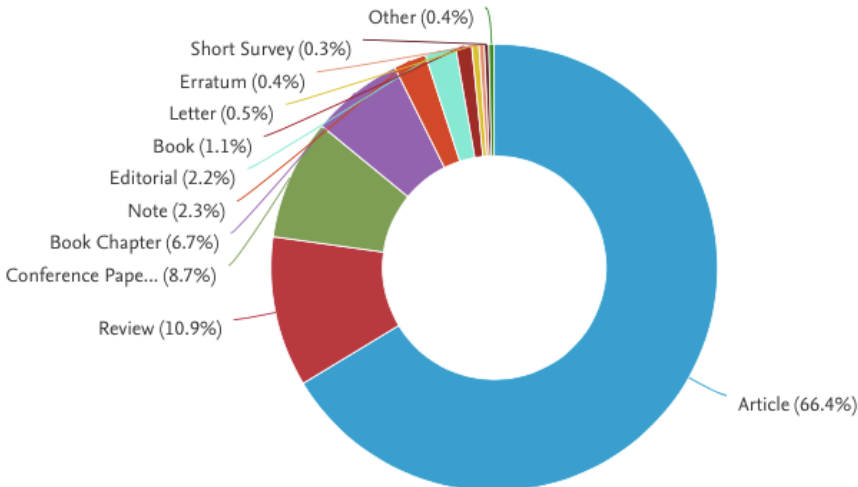


Figura 15 Proporción del tipo de documentos disponibles referentes a la búsqueda clave. Fuente Scopus (2020).

En la Figura 16, se muestran los temas que más se abordan respecto a sustentabilidad. Los dos temas más abordados son ciencias sociales y ambientales seguido por Medicina. Este corresponde con dos de los tres pilares fundamentales de la Agenda 2030, la social y lo ambiental. Los demás temas están desglosados en diversos rubros que pueden estar implícitos en los tres pilares o relacionados con las políticas de implementación.

También, se llevó a cabo otra búsqueda en Scopus utilizando las palabras clave “sustainable development goals” and “simulation”. Como resultado se obtuvieron 541 artículos científicos. Enseguida se presenta el análisis de los resultados de esta búsqueda utilizando el software VOSviewer™ (Van Eck and Waltman, 2009). La herramienta VOSviewer™ fue desarrollada en le *Center for Science and Technology Studies* perteneciente a la Universidad de Leiden en los Países Bajos, y es utilizada para el análisis de redes de coautoría, redes de citas, redes de co-ocurrencia de palabras clave y redes de co-citas de autores, revistas y documentos, por lo que facilita el análisis de la información relativa a publicaciones científicas y permite identificar de forma rápida áreas de oportunidad, así como tendencias.

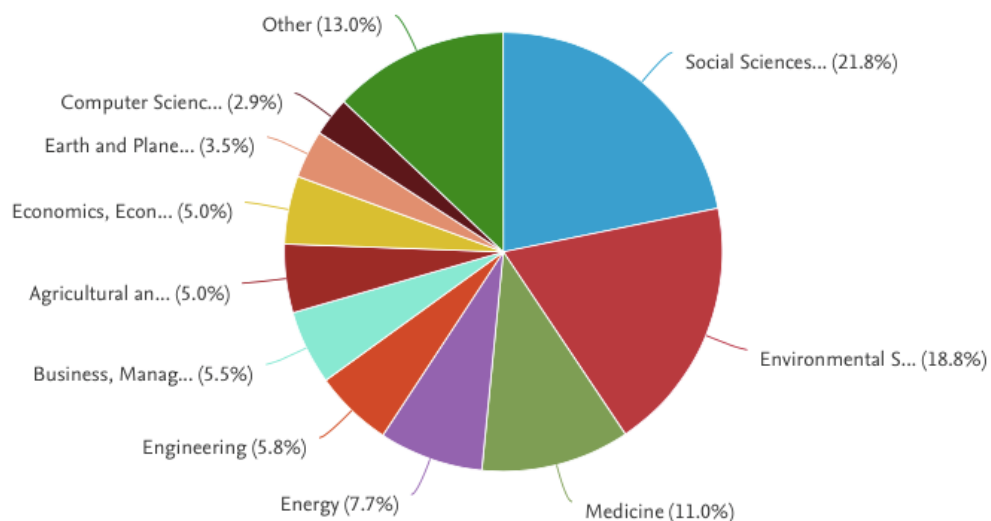


Figura 16 Proporción del tipo de documentos disponibles respecto al tema. Fuente Scopus (2020).

En la Figura 17, se observan los principales temas abordados desde la simulación relacionados a los objetivos de desarrollo sustentable, las palabras más comunes son desarrollo sustentable en general, así como, los tópicos de cambio climático, ecosistemas, manejo de agua y efectos sociales y económicos. En la Figura 18, se muestra la línea de tiempo respecto a cómo han cambiado las tendencias de investigación.

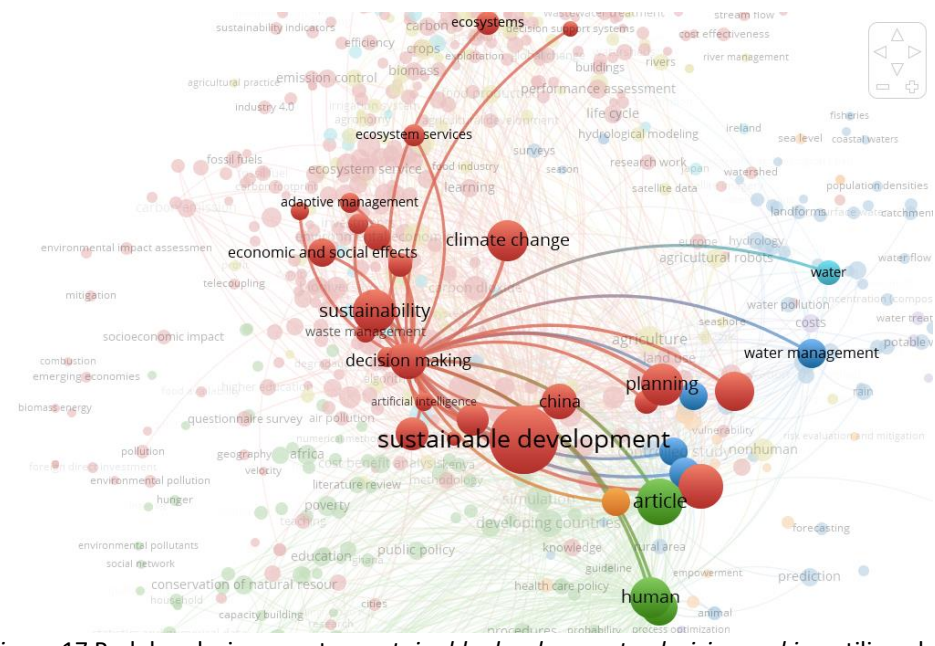


Figura 17 Red de relaciones entre *sustainable development* y *decision making* utilizando el software VOSviewerTM. Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la base de datos Scopus (2020).

En la Figura 19 y en la Figura 20, se muestran las tendencias de investigación sobre los ODS y la simulación más extensamente, los temas conectados son variados y están enfocados a ciertas áreas específicas como son la agricultura, el cambio climático, educación, crecimiento económico, etcétera, y también está relacionado con el ámbito de la aplicación de los ODS como es la planeación o la cuestión institucional. Considerando esta amplitud en las investigaciones sobre ODS (sostenibilidad) queda fundamentado que la simulación es una opción para abordar el tema desarrollado en el presente trabajo.

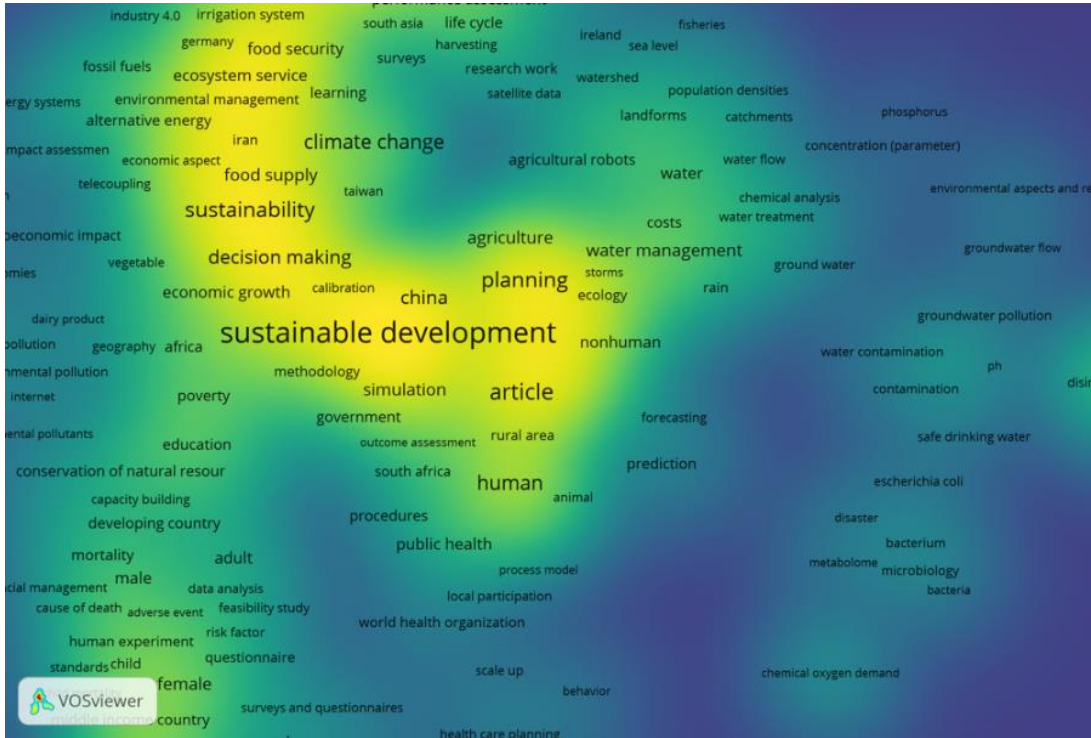


Figura 20 Red de relaciones entre *sustainable development* y diferentes áreas de investigación utilizando el software VOSviewer™, mapa de calor. Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de la base de datos Scopus (2020).

2.2 Las herramientas cualitativas para el desarrollo de modelos de interacción de los ODS.

En esta sección, se revisan los enfoques cualitativos y semicualitativos utilizados para analizar las interacciones de los ODS en un contexto general., esto es a distintas escalas (global, nacional o regional), sujetas a distintas áreas de los ODS (social, económico o ambiental) o a problemas particulares como son la erradicación de pobreza, los sistemas de salud o la educación, que pueden estar sustentados en un objetivo o a un conjunto de estos. Lo presentado en esta sección servirán como marco teórico para la construcción del modelo de interacciones de los ODS en el sentido de identificar por pares la relación que existe entre los distintos objetivos mediante dos conceptos de suma importancia: sinergia y concesión. La primera entendida como la situación donde el alcance de alguno de los ODS conlleva al cumplimiento de algún otro, caso contrario es el de concesión donde el

avance en uno de los objetivos deviene en que algún otro no se vea mermado en su propio avance. Las subdivisiones en que se dividen estas relaciones centrales en las interacciones de los ODS y las escalas utilizadas para estas son las que varían entre distintos autores, siendo escalas numéricas las más utilizados (métodos semicualitativos). Con esto se obtiene una forma de evaluar interacciones entre objetivos, pero también es posible hacerlo a nivel metas e indicadores.

A diferencia de las herramientas cuantitativas que utilizan métodos analíticos como pueden ser diversos análisis estadísticos, los métodos de esta sección hacen uso de la información práctica de la que se tenga disposición para establecer el modo en que la esfera de una objetivo, meta o indicador se traslapa con la de alguna otra, y dependiendo del tamaño de esta coincidencia se establecen las características de las interrelaciones que guardan.

2.2.1 Diferentes escalas para evaluar la interacción de los ODS

Desde la adopción de los ODS en la Asamblea General de la ONU en 2015 se ha planteado que los objetivos y las metas dentro de la agenda 2030, planteadas como un todo indivisible, tienen formas de interacción aún no descritas explícitamente, y conocerlas es indispensable para aplicar las políticas públicas coherentes (Nilsson *et al.* 2016), donde coherentes hace referencia a que se deben impulsar acciones integrales tomadas por los distintos agentes e instituciones involucradas en el desarrollo sostenible dictado por los ODS.

Las interacciones básicas que surgen bajo un esquema de puntuación de las interacciones se pueden catalogar como positivas, donde el avance de un objetivo o meta está directamente relacionado con el avance de otra, y del tipo negativo, donde el progreso en la dirección de un objetivo o meta implica el detrimento de alguna otro u otra. Considerando estos dos tipos generales de interacciones además de la interacción neutra considerada como la no existencia de una relación clara entre ambos objetivos o metas es posible establecer el grado de éstas mediante diversas escalas, una de las primeras es la expuesta en Nilsson *et al.* (2016) y en Nilsson (2016). En esta escala, denominada denomina tipología de siete

puntos, el grado de interacción puede tomar siete valores tal y como se observa en la Figura 21. Esta escala es un referente en trabajos posteriores como en Griggs *et al.* (2017), Weitz *et al.* (2017), Nilsson *et al.* (2018), Zelinka & Amadei (2019) y Tremblay *et al.* (2020) por citar algunos ejemplos donde se parte de esta escala para analizar las conexiones de los ODS.

La importancia de la tipología de siete puntos reside en la simplicidad de la escala para considerar los grados de interacción entre pares de ODS y que funge como base para la comprensión sistémica de los ODS desde el análisis por matriz de impacto cruzado (Zelinka & Amadei, 2019) y la implementación de la teoría de redes (Weitz *et al.*, 2017). Por otro lado, aplicar las políticas públicas integrales pertinentes, depende de este grado de integración en el estudio de los ODS producto de la tipología de siete puntos, y así se evita aplicar políticas aisladas que conlleven una aplicación ineficiente de la Agenda 2030.

Interacción	Nombre	Explicación
+3	Indivisible	Inextricablemente unida al logro de otra meta
+2	Reforzamiento	Ayuda a alcanzar otra meta
+1	Habilitadora	Crea condiciones para alcanzar otra meta
0	Consistente	No hay interacciones significativas ni positivas ni negativas
-1	Limitante	Limita las opciones para otra meta
-2	Neutralizante	Choca con otra meta
-3	Cancelación	Hace imposible alcanzar otra meta

Figura 21 Escala para evaluar la interacción de los ODS de acuerdo a la tipología de siete puntos. Fuente Nilsson *et al.* (2016).

Al analizar los valores en escala se diferencian distintas características para cada uno de estos. El valor máximo (+3) indica que dos objetivos o metas son absolutamente inseparables, mientras que en el valor mínimo (-3) indica que alcanzar alguna de las metas implica la cancelación de la otra. Las interacciones positivas permiten por sí mismas construir estrategias entre los distintos sectores involucrados, las de tipo negativo serán sujetas a compensaciones, regulaciones extraordinarias y políticas de mayor restricción. (Nilsson, 2016).

Hay cuatro consideraciones que deben aplicarse en la utilización de la escala; la primera es establecer si la interacción es reversible o no, esto es de acuerdo a la evolución de alguno de los objetivos, otro será afectado de modo que no pondrá resarcirse el cambio producido; la segunda es referente a si la interacción ocurre en ambas direcciones, esto es porque entre los objetivos no necesariamente habrá una relación causal bidireccional; una tercera consideración es la intensidad de la interacción, algunos objetivos tendrán menor o mayor impacto en otro, en las interacciones negativas estas serán tolerables solo si son débiles; finalmente la cuarta consideración se refiere a la certeza de la existencia de la interacción, esto es la evidencia de que realmente entre los objetivos pueda establecer alguna relación causal y si está documentada o hay algún indicador que determine esta interacción. A través de estas cuatro consideraciones se puede establecer el grado de interacción entre las distintas metas, así como de un objetivo respecto a los demás.

En cuanto a cómo determinar en qué nivel debe colocarse alguna de las interacciones regularmente se recurre a la experiencia del grupo de investigación o un grupo de expertos independiente (Weitz *et al*, 2017) o utilizan un análisis de correlación para determinar una escala análoga a la tipología de siete puntos como lo propuesto en Kroll *et al*. (2020), y Fonseca *et al*. (2020).

El contexto también es crucial para interpretar estas interacciones dado que las circunstancias de cada región y los niveles de desarrollo dan lugar a variaciones en el tipo de interacciones y el impacto de alcanzar alguna de las metas. En el caso

de México las circunstancias políticas, económicas y sociales no son las mismas que las de un país de Europa Occidental, por citar un ejemplo, por lo cual es necesario identificar las interacciones más adecuadas en este contexto para establecer las políticas más adecuadas para el alcance integral de los objetivos, más aún, la CDMX al ser una ciudad de gran expansión y densamente poblada sugiere retos totalmente diferentes a los que otras regiones del país podrían suponer, por esto se debe procurar más aún ésta regionalización del sistema de interacciones al contexto de la CDMX, comenzando el desarrollo por el ODS once, el cual indica metas específicas para los asentamientos humanos y en especial las ciudades.

Alternativas a la tipología de Nielsen se pueden encontrar en Coopman *et al.* (2016) donde se identifican ocho tipos de interacción divididos entre categorías: soporte, habilitamiento y dependencia. Fader *et al.* (2018), aquí se presenta una extensión a la tipología de siete puntos agregando dos más que subdividen a más detalle las interacciones a la nulidad de esta, es decir a la valuada en cero, y Tremblay *et al.* (2020) donde se retoma la tipología de siete puntos, pero planteada desde los 5 pilares de la Agenda 2030 (Personas, planeta, prosperidad, paz, asociación). Aún con estas variaciones la idea de una escala para las interacciones es constante en muchos de los estudios sobre las interacciones de los ODS.

2.2.2 Un análisis de interacción utilizando matriz de impacto cruzado

La escala de siete valores presentada en Nilsson *et al.* (2016) es una aproximación para caracterizar las interacciones entre las distintas metas mediante un análisis cualitativo estableciendo una escala para cuantificar el grado de estas, sin embargo, mediante la matriz de impacto cruzado, método semicualitativo perteneciente a los métodos suaves (Zelinka & Amadei, 2019), es posible obtener una comprensión más amplia sobre cómo interactúan los ODS. Una matriz de impacto cruzado tiene las ventajas de permitir detectar patrones emergentes de

esas interacciones, usar información contextual directa para identificar impactos indirectos e identificar puntos de apalancamiento en los ODS.

La matriz de impacto cruzado también denominado análisis de doble casualidad es un método utilizado en los denominados Estudios de Futuro. Su origen se remonta a mediados de la década de los 60's (Gordon, 2014) y fue inicialmente desarrollado para analizar sistemas estructurados suaves para los cuales los modelos duros no se adaptaban de la mejor manera debido a la complejidad, la incertidumbre y la heterogeneidad de los sistemas tratados. Este es un método utilizado para evaluar las interrelaciones entre pares de los factores más importantes, la diferencia entre los distintos métodos de matriz de impacto cruzado estriba en cómo son formuladas las interrelaciones, probabilísticas o determinísticas, y cómo son descritas las casualidades, cualitativamente o cuantitativamente (Serdar & Asan, 2007).

En Weitz *et al.* (2017) la matriz de impacto cruzado (Figura 22) es utilizada para analizar la interacción que existen distintas metas para un contexto de país en específico, Suecia. En este artículo se explora como a partir de la matriz de impacto cruzado, en que se plasma la interacción por pares de metas (mediante tipología siete puntos), es posible desprender un análisis posterior, en este caso se realiza un análisis Teoría de redes similar al realizado en Zhou *et al.* (2017). Mediante la Teoría de redes es posible generar un esquema que facilita la visualización de la estructura subyacente en el sistema de metas de la Agenda 2030, en este caso los nodos representan las metas incluidas en el modelo, 34 correspondientes a las seleccionadas por el gobierno sueco con una descripción oficial, y las aristas representan las influencias entre metas además de estar dirigidas (siendo bidireccional la influencia). A partir de esta representación de red es posible distinguir ciertas subredes formadas por elementos con características acordes a criterios previamente establecido, por otro lado, es posible formar clústeres utilizando diversos algoritmos para este fin.

	1.3	1.5	2.2	2.4	3.4	3.8	4.1	4.4	5.4	5.5	6.5	6.6	7.2	7.3	8.4	8.5	9.4	9.5	10.1	10.7	11.1	11.2	12.1	12.5	13.1	13.2	14.1	14.4	15.2	15.5	16.4	16.6	17.11	17.13	SUM	
1.3																																			25	
1.5																																				26
2.2																																				13
2.4																																				23
3.4																																				4
3.8																																				11
4.1																																				17
4.4																																				30
5.4																																				24
5.5																																				31
6.5																																				22
6.6																																				9
7.2																																				12
7.3																																				20
8.4																																				40
8.5																																				29
9.4																																				28
9.5																																				29
10.1																																				11
10.7																																				15
11.1																																				13
11.2																																				21
12.1																																				43
12.5																																				29
13.1																																				28
13.2																																				13
14.1																																				13
14.4																																				13
15.2																																				12
15.5																																				16
16.4																																				19
16.6																																				51
17.11																																				-9
17.13																																				11
SUM	26	37	16	32	21	14	25	28	15	15	20	20	4	15	26	27	25	17	28	22	17	21	29	28	30	29	21	13	20	28	11	17	-2	21		

Figura 22 Matriz de impacto cruzado por pares. Tonos rojos indican interrelación de concesión, verdes sinergias y amarillos no relacionadas. Fuente Weitz et al. (2017).

Una matriz de impacto cruzado es una herramienta diseñada para analizar las relaciones entre variables, factores, eventos, etc. Los elementos de la matriz contienen números que describen como la ocurrencia de la variable en una fila afecta la variable de una columna. Regularmente jueces expertos son utilizados para recolectar los datos (Weitz et al., 2017), sin embargo, análisis de regresión también puede ser utilizado (Kroll et al. 2020) para obtener cuantitativamente la evaluación por pares.

Para la realización de la matriz de impacto cruzado (Figura 22) y comenzar el análisis de interacciones, el puntaje tiene por guía la pregunta “¿Si el progreso es logrado en la meta x (fila), ¿cómo esto influye en el progreso de la meta y (columna)?” En la matriz la influencia neta de una meta en todas las demás se muestra en la suma de la fila (influencia), mientras que la suma de una columna muestra como una meta es influida por el total restante (sensibilidad).

Influencia netamente positiva de una fila sugiere que una meta tiene una gran influencia positiva en otras metas y puede ser vista como un polo central que permite alcanzar la meta de una forma más simple. Una influencia netamente negativa sugiere que el progreso en ese objetivo generalmente hace más difícil el alcance de los demás objetivos. Una sensibilidad positiva sugiere que un objetivo es en gran medida influido por otras metas. Una sensibilidad negativa significa que el progreso en otras metas hace más difícil alcanzar el objetivo en cuestión. El progreso en estas metas altamente influenciadas descansa en el desarrollo de otros objetivos y su interdependencia o control sobre su propio progreso es bajo.

Los valores de la dependencia y de la sensibilidad pueden ser graficados como se muestra en la Figura 23. La diagonal separa los objetivos que son más dependientes, que están por encima de la línea, de los que producen mayor influencia, los cuales se encuentran por debajo de la diagonal. De acuerdo a Arcade *et. al.* (1999) los objetivos pueden ser separados en los siguientes grupos.

- Variables influyentes, baja sensibilidad y alta influencia
- Variables excluidas, con baja influencia y sensibilidad
- Variables sensibles, con alta sensibilidad y baja influencia
- Variables reguladoras, están cerca de la diagonal central

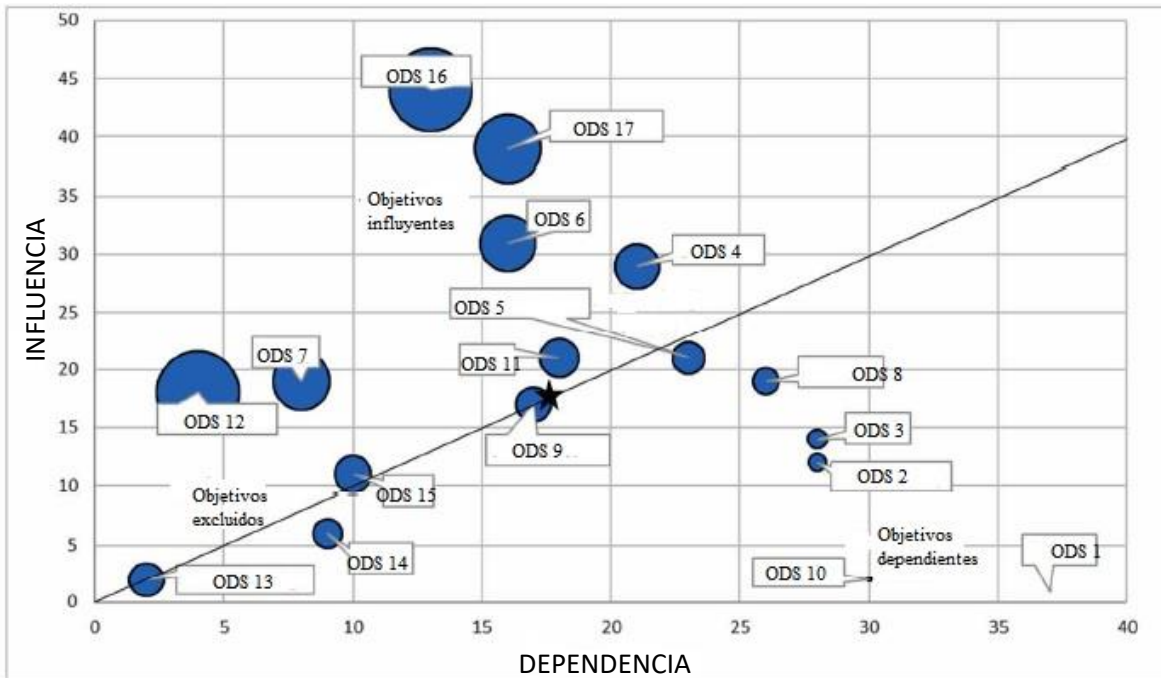


Figura 23 Gráfica Influencia y dependencia con burbujas de priorización. Fuente Zelinka & Amadei (2019)

Tres índices pueden ser calculados para representar la prioridad. El primero es el índice de influencia neta (NI), que es calculado como la diferencia entre influencia y sensibilidad. El segundo índice es la tasa de influencia a dependencia (IR=I/D), este se enfoca en la eficiencia de la meta, para los distintos casos se utiliza la Tabla 2.

Tabla 2

Algoritmo para calcular la tasa de influencia IR

	$I > 0$	$I = 0$	$I < 0$
$D > 0$	$IR = \frac{I_x}{D_x}$		$IR = 0$
$D = 0$	$IR = 48$		
$D < 0$	$IR = \frac{I_x}{I_x + D_x }$	$IR = \frac{1}{48} \cong 0.02$	$IR = \frac{D_x}{I_x}$

Nota. Fuente Zelinka & Amadei (2019)

El tercer indicador es el índice de prioridad (IP), el cual es un promedio ponderado de los primeros dos indicadores (en la figura 5 está representado por el tamaño de las burbujas). La ecuación 1 es la expresión por la que se obtiene el PI.

$$PI = A \frac{IR_x - \min IR}{\max IR - \min IR} + B \frac{NI_x - \min NI}{\max NI - \min NI} \quad (1)$$

Donde A es el peso para la tasa de influencia (eficacia de una meta), B es el peso para la influencia neta (tamaño del impacto absoluto), min es el mínimo para todos los objetivos y max el máximo de todos los objetivos. Por lo regular para igual el efecto de la tasa de influencia y la influencia neta (A=B=0.5). Sin embargo, puede primarse la tasa de influencia sobre la influencia neta si no se tienen muchos recursos para la implementación de políticas públicas mientras que en el caso de existir estos recursos podría primarse la influencia neta dado que se busca el mayor impacto. A partir de un rankin por PI es posible crear una escala de la prioridad de los ODS basado en tres pilares fundamentales (Socio-político, económico y ambiental) comenzando por los ODS con mayor PI como base hasta los que se asocian con menor PI pues estos evolucionarán favorablemente ante cambios en la base (Figura 24).

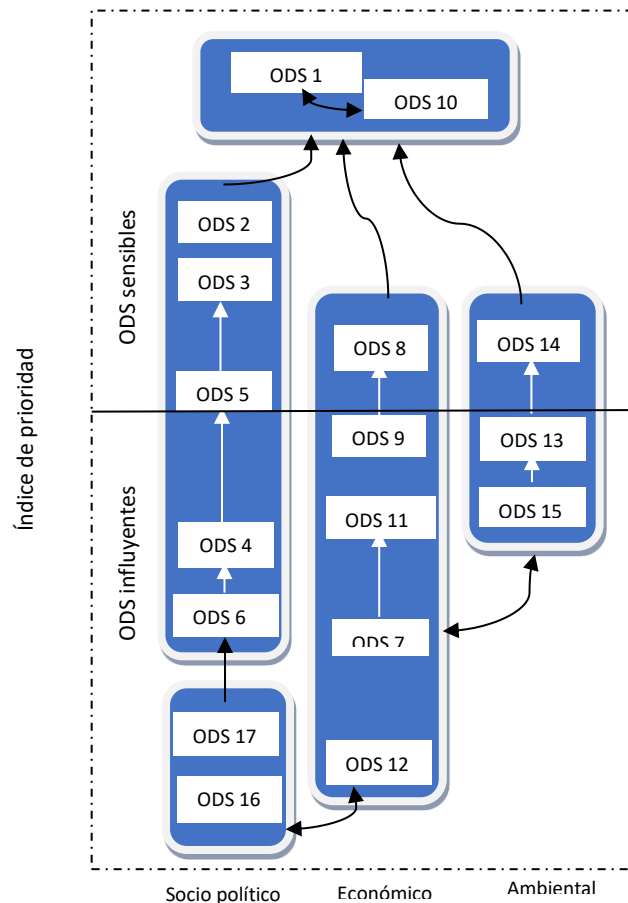


Figura 24 Escala de ODS de acuerdo al PI (orden descendente) dividida por los tres pilares fundamentales Adaptado de Zelinka & Amadei (2019)

2.1.3 Utilización de la Teoría de Redes para el análisis del modelo de interacciones

Para estudiar de mejor manera la estructura de la red de ODS, metas o indicadores es necesario aplicar la Teoría de Redes y utilizar software asociado a esta para visualizar claramente el conjunto de ODS y sus conexiones.

A partir de la matriz de impacto cruzado es posible obtener una representación en red como se propone en Weitz *et al.* (2017), para esto los nodos son representados por las distintas metas u objetivos, mientras que las aristas de la red indican la dirección de influencia y como es el signo y grado de esta influencia (positivo, negativo o neutral).

Otras representaciones de red sin que se parta de la tipología de siete puntos son expuestas en Le Blanc (2015), donde a partir de un análisis de relación entre las descripciones de las distintas metas y objetivos se establecen las conexiones entre estas, posteriormente se determina el grado de interacción entre los ODS de acuerdo al número de interrelaciones que hay entre metas adyacentes a estos, y en Sebestyén *et al.* (2019) donde se utilizan los datos sobre los indicadores, metas y objetivos de la Agenda 2030 y además la base de datos del Banco Mundial para correlacionar distintas variables y así construir una red entre los distintos indicadores para posteriormente establecer las conexiones entre metas y objetivos.

En el caso de pasar de una matriz de impacto cruzado a una red de metas u objetivos el primer paso es trasladar la información de la matriz de la Figura 22 hacia la representación en una red de influencias de la Figura 25, esto se realiza considerando cada una de las metas como un nodo y dos metas están conectadas si el color de la interacción en la matriz es distinto de amarillo que representa la situación en que las dos metas no están relacionadas. Las aristas verdes representan interacciones positivas y las rojas y anaranjadas de línea discontinua representan las interacciones negativas. Con este análisis, estrechamente relacionado con la visualización de las interacciones, se comunica de mejor forma la complejidad del asunto de la interrelación de las metas.

De la estructura base es posible obtener alguna subestructura que sean de interés particular para el desarrollo de alguna política pública, como es, algunas metas que tengan la máxima relación positiva (+3) o las que solamente tengan en específico interacciones negativas.

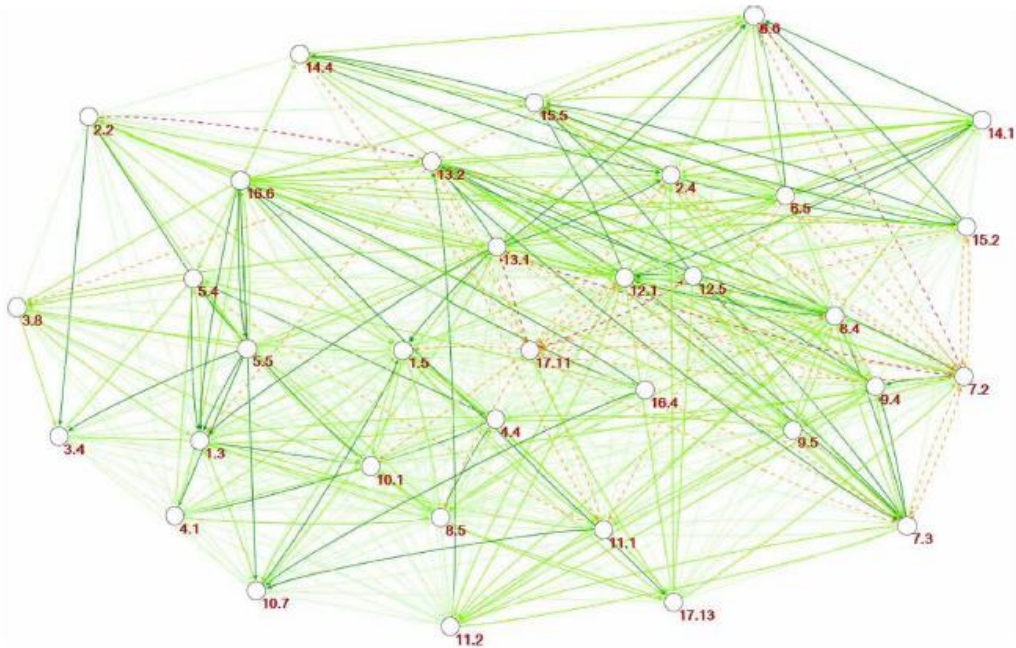


Figura 25 Representación de una red donde los nodos corresponden con las distintas metas seleccionadas de distintos ODS. El tipo de arista corresponde con el tipo de interacción. Fuente Weitz (2017).

Una subred como la presentada en la Figura 26 muestra un subsistema de metas en la cual solo se han seleccionado aquellas metas con interacción del tipo indivisible (+3). En esta representación, que permite conocer desde una perspectiva sistémica la interacción entre metas de manera más profunda, los nodos de mayor tamaño son más influyentes a comparación de los nodos (metas) de menor tamaño, por otro lado, los nodos de coloración más oscura son los más influenciados a diferencia de los nodos más claros. En resumen, el tamaño es directamente proporcional a la influencia que ejerce esa meta y la intensidad de color está en correspondencia con la influencia de otras metas sobre la misma.

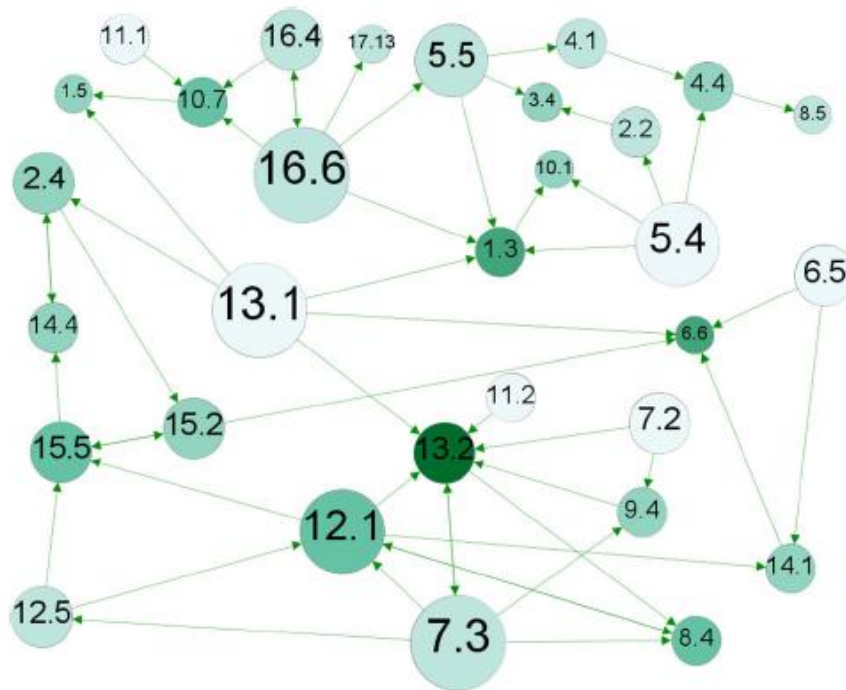


Figura 26 Representación de una subred de metas con interacción indivisible (+3). El tamaño de los nodos corresponde a la influencia de la meta. Fuente Weitz et al. (2017).

Una perspectiva tomada en Weitz *et. al* (2017) es considerar que al tomar solo una de las metas se puede establecer su lugar en la red ubicando a sus vecinos inmediatos que tienen una interacción directa denominada de primer orden, utilizando este análisis se prioriza la forma de influencia directa de distintas metas, identificando si son positivas o negativas y la intensidad en que estas interactúan, sin embargo, al solo definir un análisis a partir de esta perspectiva (de primer orden) es posible perder de vista el comportamiento como un sistema de las metas de los ODS, esto porque no hay un análisis del conjunto de metas que interactúan con las metas vecinas de la meta original (Figura 27); por esta razón es útil considerar un análisis de segundo orden, en que las metas vecinas inmediatas también influyen en el análisis de una meta específica guiando una directriz de acción de mucha mayor claridad y confianza. La necesidad de este análisis hasta el segundo orden se ve ilustrado considerando una meta reforzada por otra, la cual a su vez tiene muchas y/o fuertes interacciones positivas, en el sentido sistémico puede ser muy

significativo, caso contrario donde las interacciones son más débiles, rápidamente desaparece el comportamiento debido al enfoque como sistema. Cuando una fuerte conexión positiva con una meta que tiene influencia negativa en otras metas hace un impacto sistémico negativo que no es deseable. Una conexión negativa a una meta con influencia positiva debe ser razón de precaución puesto que el efecto negativo se puede propagar.

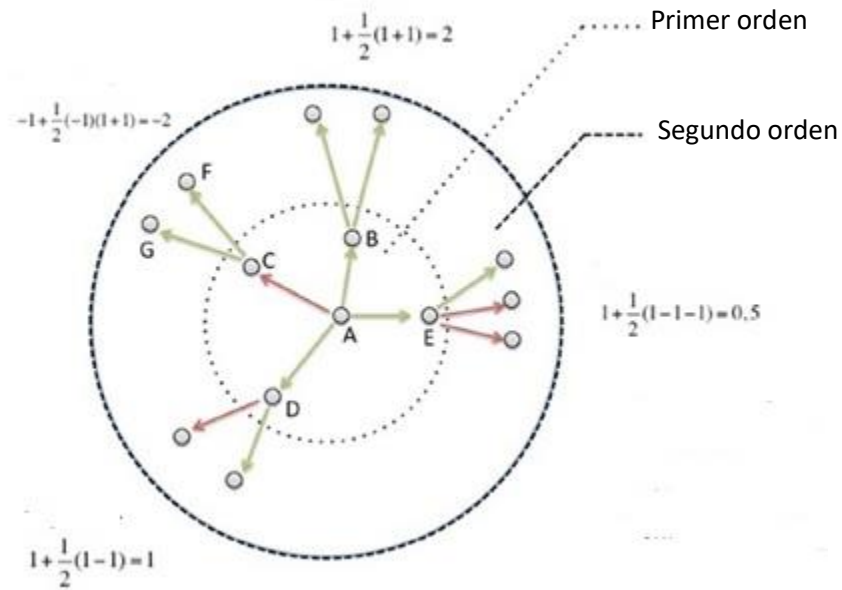


Figura 27 Diagrama conceptual de interacciones de primer y segundo orden. Fuente Weitz et al. (2017).

Otro análisis pertinente es la formación de clústeres en la red ya que regularmente la densidad de aristas no está distribuida uniformemente. Los clústeres son grupos de alta concentración de enlaces con baja concentración de enlaces entre estos grupos (Fortunato, 2010). La identificación de estos grupos dentro de la red de ODS puede ayudar a la toma de decisiones y coadyuvar a la implementación integral de las políticas y acciones necesarias. Las metas que forman un clúster influyen positivamente en las otras dentro de este, formando un conjunto que íntegramente relacionado, y además compartirá la necesidad de manejar las influencias negativas de otras metas.

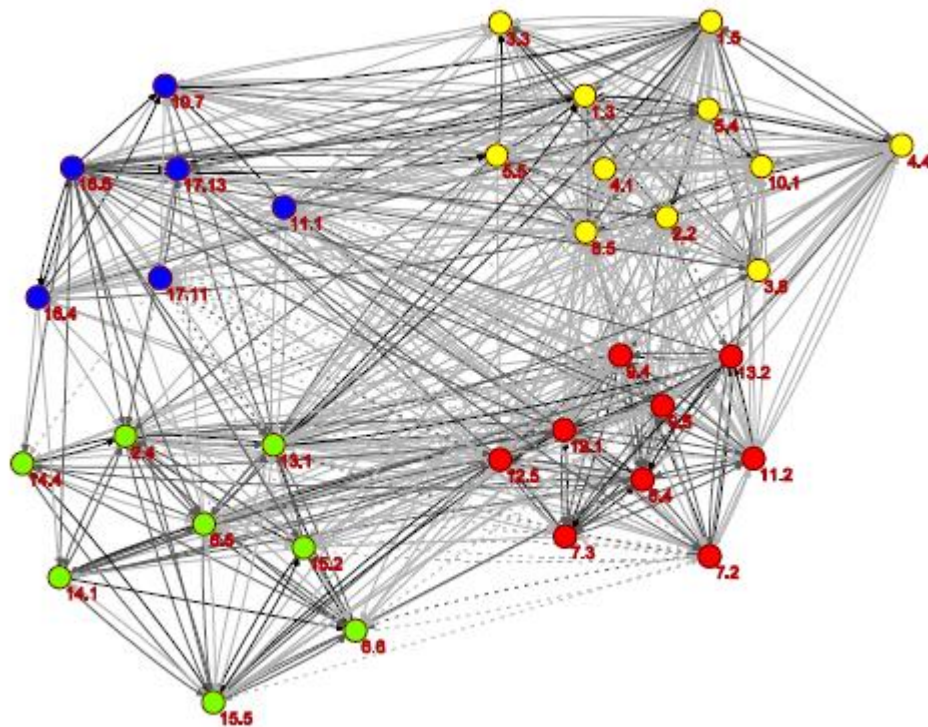


Figura 28 Red de metas organizadas en clústeres. Fuente Weitz et. al (2017).

El problema de detección de clústeres o comunidades requiere la partición de la red en grupos densamente conectados, las formas de hacer esto son diversas y han originado diversos algoritmos: algoritmos divisivos, de aglomeración y de optimización. La calidad de partición de estos métodos son medidas por la cantidad denominada modularidad, por lo tanto, la modularidad de una partición es un escalar entre -1 y 1 que mide la densidad de enlaces dentro de las comunidades comparados con los enlaces entre comunidades (Blondel, 2008). En la Figura 28 se muestra la organización por clústeres utilizada en el análisis de Weitz *et al.* (2017).

Otras métricas útiles en describir la estructura de la red en cuestión son las medidas de centralidad (Zelinka&Amadei,2019) como son el grado de entrada, el grado de salida, el grado, centralidad de vector propio o centralidad de intermediación, esto es utilizado en Zhou *et al.* (2017) y Sebestyén *et al.* (2019).

2.3 Algunas herramientas cuantitativas para el desarrollo de modelos de interacción de los ODS.

En esta sección se exponen las herramientas cuantitativas utilizadas para construir modelos de las interacciones de los ODS desde la perspectiva de análisis de la evolución de los indicadores asociados a cada una de las metas para que posteriormente se pueda contrastar lo establecido por las herramientas cualitativas o bien para dar pie a la utilización de alguna escala o sintetizar la información obtenida en una matriz de impacto cruzado o en una red. El conjunto de estas herramientas servirá como guía para la construcción del modelo de interacciones del ODS en el contexto de la CDMX estableciendo una métrica de su evolución conjunta y de las posibles relaciones de causalidad entre cada uno de los objetivos y metas comparadas.

2.2.1 El análisis de regresión para evaluar la interacción entre las distintas metas

Una alternativa a la evaluación de expertos para examinar las interacciones entre las metas seleccionadas para un contexto regional es utilizar un análisis de regresión entre distintas metas. En Brijesh *et al.* (2018) se propone utilizar un análisis de regresión considerando que la naturaleza de las interacciones entre los procesos que conducen a los objetivos podría ser interdependientes (un proceso no descansa en otro) o de refuerzo (el logro de una meta ayuda a alcanzar alguna otra). Así la interacción representa la sinergia entre el proceso de desarrollo seguido para el cumplimiento de las metas. Por otro lado, algunas acciones tomadas para alcanzar alguna meta probablemente impongan restricciones para alcanzar otras metas, esta es una situación de concesión.

De acuerdo Brijesh *et al.* (2018) la identificación del tipo de enlaces entre las metas el proceso de análisis de redes es progresivo y reflexivo para establecer la naturaleza de las conexiones de los enlaces es posible utilizar el coeficiente de correlación de Pearson y obtener a través de una comparación de pares los indicadores estadísticamente significativos para los cuales los datos están

disponibles. En muchos casos los coeficientes se obtienen de un análisis del histórico de los indicadores de cada una de las metas. El signo del coeficiente da luz sobre el tipo de interacción que tienen los datos, ya sea positiva y negativa, por otro lado, el valor del coeficiente da un indicio de la relación que hay entre las dos metas.

2.2.2 Un análisis avanzado de sustentabilidad (ASA) para evaluar las sinergias

La evaluación cuantitativa de las sinergias y concesiones se puede realizar utilizando el enfoque del Análisis Avanzado de Sustentabilidad (ASA por sus siglas en inglés). Este enfoque ha sido utilizado en evaluaciones cuantitativas en diversos estudios (Brijesh *et al.*, 2018). Un marco genérico de evaluación se presenta en la Figura 29. El marco define las diferentes áreas relacionadas con la sustentabilidad en relación con el desarrollo económico, el impacto ambiental y la intensidad ambiental del desarrollo económico.

Sinergia es básicamente la interacción estadística entre dos variables independientes, Y_1 y Y_2 y convencionalmente esas interacciones son representadas como el producto de las variables $Y_1 \times Y_2$. Matemáticamente la sinergia se puede expresar como $z = Ax + By + Cxy + D$ donde x , y , z son las variables y A , B , C y D son los coeficientes que determinan la dependencia de 'z' de las entradas x y y . El cambio en las variables de entrada se puede determinar un área Δz representada por la expresión $\Delta z = A\Delta x + B\Delta y + C\Delta x\Delta y$.

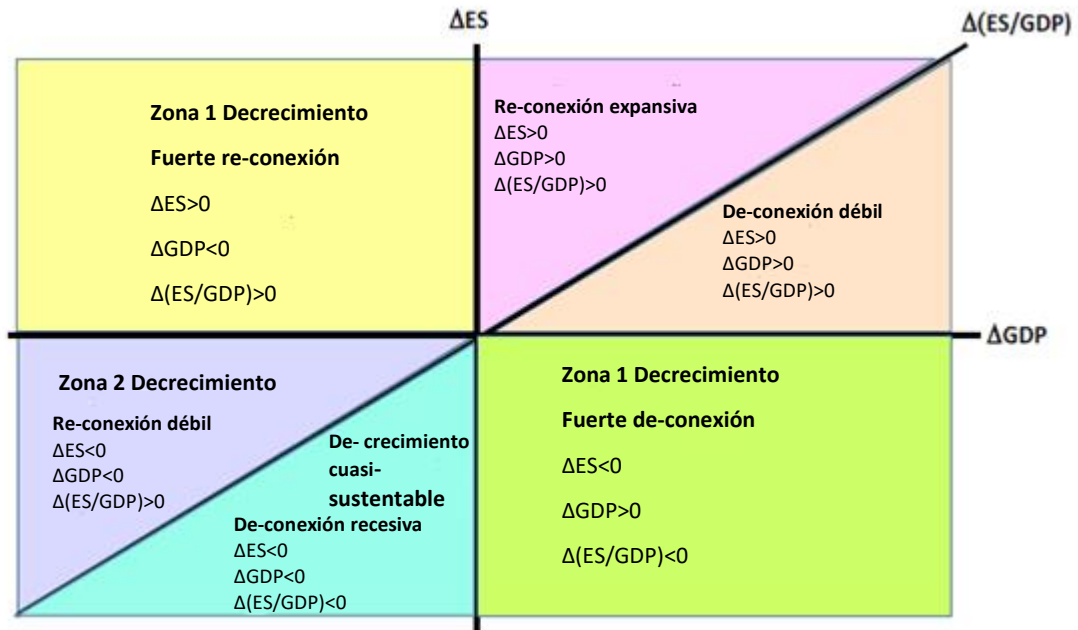


Figura 29 Diagrama resumen de las zonas en que divide la sustentabilidad según el marco del ASA. Adaptado de Brijesh et al. (2018).

La sinergia de las entradas es determinada por una tercera componente, $\Delta x \Delta y$ la cual es representada por el área sombreada en la figura 29. El valor de la sinergia puede ser positiva (Figura 30 a) y negativa (Figura 30 b), cuando es negativa se trata el caso donde se necesitan concesiones. Cuando no hay relación las variables no están relacionadas (Figura 30 c).

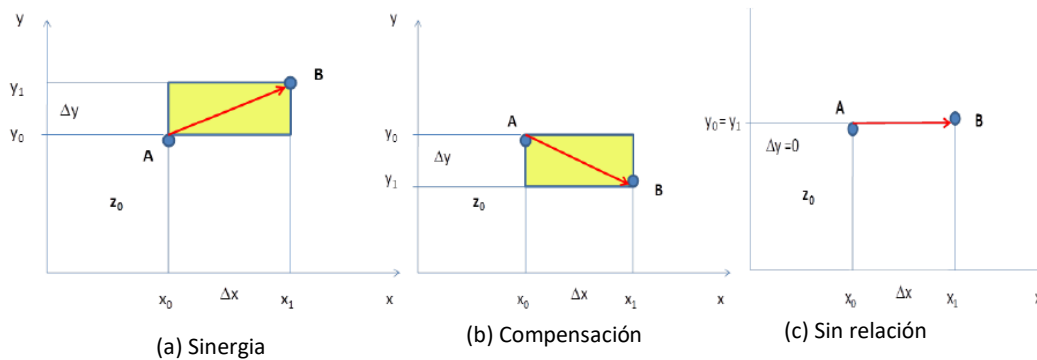


Figura 30 Tipos de interrelación según los criterios del ASA. Fuente Brijesh et al. (2018).

La sinergia potencial puede ser medida como la razón entre el área de cambio real y el área de máximo cambio $\Delta x \Delta y_1$, donde $\Delta x = \Delta y_1$. Así la sinergia potencial puede ser expresada la pendiente de la línea AB .

La máxima sinergia puede ser obtenida cuando los cambios relativos en x y en y son iguales. En el caso en que el cambio en y sea más grande que en x , el cociente debe ser invertido para estimar la razón de sinergia potencial. La sinergia entre dos variables puede ser medida entre $+1$ y -1 .

2.2.3 El coeficiente de Spearman para evaluar la interacción entre las distintas metas y su evolución temporal

Una alternativa al criterio de evaluación del coeficiente de Pearson es el coeficiente de Spearman, este se utiliza en Kroll *et. al* (2019) y en Fonseca *et. al* (2020) para evaluar a escala global como se han comportado los indicadores asociados a cada una de las metas subyacentes en los ODS, este presenta la ventaja de que no requiere la condición de normalidad para cada una de las variables comparadas como es el caso del coeficiente de Pearson además que es más robusto en su aplicación para comprobar la correlación entre dos variables.

En función de los datos disponibles en la base de datos de la ONU sobre el avance en la implementación de los ODS (SDG Index and Dashboards) se analizan por pares 111 indicadores de cada uno de los 193 países que se monitorean. Las interacciones se clasifican como sinergias cuando el progreso en una meta favorece el progreso en otra y como concesiones si el progreso en una meta socaba el progreso en otra. El coeficiente de Spearman (ρ) de un análisis de regresión se utilizó como umbral para determinar el tipo de interrelación, si $\rho > 0.5$ se consideraba sinergia y $\rho < -0.5$ indica concesión, el análisis se realizó en un período entre el año 2010 y el año 2018 de manera que se hace un análisis transversal (año por año) para analizar la evolución temporal de la interrelación (Kroll *et. al* (2019)). Para mayor consistencia todas las variables se establecieron de tal forma que al existir una correlación positiva entre dos metas ambas deben aumentar en el tiempo, caso contrario en una correlación deben disminuir con el tiempo.

En el caso de Fonseca *et al.* (2020) el criterio para definir la naturaleza de la interacción de los ODS a partir del coeficiente de Spearman se resume en la siguiente tabla.

Tabla3

Niveles de correlación de acuerdo al valor del coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación	Nivel de correlación
0.9 a 1 (-0.9 a -1)	Correlación positiva (negativa) muy fuerte
0.7 a 0.9 (-0.7 a -0.9)	Correlación positiva (negativa) fuerte
0.5 a 0.7 (-0.5 a -0.7)	Correlación positiva(negativa) moderada
0.3 a 0.5 (-0.3 a -0.5)	Correlación positiva(negativa) débil
0.3 a 0.5 (-0.3 a -0.5)	Correlación inexistente

Nota. Fuente Fonseca et al. (2020)

En Akoglu (2018) se muestran otras interpretaciones para los valores del coeficiente de correlación de Spearman (Tabla 4) de acuerdo a tres instituciones de diferentes áreas, estos están desglosados por cada punto decimal y son útiles para guiar la interpretación del coeficiente en diferentes contextos.

Existen dos niveles en que se realiza el análisis de regresión, el primero con las metas dentro de un mismo objetivo y el segundo se realiza con metas pertenecientes a distintos objetivos, esto permite establecer la consistencia de los objetivos en las propias metas que lo componen, así como, evaluar la consistencia de los objetivos en conjunto. Aunado a esta examinación de las metas Kroll *et. al* (2019) realiza una proyección de como la interconexión entre las metas evolucionará con el tiempo. Utilizando extrapolación se estima como será el estatus de los indicadores que dan una medida a las metas y comparándolo con lo esperado para el año 2030 por parte de la ONU. La tasa de crecimiento anual lineal requerida para alcanzar satisfactoriamente lo propuesto por la Agenda 2030 es comparada con la tasa de crecimiento promedio actual para cada país e indicador. La proyección resulta en una escala de cinco puntos con la clasificación: decreciente

(el puntaje del país se está moviendo del esperado para el indicador), estancado (el puntaje del país permanece sin cambios o está mejorando a una tasa menor al 50% de la que es requerida), moderadamente creciente (el puntaje del país aumenta por encima del 50% pero es menor a lo requerido para el año 2030), en la ruta (el puntaje está aumentando de acuerdo a la tasa requerida para el año 2030), mantiene el logro alcanzado (el país alcanzo el nivel requerido para el año 2030 y lo mantiene al paso del tiempo). De acuerdo a estas proyecciones se evalúan las sinergias y las concesiones a futuro.

Tabla 4

Distintas interpretaciones del coeficiente de correlación de Spearman

Coeficiente correlación	Dancey & Reidy (Psicología)	Quinnipiac University Política	Chan YH (Medicina)
±1	Perfecta	Perfecta	Perfecta
±0.9	Fuerte	Fuerte	Muy fuerte
±0.8	Fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte
±0.7	Fuerte	Muy fuerte	Moderado
±0.6	Moderado	Fuerte	Moderado
±0.5	Moderado	Fuerte	Pasable
±0.4	Moderado	Fuerte	Pasable
±0.3	Débil	Moderado	Pasable
±0.2	Débil	Débil	Pobre
±0.1	Débil	Despreciable	Pobre
0	Cero	Ninguna	Ninguna

Nota. Fuente Akoglu (2018)

Para mostrar las interacciones entre las metas se utiliza el diagrama de la Figura 31, donde a cada año y después de un agregado en todos los países con el

análisis transversal, se representa mediante colores el tipo de interrelación que presentan los objetivos, las de color verde representan aquellas que tienen una relación puramente sinérgica, rojo representa las que tienen relación de concesión, las amarillas las que no presentan ninguna relación clasificables y los espacios grises indican falta de información, así esta forma de presentación es similar a la matriz de impacto cruzado de Weitz *et al.* (2017) salvo que en este caso la



Figura 31 Diagrama que representa el agregado por país para cada año del tipo de interrelación de las metas para pares de objetivos. En verde sinergias, amarillo no clasificadas, rojo concesiones y en gris falta de información. Fuente Kroll *et al.* (2019).

clasificación se obtiene por un método cuantitativo.

La evolución de los indicadores en su agregado hacia el año 2030 se muestra en un diagrama como el de la Figura 32 donde la proyección es construida a través de la extrapolación realizada a partir de los datos históricos disponibles. Los números en los recuadros de la parte triangular derecha hacen referencia al par de datos usados para cada análisis y de la misma forma que en la Figura 31 el color rojo representación interrelación de concesión, verde de sinergia y amarillo que es clasificables la correlación entre las metas.

Los recuadros de color gris hacen referencia a que no se encuentra la información disponible para hacer el análisis correspondiente. Es notable que en la totalidad de recuadros que representan los pares de metas existe una parte de color

rojo (concesión) lo cual implica que aún en la proyección final de la implementación a nivel mundial no se podrá alcanzar íntegramente el plan de sostenibilidad por la ONU, al menos con los datos utilizados a la fecha del estudio (2018) por lo cual es necesario establecer para cada caso en particular políticas que alivien esta inconsistencia.

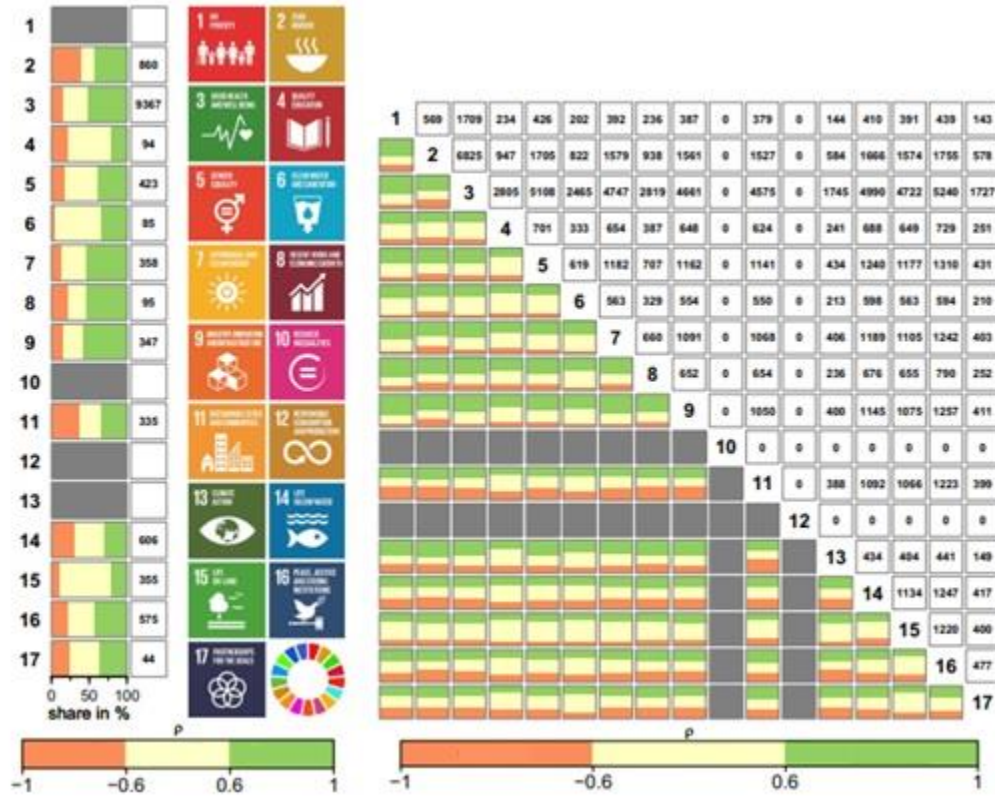


Figura 32 Diagrama que representa el agregado por país para cada año del tipo de interrelación de las metas para pares de objetivos y su proyección hacia el 2030. Fuente Kroll et. al (2019).

2.2.4 Dinámica de sistemas

La Dinámica de Sistemas es una metodología de gran utilidad para tratar la evolución de los ODS. Mediante la identificación del cambio temporal de los indicadores de cada una de las metas o de los índices relacionados con el avance de los objetivos es posible considerar las interrelaciones que existen entre estos elementos en un esquema causal que evoluciona de manera conjunta. Por otro lado, también permite evaluar el impacto de la implementación de distintas políticas y cómo éstas repercuten a una escala global en la red de interacciones, así esta se

convierte en una herramienta fundamental para la toma de decisiones y permite evaluar distintos escenarios plausibles para llegar a cumplir la Agenda 2030.

La Dinámica de Sistemas fue originalmente descrita por el Dr. Jay Forrester en el MIT en la década de 1950 y 1960 (Tang & Vijay, 2001). Una manera simplificada de pensarlo es como la forma en que los sistemas cambian en el tiempo (Ford, 2010). La Sociedad de Dinámica de Sistemas (2020) la define como una aproximación apoyada computacionalmente para la estrategia y análisis de políticas. Usa la modelación de simulación basada en la teoría de sistemas de retroalimentación y es una aproximación analítica que complementa el pensamiento sistémico. Esto aplicado a problemas dinámicos en sistemas sociales, gerenciales, económicos o ecológicos.

En general, la dinámica de sistemas tiene características que garantizan su uso en la modelación de los ODS (Zelinka & Amadei, 2019).

- Es un método que puede ser utilizado para estudiar cómo los sistemas cambian continuamente en el tiempo debido a posibles cambios en sus relaciones entre componentes y cambios en el conjunto de sistema permitiendo para ambos casos modelación cuantitativa y cualitativa.
- Requiere una formulación clara, un mapeo y un enfoque iterativo para modelar los temas en cuestión.
- Los modelos SD se definen por límites cerrados (modelos causalmente cerrados) donde componentes endógenos, los que se originan desde dentro, dictan predominantemente el comportamiento de los sistemas sin que sea necesario que elementos externos sean considerados.
- Las no linealidades del sistema están incluidas en la forma de ecuaciones diferenciales de primer orden.
- Mecanismo de retroalimentación pueden ser incluidos en la forma de bucles cerrados, combinando estos varios patrones de comportamiento en el cambio del sistema pueden ser simulados, crecimiento, decaimiento,

oscilación, sobrepaso, aleatoriedad y casos. Así como cambia la estructura también cambia el comportamiento.

- Mas énfasis es puesto en la estructura del sistema que tratar de entender el funcionamiento de componentes individuales.

En los modelos de Dinámica de Sistemas existen dos tipos de diagramas: bucles causales y diagramas de flujo-acumulación. Los primeros muestran como los elementos de un mecanismo de retroalimentación interactúan en una manera causal, son útiles para inferir y visualizar que contribuye al crecimiento, debacle, retraso o estabilidad y son utilizados en el nivel estratégico, aunque no son utilizados para llevar a cabo simulaciones numéricas, por otro lado, los diagramas de flujo-acumulación consisten en combinaciones de bloques que permiten visualizar flujo, acumulación, retraso procesos de disipación además de que permiten la simulación y estudios de sensibilidad de parámetros, por lo cual se dice que funcionan a nivel operativo (Zelinka & Amadei, 2019).

Las variables de acumulación (stock) y los flujos son dos bloques de construcción básicos en el modelado de la dinámica de sistemas. Las ecuaciones de un sistema se centran en la composición de cada stock y flujo, por esto el diagrama de flujo-acumulación debe mostrar cómo los stocks y los flujos están interconectados para producir los bucles de retroalimentación (Figura 33) y cómo los bucles de retroalimentación se interconectan para crear el sistema (Bala *et al.* 2017).

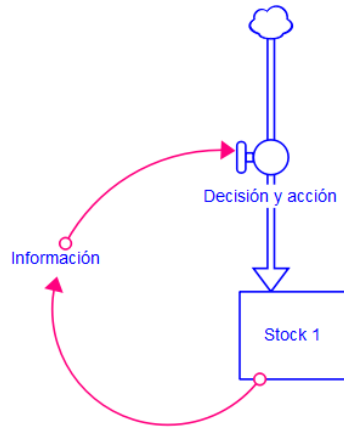


Figura 33 Bucle de retroalimentación generado con un diagrama flujo-acumulación Fuente Bala et al. (2017)

La variable de acumulación describe la condición o estado del sistema en un tiempo particular, como su nombre lo indica representan acumulación en el sistema. En la Figura 33 el stock está representado por la figura rectangular y ejemplo de este tipo de variables pueden ser la cantidad de población enferma por un virus o la cantidad de inmigrantes que llega a una región por citar algunos ejemplos.

La variable de flujo representa que tan rápido las variables de acumulación cambian (información o materialmente) y por lo regular son representadas como válvulas como en la Figura 33, ejemplos podrían ser número de nacimientos por año, flujo de autos, emisiones de carbono entre otros; con esto la idea básica de los diagramas de flujo-acumulación es la de un tanque que se llena con una válvula (variables de control). Las variables de flujo pueden ser unidireccional y bidireccional en el sentido de que cualquiera que sea las variables que este controlando puede ir en una o ambas direcciones del sistema.

Además de las variables de flujo y de acumulación existen las variables denominadas convertidores que regularmente se representan como círculos y como su nombre lo enuncia permite transformar la información para lograr unir variables como podrían ser el crecimiento de la población y el crecimiento de demanda de algún producto. Los conectores, representados flechas, conectan los diversos componentes y variables y transmiten la información a través del sistema. Un ejemplo de un modelo de dinámica de población simple se muestra en la Figura 34.

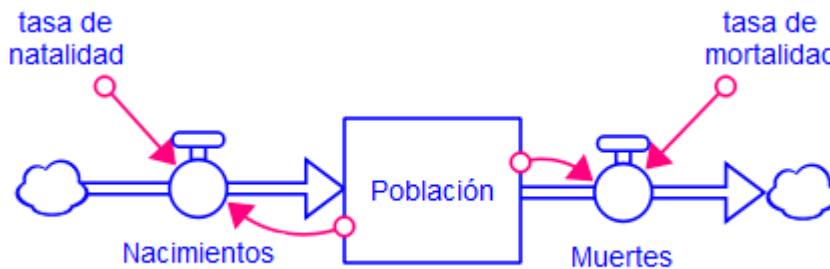


Figura 34 Modelo de crecimiento poblacional, la variable de acumulación es la población, las variables de flujo son los nacimientos y las muertes mientras que los convertidores son las tasas de natalidad y mortalidad. Adaptado de Zelinka & Amadei, 2019

Los arquetipos de sistema son patrones generales encontrados en varios campos que se describen sus sistemas usando bucles de causalidad, ciclos de retroalimentación positiva y negativa y ciclos de refuerzo y equilibrio. Dado que estos ciclos solo se pueden unir en un número limitado de formas, tiene sentido distinguir los arquetipos en función de las posiciones y relaciones entre cada ciclo de retroalimentación (Špicar, 2013). Uno de los arquetipos es el denominado crecimiento de forma S (crecimiento logístico) utilizado en Zelinka & Amadei (2019) para modelar el desarrollo de los ODS a través del tiempo. Este tipo de modelos comúnmente se utiliza para modelar epidemias (SIR), difusión de la innovación (Figura 35) y la penetración de productos en el mercado.

El crecimiento de forma S puede ser descrito en la situación en que un grupo adquiere algún bien o característica que no tenía anteriormente, es decir hay un paso de un estado A a un estado B con una transición logística. La curva S define tres etapas de crecimiento, una primera etapa de crecimiento lento, una segunda

etapa de crecimiento rápido y una última etapa de saturación donde el crecimiento se aproxima a su límite

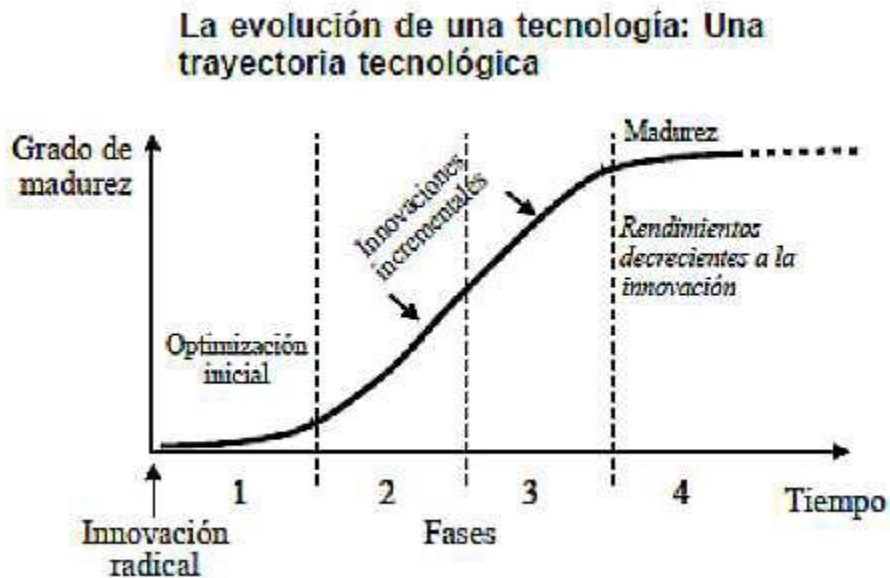


Figura 35 Curva de crecimiento S que representa de difusión de una innovación tecnológica quedando patentes las tres etapas que componen este tipo de crecimiento. Fuente Zartha et al. (2012)

El crecimiento de tipo logístico puede ser utilizado para modelar el avance de los ODS dado que estos pueden ser vistos como desde la perspectiva de no ser adoptados a ser adoptados o implementados, el crecimiento al principio es lento al adoptar el ODS porque toma tiempo (delay) proponer el marco de implementación de este a nivel institucional, posteriormente la velocidad del ODS será mayor y tras un punto de inflexión la tasa de crecimiento irá disminuyendo nuevamente debido a restricciones como el problema de última milla que se presenta en el desarrollo sostenible (Zelinka & Amadei 2019), interpretándolo como la dificultad que resulta implementar las acciones necesarias en áreas de mayor complejidad geográfica o social por mencionar ejemplos.

El enfoque especial requerido para modelar el avance de un ODS puede ser análogo a la difusión de una innovación tecnológica cuya representación gráfica se observa en la Figura 35. Este modelo es usado para representar la tasa de adopción

de nuevos productos y tecnologías en un mercado que está sujeto a fuerzas internas y externas. Las fuerzas internas representan la adopción por el boca a boca de los que han adoptado el producto, lo que implica retroalimentación positiva, y la dificultad de adoptar un nuevo producto que pocas personas han utilizado, retroalimentación negativa. Las fuerzas externas representan influencias externas en las posibles personas que puedan adoptar la tecnología como podría ser la publicidad.

En el caso de los ODS la clasificación en adopción o no adopción ahora se transforma en no seguro y seguro al momento de implementar el ODS en cuestión. Se considera además que el cambio debe ser bidireccional, esto es que aun cuando, por ejemplo, cierta cantidad de población haya salido de la pobreza, en el caso del ODS 1, aún puede regresar a esta condición. Un esquema general de este tipo de relación se muestra en la Figura 36. El cambio de estado es como una bomba que mueve el líquido en una tubería entre las dos cámaras; la velocidad a la que este líquido se mueve entre cámaras está controlado por la cantidad de líquido en cada cámara y el tamaño y fricción de la tubería, estos últimos denominados factores internos representados por flechas de las existencias al cambio del estado de flujo bidireccional. Si hay más líquido en una cámara, ese lado es "más pesado" y causa que más líquido fluya de la otra cámara a esa cámara. Este fenómeno se conoce como retroalimentación positiva. Los factores externos pueden habilitar o equilibrar este circuito de retroalimentación, entonces si los actores externos son mayores que el empujar y tirar de los factores internos, el flujo ocurrirá en la dirección opuesta.

En Zelinka & Amadei (2019) se modelan seis de los ODS estableciendo los estados inseguro y seguro para cada uno de estos (Tabla 5). Los factores externos están representados por la influencia de los demás ODS en alguno en especial, para esto primero se captura en una variable cómo el ODS en cuestión afecta a los demás (Figura 37).

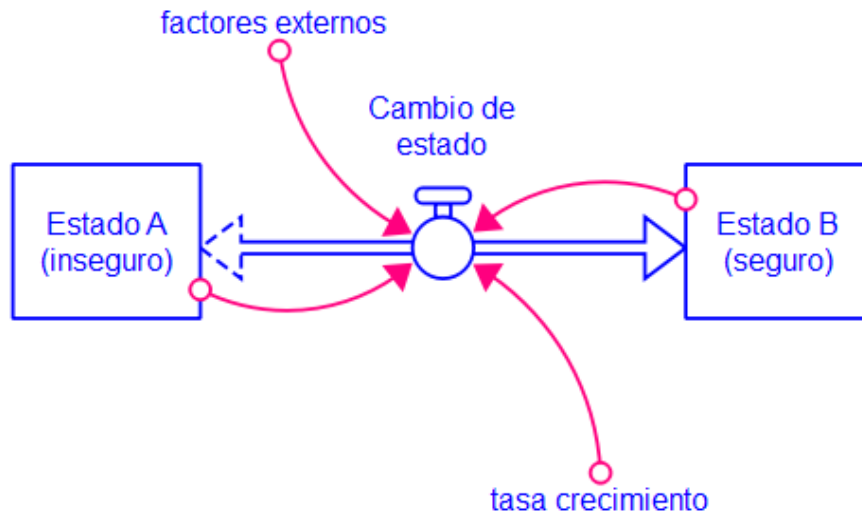


Figura 36 Diagrama que representa el paso de un ODS de un estado inseguro a uno seguro considerando una tasa de crecimiento y factores externos que equilibran el proceso. Adaptado de Zelinka & Amadei (2019)

Considerando el ejemplo del ODS 1 su efecto está dado por un factor de interconexión establecido por pares (análogo a los valores colocados en la matriz de impacto cruzado) con valores entre -1 a 1 y esto es multiplicado por el avance del ODS 1 para obtener la variable de efecto de la pobreza y posteriormente esto es llevado a un centro (Hub de interconexiones) donde todas las interacciones son concentradas, en este centro son agregadas las interacciones que afecten a un mismo objetivo y esta suma corresponde a la variable ODS Hub sistema de interconexiones. La tasa de crecimiento está determinada por el tiempo que se espera para que sea completado el objetivo y se considera un tiempo de espera (delay) antes de que llegue a su plena implementación el ODS. La función utilizada como crecimiento en Stella™ es DELAY1(tasa cambio ODS X, delay ODS X/12,0), donde el ODS X es cualquier ODS que se esté estudiando y delay ODS X es el tiempo de retraso para ese ODS en especial y se divide entre 12 dado que establece la unidad del delay en meses. El cambio de estado además estará dado por la multiplicación por el Estado A, el Estado B y el facto del HUB de interconexiones+1.

Tabla 5

Definiciones cualitativas de los estados seguro y no seguro para algunos ODS

ODS	Estado Inseguro	Estado Seguro
ODS 1 Pobreza	Debajo de la línea de la pobreza	Encima de la línea de la pobreza
ODS 2 Seguridad alimentaria	No hay acceso a la cantidad adecuada de nutrientes	hay acceso a la cantidad adecuada de nutrientes
ODS 3 Salud	Salud pobre general	Buena salud general
ODS 5	Inequidad de género en general	Equidad de género general
ODS 9 Infraestructura	No hay acceso a servicios de infraestructura básica	Acceso básico a servicios de infraestructura
ODS 14 Océanos	Más de un cierto porcentaje de explotación pesquera y contaminación es problemática	No hay sobreexplotación y la contaminación es mínima

Nota. Fuente Zelinka & Amadei (2019)

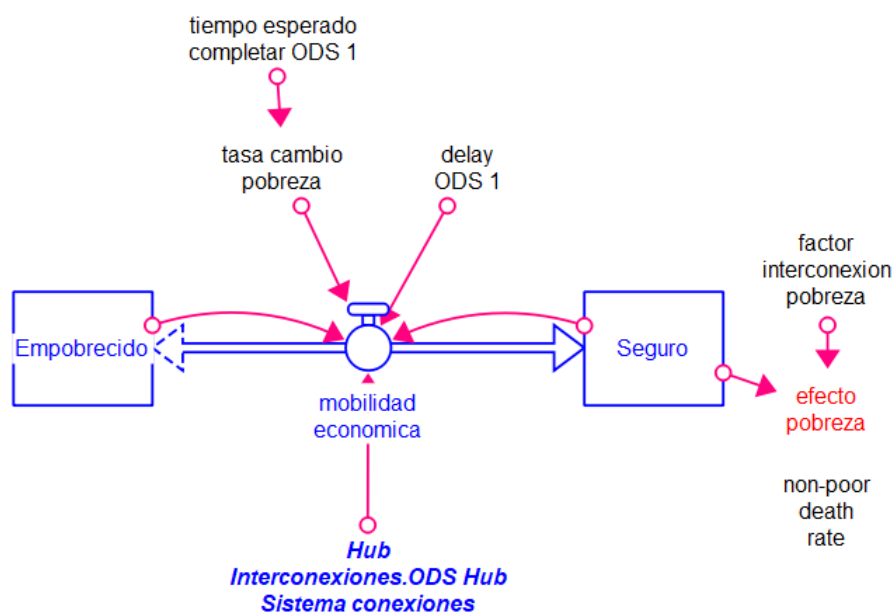


Figura 37 Diagrama ODS 1 crecimiento S considerando la interconexión con los otros ODS, un retraso (delay) y la tasa de cambio de la pobreza además de contabilizar el efecto de pobreza. Fuente Zelinka & Amadei (2019)

2.4 Síntesis de las herramientas para construcción de modelos de interacción.

En la revisión de la literatura se distinguen dos tipos de herramientas, las de tipo cualitativo y cuantitativo, ambas podrían resultar útiles en la aplicación en un contexto regional como es el de la CDMX. La utilidad de cada una de estas herramientas está en directa relación con la información disponible debido a que las herramientas cuantitativas (análisis de regresión) de las cuales se hace uso para el análisis de interacciones de los ODS dependen de la información disponible de los indicadores establecidos para medir el avance de cada una de las metas. La conjunción de los dos tipos de herramientas en una sola metodología, como se muestra en Brijesh *et al.* (2018), permite evaluar la relación de cada una de las metas de interés a pares; primero de manera cualitativa donde se da una puntuación de acuerdo al juicio de expertos en los temas para la relación entre las metas y posteriormente se constatan las relaciones con un análisis de regresión o algún otro método afín utilizando los indicadores y su evolución a través de una ventana de tiempo desde el que se tenga registro para observar que efectivamente estén correlacionados las medidas de los indicadores en el tiempo. De aquí surgen tres posibles resultados generales (se establece una escala con una resolución mayor de acuerdo a la intensidad de la relación). En el primer tipo de interrelación el avance de una meta repercute en otra directamente de manera positiva, así naturalmente ambas evolucionan hacia su común cumplimiento. En una regresión esto se refleja con un coeficiente de Pearson o Spearman cercano a +1. Esta relación se le denomina en prácticamente la totalidad de artículos como sinergia y conllevan programas o políticas públicas que refuercen de manera integral las metas interrelacionadas en esta variante particular. Otro tipo de interrelación corresponde a la de tipo de negativo, en este caso el progresivo avance de alguna de las metas puede tener una injerencia que se refleja en un retroceso en una meta adyacente del mismo objetivo o, como es recurrente, con metas de objetivos distintos que puede estar inmersas en una esfera distinta, ejemplo de esto sería una meta que está considerada en el ambiente ambiental con alguna otra relacionada

mayormente con aspectos de la estructuras de la sociedad o del aparato de gobernabilidad. En este tipo de interrelaciones de las metas de sustentabilidad un análisis de regresión daría como resultado que la correlación de los indicadores asociados a través del tiempo tiende a coeficiente de -1. Las interrelaciones de tipo negativo denominadas concesiones (trade-off) implican un reto mayor en la posterior implementación de políticas públicas puesto que el conjunto de acciones que se pretenda establecer debe ser cauto y conciliador para minimizar los efectos por la contraposición de las metas que se pretenden alcanzar como una unidad indivisible. Otros factores propios del contexto donde se aplican las medidas también serán necesarios para alanzar una solución a la tendencia negativa de desarrollo que hay en este tipo de interrelación. Finalmente, el último tipo de interrelación que se define de forma general son las metas que están desconectadas, estas no presentan ningún tipo de influencia una sobre otra. En cuanto a los valores en un análisis de regresión lo que se espera son valores de los coeficientes cercanos a cero. En lo que respecta a la implementación del conjunto de metas que pertenecen a este tipo de interrelación es independiente dado que las políticas públicas que requiere una u otra de las metas son completamente distintas, este es el enfoque usual al abordar las 169 metas que componen los ODS, un enfoque de avance y evaluación individual para alcanzar su cumplimiento de acuerdo a lo establecido por la ONU.

Las herramientas principales del tipo cualitativo son la matriz de impacto cruzado que permite capturar la evaluación obtenida mediante alguna escala previamente establecida la intensidad de la interrelación entre las metas a pares, permitiendo identificar las conexiones de sinergia, concesión y las no relacionadas. La forma de evaluación de más común utilización en la mayoría de los artículos, siendo la base de la práctica totalidad de las metodologías descritas, es la tipología de siete puntos presentada en Weitz *et al.* (2017). El procedimiento de cómo establecer un valor en la escala correspondiente a la interrelación de un par de metas en específico es, como se menciona en Weitz *et al.* (2017), un asunto de por si complejo por lo cual este proceso no se describe en este artículo ni en los afines en cuanto a metodología con este. La evaluación está a cargo de un grupo de

expertos o de los propios investigadores que participan en el artículo de investigación, es indispensable que cada uno de estos árbitros tenga conocimiento sólido en las áreas que tengan relevancia en la definición de la interacción de un par de metas. Aquí surgen dos inconvenientes, uno es el poder contactar a los expertos que con juicio experto permitan la evaluación y otro es ya teniendo la opinión de expertos o del grupo de trabajo, faltará reconciliar las distintas perspectivas que se pueden verter sobre la naturaleza e intensidad de las interrelaciones. Para este último aspecto Oliveira *et al.* (2019) abordan este obstáculo tratando de conciliar distintas percepciones sobre las relaciones que hay entre una meta y otra utiliza una herramienta de análisis difuso. La siguiente herramienta de análisis y que resulta de gran utilidad en este sentido es la Teoría de Redes, considerando cada una de las metas como nodos y el valor de las aristas como el valor obtenido para cada par de metas siguiendo la tipología de siete puntos. En esta red los nodos con más conexiones sinérgicas se representan en un mayor tamaño, esto da como resultado nodos(metas) que son capitales al momento de implementar cualquier política pública pues esto permitirá utilizarlo como eje central para el avance general con aras en cumplirlas en el tiempo establecido y además realmente tengan un impacto en la sostenibilidad de la estructura general como país. Avanzando en este sentido, además de la previa visualización, al realizar un análisis de la influencia de una meta sobre las de su ámbito más cercano es posible detectar subredes de metas que se refuerzan o que se contraponen dependiendo de las interrelaciones que presenten y el valor en la escala de tipología que las conecte, como está establecido en Weitz *et al.* (2017), esta división en subredes da una noción clarificada de cómo ocurren las influencias y cómo podrían implementarse de manera más eficiente e integral las medidas en el ámbito de infraestructura y en el aparato de gobierno para impulsar metas que se refuerzan y conciliar en la medida de lo posible las interacciones negativas.

Las herramientas cuantitativas permiten analizar la evolución conjunta de un par de indicadores, los cuales son las métricas que permiten sondear el avance de las distintas metas. Estas han sido establecidas por la ONU de forma general, aunque cada país individualmente puede establecer las propias de acuerdo a su

propia realidad. Principalmente se busca establecer si existe correlación entre los pares de indicadores mediante un análisis de regresión para así tener un criterio numérico para verificar si efectivamente hay una interrelación positiva o negativa. Al utilizar este tipo de herramientas el reto está en la información disponible, de cómo cada país o cada región lleva la medición del avance de sus metas, que indicadores se han propuesto y de estos cuales realmente han recibido un monitoreo.

En lo concerniente a la dinámica de sistemas permite determinar cómo el avance de un ODS, identificado como un crecimiento S similar a los modelos de difusión de innovación, se puede relacionar con otros ODS considerando estos como uno de los factores externos que cambia la dinámica de las variables de flujo de un par de estados denominados en general como inseguro y seguro. Este modelo será fundamental si se considera el avance general de cada ODS a través del SDG Index obtenido para la Ciudad de México. Considerando esta situación ya cada uno de los estados es el avance en porcentaje del ODS.

Capítulo 3. Los ODS de la ONU como un conjunto de metas interrelacionadas desde la perspectiva del ODS once en el contexto de la CDMX

En este capítulo, se diseña, se desarrolla y se implementa un modelo de simulación basado en la correlación de Spearman y la Dinámica de Sistemas que sirva de apoyo en la toma de decisiones de la implementación de los ODS en el contexto de la CDMX a través del análisis de sus interacciones, el entendimiento de su dinámica así como la orientación de su aplicación hacia políticas públicas.

En primera instancia se establece la escala de evaluación de las interacciones entre los ODS. Posteriormente, se elige el SGD Index como indicador para el monitoreo del avance de los objetivos y para establecer las interacciones entre los ODS, con base en lo anterior, se conforma una estructura que sintetice la concepción integral de las distintas áreas que competen a la implementación de acciones de la esfera pública con apoyo de otros sectores de la sociedad, impulsadas unificadamente, para alcanzar la sostenibilidad de la CDMX.

Las aspiraciones impresas en el establecimiento de los objetivos en una escala global podrán ser planteados al nivel de una ciudad y dilucidar como estos son realmente los ejes del futuro desarrollo de sostenibilidad urbana, sin embargo, también revelará los objetivos cuyo desarrollo podría ser contraproducente para algún otro de sus pares, por esta razón es indispensable establecer políticas y medidas que permitan la coexistencia de ambos para el caso específico de las ciudades cuya complejidad en todos los niveles las hacen de especial reto en la implementación de la Agenda 2030.

Para construir el sistema de objetivos, en primer lugar, se utilizará el reporte Ciudades Sostenibles 2018 que indica como los principales centros urbanos del país han avanzado en cada uno de los ODS, así como en el avance global de la Agenda 2030 a través de un índice que resulta de agregar los distintos indicadores

subyacentes a cada objetivo (SDG Index). Se opta por utilizar este indicador puesto que su contraparte reportada a nivel global en Sachs (2021) es ampliamente aceptada como una medición del avance de cada país en la Agenda 2030 además de que directamente integra los distintos indicadores dispersos que no siempre están reportados, como es el caso de la Ciudad de México, en las bases de datos que dan seguimiento al avance de los ODS. Cabe resaltar que en el estudio de Ciudades Sostenibles 2018 no se analizan la totalidad de los ODS dado que el referente a los Océanos (ODS 14) no es incluido puesto que sus metas e indicadores no son medibles directamente en los centros urbanos.

Para determinar la relación entre un par de objetivos se hará un análisis de regresión entre pares de ODS mediante el coeficiente de Spearman. Siguiendo el mismo método que en Fonseca *et. al* (2020) se hace la regresión sobre un par de ODS considerando el SGD Index para todas las ciudades del estudio Ciudades Sostenibles 2018 para así establecer si existe una relación entre los dos ODS a través de todos los centros urbanos estudiados y establecer la relación que hay entre la situación de avance de los ODS dentro de las zonas urbanas del país.

Una vez obtenidos los coeficientes, estos se traducirán a una tipología de siete puntos análoga a la presentada en Weitz *et. al* (2017) y Zelinka & Amadei (2019) donde los valores de interacción para cada par de metas se vaciarán en una matriz de interacciones. Posteriormente se agregará la matriz de interacciones expuesta Zelinka & Amadei (2019), que se denominará matriz de referencia, esta es una compilación de distintas investigaciones que evalúan las interacciones entre pares de ODS alrededor del mundo y bajo diferentes contextos, y la matriz de interacciones obtenida mediante el coeficiente de Spearman, utilizando una ponderación de 0.7 para los valores obtenidos desde la correlación y 0.3 para los obtenidos de la matriz de referencia, esto considerando que los primeros responden a la situación urbana del país y los otros responden a una escala global, sin embargo, también es necesario tomar en cuenta estos últimos dado que no siempre es bidireccional la influencia de un objetivo sobre otro, cuestión que desde el análisis de Spearman no es posible incluirla, por lo cual la ponderación con el estudio

detallado por expertos resumido en la matriz de referencia resulta importante para ajustar la matriz de interacciones final.

Una vez obtenida la matriz final de interacciones o matriz ponderada se procede a realizar un análisis de una matriz de impacto cruzado obteniendo el grado de influencia y el grado de sensibilidad de cada uno de los ODS, suma de filas y suma de columnas respectivamente, además de los tres índices que permitirán establecer la prioridad e influencia de cada ODS en el conjunto, esto son el la Influencia Neta (IN), la Tasa de Influencia (TI) y el Índice de Prioridad (PI). Con esto se logra clasificar a los ODS en los influyentes y en los dependientes o sensibles, dando una guía sobre cuáles serán los objetivos donde se podrá centrar el impulso de alguna política pública.

Siguiendo con el análisis de la información contenida en la matriz de interacciones, esta se traslada hacia una red de objetivos unidos por aristas que representen el nivel de interacción entre estos de acuerdo a la escala de siete puntos utilizada en la matriz de interacciones. En este punto se obtendrán subredes de objetivos de acuerdo al grado de entrada con pesos y grado de salida con pesos, que es lo mismo que la sensibilidad e influencia en la matriz de interacciones respectivamente. Se obtiene además la centralidad de vector propio y la modularidad para reconocer la influencia de algunos objetivos en toda la red, así como identificar clústeres de objetivos que posteriormente se pueden utilizar como grupos de ODS que se traten sinérgicamente lo cual orientará posteriormente el desarrollo de políticas públicas integrales y eficaces.

Finalmente, el análisis dinámico de los ODS se realizará desde un arquetipo de crecimiento tipo S similar al de la difusión de la innovación en el mercado. Los estados entre los que transitará el avance del ODS será una situación donde se ha alcanzado lo que se pretende desde sus indicadores, a esto se le denomina estado insuficiente y tendrá su descripción para cada uno de los 16 ODS estudiados, el segundo estado es un de suficiencia y de la misma forma tendrá su descripción particular. Ambos estados estarán medidos en porcentajes entre 0 y 1 y serán

complementarios. Los convertidores serán el tiempo esperado en que se espera se cumpla el objetivo, el establecido depende del avance actual del objetivo, entre menor sea su avance su umbral de cumplimiento será mayor en el tiempo, el otro convertidor será la influencia de los otros ODS, esto estará determinado por la suma de los valores de interacción de todos los ODS respecto a alguno en especial. Los valores de interacción se determinaron de la misma forma que en el caso de la matriz de interacciones, con la salvedad de que se trasladaron los valores de la matriz de referencia a una escala entera -1 a 1 dividiendo entre tres los valores originales, estos se ponderarán con los coeficientes de Spearman obtenidos en el análisis de regresión, así finalmente se obtiene la matriz de interacciones normalizada a una escala -1 a 1. En cuanto al retraso (delay) implícito en la función logística estará determinado por el tiempo que han tomado las acciones implementadas presupuestadas para el avance en cada ODS.

En un análisis posterior se propondrán distintas políticas que podrían seguirse para la destinación del presupuesto que se tenga en lo referente a las acciones en favor de la Agenda 2030, con esto el umbral para alcanzar alguna de las metas disminuye en función de lo que se le asigne. Aunado a esto también se introducirá un efecto negativo en el avance de algunos ODS según Sachs *et al.* (2021) tras la pandemia por COVID 19 para evaluar los escenarios que trae consigo este evento de escala global y que no podía dejar de afectar al avance de los ODS en la Ciudad de México.

3.1 Definición de las interacciones

3.1.1 Análisis de regresión

En el informe de Ciudades Sostenibles 2018 está reportado el SDG Index de 57 centros urbanos, esto es, su avance general en el cumplimiento de la Agenda 2030 salvo el ODS 14 referente a los océanos. Además de su avance global está reportado su avance en cada uno de los ODS estudiados en el informe. Tomando estos datos sobre el SDG Index de cada ODS se realizó un test de normalidad para

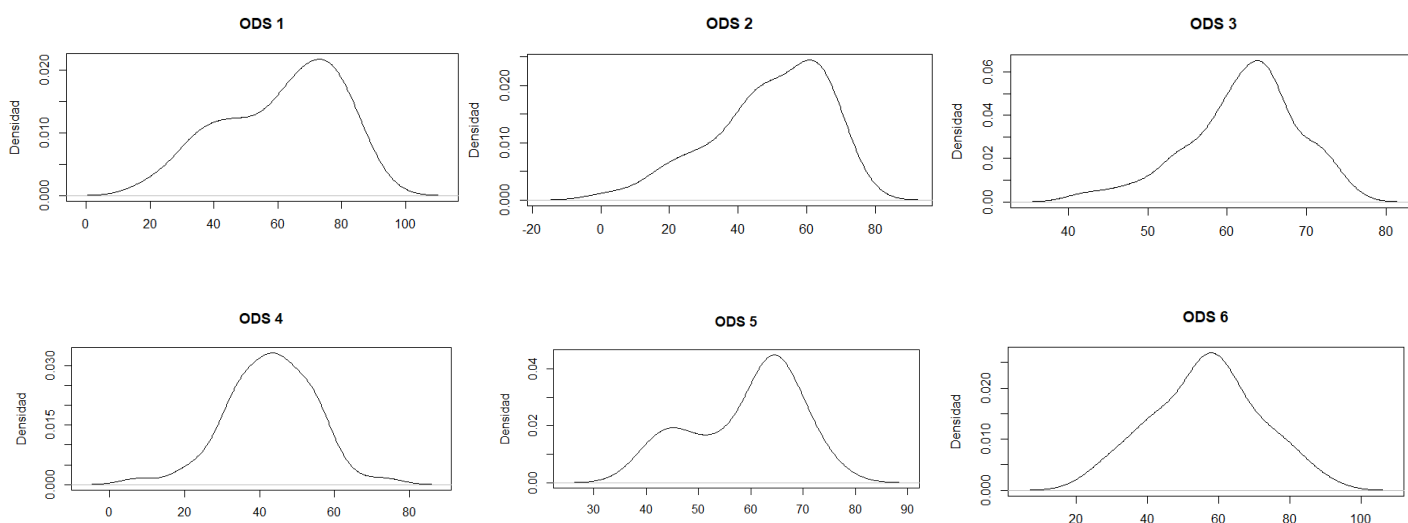
confirmar que es adecuado utilizar un análisis de regresión de Spearman que resulta útil para los casos en que los datos no se distribuyen normalmente, y además resulta más robusto para estudiar la correlación entre las variables en comparación al coeficiente de Pearson. En la tabla 6 se muestran los valores estadísticos obtenidos para un test de normalidad Shapiro-Wilk con una significancia $\alpha=0.05$ aplicado a los datos disponibles sobre el SDG Index para cada ODS en los centros urbanos, el test se realizó mediante el lenguaje de programación R en la interfaz de desarrollo RStudio. En la Figura 38 se muestran las gráficas de densidad para cada uno de los ODS que representan la distribución de los datos para los distintos centros urbanos reportados.

Tabla 6

Valores obtenidos del Test Shapiro-Wilk con $\alpha=0.05$ para los conjuntos de datos de cada ODS de cada centro urbano

ODS	1	2	3	4	5	6	7	8
p-valor	0.0151	0.0076	0.1319	0.6406	0.0039	0.9341	0.4139	0.8425
ODS	9	10	11	12	13	15	16	17
p-valor	0.2488	0.216	0.2857	0.4048	0.554	0.0552	0.1399	2.88e-5

Nota. Fuente Elaboración propia



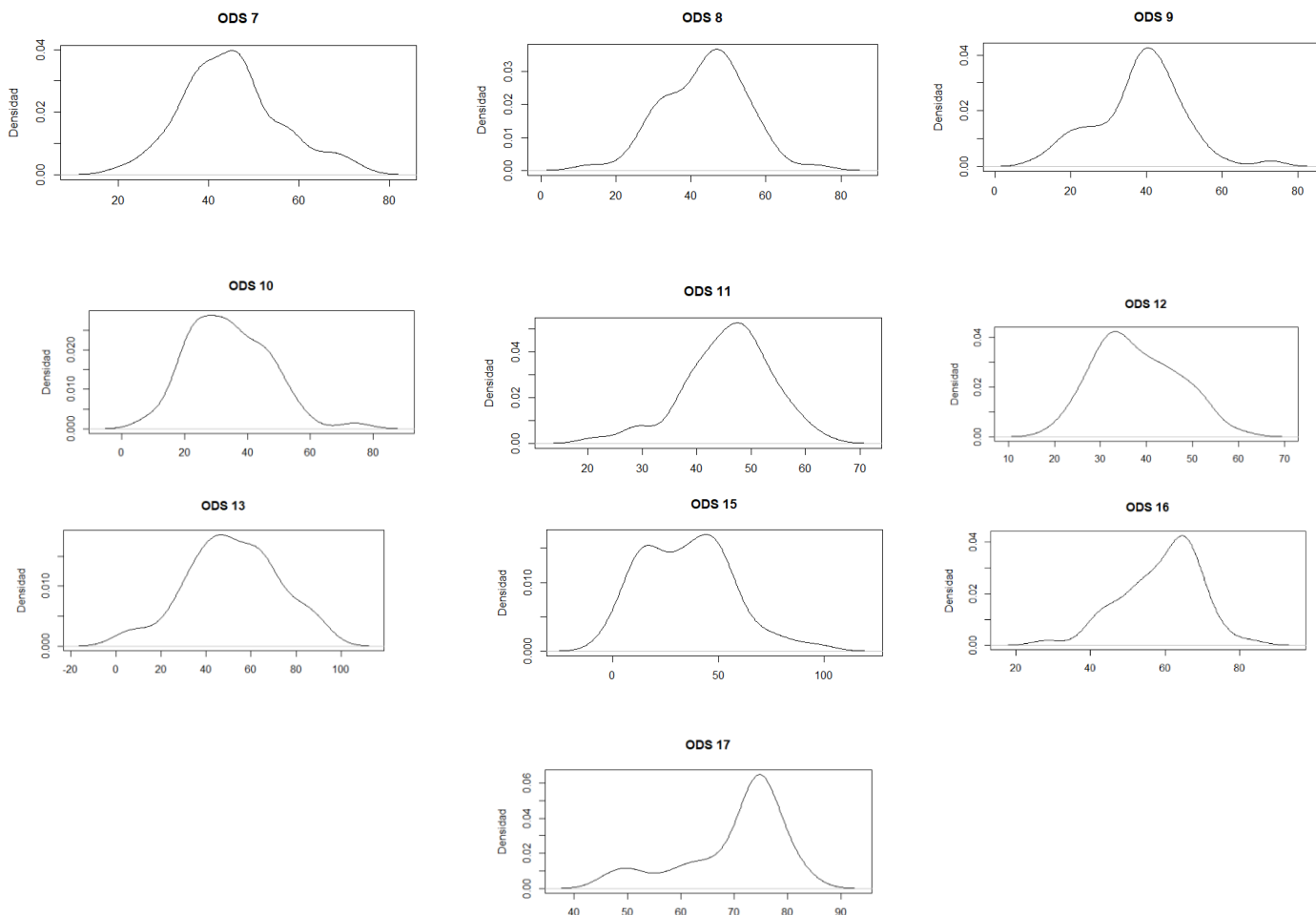


Figura 38 Graficas de densidad que muestran la distribución de avance de los ODS en los distintos centros urbanos. Fuente Elaboración propia

La distribución de los ODS 1, 2,3, 5 y 17 no son de tipo normal considerando que están debajo del nivel de significancia $\alpha=0.05$ por lo cual debe rechazarse la hipótesis nula de que su distribución corresponde a una distribución normal, por esta razón es necesaria y consistente la utilización del análisis de regresión de Spearman. El valor del coeficiente obtenido para todos los pares de ODS se muestra en la Tabla 7, al igual que el test de normalidad esta prueba se realizó mediante el lenguaje de programación R en la interfaz de desarrollo RStudio.

Tabla 7*Coefficientes de correlación de Spearman para cada par de ODS obtenidos mediante R*

	ODS 1	ODS 2	ODS 3	ODS 4	ODS 5	ODS 6	ODS 7	ODS 8	ODS 9	ODS 10	ODS 11	ODS 12	ODS 13	ODS 15	ODS 16	ODS 17
ODS 1	0	0.6232	-0.008	0.2383	0.0882	0.5837	-0.0587	0.7653	0.4867	0.1928	0.4312	-0.4491	0.2837	-0.36	-0.1313	0.3431
ODS 2	0.6232	0	0.1176	0.3922	0.3364	0.217	0.1336	0.6174	0.3768	0.1876	0.6285	-0.1566	0.3122	-0.3679	-0.0185	0.3034
ODS 3	-0.008	0.1176	0	-0.088	-0.0092	0.0567	0.0448	0.1323	0.1522	0.0835	0.0531	0.0104	0.0104	-0.1376	0.0138	-0.0193
ODS 4	0.2383	0.3922	-0.088	0	0.0614	0.0567	-0.0277	0.2627	0.1837	0.0351	0.317	0.0334	-0.1809	0.0493	-0.0077	0.4204
ODS 5	0.0882	0.3364	-0.0092	0.0614	0	0.0286	0.0039	0.3064	0.3275	0.3946	0.2394	-0.1496	0.2609	-0.0153	-0.0056	0.2301
ODS 6	0.5837	0.217	0.0567	0.0567	0.0286	0	-0.314	0.4051	0.2381	0.2424	-0.086	-0.698	0.1018	-0.1967	-0.2066	0.1138
ODS 7	-0.0587	0.1336	0.0448	-0.0277	0.0039	-0.314	0	-0.0299	-0.0515	-0.1148	0.5783	0.2176	0.2537	0.0414	0.1195	0.2218
ODS 8	0.7653	0.6174	0.1323	0.2627	0.3064	0.4051	-0.0299	0	0.6407	0.2057	0.4419	-0.3733	0.2652	-0.21878	-0.2321	0.5059
ODS 9	0.4867	0.3768	0.1522	0.1837	0.3275	0.2381	-0.0515	0.6407	0	0.26232	0.2787	-0.2251	0.3546	-0.0406	-0.1387	0.48
ODS 10	0.1928	0.1876	0.0835	0.0351	0.3946	0.2424	-0.1148	0.2057	0.26232	0	0.1239	-0.0717	0.2957	0.1357	-0.0274	0.1525
ODS 11	0.4312	0.6285	0.0531	0.317	0.2394	-0.086	0.5783	0.4419	0.2787	0.1239	0	0.0956	0.2592	-0.0936	0.0563	0.4082
ODS 12	-0.4491	-0.1566	0.0104	0.0334	-0.1496	-0.698	0.2176	-0.3733	-0.2251	-0.0717	0.0956	0	-0.0077	0.2201	0.2641	-0.0935
ODS 13	0.2837	0.3122	0.0104	-0.1809	0.2609	0.1018	0.2537	0.2652	0.3546	0.2957	0.2592	-0.0077	0	-0.0791	0.0472	0.2034
ODS 15	-0.36	-0.3679	-0.1376	0.0493	-0.0153	-0.1967	0.0414	-0.21878	-0.0406	0.1357	-0.0936	0.2201	-0.0791	0	-0.0492	-0.0128
ODS 16	-0.1313	-0.0185	0.0138	-0.0077	-0.0056	-0.2066	0.1195	-0.2321	-0.1387	-0.0274	0.0563	0.2641	0.0472	-0.0492	0	-0.279
ODS 17	0.3431	0.3034	-0.0193	0.4204	0.2301	0.1138	0.2218	0.5059	0.48	0.1525	0.4082	-0.0935	0.2034	-0.0128	-0.279	0

Nota. Fuente Elaboración propia

La tabla 7 se mapeo a la tipología de siete puntos propuesta por Nielsen *et al.* (2016), para esto se tomó como referencia las distintas interpretaciones del nivel de correlación del coeficiente de Spearman (Akoglu, 2018), (Fonseca *et al.*, 2020) y se estableció el criterio expuesto en la Tabla 8. Para el valor tres se tomó las consideraciones de relación de fuerte a perfecto, para el valor 2 consideraciones de moderado, para el valor de 1 de débil a moderado y para el 0 de inexistente o despreciable.

Además de trasladar los valores obtenidos mediante el análisis de correlación de Spearman, para obtener en una escala entre -3 a 3 los grados de interacción de los ODS se consideró la matriz de interacciones reportada en Zelinka & Amadei (se denominará matriz de interacciones de referencia), mostrada en la Figura 39, que es una recopilación de estudios previos realizados sobre la

interacción de los ODS y por lo cual reúne la perspectiva de distintos expertos en diferentes contextos sobre cómo se relacionan pares de ODS.

Tabla 8

Relación entre los valores del coeficiente de Spearman y la tipología de siete puntos

Coeficiente Spearman	Valor asignado
$\rho > 0.6$	3
$0.3 < \rho < 0.6$	2
$0.1 < \rho < 0.3$	1
$-0.1 < \rho < 0.1$	0
$-0.3 < \rho < -0.1$	-1
$-0.6 < \rho < -0.3$	-2
$\rho < -0.3$	-3

Nota. Fuente Elaboración propia

En adición, considerando que el análisis de regresión no entrega diferencias entre considerar la influencia del ODSx sobre el ODSy que la influencia del ODSy sobre el ODSx entonces es importante integrar las diferencias que si están reportadas la matriz de interacciones de referencia. Para agregar ambas matrices de interacción se pondero cada valor y se sumaron, para los valores procedentes del coeficiente de Spearman estos se ponderaron con 0.7 mientras que los recogidos en matriz de interacciones de referencia se ponderaron con 0.3. La valoración de ponderación se sigue del hecho de que los valores obtenidos del análisis de regresión obedecen a un contexto solo de México y solo de centros urbanos por lo que debe tener un mayor peso.

En la figura 39 está incluido el ODS 14 dado que es de carácter global, sin embargo, para la ponderación con la matriz obtenida a partir de los coeficientes de correlación se exceptuó este objetivo. Los resultados de la ponderación se muestran en la Tabla 9, en color verde están los valores posibles de interacción y entre más oscuro es el mayor el grado de interacción, en color rojo se muestra las interacciones negativas y de la misma forma, las más oscuras son la de mayor grado, sin color están las interacciones nulas.

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
01	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	3	-1	-1	1	0	0	3	2	1
02	3	0	3	2	2	0	-1	1	0	3	-1	-1	-1	-1	3	0	0	12
03	3	1	0	2	2	1	-1	2	-1	3	1	0	0	1	0	0	0	14
04	2	2	2	0	2	2	1	2	2	3	2	2	0	2	1	2	2	29
05	3	3	2	2	0	-1	-1	3	0	3	2	-1	0	0	2	3	1	21
06	3	3	3	2	2	0	1	3	1	3	3	1	1	2	3	0	0	31
07	3	1	3	2	0	2	0	3	3	3	3	-1	-1	-2	-2	0	2	19
08	3	2	2	3	3	2	2	0	2	-1	2	3	-2	-2	-2	0	2	19
09	2	2	2	1	0	2	3	3	0	-1	3	-1	-1	0	-2	2	2	17
10	3	2	2	0	3	-2	-2	3	0	0	-2	-2	-1	-1	-2	0	1	2
11	1	1	2	1	3	3	2	1	3	1	0	2	-1	0	1	0	1	21
12	2	2	1	2	1	1	2	3	2	3	2	0	-1	-1	-1	0	0	18
13	2	1	-1	0	1	-1	-2	-1	-1	2	-2	-1	0	3	2	0	0	2
14	-1	1	1	0	0	1	1	-1	1	-1	1	1	0	0	2	0	0	6
15	2	3	2	0	0	2	-1	-1	-1	0	0	-1	3	3	0	0	0	11
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	0	3	44
17	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	0	39
Total	37	28	28	21	23	16	8	26	17	30	18	4	2	9	10	13	16	306

Figura 39 Matriz de interacciones entre los ODS utilizada como referencia. Fuente Zelinka & Amadei (2019)

Tabla 9

Valores agregados de la interacción de los ODS

	ODS 1	ODS 2	ODS 3	ODS 4	ODS 5	ODS 6	ODS 7	ODS 8	ODS 9	ODS 10	ODS 11	ODS 12	ODS 13	ODS 15	ODS 16	ODS 17	Total
ODS 1	0	2	0	0	0	1	0	2	2	2	1	-2	1	-1	0	2	10
ODS 2	3	0	2	2	2	1	0	2	1	2	2	-1	1	-1	0	1	17
ODS 3	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-1	0	0	5
ODS 4	1	2	1	0	1	1	0	1	1	1	2	1	-1	0	1	2	14
ODS 5	1	2	1	1	0	0	0	2	1	2	1	-1	1	1	1	1	14
ODS 6	2	2	1	1	1	0	-1	2	2	2	1	-2	1	0	-1	1	12
ODS 7	1	1	1	1	0	-1	0	1	1	0	2	0	0	-1	1	1	8
ODS 8	3	3	1	2	2	2	1	0	3	0	2	-1	-1	-1	-1	2	17
ODS 9	2	2	1	1	1	1	1	3	0	0	2	-1	1	-1	0	2	15
ODS 10	2	1	1	0	2	0	-1	2	1	0	0	-1	0	0	0	1	8
ODS 11	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	2	20
ODS 12	-1	0	0	1	0	-2	1	-1	0	1	1	0	0	0	1	0	1
ODS 13	1	2	0	-1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	7
ODS 15	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	-1
ODS 16	0	1	1	1	1	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	11
ODS 17	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	0	0	22
Total	19	22	12	14	15	5	6	18	17	17	17	-5	7	-2	2	16	

Nota. En verde interacciones positivas, en rojo interacciones negativas, sin color cuando no existe Fuente Elaboración propia

Mediante el análisis de matriz de impacto cruzado es posible obtener tres índices que permiten evaluar como cada objetivo influye en los demás y también como es influido por los otros. La influencia neta (IN) se calcula como la diferencia entre el valor de influencia (suma de una fila) y sensibilidad (suma de una columna), la tasa de influencia (TI) se obtiene de acuerdo a la Tabla 2 donde I es la influencia del ODS y D es la sensibilidad de este, para el índice de Prioridad se obtiene de acuerdo a la ecuación (1) considerando la ponderación de 0.5 para IN y TI para que exista un equilibrio entre impacto y eficiencia. Los resultados para estos se muestran en la Tabla 10 y en la Figura 40 se integran en una gráfica de burbujas donde el eje vertical es la influencia, el eje horizontal la sensibilidad y el tamaño de la burbuja representa el Índice de Prioridad.

Tabla 10

Influencia neta (IN), Tasa de influencia (TI), Índice de prioridad (IP) para cada ODS

	Influencia	Sensibilidad	Influencia Neta	Tasa Influencia	Índice Prioridad
ODS 1	10	19	-9	0.52631579	0.03371711
ODS 2	17	22	-5	0.77272727	0.16792929
ODS 3	5	12	-7	0.41666667	0.07899306
ODS 4	14	14	0	1	0.328125
ODS 5	14	15	-1	0.93333333	0.29409722
ODS 6	12	5	7	2.4	0.65381944
ODS 7	8	6	2	1.33333333	0.41493056
ODS 8	18	18	0	1	0.328125
ODS 9	15	17	-2	0.88235294	0.26154003
ODS 10	8	17	-9	0.47058824	0.02849265
ODS 11	20	17	3	1.17647059	0.42800245
ODS 12	1	-5	6	0.16666667	0.41666667
ODS 13	7	8	-1	0.875	0.28862847
ODS 15	-1	-2	1	2	0.44965278
ODS 16	11	2	9	5.5	1
ODS 17	22	16	6	1.375	0.52994792

Nota. Elaboración propia

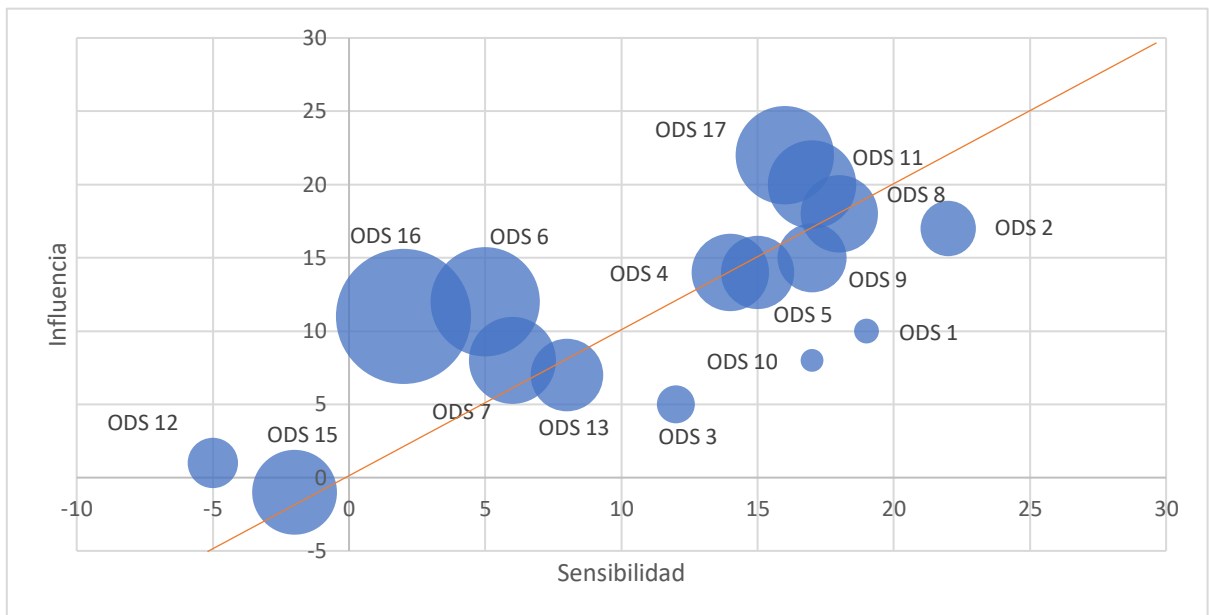


Figura 40 Gráfica de influencia vs sensibilidad de los ODS, el tamaño de la burbuja indica el índice de prioridad. Fuente Elaboración propia

De acuerdo a la clasificación presentada en Arcade *et. al.* (1999) los ODS influyentes, que están por encima de la diagonal, serían el ODS 17 (cooperación), el ODS 11 (ciudades), el ODS 6 (agua), el ODS 7 (energía) y el ODS 16 (gobierno), estos son los objetivos en los cuales si se logran cambios sustanciales mejorará la situación del sistema en su conjunto. Los de mayor sensibilidad, por debajo de la diagonal, serían el ODS 3 (salud), el ODS 10 (desigualdad), el ODS 1 (pobreza) y el ODS 2 (seguridad alimentaria), estos objetivos pueden concebirse como la salida del sistema puesto que son susceptibles a los cambios que sufran toda la estructura. Los ODS que podrían denominarse de control son los que están cerca de la diagonal, estos son el ODS 13 (clima), ODS 4 (educación), ODS 5 (equidad género), ODS 9 (Infraestructura) y ODS 8 (economía), los cambios en estos objetivos afectan de menor medida que los influyentes a la vez que su sensibilidad es menor que los sensibles, por esta razón el enfocarse en la mejora de estos tendría que ser llevado de forma más específica. Por último, el ODS 12 (consumo responsable) y el ODS 15 (ecosistemas terrestres) que se denominan excluidos pues tienen una baja sensibilidad y una baja influencia, la cuestión con estos objetivos es que influyen

poco en los demás y se ven muy afectados por estos, tanto que el nivel de sensibilidad es negativo por lo cual aquí se tendría una inconsistencia en su implementación en conjunto a los otros ODS.

Considerando el IP que se interpreta como la necesidad de enfocarse en cada una de las metas de acuerdo a que tanto influye el conjunto dependiendo de la ponderación que se le dé a la IN (se prioriza el impacto) TI (se prioriza la eficiencia), en el caso estudiado se equilibró ambas cualidades. A partir de esto en la Figura 41 se muestra los ODS de acuerdo a su IP de manera descendente, en la parte inferior están los de mayor índice y en la superior los de menor índice, los ODS están ordenados de acuerdo a tres pilares fundamentales, económico, ambiental y sociopolítico, cada ODS pertenece a cada uno de esos pilares. Las flechas indican el orden en que deberían enfocarse recursos y esfuerzos en la implementación de la agenda 2030, los bloques inferiores representan los ODS que más influencia ejercen en el mejoramiento de los otros, la parte de los bloques intermedios representa ODS que podrían encaminarse posteriormente a los de los primeros bloques y finalmente el bloque superior, todos los ODS del ámbito social se esperarían que mejorarían tras el avance en los bloques inferiores las metas que aún estén por concretarse podrán ser mejor enfocadas. Los ODS en rojo indican que pertenecen al grupo de los excluidos, es decir baja influencia y baja sensibilidad, sin embargo, su IP es alto dado el impacto negativo que pueden ejercer sobre el avance de los otros ODS.

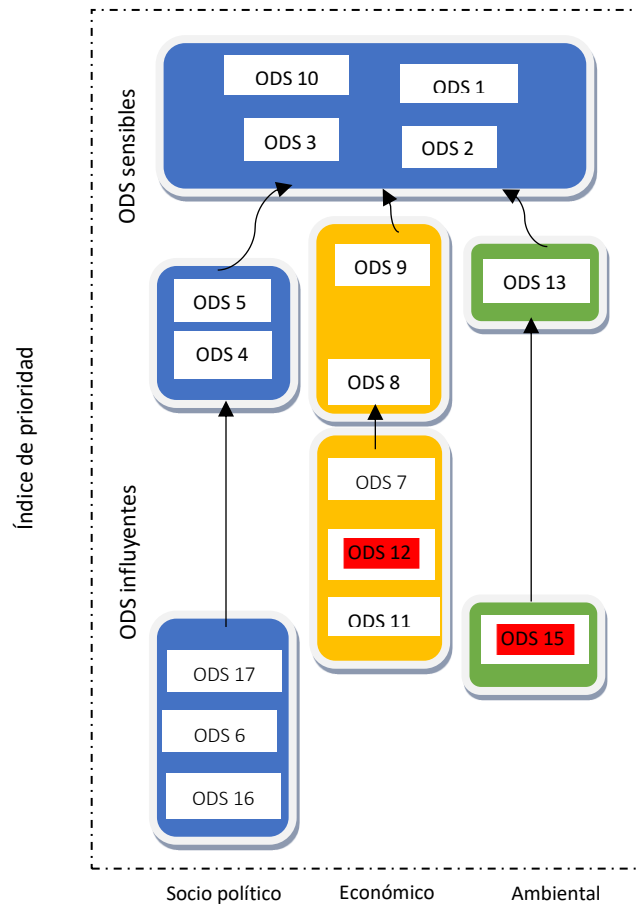


Figura 41 Escala de los ODS por su IP divididos en los tres pilares fundamentales, sociopolítico, económico y ambiental. Fuente Elaboración propia

En la figura 41 se observa que los ODS que dan dirección política y administrativa, como lo son el ODS 16 y ODS 17, son básicos para el bloque sociopolítico y para todos los demás dado su IP, también en este ámbito están el ODS 6 y ODS 7 relacionados a servicios básicos como es la energía y el agua, por lo cual para el contexto urbano resultan fundamentales. Por otro lado, se tiene el ODS 11 (Ciudades) que al tratarse de centros urbanos es la base del desarrollo de estos y del sector económico, aunque también muy relacionado con la parte social. El ODS 12 y ODS 15 terminan de formar los ODS de mayor prioridad y esto debido a que su progreso se ve afectado por el avance de otros ODS lo que implica un mayor foco de atención para implementar en la medida de las posibles acciones que hagan lograr conciliaciones entre los avances contrapuestos.

Los bloques intermedios son los ODS que en la Figura 40 estarían más cercanos a la diagonal, estos irían en segundo lugar de prioridad y una vez bien afianzados los prioritarios se procedería a implementar acciones específicas sobre estos ODS. En la parte socio-político se tiene el ODS 4 (Educación) que tras las cuestiones de gobernabilidad y servicios resulta la siguiente área de enfoque y también se tiene el ODS 5 (Equidad de género) que implicará un cambio en la sociedad sustentado en los cambios estructurales previos. En el aspecto económico a en esta zona de la prioridad están el ODS 8 (Economía) y el ODS 9 (Infraestructura), estos ampliamente relacionadas y que se construyen desde el mejoramiento urbano a través del ODS 11 y las bases de servicios y gobernabilidad. En el caso medioambiental el ODS 13 (Clima) tras la implementación sobre todo de las acciones básicas económicas y el ODS 15, será el siguiente objetivo en el que se centrarán las acciones.

Finalmente, en el bloque superior están los ODS sensibles, todos son de tipo social, el ODS 2 (seguridad alimentaria), el ODS 3 (salud) se espera que tras las reformas estructurales sociopolíticas y económicas su avance sea importante y las acciones que se tomarán hacia la parte final de la Agenda 2030 serán en estos dos ODS con acciones más específicas. En cuanto al ODS 1 (Pobreza) y ODS 10 (Desigualdad) representan la salida final del sistema y la aspiración final del desarrollo sostenible.

Haciendo una clasificación con lo anterior, entre los ODS influyentes se pueden distinguir dos bloques, el de Gobernabilidad que incluye el ODS 16 y el ODS 17 que dan la estructura para la implementación de todos los demás ODS, un segundo bloque denominado Urbanización Sostenible, estos son ODS 11, ODS 6, ODS 7, ODS 12, ODS 15, que dan el paradigma de sostenibilidad al crecimiento urbano. Entre los ODS de control se concentran en un tercer bloque, Crecimiento Sostenible, aquí están contenidos el ODS 4, ODS 5, ODS 8, ODS 9 y ODS 13 estos hacen referencia al crecimiento económico y el desarrollo social de una manera inclusiva y responsable, y finalmente, el bloque de los ODS 2, ODS 3, ODS 10 y ODS 1 se denominará Sociedad Sostenible que serán los resultados finales de la

implementación de la Agenda 2030, esto es una sociedad justa, igualitaria y próspera.

3.1.2 Análisis desde la Teoría de Redes

La visualización de la red de objetivos se muestra en la Figura 42, esta se obtiene a partir de tomar como matriz de adyacencia la Tabla 9. Los nodos representados por los ODS varían en tamaño de acuerdo al grado de salida, entre mayor sea el tamaño mayor es el grado de salida y por ende de influencia del nodo, el color está en función al grado de entrada, entre más oscuro el grado de entrada es mayor y por ende mayor la sensibilidad de estos nodos.

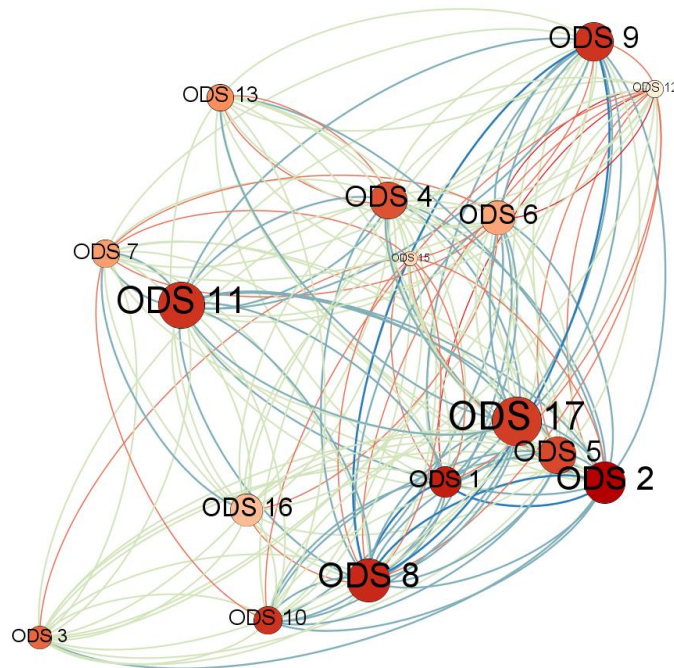


Figura 42 Red de ODS jerarquizada por el grado de salida y el grado de entrada de los nodos. Un grado de salida mayor implica un mayor tamaño y un grado de entrada mayor implica un color más oscuro. Las aristas en color rojo representan interacciones y en azul o verde interacciones positivas. Fuente Elaboración propia mediante el software Gephi™.

Las aristas en color rojo representan los valores de interacción negativos (-3 a -1) y en tonos entre azul y verde los valores de interacción positivos (1 a 3), variando en grosor de acuerdo al valor de interacción, entre sea mayor el grosor de la arista la interacción entre el par de ODS es mayor en el caso de interacción positiva o más negativa en el caso de interacciones de este tipo.

Una subred posible es la consideración solo de interacciones mayores o iguales a +2, esto se presenta en la Figura 43, aplicando además de la distribución bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional que coloca hacia el centro los nodos que tienen más conexiones, siendo centrales el ODS 8, el ODS 17, EL ODS 11, el ODS 9, el ODS 1, esto podría verse como el bloque indivisible de interacciones positivas o de sinergias. El tamaño e intensidad del color representan lo mismo que en la Figura 41.

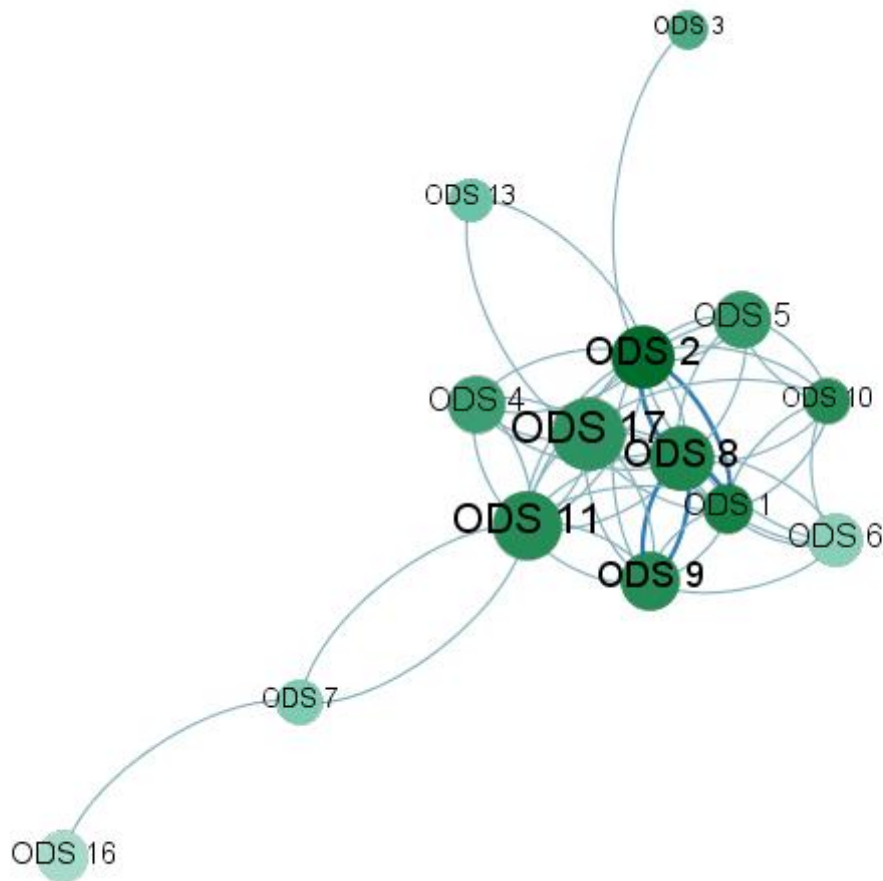


Figura 43 Subred de interacciones positivas mayores o iguales a 2 distribuida bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional. Hacia el centro se encuentran los nodos con más conexiones. Fuente Elaboración propia mediante el software Gephi™

Considerando las interacciones cuyo valor es +1 que pueden describirse como moderadas genera una subred que se muestra en la Figura 44 con una distribución bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional. En este tipo de interacción nuevamente el ODS 17 es central al igual que el ODS 5, en un segundo nivel se

encuentra el ODS 10, ODS 16, ODS 4, ODS 3, ODS 6, ODS 9, ODS 2 y ODS 13, los ODS centrales y estos últimos formarían un bloque donde podrían implementarse acciones conjuntas para un mejoramiento no tan de alto impacto, pero sí con un sentido de avance positivo.

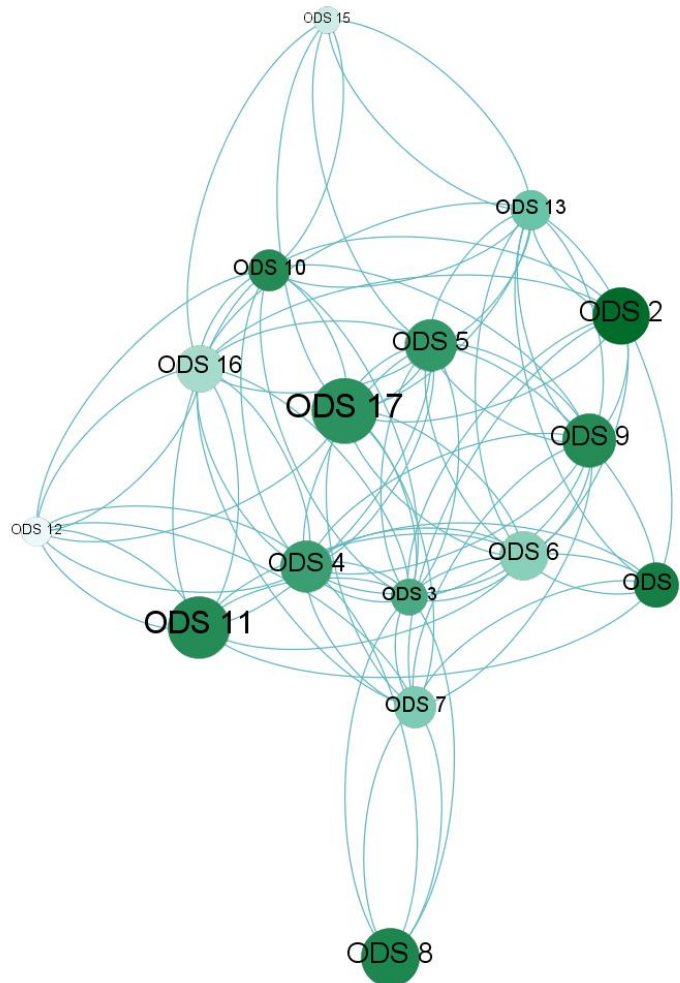


Figura 44 Subred de interacciones positivas iguales a 1 distribuida bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional. Hacia el centro se encuentran los nodos con más conexiones. Fuente Elaboración propia mediante el software Gephi™

En el caso de las interacciones negativas la distribución de los nodos (ODS) bajo el algoritmo Yifan Hu se muestra en la Figura 45. Se observa que los dos nodos que concentran las interacciones negativas son el ODS 15, el ODS 12 y el ODS 13 esto es importante para la identificación de las relaciones de consenso (trade-off).

El ODS 11 en este caso queda aislado lo que implica que no influye ni es influido negativamente por otros ODS. Del tipo de ODS en que se centra este tipo de interacciones, se deduce que la parte ambiental no está integrada sinérgicamente con los demás ODS, así como el consumo responsable.

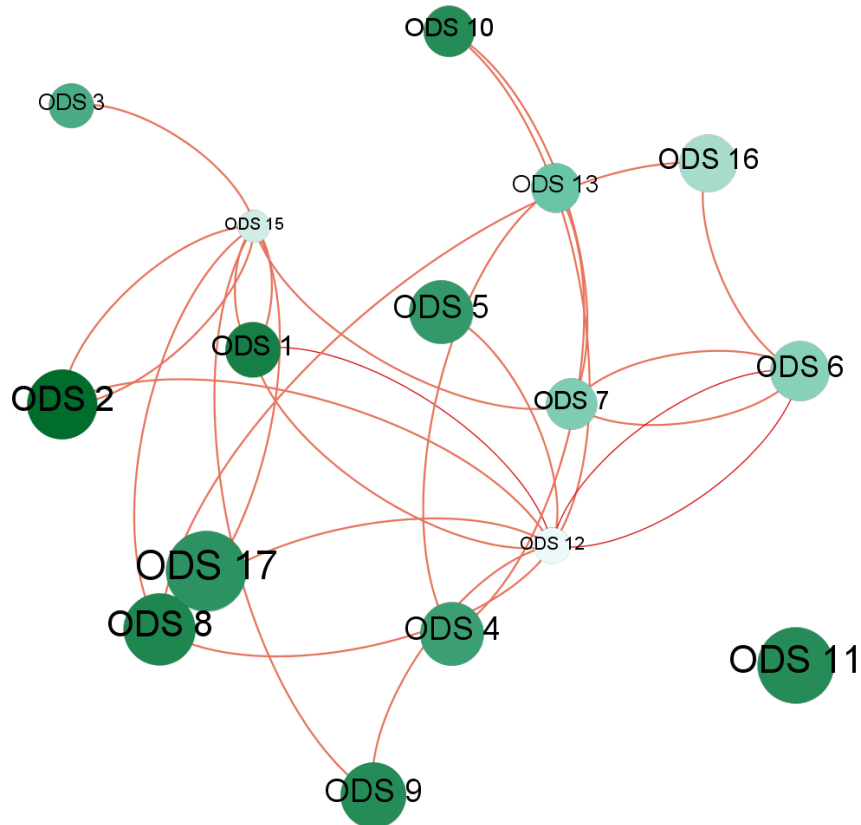


Figura 45 Subred de interacciones negativas distribuida bajo el algoritmo Yifan Hu proporcional. Hacia el centro se encuentran los nodos con más conexiones. Fuente Elaboración propia mediante el software Gephi™

Una medida de centralidad de la red es la centralidad de vector propio. Los nodos que poseen una alta puntuación en la escala de evaluación de esta medida de centralidad de vector propio están conectados de forma más eficiente dentro de un grafo o poseen un alto nivel de conexiones y por lo tanto son buenos candidatos para difundir información ya que su nivel de conectividad garantiza altas probabilidades de propagación. Los resultados de calcular el grado de centralidad de vector propio para la red de ODS se observan en la Figura 46, el tamaño del nodo indica un mayor grado de la medida de centralidad de vector propio. En este

sentido, los ODS de más relevancia en la red de acuerdo a esta medida son el ODS 1, ODS 2, ODS 8 lo cual centra la atención en estos ODS en el sentido de ser receptores y centros de distribución de muchas conexiones en el esquema de ODS.

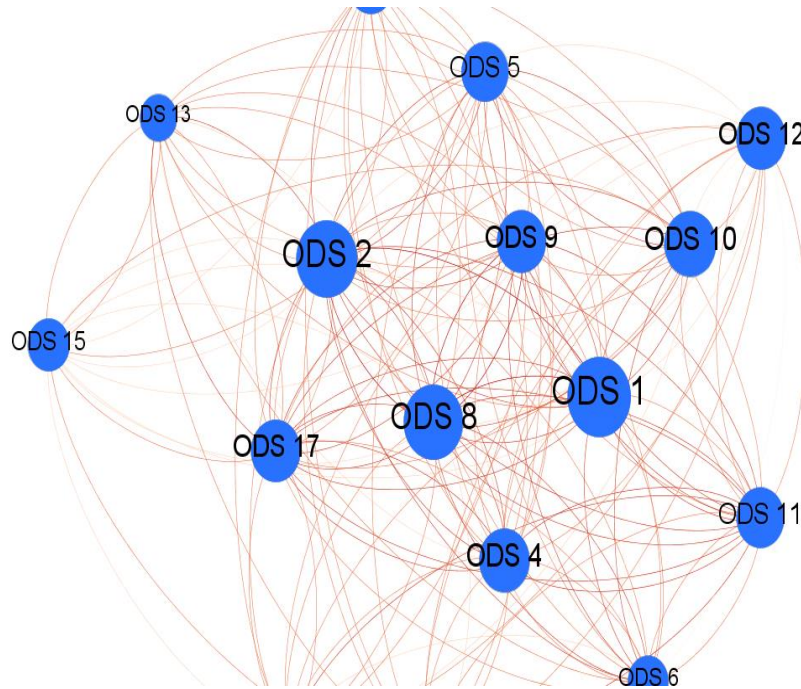


Figura 46 Red de ODS jerarquizada por el grado de centralidad de vector propio de los nodos. Un mayor tamaño del nodo implica un grado mayor de centralidad de vector propio. Fuente Elaboración propia mediante el software Gephi™

Por otro lado, es posible aplicar un algoritmo para la detección de comunidades dentro de la red, esto puede realizar vía la modularidad que es una medida de comparación de la densidad de conexiones dentro de un clúster respecto a la densidad de conexiones entre clústeres (Blondel et al. ,2008) y su valor se encuentra 1 y -1. Para la detección de comunidades se utilizó el software Gephi™, este último utiliza el algoritmo propuesto por Blondel *et al.* (2008). El resultado arroja un nivel de modularidad de 0.148 y que existen tres comunidades como se observa en la Figura 47. Para el caso de la comunidad en que se localiza el ODS 11, el ODS central del desarrollo sostenible urbano, está también contiene el ODS 3, ODS 4, ODS 12, ODS 7 y ODS 16, y que de acuerdo a la clasificación por IP se desglosa en el aspecto de gobernanza en el ODS 16 (Gobierno), el aspecto económico, el ODS 7 (Energía), el ODS 12 (Consumo responsable) y el aspecto social en el ODS

3 (Salud) y el ODS 4 (Educación), lo que apunta a una integración en el bloque denominado Urbanización sostenible y su conexión con el bloque de Crecimiento Sostenible y cuya salida se observa en el ODS 2.

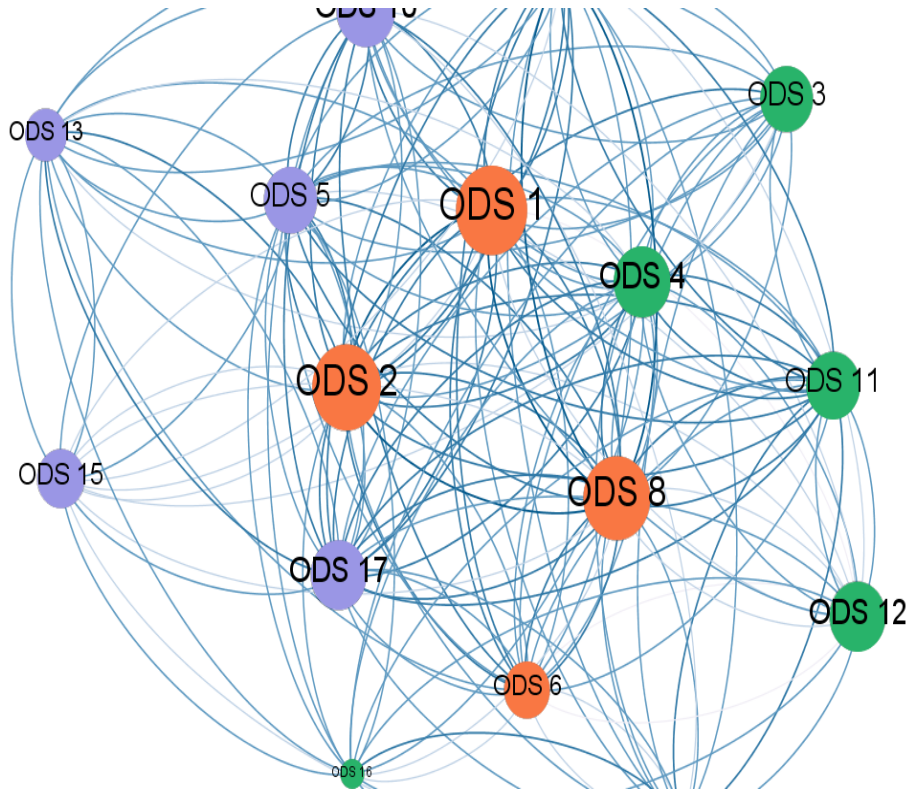


Figura 47 Red de ODS dividida en clústeres obtenidos mediante el algoritmo para comunidades expuesto en Blondel et al. (2008) implementado en el software Gephi™. Fuente Elaboración propia

3.2 Modelo de simulación utilizando el enfoque de Dinámica de Sistemas

3.2.1 Modelo conceptual

El modelo para la interacción de los ODS se basará en el modelo difusión de innovación de una nueva tecnología, el cual a su vez corresponde al arquetipo de Dinámica de Sistemas del crecimiento S. Este modelo, siguiendo lo presentado en Zelinka & Amadei (2019), permitirá construir la analogía entre la adopción de una innovación y el resultado de la implementación de acciones para alcanzar la Agenda 2030. Al aparecer una innovación en un principio pocos la adoptarán ya que no se

ha difundido de manera generalizada, después hay una segunda etapa donde la difusión entre los que han adoptado la innovación y los que aún no aumenta por lo cual el número de usuarios crece rápidamente, finalmente, hay una tercera etapa donde la adopción es casi completa pero los últimos en adoptar la innovación serán sectores del mercado o de la sociedad que tengan más barreras para la adopción de esta nueva tecnología. En el caso de los ODS esto puede pensarse como una etapa inicial donde existe una planeación y evaluación de las rutas que tomar para cada objetivo en específico así que el avance no será significativo, en la segunda etapa, una vez establecidas las políticas que se seguirán para la implementación de la Agenda 2030 y éstas se han traducido en acciones que reducen la brecha con un desarrollo plenamente sostenible, entonces el crecimiento en el cumplimiento de los objetivos será mayor, y la tercera etapa, corresponderá a los retos más específicos que necesitarán modificaciones a largo plazo considerando la situación geográfica, política, económica o social tenderán a traducirse en cambios menos acelerados como le sucede a los países más adelantados en el cumplimiento de la Agenda 2030.

Cada ODS transitará entre dos estados denominados de manera genérica suficiente e insuficiente en un horizonte de tiempo que corresponderá al tiempo en que se espera podrá completarse el cumplimiento de las metas establecidas para cada ODS.

Para medir el avance de los ODS en la CDMX se utilizará la evolución temporal del indicador el SDG Index obtenido para el Valle de México en el reporte Índice Ciudades Sostenibles 2018 presentado por City Banamex en 2018. Para cada ODS la situación de su avance en el 2018 será el punto de partida, por lo cual, el retraso de implementación se tomará desde este punto.

En lo referente al tiempo en que se espera sea completado cada ODS para la Ciudad de México este corresponderá al nivel que tenga a 2018, esperando que los ODS más adelantados sean los primeros en ser logrados en la meta de tiempo establecida que desde ese año serían doce años. En la Tabla 11 se muestra el

porcentaje de avance del SDG Index y su relación con el tiempo estimado para que el objetivo pueda ser completado.

Tabla 11

Relación ente el porcentaje de avance y el tiempo estimado en que se cumpla un ODS

% avance	Años esperados
+70	12
60-70	16
50-60	20
40-50	24
30-40	28
20-30	32

Nota. Elaboración propia

La interacción de los ODS se tomará de los valores obtenidos en el análisis de regresión y se normalizará para una escala de -1 a 1, esto se muestra en la Tabla 12. Considerando la influencia de un ODS, los valores de interacción (valores de una fila) se multiplicará por el avance del ODS en cuestión para determinar el efecto de este sobre los demás ODS.

Ahora, el efecto de los demás ODS sobre uno solo se determinará como el agregado de cada uno de los efectos de los demás sobre el que se quiere establecer el efecto, esta variable afectará el cambio entre los dos estados establecidos para la evolución del ODS.

Una variante para establecer cómo la asignación de recursos puede afectar la transición de los ODS de su estado suficiente a insuficiente es la repartición de los recursos entre todos pudiendo ser de manera equitativa, o enfocándose en ciertos ODS para alcanzar por su influencia una mejora en los demás dadas las conexiones positivas, esta asignación de recursos se traducirá en la reducción del tiempo esperado en que se podría cumplir con cada ODS.

Tabla 12*Valores de interacción normalizados entre los distintos ODS*

	ODS 1	ODS 2	ODS 3	ODS 4	ODS 5	ODS 6	ODS 7	ODS 8	ODS 9	ODS 10	ODS 11	ODS 12	ODS 13	ODS 15	ODS 16	ODS 17
ODS 1	0.000	0.336	-0.106	0.067	-0.038	0.309	-0.141	0.436	0.441	0.435	0.202	-0.414	0.299	-0.252	0.208	0.440
ODS 2	0.736	0.000	0.382	0.475	0.435	0.152	-0.006	0.532	0.264	0.431	0.340	-0.210	0.119	0.042	-0.013	0.212
ODS 3	0.294	0.182	0.000	0.138	0.194	0.140	-0.069	0.293	0.007	0.358	0.137	0.007	0.007	-0.096	0.010	-0.014
ODS 4	0.367	0.475	0.138	0.000	0.243	0.240	0.081	0.384	0.329	0.325	0.422	0.223	-0.127	0.135	0.195	0.494
ODS 5	0.362	0.535	0.194	0.243	0.000	-0.080	-0.097	0.514	0.229	0.576	0.368	-0.205	0.183	0.189	0.296	0.261
ODS 6	0.709	0.452	0.340	0.240	0.220	0.000	-0.120	0.584	0.467	0.470	0.240	-0.389	0.171	0.162	-0.145	0.080
ODS 7	0.259	0.194	0.331	0.181	0.003	-0.020	0.000	0.279	0.264	0.220	0.705	0.052	0.078	-0.171	0.084	0.355
ODS 8	0.836	0.632	0.293	0.484	0.514	0.484	0.179	0.000	0.648	0.044	0.509	0.039	-0.014	-0.353	-0.162	0.554
ODS 9	0.541	0.464	0.307	0.229	0.229	0.367	0.264	0.748	0.000	0.084	0.495	-0.258	0.148	-0.228	0.103	0.536
ODS 10	0.435	0.331	0.258	0.025	0.576	-0.030	-0.280	0.444	0.184	0.000	-0.113	-0.250	0.107	-0.105	-0.019	0.207
ODS 11	0.402	0.540	0.237	0.322	0.468	0.240	0.605	0.409	0.495	0.187	0.000	0.267	0.081	0.034	0.039	0.386
ODS 12	-0.114	0.090	0.107	0.223	-0.005	-0.389	0.352	0.039	0.042	0.250	0.267	0.000	-0.105	0.054	0.185	-0.065
ODS 13	0.399	0.319	-0.093	-0.127	0.283	-0.029	-0.022	0.086	0.148	0.407	-0.019	-0.105	0.000	0.145	0.033	0.142
ODS 15	-0.052	0.042	0.104	0.035	-0.011	0.062	-0.071	-0.253	-0.128	0.095	-0.066	0.054	0.245	0.000	-0.034	-0.009
ODS 16	0.208	0.287	0.310	0.295	0.296	0.155	0.384	0.138	0.203	0.281	0.339	0.385	0.233	0.166	0.000	0.105
ODS 17	0.540	0.412	0.186	0.494	0.361	0.280	0.355	0.654	0.536	0.407	0.486	0.135	0.442	0.291	0.105	0.000

Nota. Escala entre -1 a 1 que servirá de parámetros para le modelo de simulación. Fuente Elaboración propia

En la Figura 48 se muestra el esquema general del modelo de evolución de un ODS con las consideraciones marcadas en este apartado. Esta implementación se realiza en el software Stella™ cuya descripción está contenida en el apartado siguiente.

3.2.2 Software de simulación Stella™.

El software “*Systems Thinking, Experimental Learning Laboratory with Animation*” STELLA™ por sus siglas en inglés, apareció en 1985 para equipos Mac y constituyó una verdadera revolución, ya que permitía dejar de lado el antiguo formato de programación Dynamo, pues ofrecía una visualización de las 32 relaciones entre elementos y de las funciones no lineales. Actualmente se utiliza

para aplicaciones científicas, de investigación y enseñanza. Se clasifica como un Software de modelación dinámica, pues ayuda a investigar y estudiar el comportamiento futuro de todos los sistemas dinámicos complejos y permite tomar decisiones desde una visión integral de los sistemas a los cuales esas decisiones afectan.

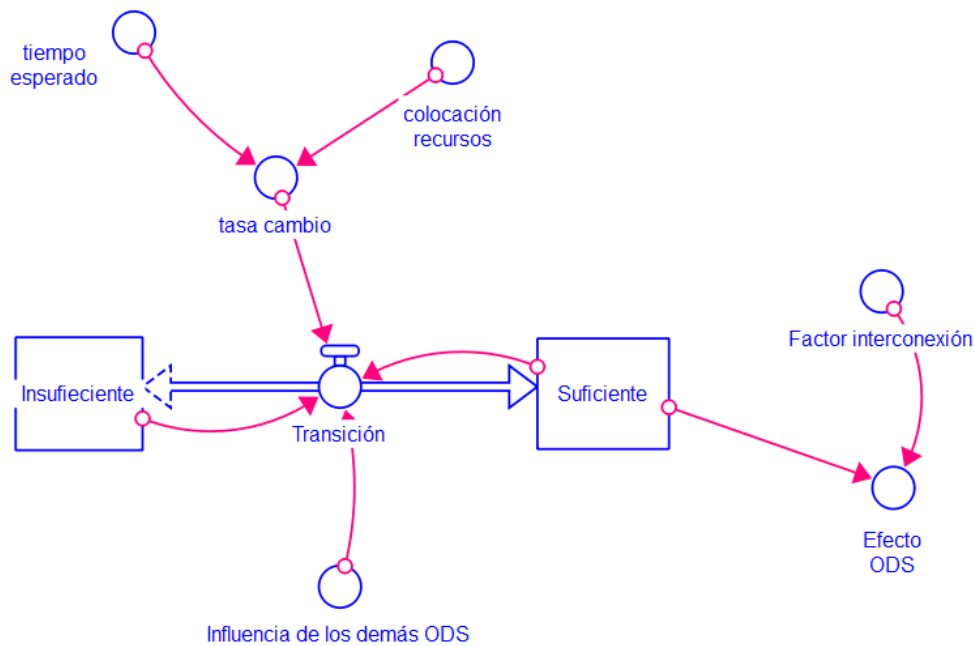


Figura 48 Modelo general para el avance de cada ODS considerando como variable el SDG Index. Se incluye el efecto de los ODS, del tiempo esperado para cumplirlo y los recursos destinados para su cumplimiento. Fuente Elaboración propia mediante software Stella™

Stella™ es un programa de simulación por computadora, que proporciona un marco de referencia y una interfaz gráfica de usuario para la observación e interacción cuantitativa de las variables de un sistema.

La interfaz se puede utilizar para describir y analizar sistemas biológicos, físicos, químicos o sociales muy complejos. Complejidad que se puede representar muy bien, con sólo 4 elementos o bloques de construcción: stock, flujo, conector y convertidor (Figura 49).

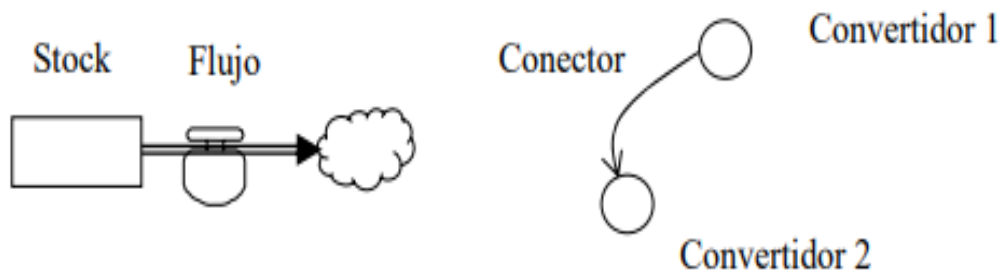


Figura 49 Elementos básicos de STELLA. Fuente iSEE Systems (2021)

Los usuarios pueden ingresar valores para stocks, flujos y convertidores (incluso con una variedad de funciones integradas). STELLA™ no diferencia entre variables externas e intermedias dentro de un sistema; todos ellos están representados con convertidores.

El software produce diferentes ecuaciones finitas que describen el modelo gráfico y permite a los usuarios seleccionar un método de análisis numérico para aplicar al sistema, como el método de Euler o diferentes métodos de Runge-Kutta (de segundo o hasta de cuarto orden). Antes de correr un modelo, el usuario también puede especificar la velocidad con la que transcurre el tiempo y el tiempo de ejecución de la simulación. STELLA™ permite tener salidas de datos en forma gráfica o tabular.

STELLA™ ejecuta una ventana a la vez, lo que quiere decir que solo un modelo puede correr en un momento dado. El formato de la extensión original del programa es denominado por .stm, .stmx, .itm, o .itm. STELLA™ también utiliza la base estándar XML para almacenar modelos, XMILE. En 2012, dos investigadores sacaron el software STELLA™, que puede transformar modelos de STELLA™ a lenguaje de programación R.

3.2.3 Simulación del modelo

Para la implementación de la simulación en primera instancia se establece un arreglo(1x16) en el software STELLA™ donde se coloca cada uno de los ODS (Figura 50). Este servirá para utilizarlo como la variable de los valores de interacción de cada ODS respecto a los demás.

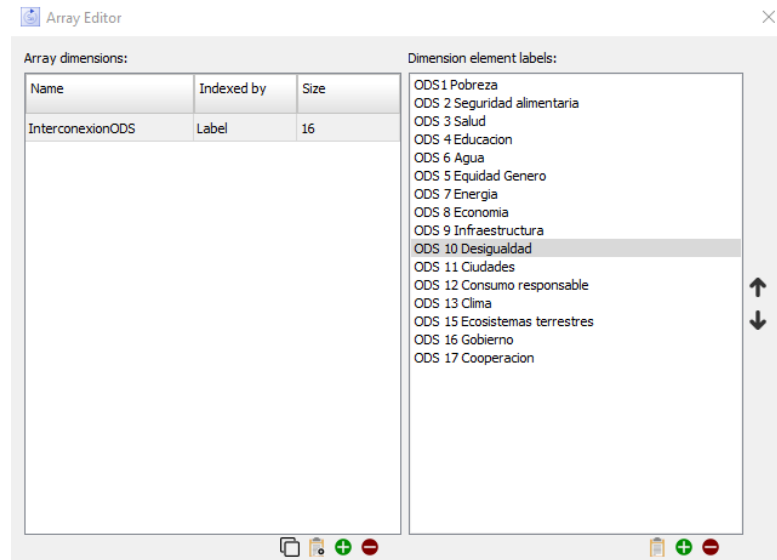


Figura 50 Arreglo en que se introducirá cada una de los valores de interacción entre ODS. Fuente Elaboración propia mediante software Stella™

Una vez establecido el arreglo correspondiente a los valores de interacción de los ODS se establecen los dos estados entre los que transcurrirá el proceso de avance de los ODS, en términos generales existe un estado donde no se ha completado el proceso para cumplir las metas del ODS y se denomina Insuficiente, a este le corresponderá la parte restante del SDG Index para completar el 100% del objetivo y tomado en decimal será $1 - \text{SDG Index}$, mientras que al otro estado, el Suficiente, le corresponderá el valor decimal del SDG Index. Para cada ODS se nombran estos dos estados de acuerdo a lo establecido en la Tabla 13.

Tabla 13*Estados de suficiencia e insuficiencia establecidos para cada ODS*

ODS	Estado insuficiencia	Estado suficiencia
ODS 1 Pobreza	Prevalencia pobreza	Eliminación pobreza
ODS 2 Seguridad alimentaria	Prevalencia inseguridad alimentaria	Seguridad alimentaria plena
ODS 3 Salud	Sistema salud precario	Sistema salud satisfactorio
ODS 4 Educación	Sistema educativo deficiente	Sistema educativo de calidad
ODS 5 Equidad de género	Prevalencia inequidad de genero	Equidad de género plena
ODS 6 Agua	Disponibilidad parcial	Disponibilidad universal
ODS 7 Energía	Insuficiente acceso a energía sostenible	Suficiente acceso a energía sostenible
ODS 8 Economía	Crecimiento económico deficiente	Crecimiento económico satisfactorio
ODS 9 Infraestructura	Desarrollo insuficiente	Desarrollo suficiente
ODS 10 Desigualdad	Desigualdad generalizada	Disminución desigualdad
ODS 11 Ciudades	Ciudad no sostenible	Ciudad sostenible
ODS 12 Consumo responsable	Consumo no sostenible	Consumo sostenible
ODS 13 Clima	Acción climática insuficiente	Acción climática suficiente
ODS 15 Clima	Preservación deficiente	Preservación satisfactoria
ODS 16 Gobierno	Gobernabilidad ineficaz	Gobernabilidad eficaz
ODS 17 Cooperación	Cooperación insuficiente	Cooperación suficiente

Nota. Fuente Elaboración propia

Tomando como ejemplo el ODS 1 para construir el ODS, una vez establecidos los dos estados cuyos valores iniciales corresponden a los valores reportados para el Valle de México, 0.568 para el estado Eliminación de la pobreza y el complemento, 0.432, para el estado Prevalencia de la pobreza. La variable de flujo entre ambos stocks se nombra como Movilidad económica. Esta variable dependerá de la tasa de cambio entre los estados (variables de acumulación), así como de ambas variables de acumulación (stocks), otros convertidores que le afectarán serán la variable que agrega todas las influencias de los demás ODS y una variable que permite asignar recursos a cada ODS para acelerar el tiempo en que se espera completar lo marcado por la ONU para cada uno de ellos. En la Figura 51 se muestra la estructura para el caso del ODS 1. La variable de interconexión, aquí llamada factor de interconexión pobreza, es donde se colocan cada uno de los valores de interacción del ODS 1 con los otros ODS, es decir, todos los valores de la fila 1 de la Tabla 12 son colocadas en el arreglo establecido al principio de la construcción del modelo computacional en el software Stella™ (Figura 52).

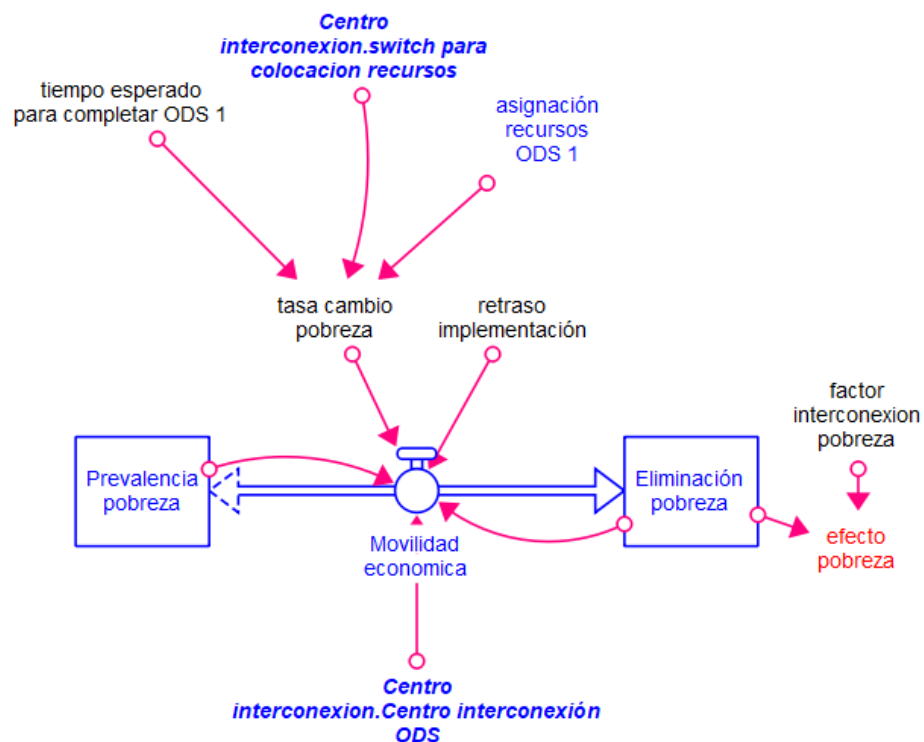


Figura 51 Estructura general del modelo para un ODS, en este caso el ODS 1. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

[InterconexionODS[*]]	
ODS1 Pobreza	0
ODS 2 Seguridad alimentaria	0.336
ODS 3 Salud	-0.106
ODS 4 Educacion	-0.038
ODS 5 Equidad Genero	-0.038
ODS 6 Agua	0.309
ODS 7 Energia	-0.141
ODS 8 Economia	0.436
ODS 9 Infraestructura	0.441
ODS 10 Desigualdad	0.435
ODS 11 Ciudades	0.202
ODS 12 Consumo responsable	-0.414

Figura 52 Asignación de los valores del factor de interconexión para cada ODS desde el ODS 1. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Una vez establecida la variable de interconexión, el efecto de cada ODS sobre los demás, en este caso el ODS 1, se expresa mediante un convertidor del efecto, en este caso *efecto pobreza*, este se obtiene multiplicando el estado suficiente por el factor de interconexión considerando a que ODS se aplicará, esto para el caso del ODS 1 sobre cualquier otro ODS, esto se muestra en la Figura 53. En cuanto al retraso de implementación este determina la estimación de tiempo en que se hará efectivo el cambio en la implementación de acciones en determinado ODS, default se establece en tres años dado que el primer valor para la Ciudad de México, está establecido hasta el 2018.

En cuanto a la función utilizada para determinar el crecimiento logístico este está dado por SMTH3 descrita como una entrada suave exponencial de tercer orden, utilizando un tiempo promedio exponencial como tiempo promedio y un valor inicial opcional inicial para la suavidad (iSEE Systems,2021). La expresión para el ODS 1 de la función de transición entre estados es:

$$\text{SMTH3}(\text{tasa_cambio_pobreza}, \text{retraso_implementación}, 0)$$

Para la transición entre estados se consideran ambas variables de stock ya que éstas influyen directamente en la Movilidad Económica limitando el crecimiento a no más de la unidad, si alguna de estas alcanza la unidad, es decir el 100%, automáticamente no crecerá más. Aquí también debe considerarse el factor de interacción de los otros ODS que también multiplicará a la función SMTH3 por un factor de expresión $1 + \text{factor de interconexión}$, si el factor es nulo quedará sin efecto el cambio entre estados. La expresión entonces para variable de flujo en el caso del ODS 1 es:

```
SMTH3(tasa_cambio_pobreza, retraso_implementation, 0)
*Prevalencia_pobreza* Eliminación_pobreza *
(1+Centro_interconexion.Centro_interconexión_ODS[ODS1_Pobreza])
```

La misma expresión es válida para todo los ODS solo modificando las variables por las correspondientes.

ODS	Formulación
ODS1 Pobreza	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS1_Pobreza]
ODS 2 Seguridad alimentaria	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_2_Seguridad_alimentaria]
ODS 3 Salud	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_3_Salud]
ODS 4 Educacion	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_4_Educacion]
ODS 5 Equidad Genero	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_5_Equidad_Genero]
ODS 6 Agua	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_6_Agua]
ODS 7 Energia	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_7_Energia]
ODS 8 Economia	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_8_Economia]
ODS 9 Infraestructura	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_9_Infraestructura]
ODS 10 Desigualdad	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_10_Desigualdad]
ODS 11 Ciudades	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_11_Ciudades]
ODS 12 Consumo responsable	Eliminación_pobreza*factor_interconexion_pobreza[ODS_12_Consumo_responsable]

Figura 53 Asignación del efecto del ODS 1 sobre todos los demás. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Una vez establecida la estructura general de un ODS se requiere construir una estructura superior que consiste en el centro de interconexiones entre pares de

ODS, para esto cada estructura de un ODS individual se establece en un módulo individual que tiene conexión con un módulo central denominado Centro de interconexiones (Figura 54), en este centro de interconexiones se agregan todos los efectos de los ODS sobre un en específico.

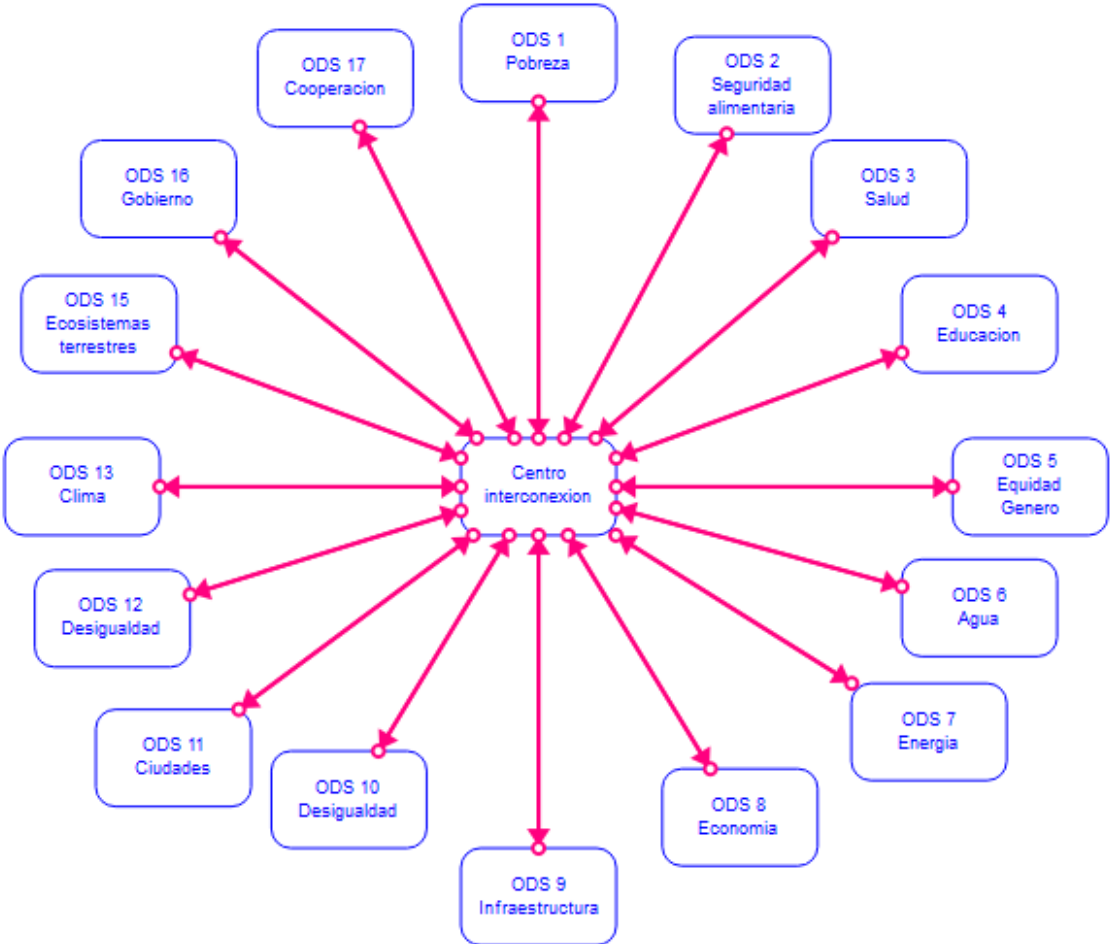


Figura 54 Estructura superior del conjunto de ODS que está en torno al centro de interconexiones. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

La estructura interna del centro de interconexiones se muestra en la Figura 55, en este módulo cada una de las variables denominadas efectos son sumadas para cada uno de los ODS. Tomando el caso del ODS 1 la expresión para cuantificar el efecto de todos los demás ODS sobre el ODS 1 es:

$$\text{ODS}_1\text{_Pobreza.efecto_pobreza}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_2\text{_Seguridad_alimentaria.efecto_alimentacion}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_3\text{_Salud.efecto_salud}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_4\text{_Educacion.efecto_educacion}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_5\text{_Equidad_Genero.efecto_equidad}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_6\text{_Agua.efecto_agua}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_7\text{_Energia.efecto_energia}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_8\text{_Economia.efecto_economia}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_9\text{_Infraestructura.efecto_infraestructura}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{10}\text{_Desigualdad.efecto_desigualdad}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{11}\text{_Ciudades.efecto_ciudades}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{12}\text{_Desigualdad.efecto_desigualdad}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{13}\text{_Clima.efecto_clima}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{15}\text{_Ecosistemas_terrestres.efecto_ecosistemas}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{16}\text{_Gobierno.efecto_gobierno}[\text{ODS1_Pobreza}] + \text{ODS}_{17}\text{_Cooperacion.efecto_cooperacion}[\text{ODS1_Pobreza}]$$

S_4_Educacion.efecto_educacion[ODS1_Pobreza]+ODS_5_Equidad_Genero.efecto_equidad[ODS1_Pobreza]+ODS_6_Agua.efecto_agua[ODS1_Pobreza]+ODS_7_Energia.efecto_energia[ODS1_Pobreza]+ODS_8_Economia.efecto_economia[ODS1_Pobreza]+ODS_9_Infraestructura.efecto_infraestructura[ODS1_Pobreza]+ODS_10_Desigualdad.efecto_desigualdad[ODS1_Pobreza]+ODS_11_Ciudades.efecto_ciudades[ODS1_Pobreza]+ODS_12_Consumo_responsable.efecto_consumo[ODS1_Pobreza]+ODS_13_Clima.efecto_clima[ODS1_Pobreza]+ODS_15_Ecosistemas_terrestres.efecto_ecosistemas[ODS1_Pobreza]+ODS_16_Gobierno.efecto_gobierno[ODS1_Pobreza]+ODS_17_Cooperacion.efecto_cooperacion[ODS1_Pobreza]

En la expresión anterior el ODS entre los paréntesis rectangulares es sobre el que se calcula el efecto, en este caso ODS 1.

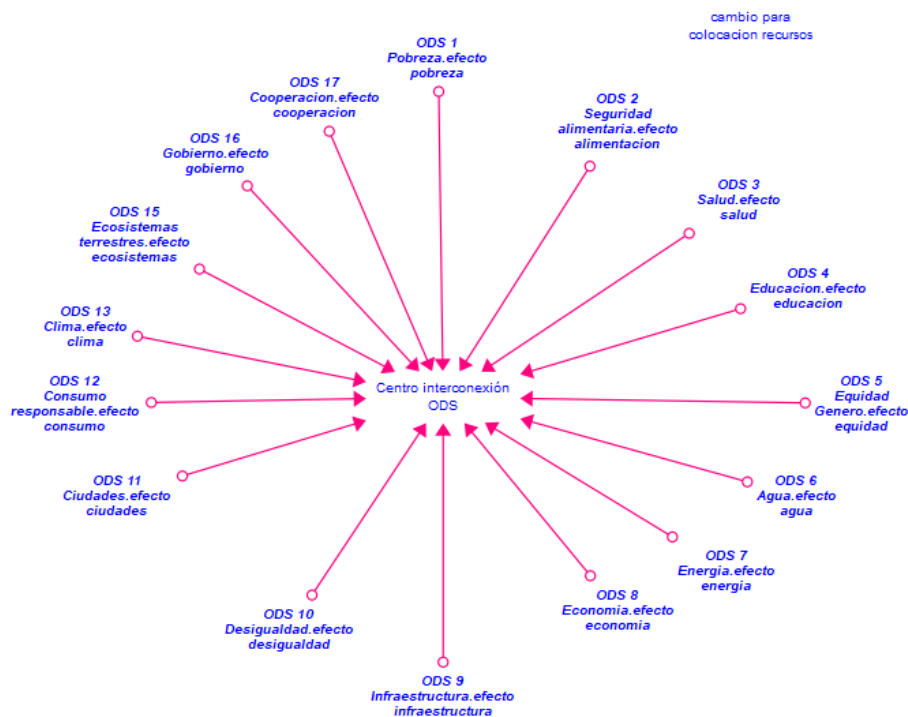


Figura 55 Estructura del centro de interconexiones, en este son derivadas los efectos de cada ODS respecto los demás. Fuente propia mediante el software Stella™

Los resultados de la simulación para el avance de cada ODS se muestran en la Figura 56, en esta se observa la evolución de la variable de stock de suficiencia

que indica cómo va cambiando el progreso en cada ODS, para todos los ODS se estableció un tiempo de implementación de dos años.

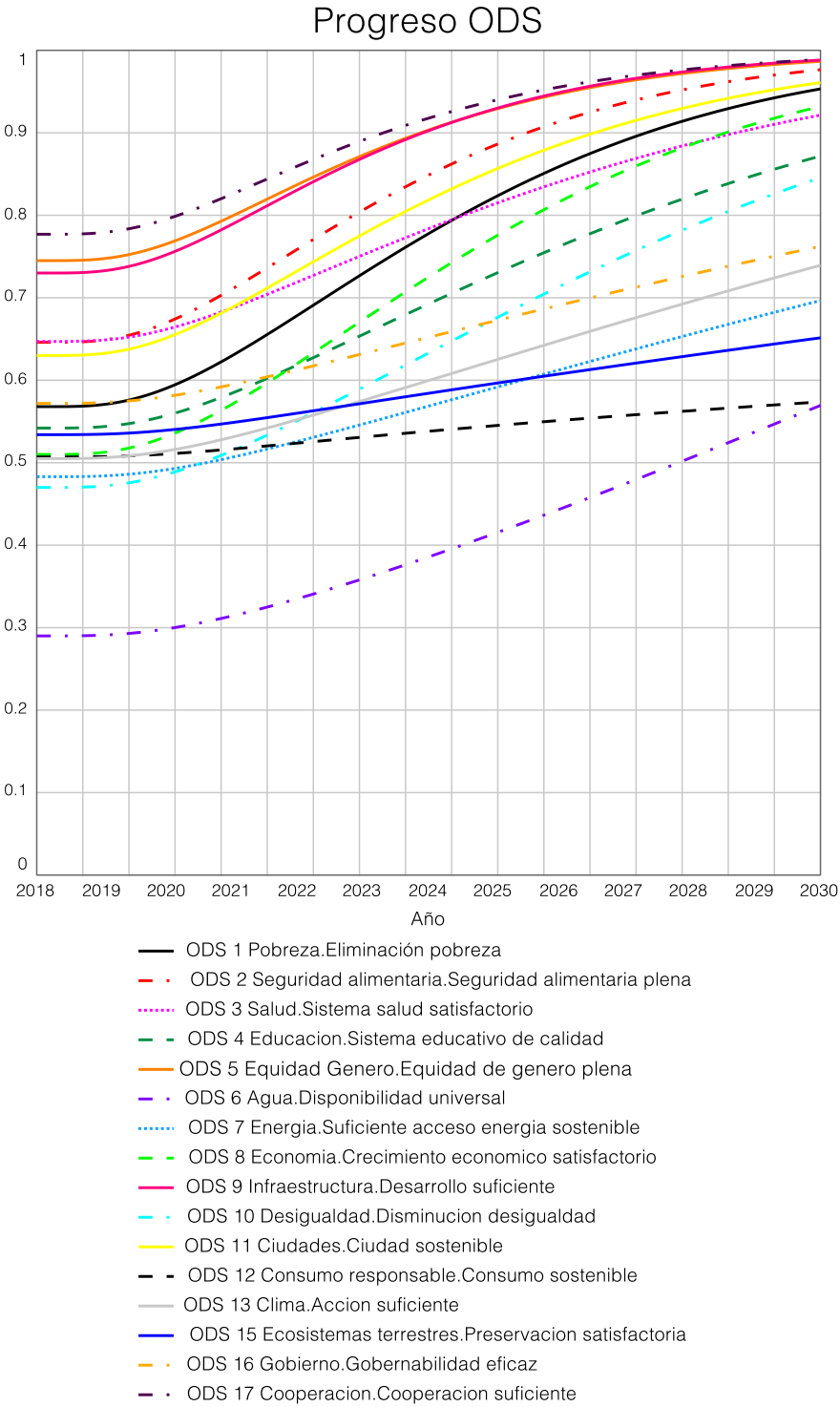


Figura 56 Resultados de la simulación del avance de los ODS hasta el 2030. Elaboración propia mediante el software Stella™

Los resultados para cada ODS se muestran a continuación, en cada gráfica se muestra la evolución de las variables de acumulación, tanto la de suficiencia (azul) como la insuficiencia (rojo) de acuerdo a su especificación en la Tabla 13. En verde se muestra la variable de flujo que provoca el cambio entre los estados definidos por las variables de stock, su escala de valores es la del lado derecho.

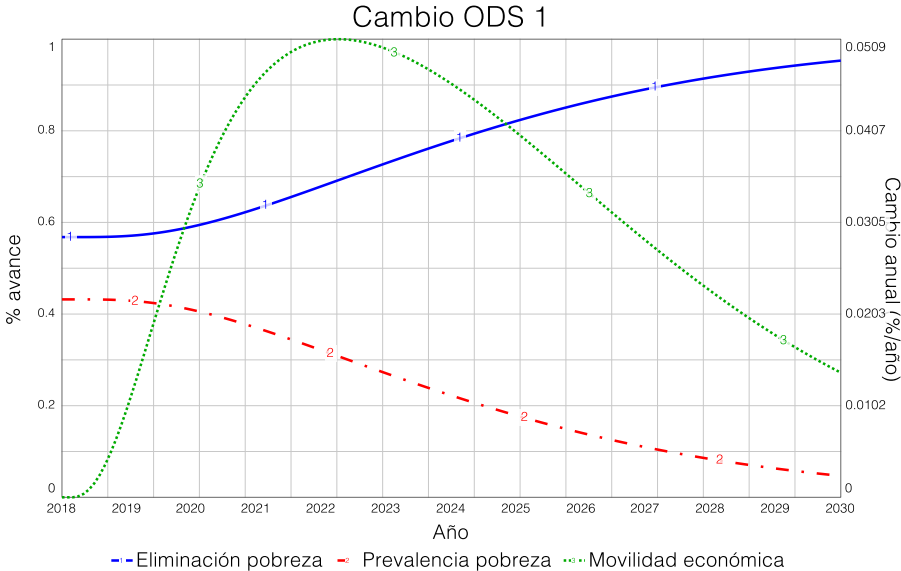


Figura 58 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 1, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados.
Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

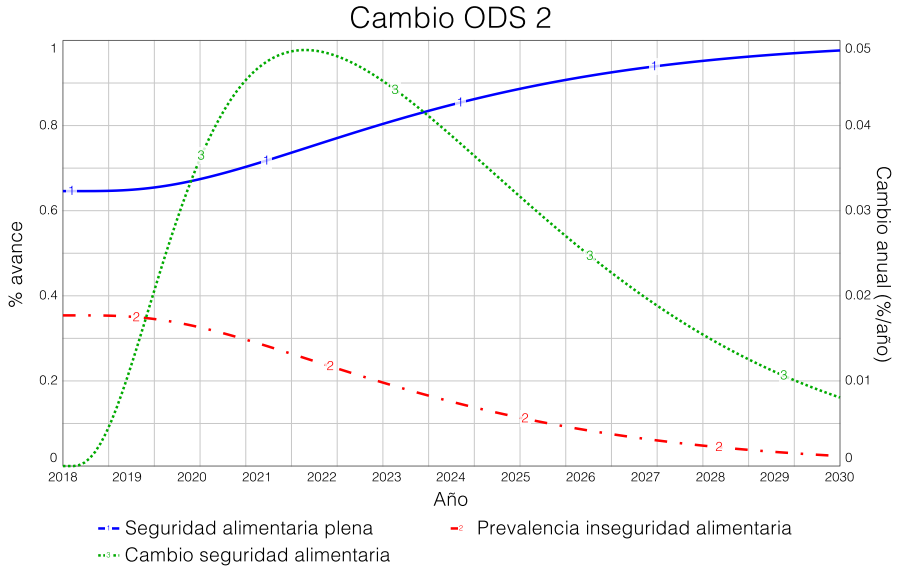


Figura 57 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 2, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados.
Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Cambio ODS 3

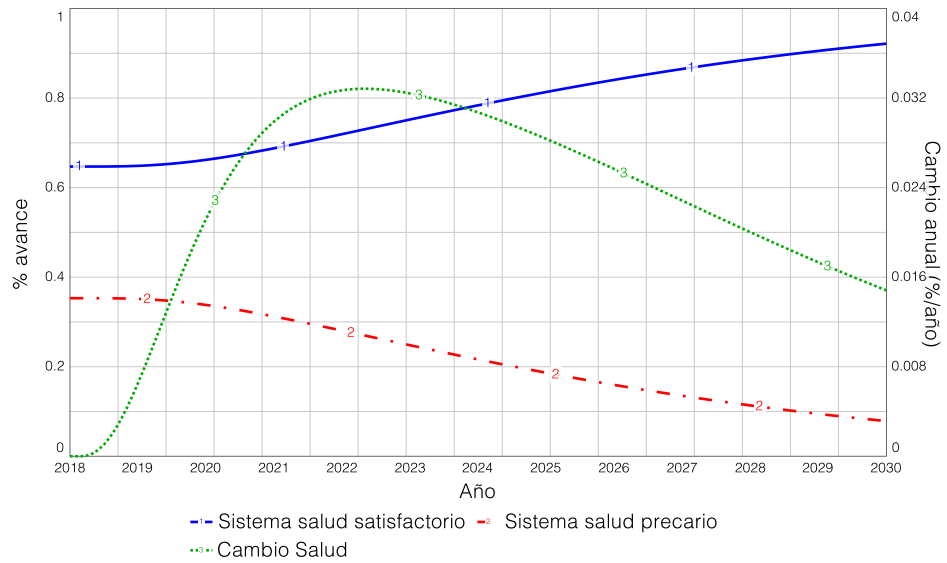


Figura 59 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 3, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Cambio ODS 4

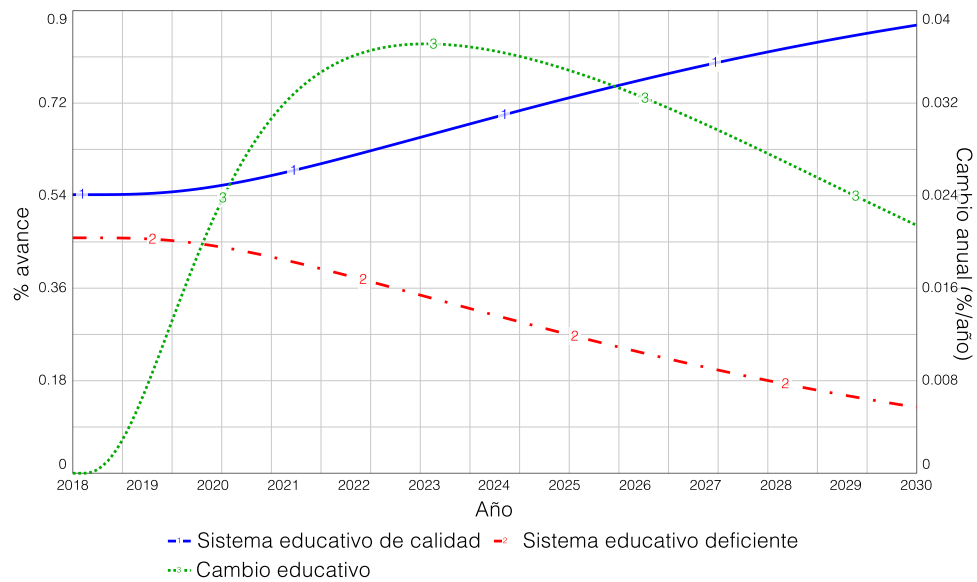


Figura 60 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 4, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

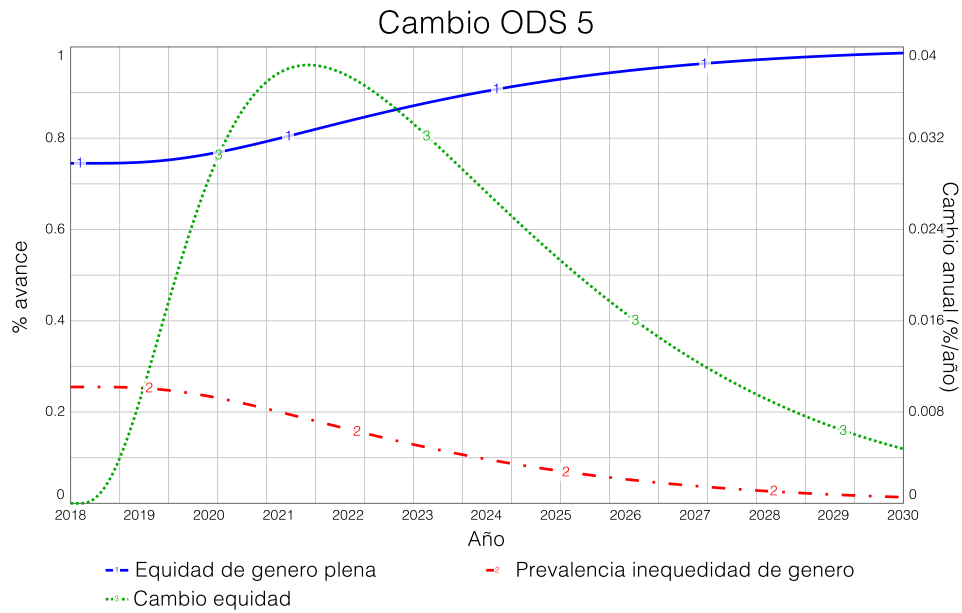


Figura 61 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 5, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

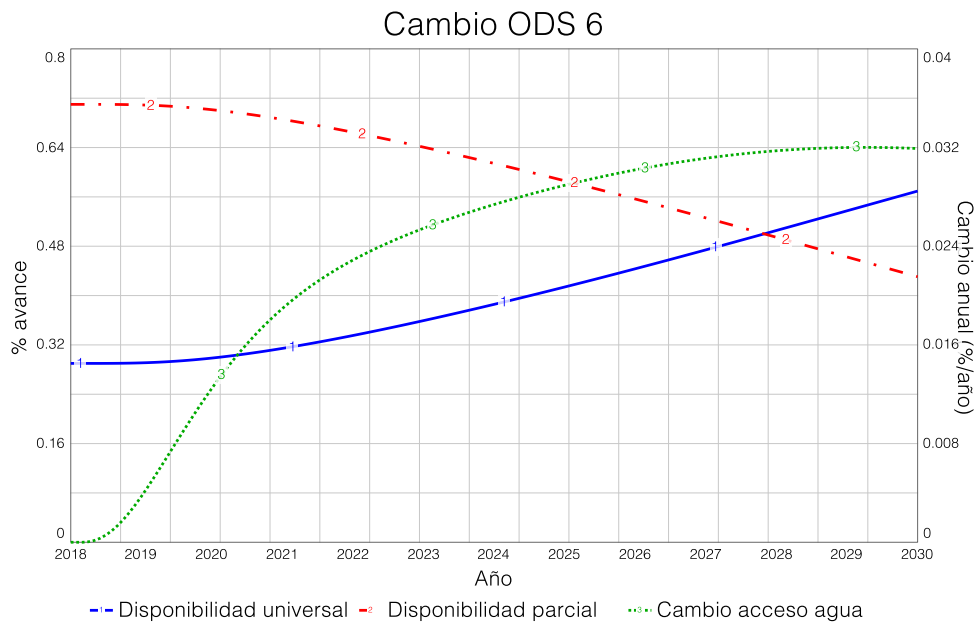


Figura 62 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 6, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

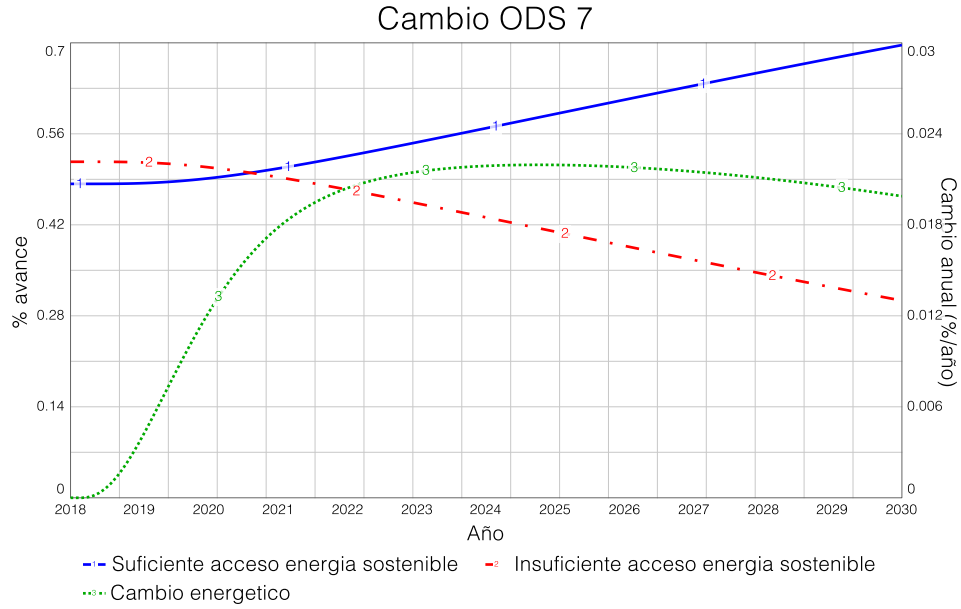


Figura 63 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 7, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

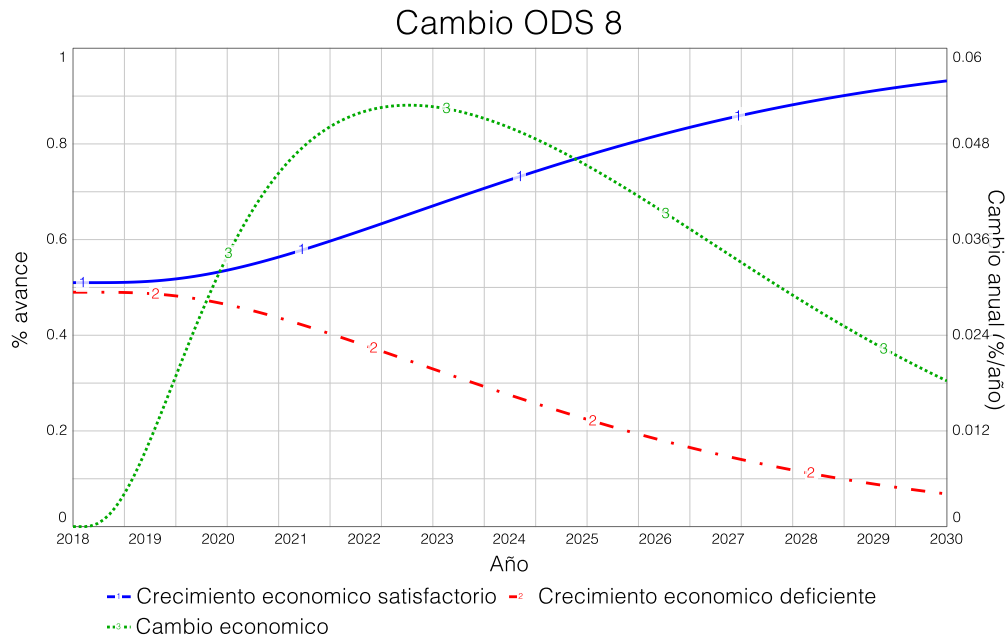


Figura 64 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 8, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

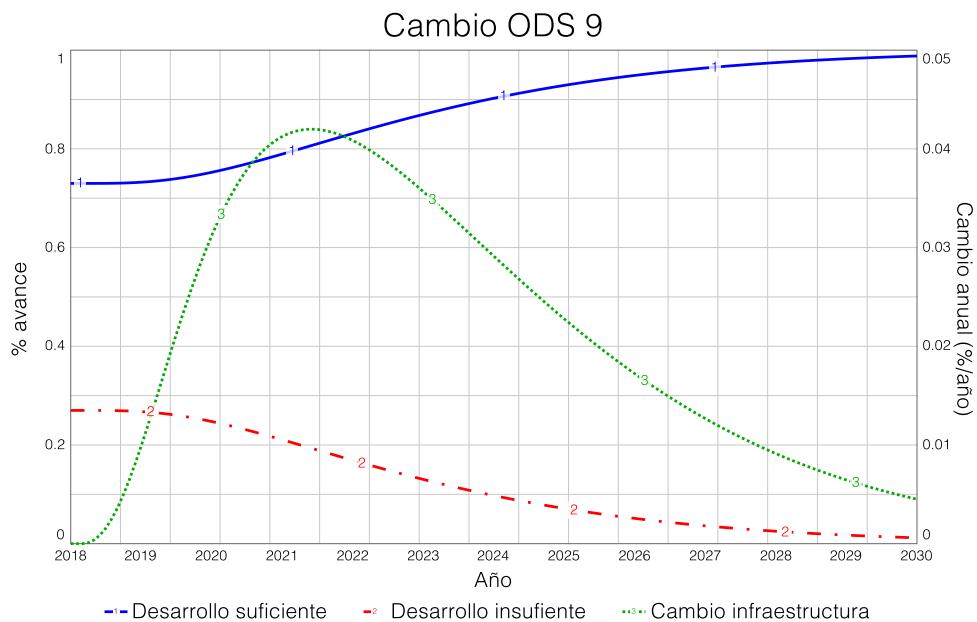


Figura 65 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 9, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

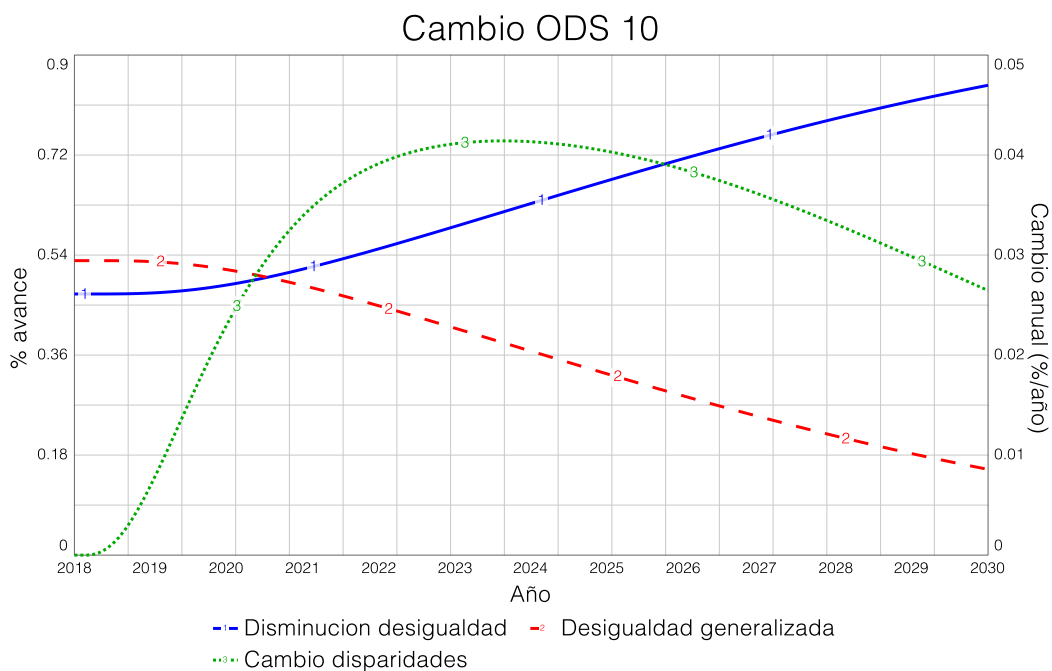


Figura 66 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 10, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

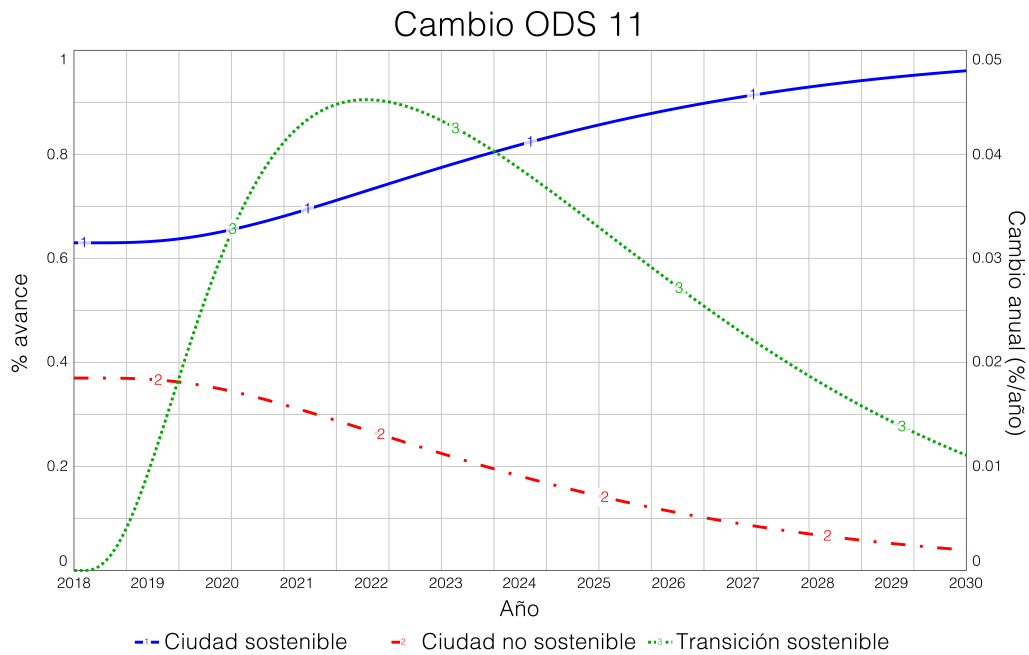


Figura 67 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 11, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

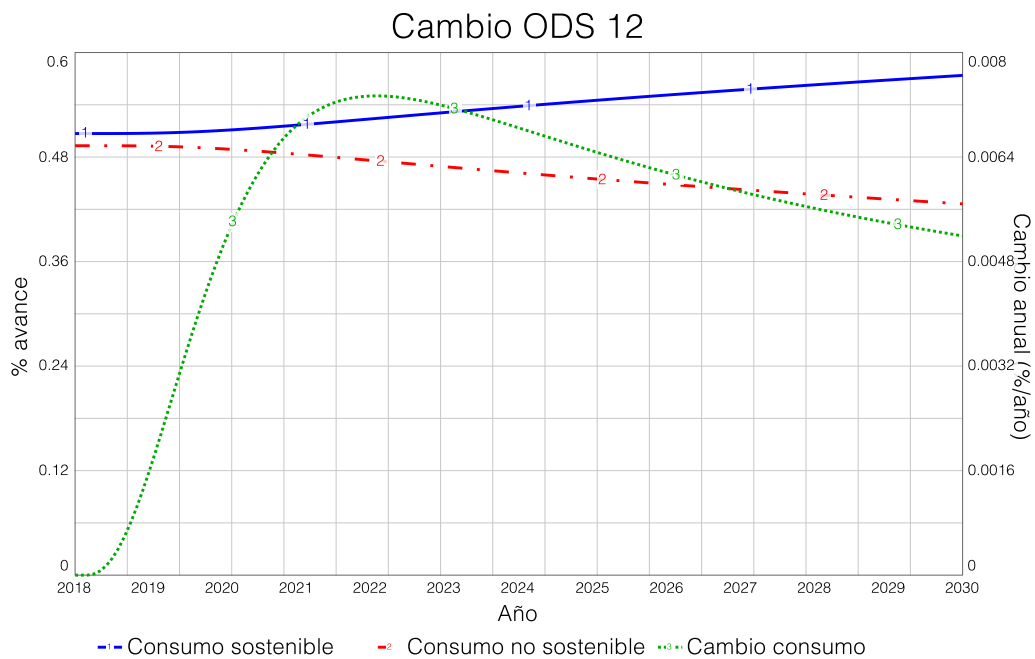


Figura 68 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 12, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

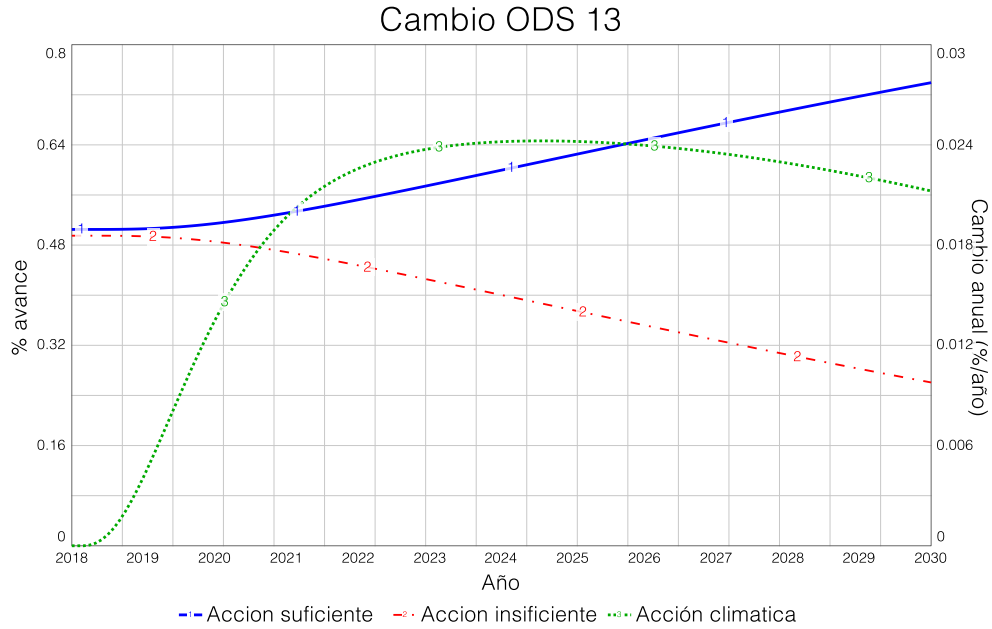


Figura 69 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 13, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

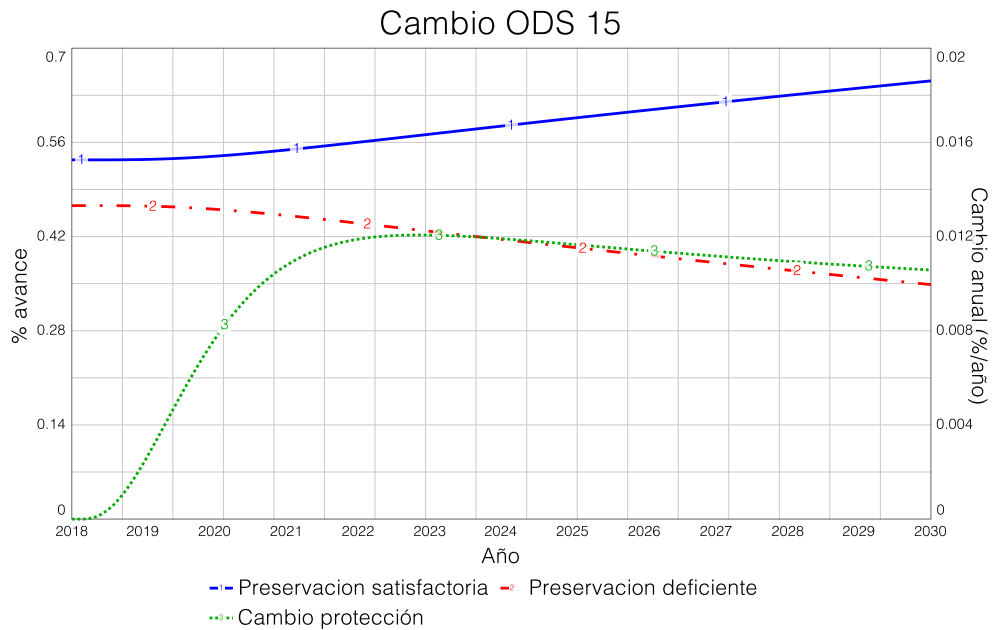


Figura 70 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 15, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

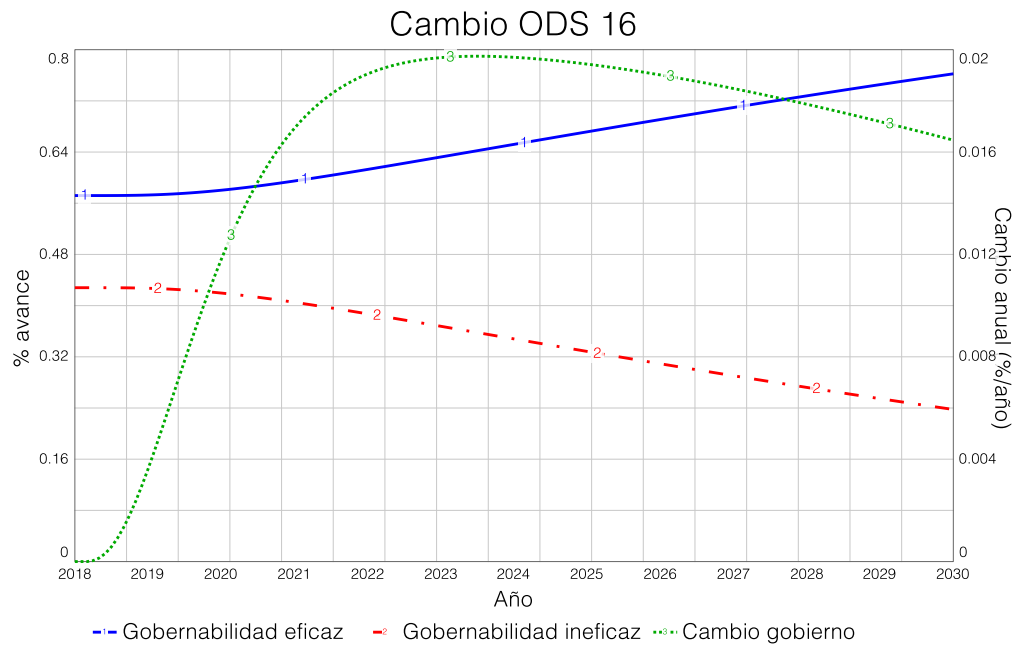


Figura 71 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 16, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

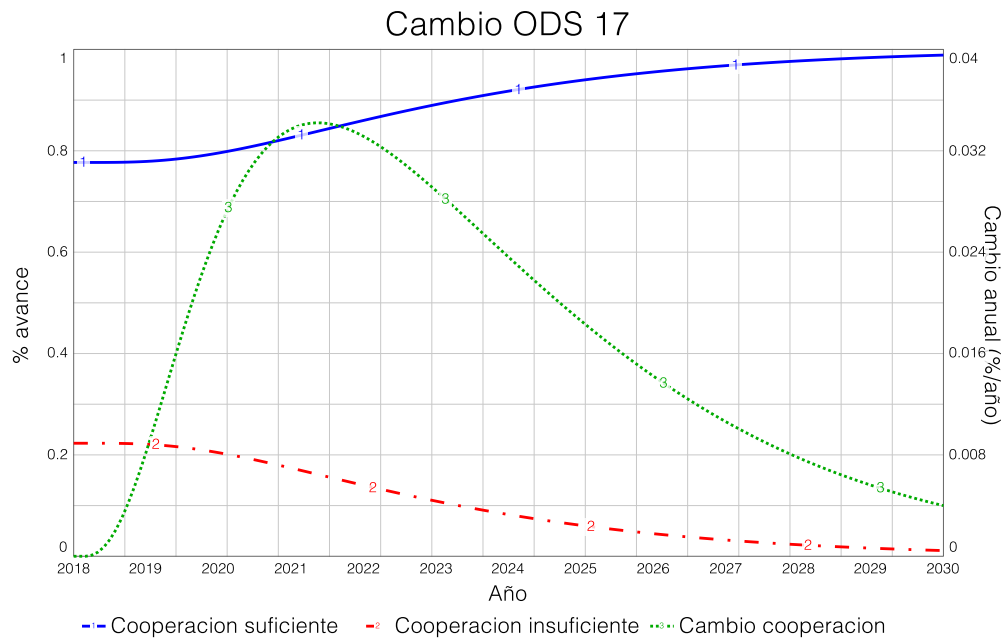


Figura 72 Resultado de la simulación de la evolución del ODS 17, en azul porcentaje completado, en rojo porcentaje restante y en verde la transición entre estados. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Cada ODS evoluciona de diferentes formas dependiendo del tiempo estimado en que se espera sea completado, en este caso se hizo en relación con el avance a 2018 de cada objetivo, y otro factor que modifica el comportamiento es el valor de interacción, esto es notorio en ODS cuyo estado inicial era menor a otros y a lo largo del tiempo su crecimiento es mayor que estos últimos, este caso se presenta en el ODS 1 (Pobreza) que sobrepasa e ODS 16 (Gobierno) y al ODS 3 (Salud) y es muy cercano al ODS 11(Ciudades), también es el caso del ODS 10 (Desigualdad) que sobrepasa el ODS 7(Energía), ODS 12(Consumo responsable), ODS 13 (Clima), ODS 15 (Ecosistemas terrestres) y ODS 2 (Seguridad alimentaria), ambos casos coinciden con lo que se obtuvo en el análisis de regresión respecto a que ambos ODS eran de mayor sensibilidad y menor IP y que por lo tanto podrían concebirse como las salidas del sistema que conforma la Agenda 2030, en el mismo rango estaba el ODS 2 y el ODS 3, el primero uno de los que más avance se prevé para el 2030, el segundo con un crecimiento no tan acelerado como las otras metas, lo que podría excluirlo de ser simplemente una salida bajo los supuestos de la simulación realizada. Los ODS con mayor avance en sus pretensiones serían el ODS 17 (Cooperación), ODS 5(Equidad de género), ODS 9(Infraestructura), ODS 2 y ODS 11. El que presenta mayor estancamiento es el ODS 12 y el ODS 13 y el de menor crecimiento total hacia el 2030 es el ODS 6 (Agua) principalmente por su atraso de origen respecto a los demás

3.3 Análisis sensibilidad y políticas

3.3.1 El efecto de todos los ODS sobre uno solo

En este análisis se evaluará cómo cambia el comportamiento del sistema ante cambios en los parámetros. Lo primero que se evaluará es el efecto de suponer el mismo tiempo para cumplir los ODS para evaluar el efecto de solamente las interconexiones entre estos (Figura 73), el tiempo supuesto es de 20 años. Además, el tiempo de implementación es el mismo, dos años. Lo que se observa es una diversidad en el crecimiento de las curvas las cuales parten de distintos puntos iniciales, por ejemplo, el ODS 1 bajo estos supuestos supera al ODS 11 e iguala al ODS 5 y ODS 9, siendo que parte de un avance inicial inferior a estos últimos, mismo

caso del ODS 6, ODS 10 y ODS 8 que tienen una tasa de crecimiento mayor respecto al resto en este supuesto de igualdad en el horizonte de tiempo de cumplimiento.

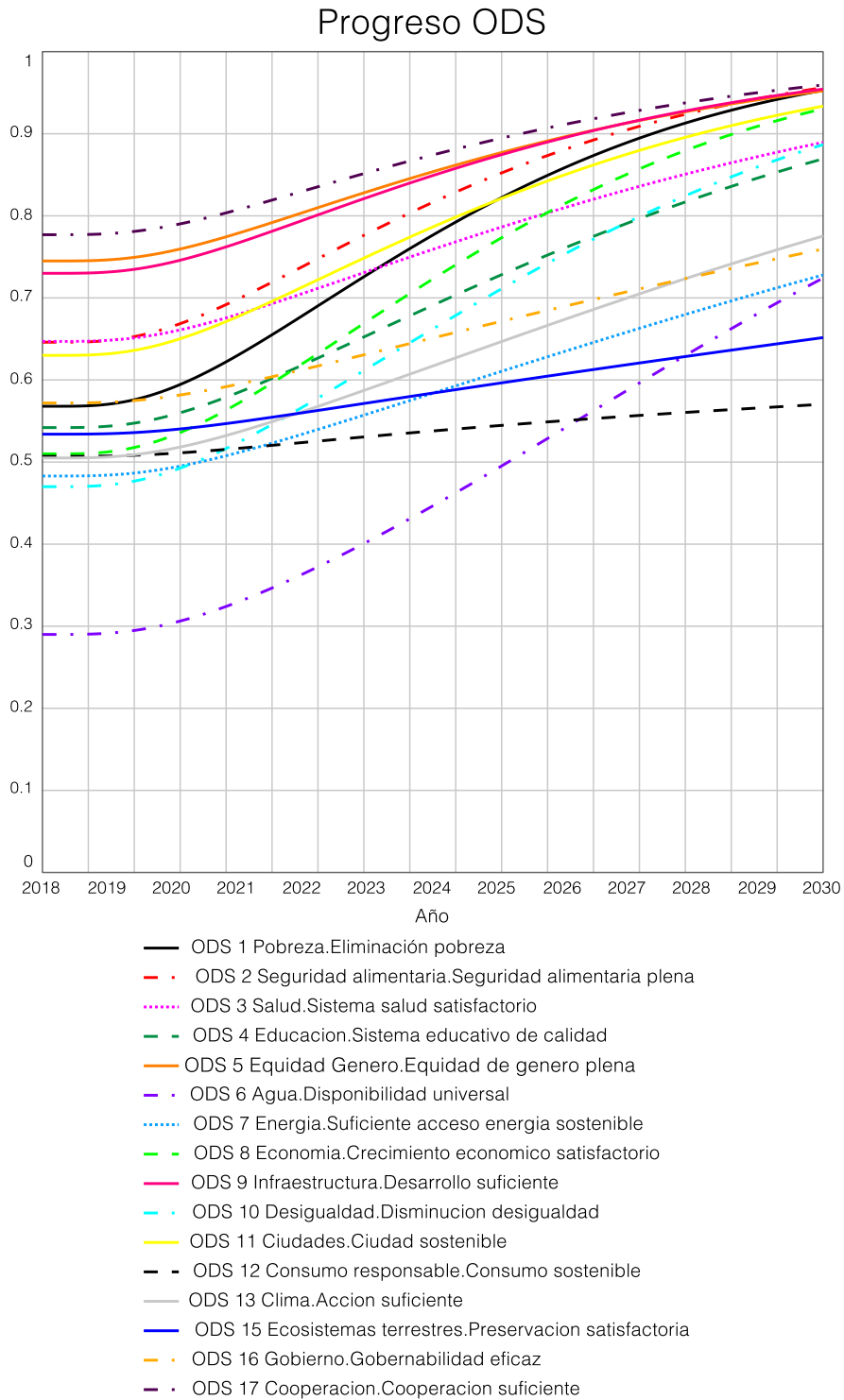


Figura 73 Resultado de la simulación de la evolución de los ODS suponiendo un tiempo homogéneo para su cumplimiento. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

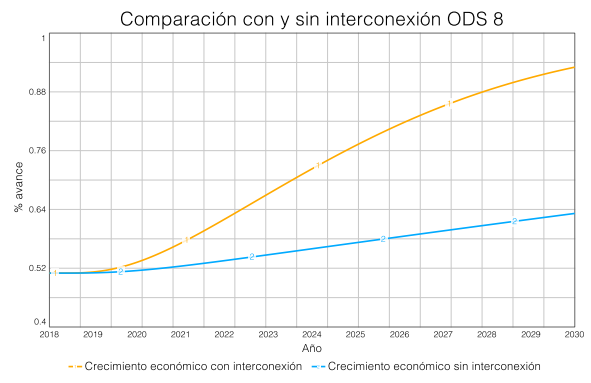
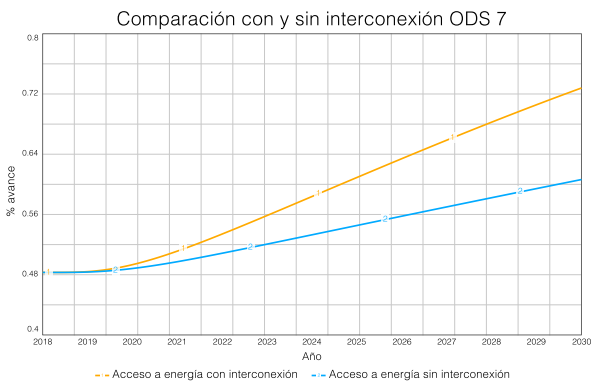
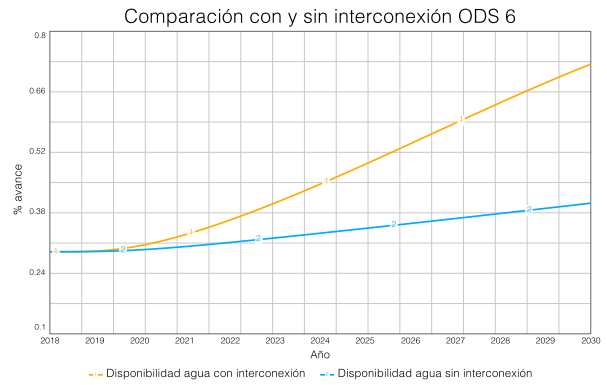
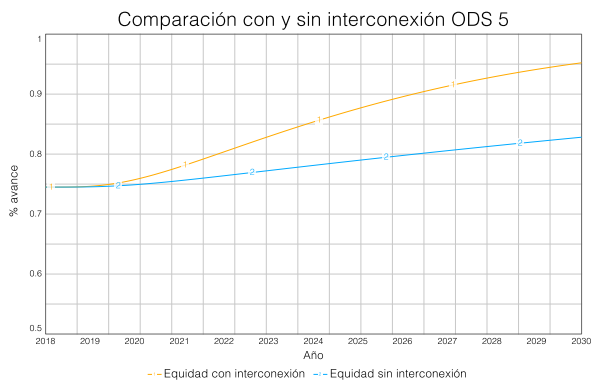
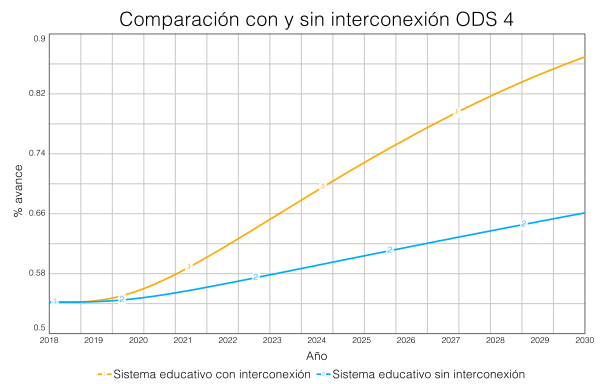
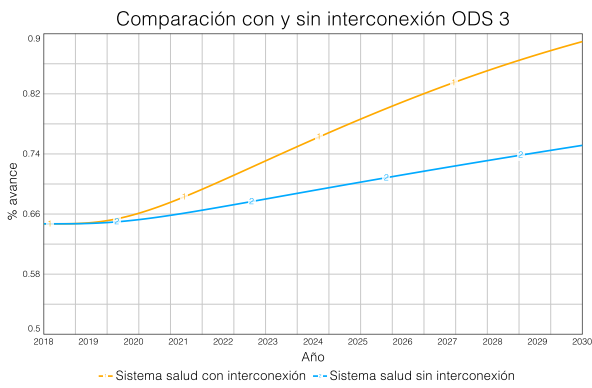
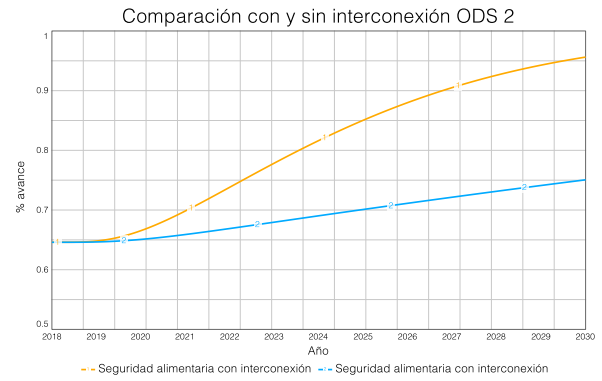
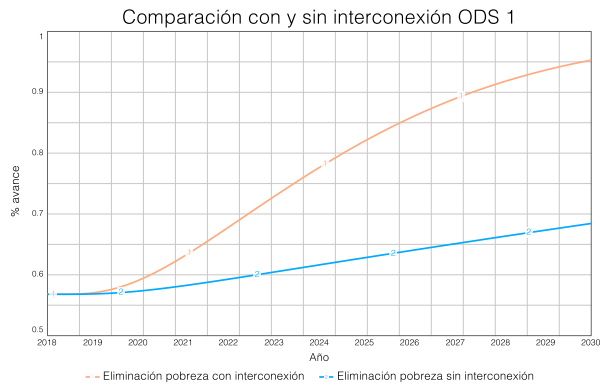
Con los resultados de la Figura 73 es posible vislumbrar como la interacción entre los ODS es determinante en el comportamiento, puesto que este factor acelera el avance de algún ODS o caso contrario lo limita. En la Tabla 14 se muestran los valores para el año 2030, es decir los valores límite de la simulación tomando dos casos, en el primera se corrió la simulación normalmente, con igual tiempo de cumplimiento y tiempo de implementación, el segundo caso tiene las mismas características salvo que el factor de interconexión no se toma en cuenta para la variable de flujo que cuantifica la transición entre los estados de cada ODS. El ODS más sensible a los efectos de los demás es el que presenta una mayor diferencia entre los casos simulados, así el ODS 6 resulta el más sensible, seguido del ODS 8, ODS 10, ODS 1 y ODS 2. Caso contrario el ODS 12 y el ODS 15 que presentan un descenso cuando existe el factor de interconexión, en el caso del ODS 15 la diferencia es casi nula, otros que presentan diferencias por debajo de 0.1 son el ODS 3 y el ODS 16, estos son los ODS menos sensible o que directamente son sensibles en sentido negativo. En la figura 74 se muestran los gráficos de la comparación entre el avance considerando la interconexión y sin considerarla.

Tabla 14

Valores para el 2030 del avance de cada ODS con el efecto de interconexión y sin este

ODS	Con Interconexión	Sin Interconexión	Diferencia
ODS 1	0.953	0.684	0.269
ODS 2	0.956	0.751	0.205
ODS 3	0.759	0.691	0.068
ODS 4	0.691	0.591	0.1
ODS 5	0.952	0.828	0.124
ODS 6	0.724	0.402	0.322
ODS 7	0.728	0.606	0.122
ODS 8	0.93	0.632	0.298
ODS 9	0.954	0.817	0.137
ODS 10	0.887	0.594	0.293
ODS 11	0.934	0.737	0.197
ODS 12	0.57	0.629	-0.059
ODS 13	0.775	0.627	0.148
ODS 15	0.652	0.654	-0.002
ODS 16	0.759	0.688	0.071
ODS 17	0.959	0.852	0.107

Nota. Fuente Elaboración propia



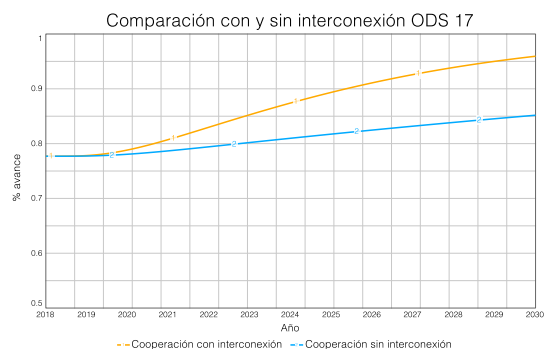
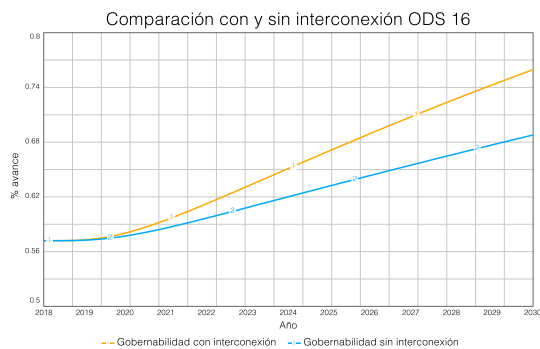
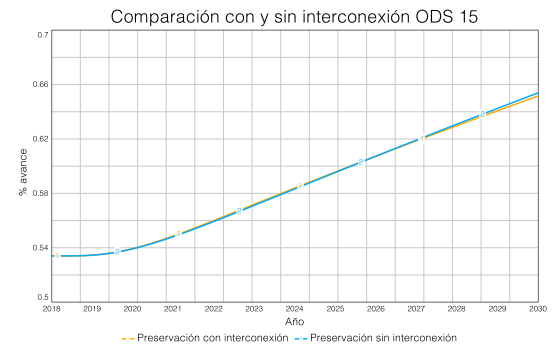
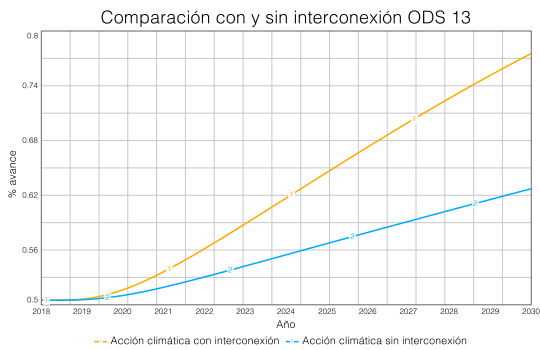
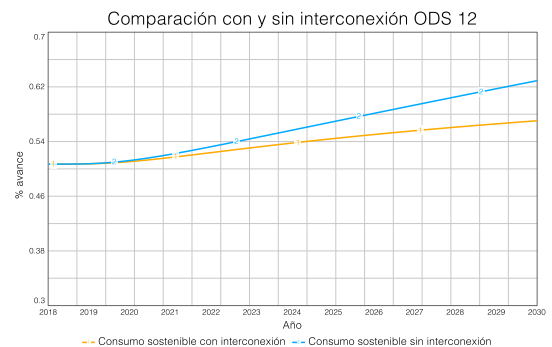
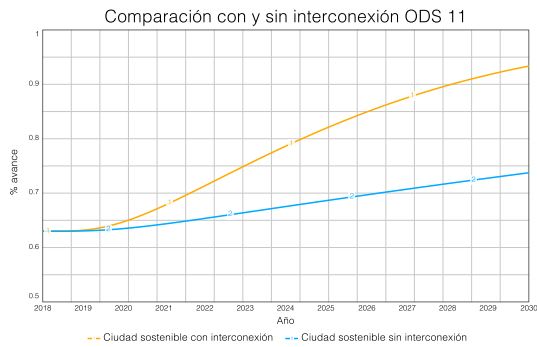
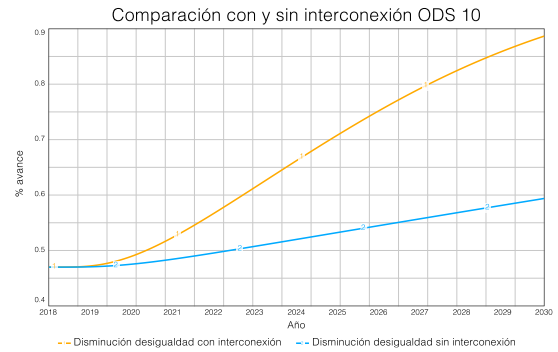
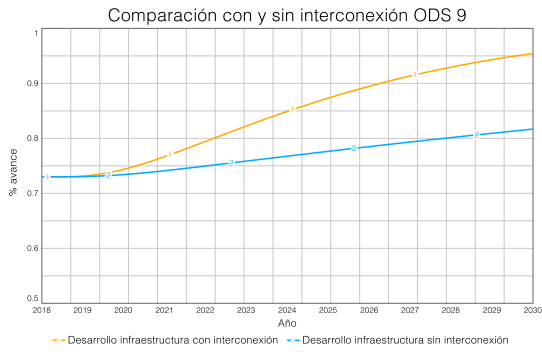


Figura 74 Resultados de la simulación de cada ODS para evaluar el impacto de los otros ODS. En naranja avance con interconexión, en azul avance sin interconexión. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

3.3.2 El efecto de un ODS sobre todos los demás

Como siguiente análisis se considera el impacto que tiene cada ODS sobre todos los demás, es decir se buscan los ODS que más influencia puedan tener sobre el conjunto de objetivos, para esto se consideró un tiempo esperado de doce años para que sea completado alguno de los ODS, coincidiendo con el 2030, y para todos los demás se considerará el mismo tiempo para ser completados, 20 años, y 2 años de tiempo de implementación. Mediante este análisis se determinará que ODS tienen más impacto en función del tiempo en que se estima podrá completarse.

Tabla 15
Influencia de cada ODS en el avance de lo SDG Index de los demás

	Original	ODS 1	ODS 2	ODS 3	ODS 4	ODS 5	ODS 6	ODS 7	ODS 8	ODS 9	ODS 10	ODS 11	ODS 12	ODS 13	ODS 15	ODS 16	ODS 17
ODS 1	0.953	0.953	0.954	0.953	0.954	0.953	0.955	0.953	0.955	0.953	0.954	0.954	0.953	0.954	0.953	0.953	0.953
ODS 2	0.956	0.957	0.956	0.956	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	0.956	0.957	0.956	0.957	0.957
ODS 3	0.890	0.889	0.891	0.890	0.890	0.890	0.892	0.891	0.891	0.890	0.891	0.890	0.890	0.889	0.890	0.890	0.890
ODS 4	0.869	0.869	0.871	0.870	0.869	0.870	0.871	0.870	0.872	0.870	0.870	0.871	0.870	0.869	0.869	0.870	0.870
ODS 5	0.952	0.952	0.953	0.953	0.953	0.952	0.953	0.952	0.953	0.952	0.953	0.953	0.952	0.953	0.952	0.953	0.953
ODS 6	0.724	0.726	0.727	0.725	0.724	0.725	0.724	0.726	0.728	0.725	0.724	0.726	0.725	0.723	0.724	0.726	0.726
ODS 7	0.728	0.727	0.728	0.728	0.729	0.728	0.726	0.728	0.729	0.729	0.725	0.732	0.729	0.728	0.728	0.730	0.729
ODS 8	0.930	0.931	0.931	0.931	0.931	0.931	0.933	0.931	0.930	0.932	0.932	0.931	0.930	0.931	0.930	0.931	0.931
ODS 9	0.954	0.955	0.955	0.954	0.955	0.955	0.956	0.955	0.956	0.954	0.955	0.955	0.954	0.955	0.954	0.955	0.955
ODS 10	0.887	0.888	0.888	0.888	0.888	0.888	0.890	0.888	0.887	0.887	0.887	0.887	0.887	0.888	0.887	0.888	0.888
ODS 11	0.934	0.934	0.934	0.934	0.935	0.934	0.935	0.935	0.935	0.934	0.933	0.934	0.934	0.934	0.934	0.934	0.934
ODS 12	0.570	0.567	0.569	0.570	0.572	0.569	0.564	0.571	0.571	0.569	0.568	0.572	0.570	0.569	0.571	0.573	0.571
ODS 13	0.775	0.777	0.776	0.775	0.775	0.776	0.777	0.776	0.775	0.776	0.776	0.776	0.775	0.775	0.776	0.776	0.777
ODS 15	0.652	0.650	0.652	0.651	0.653	0.652	0.654	0.650	0.648	0.651	0.651	0.652	0.652	0.653	0.652	0.653	0.653
ODS 16	0.759	0.761	0.759	0.760	0.761	0.761	0.758	0.760	0.758	0.760	0.760	0.760	0.760	0.760	0.760	0.759	0.760
ODS 17	0.959	0.960	0.960	0.959	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.959	0.960	0.959	0.960	0.959
	13.494	13.497	13.503	13.498	13.505	13.501	13.504	13.502	13.506	13.499	13.495	13.510	13.496	13.496	13.495	13.507	13.505
		0.003	0.009	0.004	0.011	0.007	0.010	0.008	0.012	0.005	0.001	0.016	0.002	0.002	0.001	0.012	0.011

Nota. En verde los máximos (no más de tres coincidencias) para cada ODS (filas) susceptible. En azul las diferencias más grandes entre la suma original y la suma de los resultados por efecto de un ODS, mientras que en rosa las diferencias menores. Fuente Elaboración propia

En la Tabla 15 se muestran los resultados de las simulaciones para cada ODS con un tiempo esperado de ser cumplido de 12 años. Los valores en un recuadro verde son los máximos de esa fila o máximos siempre y cuando no sean más de tres repeticiones. En la penúltima fila inferior está la suma de cada columna y en la última se muestra la diferencia entre la suma original y la suma con efecto de cada ODS. Los valores originales corresponden con el escenario en que todos los ODS tienen el mismo tiempo para ser cumplidos, 20 años. En la última fila se distinguen en azul las diferencias máximas, esto indica que estos ODS tienen una mayor influencia, mientras que en rosa están los que provocaron una menor diferencia. Aunque existen diferencias entre los distintos escenarios cabe destacar, estas a lo más provocan diferencias de décimas de punto porcentual para un ODS en particular, y para el conjunto, representado mediante la suma de cada columna, la diferencia máxima es de 1.6%, esto implica que los efectos individuales no son tan importantes para el conjunto, sin embargo, al tomar grupos de ODS que presentan más influencia, su efecto puede ser mayor para los demás, esto se explorará en la cuestión de las posibles políticas. Otro aspecto que debe tomarse en cuenta de este análisis es que en la diagonal se colocaron los valores de la simulación original para no alterar los resultados puesto que al ser el ODS que tiene mayor tasa de crecimiento también lo es el estado final de este.

3.3.3 Análisis de políticas

Para el análisis de las posibles políticas se toma como consideración analizar el efecto sobre la tasa de crecimiento de distintos grupos de ODS de implementar medidas efectivas traducidas desde un presupuesto anual que deben repartirse entre todos los ODS o entre un grupo de ellos cada determinado tiempo. El presupuesto se considera como una unidad así que la repartición entre los ODS será con partes de esta unidad, en el caso extremo de que el presupuesto solo se utilizará para un ODS en un año entonces se considerará que la tasa en ese período de tiempo se ha doblado, es decir está multiplicada por un factor de 2. El efecto de las políticas se efectuará sobre la simulación original donde se proyectó la evolución de los ODS de acuerdo a su nivel de avance para la Ciudad de México a 2018.

La primera política evaluada se basa en los resultados de la influencia de cada ODS, se hacen cuatro grupos con cuatro ODS cada grupo, poniendo en la primera etapa los más influyentes, y en las demás los siguientes en orden. Las dos primeras etapas consistirán en cuatro años y las últimas en dos años tendrá una duración de tres años, la idea es que la influencia de los primeros ODS se reflejará en el crecimiento de los demás y en las etapas posteriores se reforzará ese efecto. En la primera etapa están ODS 11, ODS 8, ODS 16, ODS 17, en la segunda el ODS 4, ODS 6, ODS 7, ODS 2, la tercera etapa consta de ODS 9, ODS 5, ODS 1 y ODS 3, y por último el ODS 10, ODS 12, ODS 13 y ODS 15. Los resultados son recogidos en la figura 75. El ODS que mejora en mayor medida su rendimiento es el ODS 6, seguido del ODS 7, ODS 4, ODS 10 y ODS 16, relacionados son servicios y gobierno, además de contar con una de las salidas planteadas en el análisis de regresión. Los que menor avance presentan son el ODS 9, ODS 17 y ODS 5. En total la mejora fue de 0.3650 puntos porcentuales.

La segunda política consiste en considerar a los ODS según el nivel de sensibilidad encontrado en la subsección 3.3.1, primero se enfocan los esfuerzos en los ODS que resultaron menos sensibles hasta llegar a los más sensibles en el último grupo puesto que el avance de los ODS anteriores debería suponer un mejor desempeño aun cuando no se enfoquen las acciones en estos. El primer grupo lo conforma el ODS 12, ODS 15, ODS 3 y ODS 16, el segundo el ODS 4, ODS 17, ODS 7, ODS 5, el tercero, ODS 9, ODS 13, ODS 11, ODS 2 y por último ODS1, ODS 10, ODS 8, ODS 6. Para todos los grupos se considera un período de tres años. Los ODS con mayor avance son el ODS 6, coincidiendo con la política 1, el ODS 10, ODS 13, ODS 7, ODS 4, con tres coincidencias con cuatro coincidencias con la política 1. Los que menos avance presentan son el ODS 5, ODS 9 y ODS 17, los mismo de la política 1, aunque también debe considerarse que estos ODS eran de los más aventajados al principio de la simulación por lo cual su avance respecto a la simulación original también será menor. El avance total es equivalente a un 0.3535 puntos porcentuales, lo que prácticamente es la misma que con la política 1. Los avances se muestran en la Figura 76.

Progreso ODS Política 1

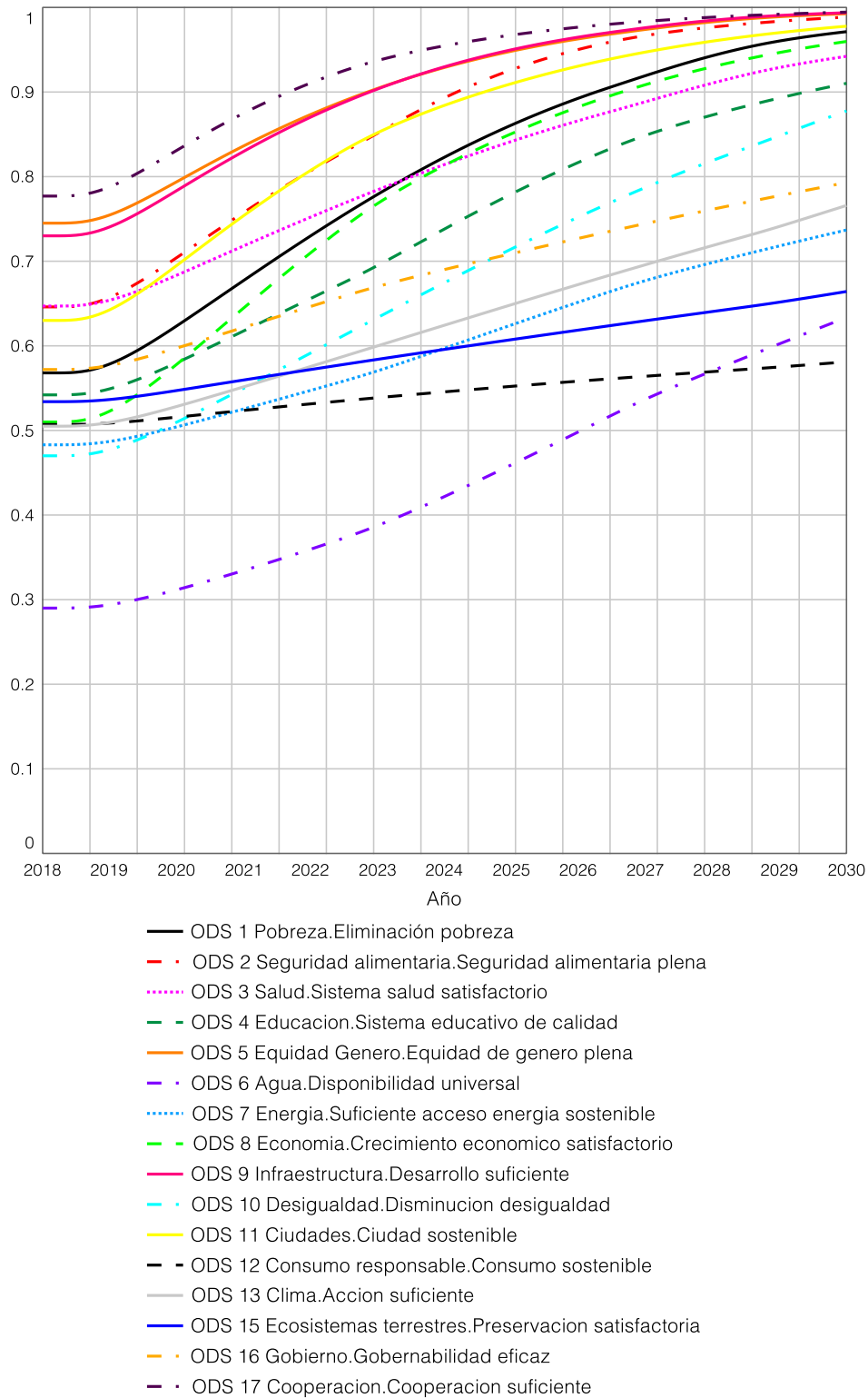


Figura 75 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 1. Fuente: Elaboración propia mediante el software Stella™

Progreso ODS Política 2

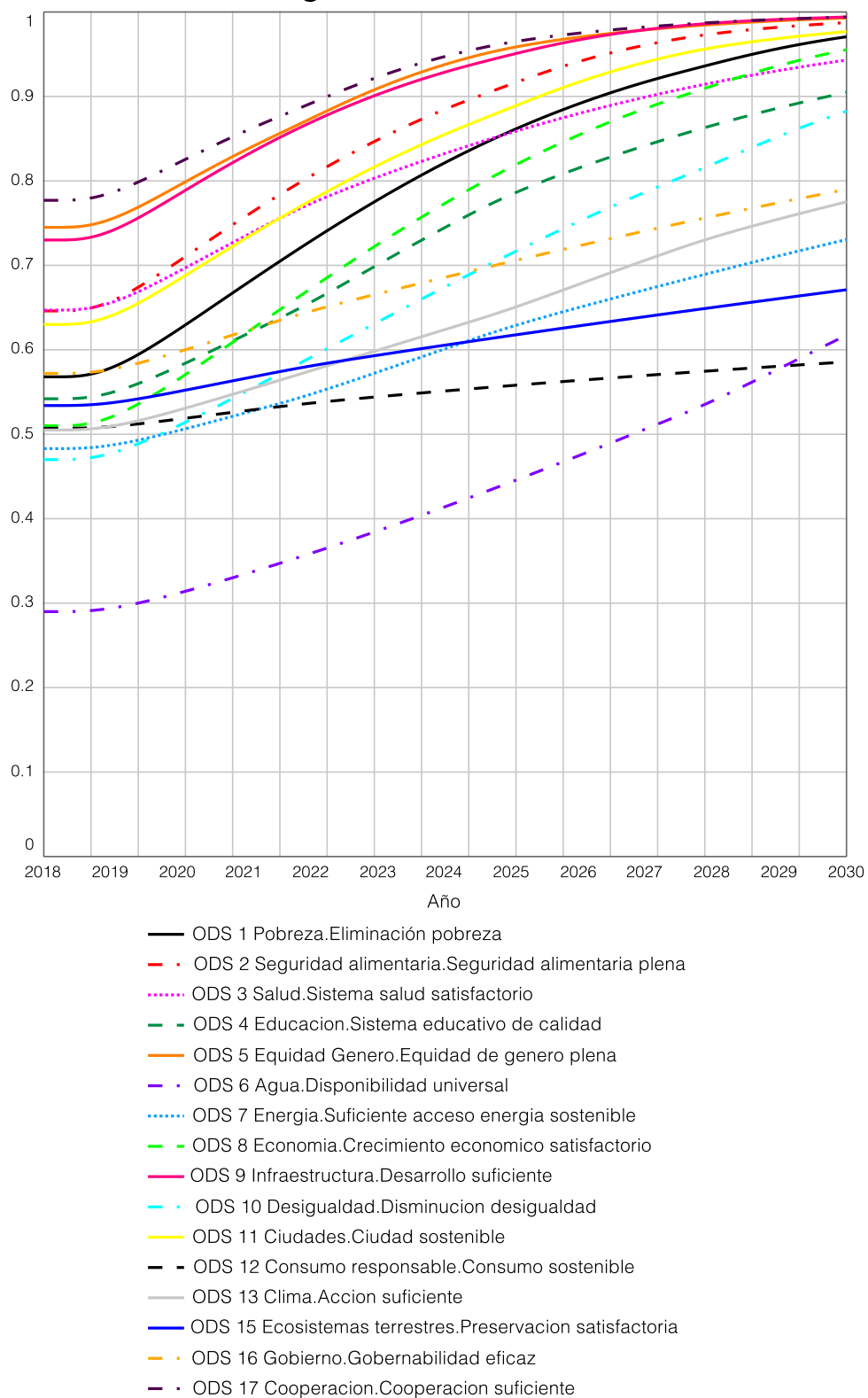


Figura 76 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 2. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

La política 3 se basa en el IP obtenido en el análisis de regresión y que se resume en la Figura 41, en este caso los grupos están divididos en ODS 17, ODS 16, ODS 6 y ODS 15, luego ODS 11, ODS 7, ODS 12, ODS 8, tercero, ODS 4, ODS 5, ODS 9 y ODS 13, finalmente ODS 3, ODS 2, ODS 1, ODS 10. En cuanto al tiempo asignado a cada grupo para el primero fueron seis años y para los restantes dos años. Los resultados respecto a los ODS con una mayor tasa de crecimiento son prácticamente los mismos a las políticas anteriores, la diferencia sol está en la aparición del ODS 15 en los cinco de mayor impacto, los de menor impacto son los mismos. En la Figura 77 se muestran los resultados de la simulación de la evolución de los ODS bajo esta política. El aumento total fue de 0.3687 puntos porcentuales.

La política 4 se basa en lo obtenido con el análisis de la teoría de redes, considerando ODS centrales en la subred de las interacciones positivas de +2 y +3, estos son ODS 2, ODS 17, ODS 8, ODS 1, ODS 9, ODS 11, estos conforman un grupo que se implementará durante cuatro años. El siguiente grupo lo conforman el núcleo de ODS con interacciones positivas +1, estos son ODS 10, ODS 16, ODS 4, ODS 3, ODS 6, ODS 9, ODS 2, ODS 13, ODS 5 y ODS 17, 10 en total y finalmente el grupo de los ODS con mayor cantidad de interacciones negativas, aquí se incluye, ODS 12, ODS 15, ODS 13, ODS 12. En orden primero iría el grupo de interacciones negativas para que su crecimiento no se vea afectado por el de los demás ODS, luego el núcleo de los ODS con interacciones positivas más intensas y finalmente los ODS con interacciones positivas pero que son de un grado menor. Para los tres casos se considera un período de cuatro años. Los resultados de la simulación bajo esta política se muestran en la Figura 78. Los ODS que más crecimiento tienen son el ODS 13, ODS 16 y ODS 7, y los que menos crecimiento fueron el ODS 9, ODS 17 y ODS 5. El aumento total fue de 0.3434 puntos porcentuales de la suma total.

La política 5 se basa en los resultados de la centralidad de vector propio mostrado en la Figura 46, se hacen cuatro grupos de cuatro ODS empezando por los ODS con mayor valor de este tipo de centralidad. Los grupos están conformados por el ODS 1, ODS 2, ODS 8 y el ODS 10 en el primer grupo, el ODS 4, ODS 12, ODS 9, ODS 17, en el segundo, para el tercero se consideran el ODS 11, ODS 5,

ODS 3 y ODS 15, finalmente se considera el ODS 6, ODS 13, ODS 7 y ODS 16, cada grupo los períodos son de tres años. Para esta política el aumento porcentual fue de 0.3435 puntos porcentuales. Los resultados se muestran en la Figura 79.

Progreso ODS Política 3

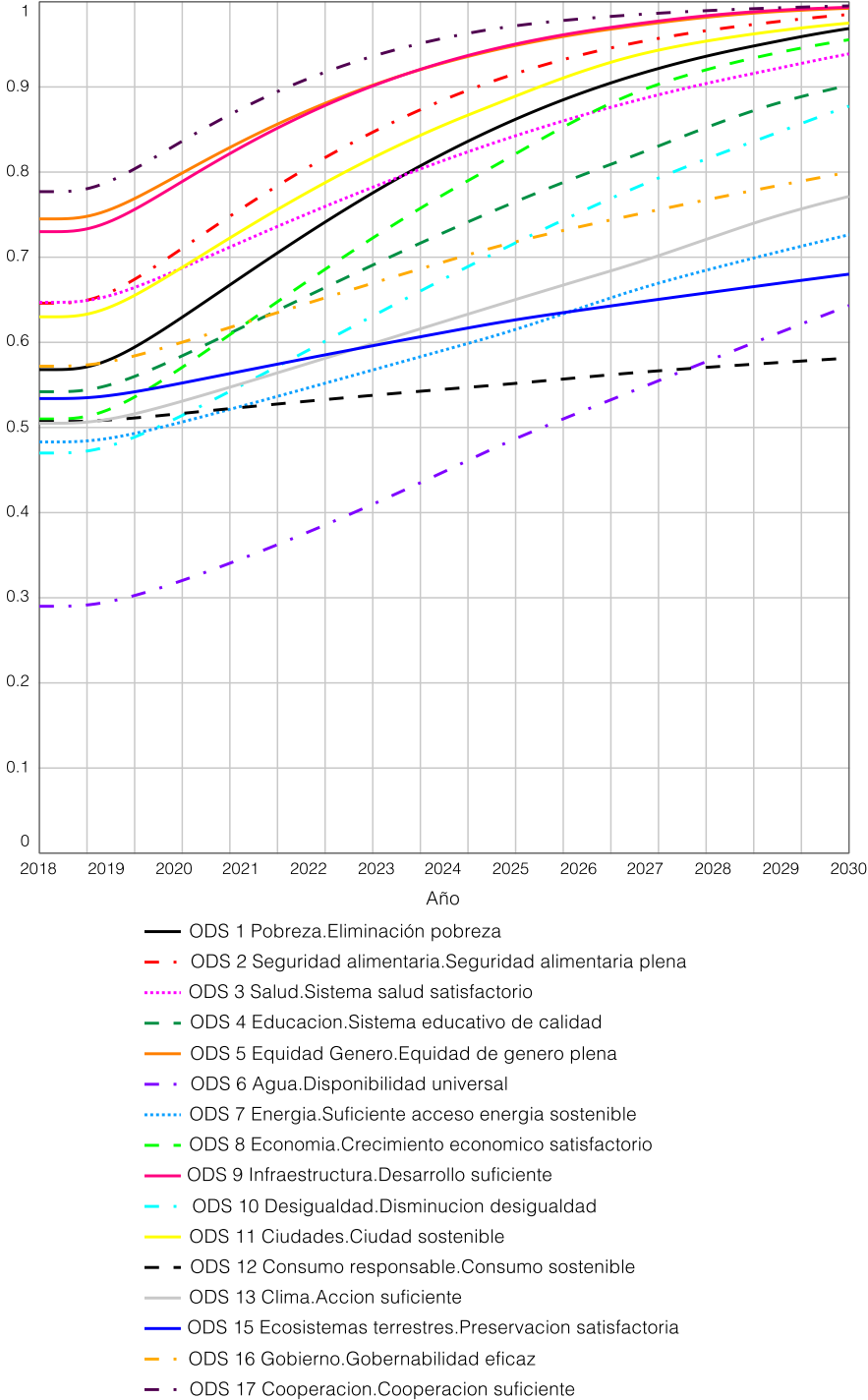


Figura 77 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 3. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Progreso ODS Política 4

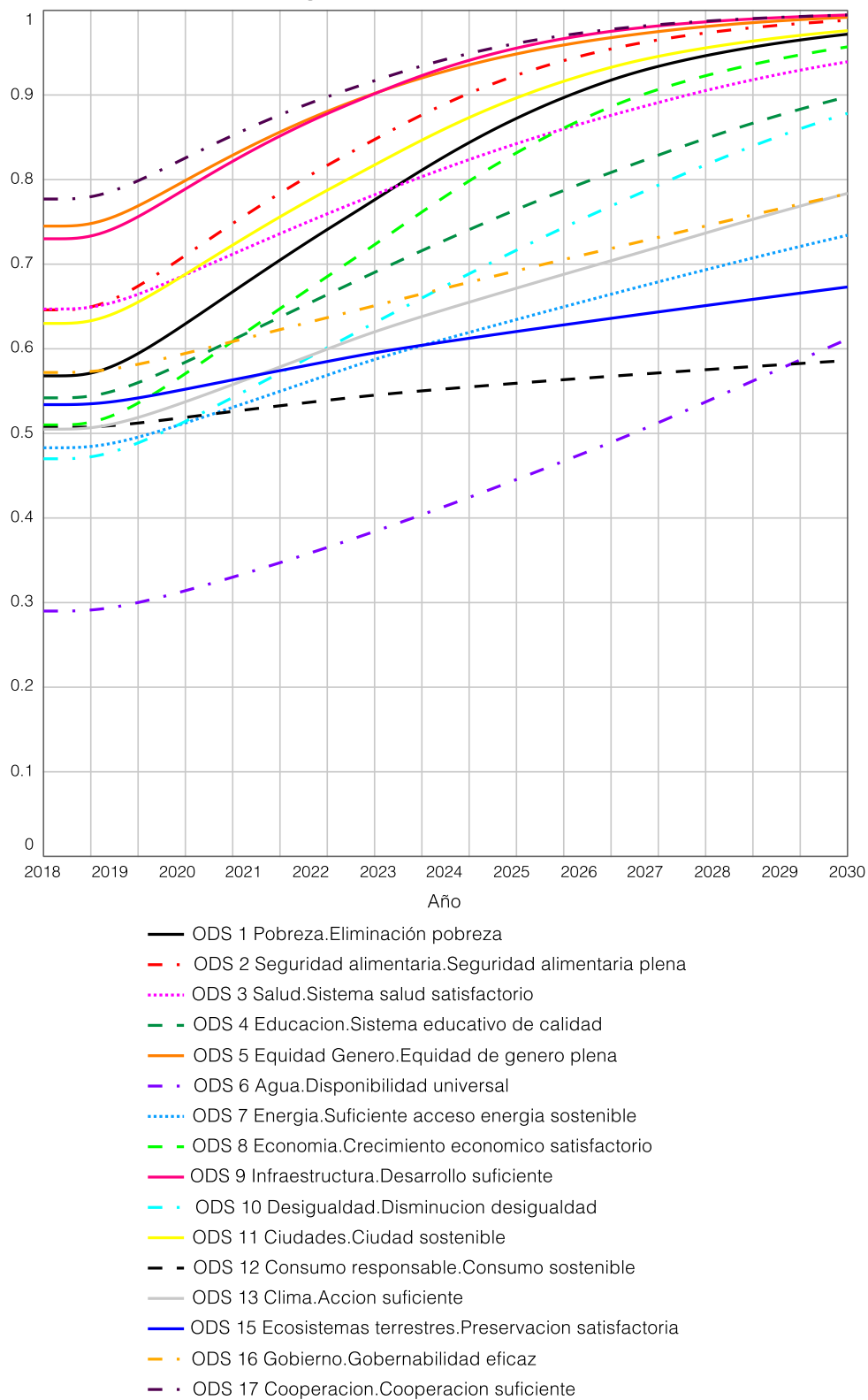


Figura 78 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 4.
 Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

La política 6 toma los clústeres encontrados mediante el algoritmo de modularidad implementado en el software GephyTM, por lo cual se forman tres grupos, el primero lo conforman los ODS 3, ODS 4, ODS 11, ODS 12, ODS 7, ODS 16 para los cuales se considera un tiempo de implementación de seis años, ODS 9, ODS 1, ODS 2, ODS 8, ODS 6 con un tiempo de implementación de tres años y ODS 10, ODS 5, ODS 13, ODS 15 y ODS 17 también con un tiempo de tres años. En la Figura 80 se muestran los resultados de la simulación de esta política. El aumento en la suma total es de 0.3617 puntos porcentuales bajo esta política.

La política 7 toma en orden ascendente, según el avance para el 2030 de la simulación original, a los ODS, así los grupos que se conforman son el ODS 6, el ODS 12, el ODS 15, ODS 7, el grupo de los ODS de menor avance, en este la política se implementa durante cuatro años, el segundo grupo conformado por el ODS 13, ODS 16, ODS 10, ODS 4, en un período de cuatro años, un tercer grupo conformado por el ODS 3, ODS 8, ODS 1 y ODS 11, en un período de dos años y finalmente el ODS 2, ODS 5, ODS 9 y ODS 17 en un período de dos años. Los resultados de la simulación de esta política se muestran en la Figura 81. El avance general respecto al escenario original es de 0.3842 puntos porcentuales.

La política 8 (Figura 82) combina el IP del análisis de regresión con el criterio establecido en la política 7 con el fin de orientar las acciones que tengan más prioridad y menor avance en primer lugar, y los ODS más aventajados y menos prioritarios irán después en el tiempo, además que estos representan las salidas del sistema ya que son influidos por el crecimiento de los demás ODS. El primer grupo es el ODS 6, ODS 16, ODS 15, ODS 11, el segundo bloque sería el ODS 12, ODS 7, ODS 13 y ODS 8, el tercer bloque ODS 17, ODS 3, ODS 4 y ODS 5, y finalmente ODS 1, ODS 2, ODS 9 y ODS 10. Esto se da en períodos de cinco años para los dos primeros dos bloques y de un año para los dos restantes. El crecimiento en este caso es 0.3955 en puntos porcentuales para la suma total.

En la Tabla 16 se muestran las comparaciones entre todas las políticas entre el valor a 2030 del avance de los ODS y en el total de avance.

Progreso ODS Política 5

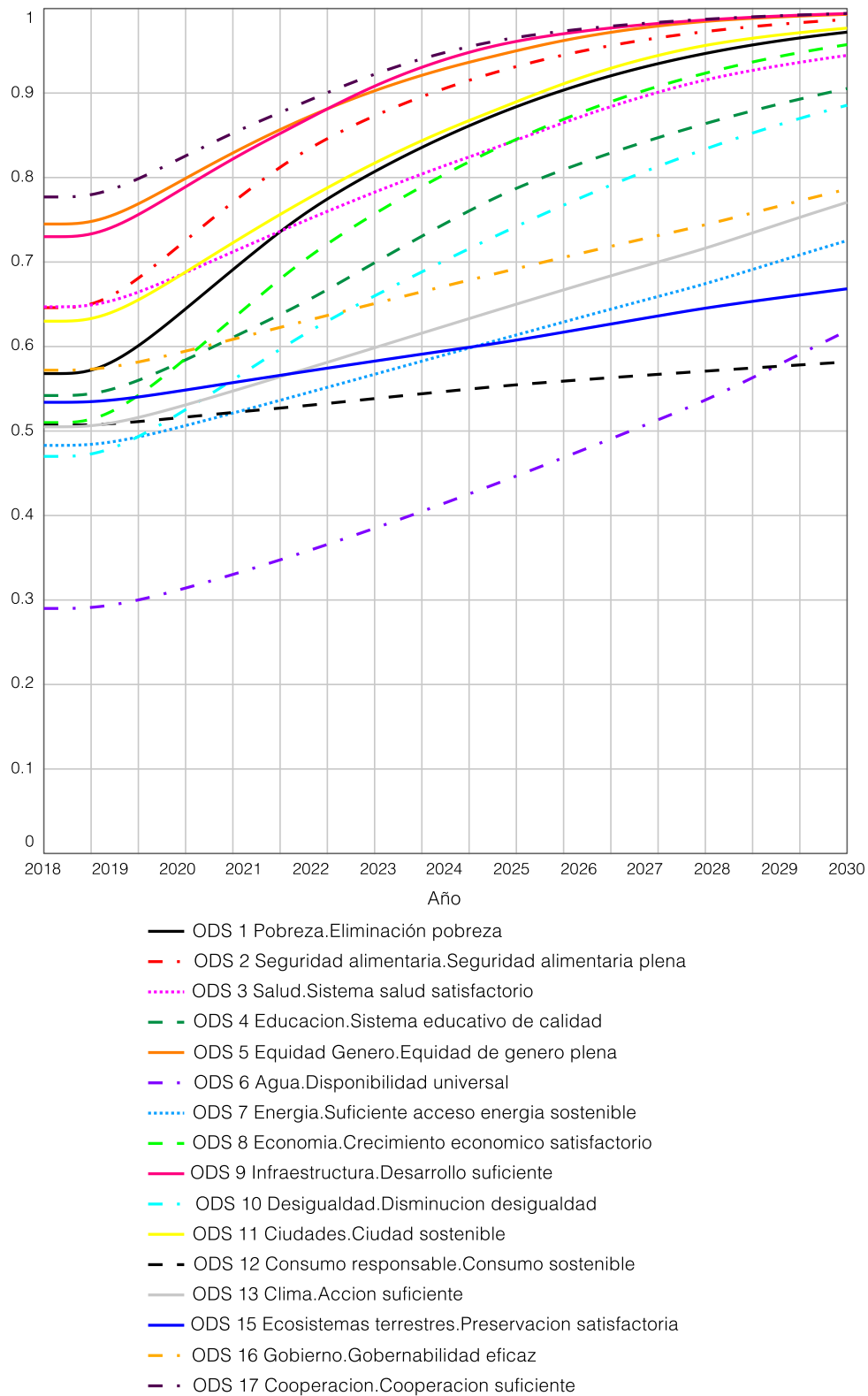


Figura 79 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 5.
 Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Progreso ODS Política 6

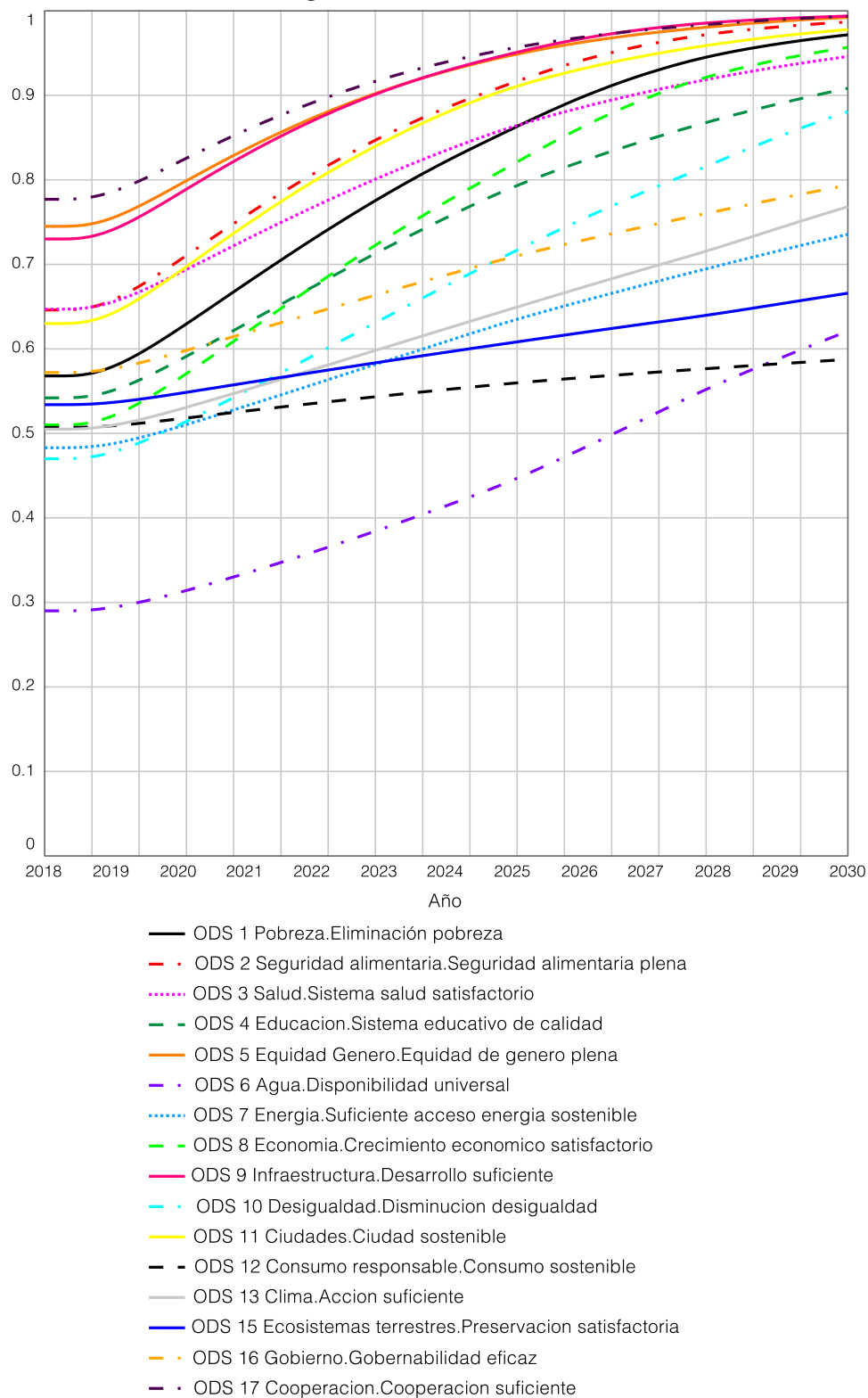


Figura 80 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 6.
 Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Tabla 16

Resultados finales para cada ODS bajo las diferentes políticas.

ODS	Original	Política 1	Diferencia 1	Política 2	Diferencia 2	Política 3	Diferencia 2	Política 4	Diferencia 4
ODS 1	0.9532	0.9713	0.0181	0.9706	0.0174	0.9686	0.0154	0.9718	0.0186
ODS 2	0.9765	0.9885	0.0121	0.9874	0.0109	0.9851	0.0087	0.9882	0.0117
ODS 3	0.9214	0.9422	0.0208	0.9431	0.0216	0.9388	0.0174	0.9393	0.0178
ODS 4	0.8718	0.9102	0.0385	0.9048	0.0330	0.9020	0.0302	0.8979	0.0261
ODS 5	0.9866	0.9925	0.0059	0.9928	0.0062	0.9924	0.0058	0.9918	0.0052
ODS 6	0.5694	0.6335	0.0641	0.6173	0.0479	0.6432	0.0738	0.6114	0.0420
ODS 7	0.6966	0.7369	0.0403	0.7305	0.0340	0.7264	0.0298	0.7342	0.0377
ODS 8	0.9318	0.9597	0.0279	0.9553	0.0235	0.9554	0.0236	0.9569	0.0250
ODS 9	0.9882	0.9937	0.0056	0.9941	0.0059	0.9936	0.0054	0.9945	0.0063
ODS 10	0.8456	0.8776	0.0319	0.8826	0.0369	0.8775	0.0318	0.8783	0.0326
ODS 11	0.9609	0.9778	0.0169	0.9767	0.0159	0.9750	0.0141	0.9760	0.0151
ODS 12	0.5738	0.5810	0.0073	0.5856	0.0119	0.5815	0.0078	0.5861	0.0124
ODS 13	0.7393	0.7659	0.0266	0.7752	0.0359	0.7715	0.0322	0.7837	0.0444
ODS 15	0.6514	0.6642	0.0128	0.6711	0.0197	0.6801	0.0287	0.6731	0.0216
ODS 16	0.7623	0.7929	0.0306	0.7899	0.0276	0.7999	0.0376	0.7833	0.0210
ODS 17	0.9888	0.9945	0.0057	0.9940	0.0052	0.9952	0.0064	0.9946	0.0058
Total	13.4176	13.7826	0.3650	13.7711	0.3535	13.7862	0.3687	13.7610	0.3434

ODS	POLÍTICA 5	DIFERENCIA 5	POLÍTICA 6	DIFERENCIA 6	POLÍTICA 7	DIFERENCIA 7	POLÍTICA 8	DIFERENCIA 8
ODS 1	0.9721	0.0188	0.9717	0.0184	0.9709	0.0177	0.96672313	0.0135
ODS2	0.9870	0.0105	0.9869	0.0104	0.9851	0.0086	0.98416464	0.0077
ODS 3	0.9446	0.0232	0.9459	0.0245	0.9419	0.0205	0.93853922	0.0171
ODS 4	0.9053	0.0335	0.9083	0.0365	0.9090	0.0372	0.89707992	0.0253
ODS 5	0.9931	0.0065	0.9921	0.0055	0.9917	0.0051	0.99162105	0.0050
ODS 6	0.6187	0.0492	0.6210	0.0516	0.6284	0.0590	0.63659401	0.0672
ODS 7	0.7254	0.0288	0.7355	0.0390	0.7336	0.0371	0.74132477	0.0448
ODS 8	0.9573	0.0255	0.9568	0.0249	0.9556	0.0238	0.9636664	0.0318
ODS 9	0.9941	0.0059	0.9938	0.0056	0.9929	0.0047	0.99238336	0.0042
ODS 10	0.8856	0.0399	0.8807	0.0351	0.8919	0.0463	0.87319433	0.0276
ODS 11	0.9768	0.0160	0.9778	0.0169	0.9751	0.0142	0.97899511	0.0181
ODS 12	0.5817	0.0080	0.5875	0.0138	0.5857	0.0119	0.59106689	0.0173
ODS 13	0.7707	0.0314	0.7682	0.0289	0.7796	0.0403	0.78505164	0.0458
ODS 15	0.6683	0.0169	0.6659	0.0145	0.6738	0.0223	0.67698092	0.0256
ODS 16	0.7863	0.0240	0.7937	0.0314	0.7936	0.0313	0.80279713	0.0405
ODS 17	0.9942	0.0054	0.9934	0.0046	0.9930	0.0042	0.99293527	0.0041
TOTAL	13.7611	0.3435	13.7794	0.3618	13.8017	0.3842	13.8131	0.3955

Nota. Las diferencias corresponden a la diferencia con el resultado de la simulación inicial.

Progreso ODS Política 7

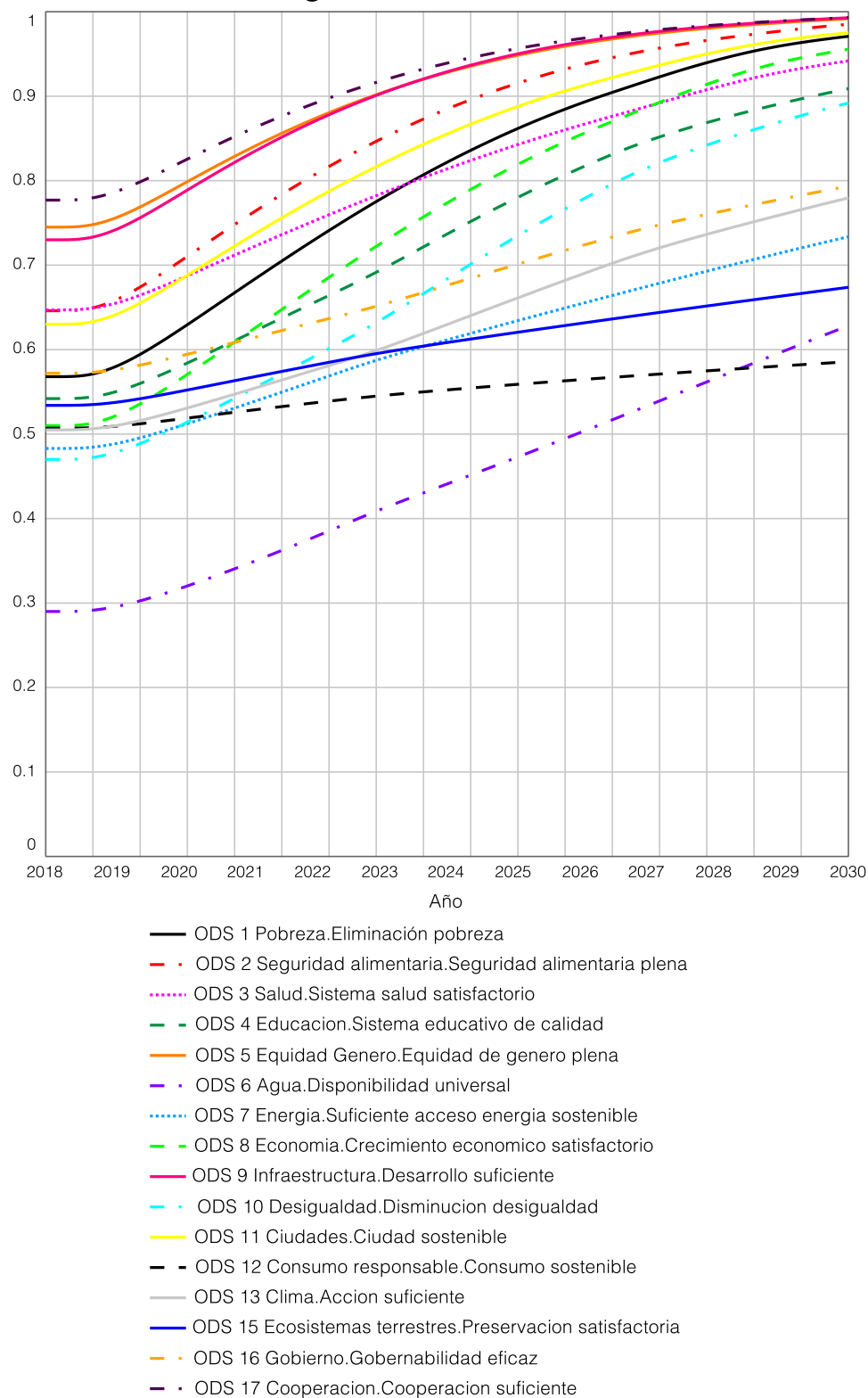


Figura 81 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 7. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

Progreso ODS Política 8

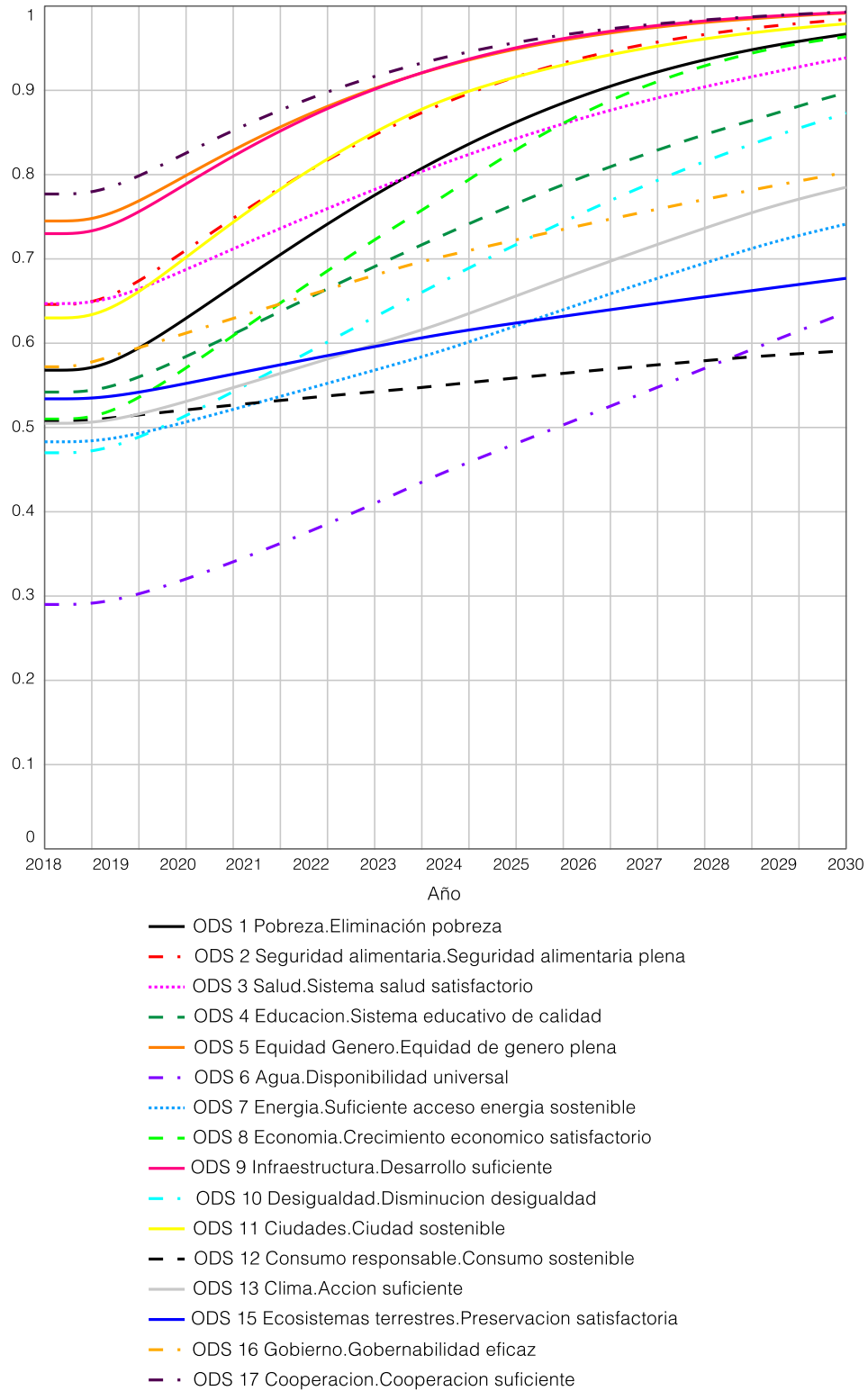


Figura 82 Resultados de la simulación de la evolución de ODS hacia el 2030 bajo la política 8.
Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

En general las políticas representan una mejora de los resultados totales del avance de los ODS para el 2030, la que presenta un mejor desempeño es la política 8 y la que le sigue es la política 7, por los cual serían buenas orientaciones en cómo diseñar programas específicos para un desarrollo integral para el 2030. En términos generales ahondar en esfuerzos por los ODS más atrasados a la fecha de 2018 en combinación con los que más influencia o prioridad tienen resulta en una mejora general del conjunto de ODS. Otras políticas que tienen un buen desempeño en la mejora son la política 1, la política 3 y la política 6, la primera relacionado con los ODS más influyentes, la 3 con los el IP y la 6 que se conforma a partir de los clústeres encontrados en el análisis de la red de ODS.

3.4 El efecto de la COVID-19

En el estudio de las interacciones de los ODS no es posible dejar de lado un evento que cambió a escala mundial todo aspecto de la actividad humana, la pandemia provocada por el virus del SAR-Cov2, cuyo resultado es la enfermedad COVID 19 que ha cobrado millones de vidas y ha puesto en evidencia distintas fallas estructurales en diferentes países, que comienzan desde la más notoria, el sistema de salud, pero cuyos efectos no se limitan a este ámbito, también se notan en el desarrollo económico, en las estructuras gubernamentales, en la cooperación entre distintos países y sectores, en el aumento de la pobreza y el incremento de la desigualdad. Debido a este impacto tan diverso se puede decir que el avance en el desarrollo sostenible se ha visto comprometido en el sentido de que existe un retroceso en muchas regiones respecto en el cumplimiento de la Agenda 2030 y se espera que en varios casos ya no será posible alcanzarla para la fecha de 2030.

La pandemia de COVID-19 ha impactado en las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. En el caso del ODS 1, después de varios años de una mejoría notable en la eliminación de la pobreza extrema a nivel global, se estima que la pandemia ha empujado a 120 millones de personas a la pobreza extrema (definida como vivir con menos de \$1.90 dólares al día), esto en

los países de bajos y medios ingresos. En la figura 83, extraída del muestran las tendencias respecto a la prevalencia de la pobreza extrema por regiones, una de las más afectadas fue la región latinoamericana y el caribe. Por otro lado, la pandemia también ha impactado en el acceso alimentos y ha aumentado la inseguridad alimentaria (ODS 2) y debido a la disminución de la actividad económica y a la recesión global producto de esto indicadores como el desempleo han aumentado, esto se relaciona con las aspiraciones del ODS 8 (Sachs *et al.*, 2021).

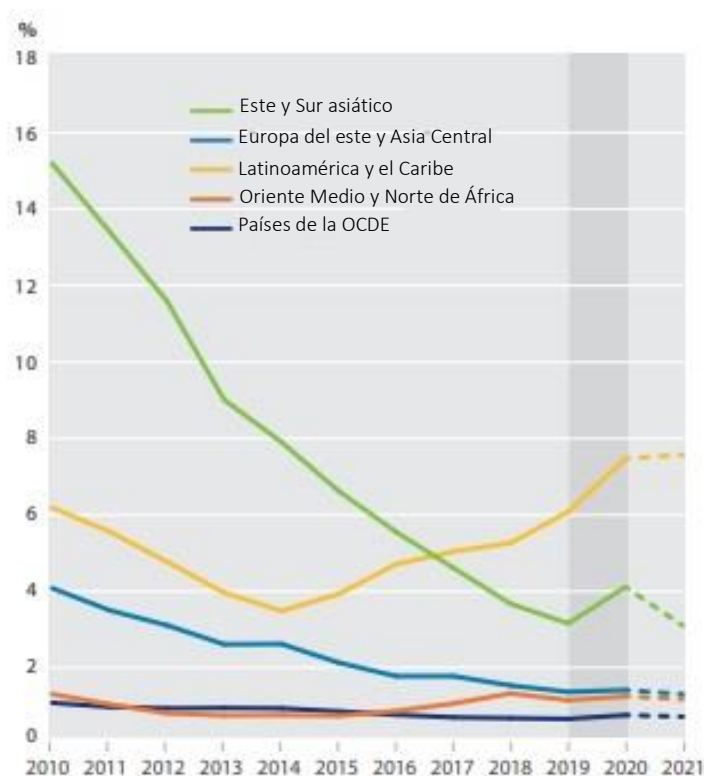


Figura 83 Prevalencia de la pobreza extrema en diversas regiones. Fuente Sachs et al. 2021

Para septiembre de 2021 se han presentado 4.55 millones de muertes por COVID-19 en todo el mundo, esto afecta negativamente las aspiraciones del ODS 3 considerando la disminución de la expectativa de vida en varias regiones del mundo y lo endeble que se vieron varios sistemas de salud incluso de países desarrollados, aunado a esto, la precarización de la salud ha sido de manera desigual, varios grupos poblacionales históricamente marginados y empobrecidos el impacto ha resultado mayor (Sachs *et al.*, 2021).

Respecto al ODS 4 y el ODS 5 la pandemia ha tenido un efecto negativo, en el caso del ODS 4 debido a que la asistencia a clases presenciales fue suspendida durante los episodios más intensos de la pandemia, en el caso de México esto se extendió durante un año y medio, y sustituida por las clases en plataformas virtuales en combinación con la difusión en medios de comunicación masivos en lo que respecta a la educación pública, sin embargo, la inequidad en el acceso a las nuevas tecnologías de información aumentó el rezago de poblaciones históricamente marginadas (INEGI, 2021). En el caso del ODS 5, este se ha tenido un retroceso según reporta el Fondo de Población de las Naciones Unidas (ONU, 2019). En este se señala que las pandemias empeoran las desigualdades a las que se enfrentan mujeres y niñas, además dado que el 70% del personal del sector social y sanitario son mujeres requiere especial atención a su entorno de trabajo para evitar discriminación y atender las necesidades psicosociales que surjan producto de la pandemia. Otro aspecto que señala el informe es el aumento de violencia a la que mujeres y niñas pueden estar expuestas, debido a la tensión en el hogar que tras los confinamientos obligó a que los núcleos familiares permanecieran más tiempo juntos. En México efectivamente el confinamiento llevó a un aumento del 60% de la violencia (Alcántara,2020), lo cual es un dato alarmante y más si se toma en cuenta que 2 de cada 3 mujeres mencionan haber sufrido algún tipo de violencia desde los 15 años.

Otro sector afectado es el de acceso a servicios e infraestructura, lo cual se verá reflejado en el avance del ODS 6, el ODS 7 y el ODS 9. El ODS 6 es de especial importancia para el caso de la pandemia puesto que el lavado de manos es una de las principales medidas para evitar contagios, sin embargo, en muchas regiones el acceso a agua limpia no está garantizado, lo que se exacerba en centros urbanos con una alta densidad poblacional (ONU,2019). Una de las formas de combatir esto sería mayor inversión en infraestructura, sin embargo, esto ha sido pospuesto en muchas regiones además de que los ingresos se han visto mermados por la situación económica precaria de muchos sectores (Butler *et al.*, 2021). La cuestión energética, abordada en el ODS 7, es crucial para otros esfuerzos durante la pandemia, puesto que está relacionada con cuestiones de sanidad, saneamiento de

agua, acceso remoto a educación y telecomunicaciones (GPA,2020), por otro lado, por los confinamientos la energía demandada en los hogares fue mayor a la que se demandaba anteriormente, lo cual está directamente relacionado con los costos de este servicio en un contexto de crisis económica y también lleva a la consideración de la producción sostenible de energía eléctrica. En el caso del ODS 9 la principal afectación se debe a la falta de inversión en este rubro producto de la recolocación de los recursos previstos para este fin a otras áreas como la salud, sin embargo, la falta de infraestructuras adecuadas, sobre en el sector de comunicaciones, ha sido determinante para la nueva realidad vivida durante la pandemia por COVID-19, donde el teletrabajo y educación a distancia dependían en gran medida de la infraestructura adecuada (ONU, 2019).

La salud y los impactos socioeconómicos han sido amplificados en zonas donde la población vive en asentamientos precarios, principalmente en las ciudades, donde la densidad poblacional y la falta de infraestructura básica ha devenido en la profundización de los efectos que ha dejados la pandemia COVID-19. El ODS 11 por lo tanto resultó afectado por las condiciones de precariedad que ha ingresado sectores de la población tras la crisis sanitaria y económica producto a su vez de las condiciones de insuficiencia respecto al ODS 11 generando un círculo vicioso en detrimento de las condiciones de vida en las ciudades (Sachs *et al* 2021). En cuanto al incremento de la desigualdad (ODS 10) está se ha amplificado en varios sectores pero en dos es especialmente notoria esta cuestión, la primera es la desigualdad que existe en la distribución de las vacunas, la mayoría de éstas destinadas a los países ricos lo que afecta directamente el desarrollo de los países ante la aparición de nuevas variantes y por otro lado la desigualdad económica es rampante, mientras 120 millones de personas han sido empujados a la pobreza extrema la fortuna de los billonarios ha aumentado un 27.5% entre abril y julio de 2020 según el UBS& PwC (2020), sin duda este será uno de los objetivos que más ha sido afectado y que resultará más difícil de alcanzar en el tiempo preestablecido.

En las cuestiones ambientales y consumo ODS 12, 14, 13, 15 durante el 2020 se vieron beneficiados por las restricciones aplicadas en distintos países, un ejemplo de esto fueron las reducciones de CO₂, sin embargo, tras la recuperación de las actividades los niveles regresaron a los previos a la pandemia. Algunos indicadores negativos son la deforestación que se estima 1% de 2019 a 2020 (Weisse & Goldman, 2021) y que también existió un alza en el consumo y aumento de los desperdicios plásticos durante la pandemia (Adyel,2020), sin hablar de los nuevos desperdicios originados por la contingencia como lo son los cubrebocas. Las mejorías temporales en estos ODS hablan de cómo las estructuras de producción y consumo tienen un efecto inverso sobre los ODS relacionados al medio ambiente y pone de manifiesto las contradicciones entre las aspiraciones de la Agenda 2030 con las estructuras económicas actuales, así como los hábitos de consumo y el desarrollo de distintas actividades humanas contraproducentes para alcanzar la sustentabilidad ambiental. La crisis actual y su efecto en los indicadores ambientales deben dejar las enseñanzas para que los países pugnen por una producción y un consumo sostenible, innovación en energía y en general una mayor inversión para transitar hacia una economía verde (ONU,2019)

En lo que respecta al ODS 16 (Gobierno), los sistemas políticos fueron puestos a prueba durante la crisis pandémica, muchos gobiernos tuvieron que tomar decisiones como la restricción de la movilidad, declarar confinamientos en diferentes grados, asignación de recursos, y en general gestión de la pandemia desde distintas perspectivas y situaciones puesto que la afección de la pandemia en los distintos países ocurrió de manera desigual. En cuanto a la cooperación (ODS 17) está también has sido fracturada dada la distribución desigual de vacunas, para muestra la Figura 84, lo que ha ocasionado el surgimiento de las posturas nacionalistas respecto a las vacunas, por esta razón es importante que iniciativas como COVAX sean financiadas e implementadas (Sachs, 2021).

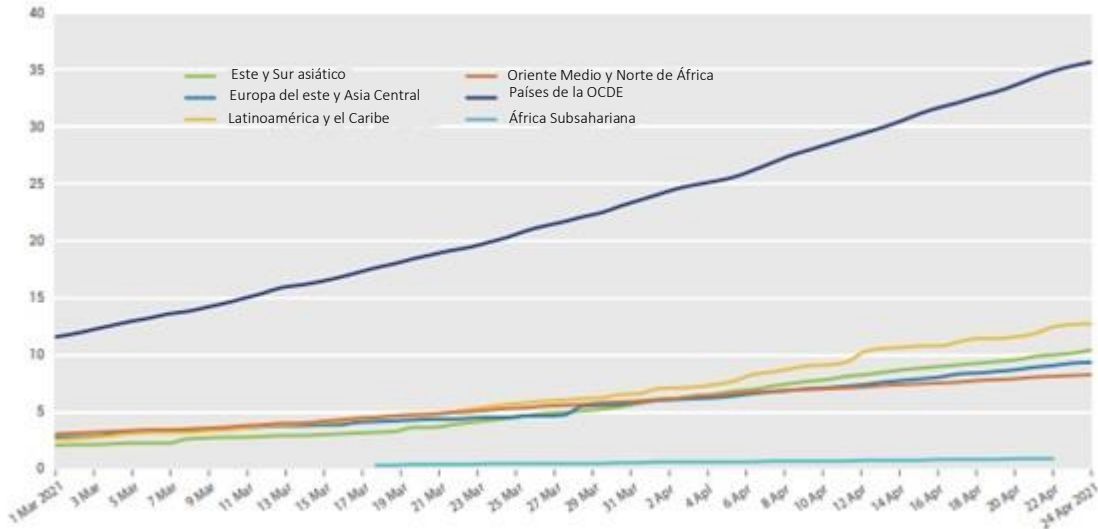


Figura 84 Avance de la vacunación en distintas regiones del mundo Fuente Sachs et al. 2021

La situación general de la Agenda 2030 ha sido afectada como lo muestra el SDG Index que por primera vez desde que es reportado a tenido un descenso, esto sin que se tomen en cuenta todos los efectos de la pandemia puesto que mucha información disponible aún no reporta estos cambios.

Para evaluar el efecto que ha tenido la pandemia desde el modelo propuesto para analizar la evolución de los ODS y sus interacciones se consideran tres tipos de impactos sobre los ODS, el primero, alto, el segundo, de consideración y el tercero, positivo. Los ODS que entran en la primera clasificación considerando los reportes sobre el impacto de la pandemia serían el ODS 1, ODS 2, ODS 3, ODS 4, ODS 5, ODS 8, ODS 10 los de impacto considerable ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 11, ODS 16, ODS 17 y finalmente los que tuvieron una ligera mejora son el ODS 12, ODS 13 y ODS 15. Para cuantificar los impactos se considera un factor denominado *efecto covid*, en el caso de los ODS sobre los que la pandemia tuvo un impacto alto se establece un factor de -1.5 que multiplica a la tasa de crecimiento, en los de impacto considerable un factor de -1.2 y los de impacto positivo un factor de 1.5. Estos factores solo actúan entre el 2020 y el 2021 lo que provoca, en el caso de los impactos negativos, un decrecimiento del avance, mientras que el impacto positivo implica una aceleración en el crecimiento. En la Figura 85 se muestran los resultados del impacto de la pandemia en la evolución de cada ODS. El

establecimiento del factor -1.5 se debe a que los efectos de la pandemia en el ODS 1 pueden implicar un descenso de hasta 5 puntos porcentuales de acuerdo al reporte de Sachs *et al* (2021), mismo caso para los otros ODS de alto impacto, cabe destacar que esto es una estimación puesto que los datos sobre el impacto de la pandemia aún están en proceso de ser liberados y evaluados, en el caso de impacto negativo de consideración un descenso porcentual del 2% y finalmente para el caso positivo el factor 1.5 implica un alcance final de alrededor del 2% con la aceleración del crecimiento durante el período considerado. En la Tabla 17 se muestra la diferencia con el caso original simulado.

Los ODS más afectados son el ODS 10, ODS 6 y ODS 4 mientras que el ODS 12, ODS 13 y ODS 15 al final tienen una pequeña ganancia respecto a la simulación original, aunque esto último dependerá del efecto que tuvo la reactivación económica en muchos de los indicadores pertenecientes al aspecto ambiental.

Tabla 17

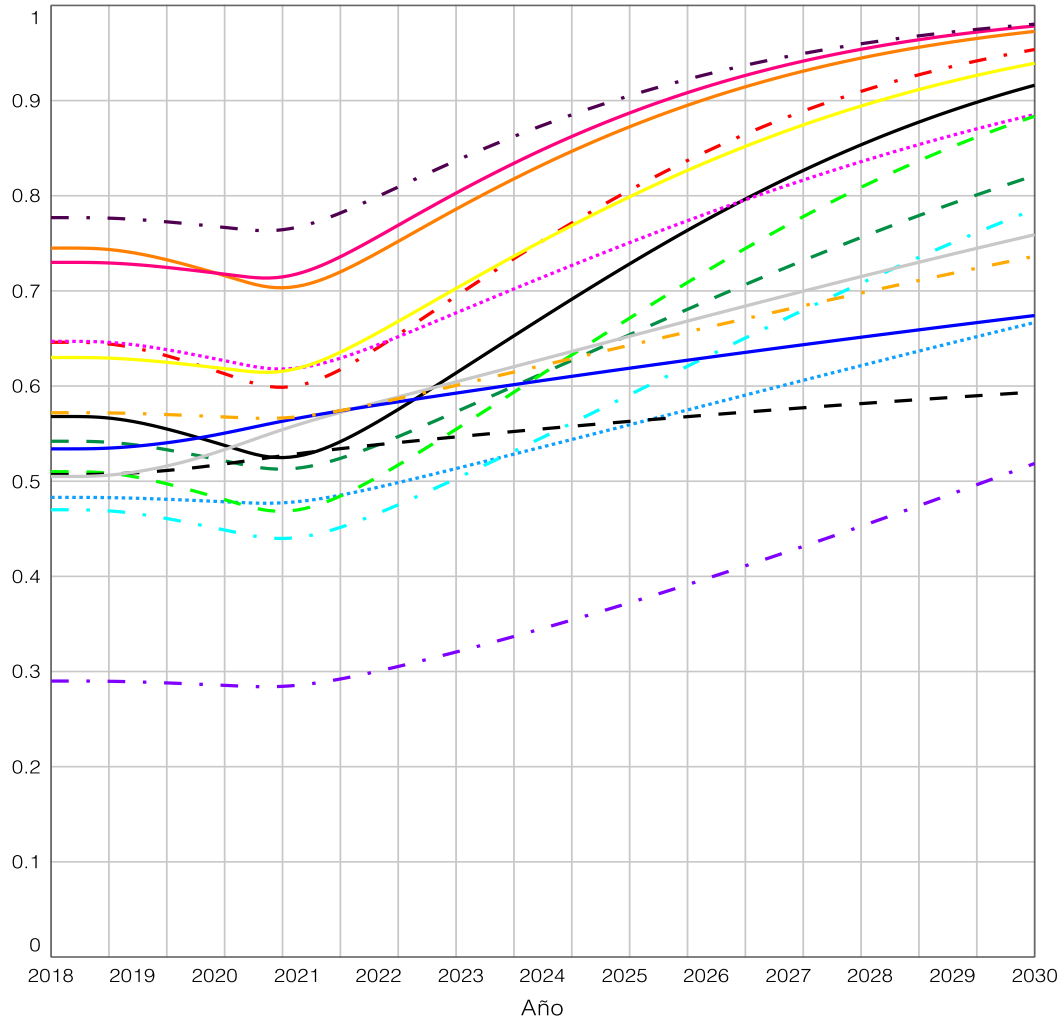
Comparación resultados finales simulación original y la que considera el efecto de la COVID 19.

ODS	Original	Covid 19	Diferencia
ODS 1	0.95322308	0.91612864	0.03709444
ODS 2	0.97649145	0.95365316	0.02283828
ODS 3	0.92142545	0.88540804	0.03601741
ODS 4	0.87178077	0.82117747	0.05060329
ODS 5	0.98661367	0.97271539	0.01389827
ODS 6	0.56942456	0.51865076	0.0507738
ODS 7	0.69655644	0.666775	0.02978144
ODS 8	0.93182391	0.88358726	0.04823665
ODS 9	0.98816908	0.97839205	0.00977703
ODS 10	0.84563746	0.78578515	0.05985231
ODS 11	0.9608802	0.93921943	0.02166076
ODS 12	0.57375214	0.59374073	-0.01998858
ODS 13	0.73929163	0.75905715	-0.01976553
ODS 15	0.65142316	0.67412462	-0.02270146
ODS 16	0.76228743	0.73643759	0.02584984
ODS 17	0.98879777	0.98026847	0.0085293

Nota. Fuente Elaboración propia

La reflexión más importante sobre los efectos de la pandemia en las aspiraciones de los ODS es la importancia que tiene un enfoque sostenible en el desarrollo de las naciones, por un lado, los efectos que tuvo sobre el medio ambiente la restricción de la actividad humana hablan sobre lo que implica una reducción que se alejen del concepto de sostenibilidad y la importancia de generar economías más verdes y por otro lado no debe dejarse pasar los efectos nocivos que tuvo la pandemia sobre los países con sistemas de salud precarizados, con una población mayoritariamente en condiciones de pobreza, el hacinamiento en las ciudades, falta de agua potable, tan vital para conservar las medidas de higiene, falta de infraestructura para las modalidades de clases en línea, falta de capacidad de los gobiernos para afrontar todo el espectro de contingencias surgidas por la pandemia y una cooperación internacional atravesando turbulencias ente a la cuestión de la vacunación y cómo deberían repartirse las vacunas en el mundo, para ejemplo la propuesta de algunos países de colocar un tercera dosis a su población mientras hay países que no tienen ni siquiera 1% de su población vacunada. Como nunca antes hay que replantearse el desarrollo de nuestras sociedades y si estas están listas para afrontar las futuras crisis que invariablemente surgirán y ahí el desarrollo será sostenible será vital y más para las ciudades donde la gran mayoría de la humanidad vivirá algún día.

Progreso ODS COVID-19



- ODS 1 Pobreza.Eliminación pobreza
- · ODS 2 Seguridad alimentaria.Seguridad alimentaria plena
- · · ODS 3 Salud.Sistema salud satisfactorio
- - ODS 4 Educacion.Sistema educativo de calidad
- - - ODS 5 Equidad Genero.Equidad de genero plena
- · · ODS 6 Agua.Disponibilidad universal
- · · · ODS 7 Energia.Suficiente acceso energia sostenible
- - - - ODS 8 Economia.Crecimiento economico satisfactorio
- · · · ODS 9 Infraestructura.Desarrollo suficiente
- · · · ODS 10 Desigualdad.Disminucion desigualdad
- · · · ODS 11 Ciudades.Ciudad sostenible
- - - ODS 12 Consumo responsable.Consumo sostenible
- - - ODS 13 Clima.Accion suficiente
- - - - ODS 15 Ecosistemas terrestres.Preservacion satisfactoria
- · · · ODS 16 Gobierno.Gobernabilidad eficaz
- · · · ODS 17 Cooperacion.Cooperacion suficiente

Figura 85 Evolución de los ODS considerando el efecto de la pandemia. Fuente Elaboración propia mediante el software Stella™

3.5 El marco institucional para el cumplimiento de la Agenda 2030 en CDMX

Además de la interrelación que existe entre los distintos objetivos también debe ser considerada la capacidad institucional para llevar a cabo las acciones necesarias para lograr el cumplimiento de todas las metas de manera sinérgica, esto está dentro del desarrollo del propio ODS 16. En este sentido las secretarías del gobierno de la CDMX y sus contrapartes del Estado de México, al cubrir la urbe ambas entidades federativas, deben fomentar la cooperación para asegurar la implementación de acciones que lleven al cumplimiento de los objetivos propuestos por la ONU y que competan directamente a su jurisdicción desde una visión integral.

El marco institucional propuesto para cumplir la Agenda 2030 más recientemente a nivel país está descrito en la Estrategia Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en México (Gobierno de México, 2019). En lo que respecta al marco jurídico México una serie de provisiones fundamentales para que en la planeación nacional se adapte el nuevo paradigma del desarrollo sostenible, estas son

- La consideración integral de las tres dimensiones del desarrollo sostenible (social, ambiental y económica) en la planeación nacional.
- La incorporación de una visión a mediano plazo en la planeación (de al menos 20 años), que permita plantear proyectos de transformación nacional que trasciendan los periodos administrativos.
- El fortalecimiento del sistema de evaluación del desempeño, que hará posible orientar la asignación del presupuesto con base en resultados, para así fomentar acciones gubernamentales de mayor impacto.
- La integración de la Agenda 2030 en el diseño del PND (Plan Nacional de Desarrollo) 2019-2024 y del PND 2024-2030, así como en los planes y programas sectoriales.

Para coordinar y dar seguimiento para la implementación nacional en abril de 2017 se creó el Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, este Consejo Nacional es la instancia multi-actor encargada de analizar la situación de México en las distintas temáticas de la Agenda 2030, identificar y proponer soluciones para el cumplimiento de los ODS y garantizar la coherencia y coordinación de los distintos esfuerzos para su puesta en marcha. El Consejo Nacional está integrado por 19 Secretarías de Estado, siete instituciones no sectorizadas y dos organismos autónomos (Figura 86). El Consejo Nacional también concentra la participación de todos los actores relevantes vinculados con el cumplimiento de la Agenda 2030, incluyendo entidades federativas y los municipios, los poderes legislativo y judicial federales, y los organismos constitucionales autónomos, así como los representantes de organizaciones internacionales, del sector privado, de la sociedad civil y la academia.



Figura 86 Integrantes del Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible perteneciente al Gobierno Federal. Fuente Gobierno de México (2019)

En lo que respecta al seguimiento y monitoreo como se indicó en el capítulo 1, el encargado es el CTEODS creado en 2015. Para generar la información estadística y geográfica necesaria para crear los indicadores globales de los ODS a los que el país se ha comprometido, el Gobierno de México se apoyará en el

Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), coordinado por el INEGI. El CTEODS en su constitución (Figura 87) fomenta una manera holística y coordinada de medir el avance del cumplimiento de los ODS. El INEGI, a través de los Comités Estatales de Información Estadística y Geográfica (CEIEG) apoyará a los órganos de Seguimiento e Implementación (OSI) de la Agenda 2030 en cada una de las entidades federativas.

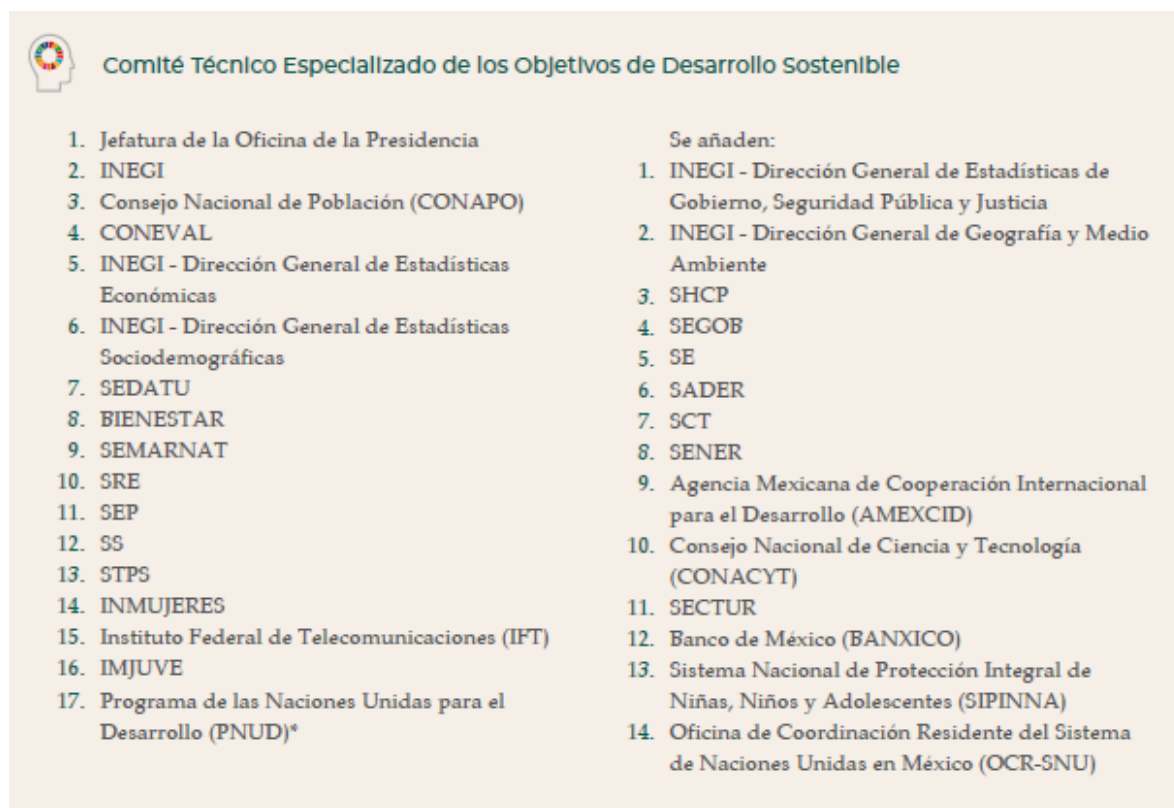


Figura 87 Integrantes del CTEODS encargado del monitoreo y seguimiento del cumplimiento de la Agenda 2030. Fuente Gobierno de México (2019)

El Gobierno de la Ciudad de México plantea el desarrollo de los ODS bajo el marco del Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024, una propuesta para el desarrollo sostenible (Gobierno Ciudad de México, 2019), en este documento se unifican los objetivos de la Agenda 2030, con el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, el Pacto de Milán hacia una Política Alimentaria Urbana, la Declaración y Plataforma de Acción de Beijing y otros acuerdos sobre desarrollo

sostenible urbano. En esta visión de la actual administración de la CDMX se organiza en seis ejes de gobierno

- Igualdad de Derechos
- Ciudad Sustentable
- Más y mejor movilidad
- Ciudad de México, Capital Cultural de América
- Cero Agresión y Mayor Seguridad
- Ciencia, Innovación y Transparencia

En cada uno de los ejes hay acciones gubernamentales que han guiado su cumplimiento, sin embargo, no es claro el marco institucional sobre el que se actúa para el cumplimiento de la Agenda 2030 ni tampoco se establece un mecanismo similar al del CTEODS para monitorear el avance. Bajo este escenario es necesario establecer que organismos gubernamentales deben atender cada uno de los ODS y cómo debe llevarse a cabo el monitoreo de estos objetivos, preferentemente utilizando un índice como el SDG Index para evaluar cómo han avanzado cada uno de los ODS y la Agenda 2030 en su conjunto y no se elabora una lista de acciones que se han implementado puesto que debe además dar seguimiento a estas para realmente asegurar que han aportado al desarrollo sostenible.

El Estado de México en el 2017 conformó el Consejo Estatal de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que según indica el decreto con el que fue promulgada su creación, tendrá finalidad coordinar las acciones necesarias para la formulación, ejecución control y seguimiento de estrategias y programas que propicien la consecución de los objetivos y metas de la Agenda 2030 (Poder Ejecutivo del Estado de México, 2017). También se establece que el consejo será presidido por el Titular Ejecutivo y las dependencias que formarán parte serán la Secretaría General de Gobierno, la Secretaría de Seguridad, la Secretaría de Finanzas, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Trabajo, la Secretaría de Educación, la Secretaría de Desarrollo Social, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Desarrollo

Agropecuario, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Turismo, Secretaría de Cultura, Secretaría de la Contraloría, Secretaría de Obra Pública, Secretaría de Movilidad, Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Justicia y Derechos Humanos, un total de 18 dependencias miembros del consejo que sesionará al menos una vez al año.

Con lo revisado de la implementación y el marco institucional tanto del Estado de México como de la Ciudad de México la propuesta parte de que es indispensable para tratar el desarrollo sostenible en la Ciudad de México y el área metropolitana es necesario que la coordinación entre ambas entidades federativas se formalice para homologar metas y esfuerzos en áreas que requieren de la participación de ambos gobiernos estatales puesto que los problemas de sostenibilidad son transversales a las delimitaciones políticas de ambas entidades federativas. El primer paso sería la creación de un consejo similar al que se creó en el Estado de México donde se integren todas las dependencias gubernamentales de la Ciudad de México que participarán en la acción y seguimiento de las metas y objetivos planteados por la Agenda 2030, estos consejos estarán sujetos a su vez al CTEODS y deberán estar supervisados por la PNUD en México para validar sus cursos de acción, así como los indicadores utilizados para medir el avance en cada ODS.






El Consejo Estatal de la Ciudad de México encargado del cumplimiento de la Agenda 2030 deberá estar organizado como su análogo del Estado de México, concentrando los esfuerzos de las dependencias relacionadas con los el alcance de cada ODS y de los ejes propuestos para alcanzar una ciudad sostenible. Las dependencias incluidas deberán ser la Secretaría de Gobierno, Secretaría de Administración y Finanzas, Secretaría de Movilidad, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Secretaría de Trabajo y Fomento del Empleo, Secretaría de Salud, Secretaría de Inclusión y Bienestar Social, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación, Secretaría de las Mujeres, Secretaría de Cultura, Secretaría de Obras y Servicios, Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos, Secretaría de Pueblos y Barrios Originarios y Comunidades Indígenas Residentes, Secretaría de Seguridad

Ciudadana y Secretaría de Turismo y Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de la Contraloría un total de 18 dependencias.

Para cada ODS se establecen las secretarías de cada estado que más involucradas estén con el cumplimiento de las metas de cada objetivo, posteriormente la integración se realizará siguiendo los seis ejes que ha planteado el Gobierno de la Ciudad de México, identificando los ODS involucrados así como considerando la priorización de estos conforme a los bloques establecidos en la sección 3.1.1 del análisis de regresión, Urbanización Sostenible, Gobernabilidad, Crecimiento Sostenible, Sociedad Sostenible.

Tabla 18

Relación de los ODS con las dependencias de gobierno de la CDMX y el Edomex

ODS	Dependencias Gubernamentales
	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria de desarrollo económico (CDMX, Edomex) • Secretaria de Trabajo y Fomento del Empleo (CDMX) • Secretaría de Trabajo (Edomex) • Secretaría Inclusión y bienestar social (CDMX) • Secretaría Desarrollo Social (Edomex)
	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria Inclusión y bienestar social (CDMX) • Secretaria de Desarrollo Agropecuario (Edomex) • Secretaría de Salud (CDMX, Edomex) • Secretaría Desarrollo Social (Edomex)
	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria de salud (CDMX, Edomex)
	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria de educación (Edomex) • Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (CDMX)
	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de mujeres (CDMX) • Secretaria Justicia y Derechos Humanos (Edomex)



- Secretaria de Obras y Servicios (CDMX)
- Secretaria Desarrollo Urbano y Metropolitano (Edomex)
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (CDMX)
- Secretaría de Obra Pública (Edomex)



- Secretaria de Obras y Servicios (CDMX)
- Secretaria Desarrollo Urbano y Metropolitano (Edomex)
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (CDMX)
- Secretaría de Obra Pública (Edomex)



- Secretaria de desarrollo económico (CDMX, Edomex)
- Secretaría de Administración y Finanzas (CDMX)
- Secretaría de Finanzas (Edomex)
- Secretaria de Trabajo y Fomento del Empleo (CDMX)
- Secretaría de Trabajo (Edomex)



- Secretaria de Obras y Servicios (CDMX)
- Secretaría de Obra Pública (Edomex)
- Secretaria de desarrollo económico (CDMX, Edomex)
- Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (CDMX)
- Secretaria de comunicaciones (Edomex)



- Secretaría Inclusión y bienestar social (CDMX)
- Secretaría Desarrollo Social (Edomex)
- Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (CDMX)
- Secretaria de educación (Edomex)
- Secretaria de salud (CDMX, Edomex)
- Secretaria de desarrollo económico (CDMX, Edomex)
- Secretaría de Pueblos y Barrios Originarios y Comunidades Indígenas Residentes (CDMX)
- Secretaria Justicia y Derechos Humanos (Edomex)



- Secretaria de Obras y Servicios (CDMX)
 - Secretaría de Obra Pública (Edomex)
 - Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos (CDMX)
 - Secretaría de Movilidad (CDMX, Edomex)
 - Secretaria Desarrollo Urbano y Metropolitano (Edomex)
 - Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (CDMX)
 - Secretaría del Medio Ambiente (CDMX, Edomex)
 - Secretaría de Cultura (CDMX, Edomex)
 - Secretaria de Turismo (CDMX, Edomex)
-

 <p>12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de desarrollo económico (CDMX, Edomex) • Secretaría del Medio Ambiente (CDMX, Edomex)
 <p>13 ACCIÓN POR EL CLIMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría del Medio Ambiente (CDMX, Edomex)
 <p>15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría del Medio Ambiente (CDMX, Edomex) • Secretaria Desarrollo Urbano y Metropolitano (Edomex) • Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (CDMX)
 <p>16 PAZ Y JUSTICIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de Gobierno (CDMX) • Secretaría General de Gobierno (Edomex) • Secretaría de Seguridad Ciudadana (CDMX) • Secretaría de Seguridad (Edomex) • Secretaría de la Contraloría (CDMX, Edomex)
 <p>17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de Gobierno • Secretaría de Administración y Finanzas (CDMX) • Secretaría de Finanzas (Edomex)

Nota. Fuente Elaboración propia

En la Tabla 18 se muestra la relación entre cada ODS y las secretarías de gobierno cuya función está más enfocada en cumplir las metas que cada ODS plantea. Ahora los seis ejes que plantea la CDMX para alcanzar una sociedad sostenible se dividen en los bloques propuestos a partir del IP (Índice de Prioridad) como marco en que se desarrollarán cada una de las dependencias de Gobierno (Tabla 19). En conjunción de los ejes y de los bloques es posible determinar cómo cada dependencia interactuará con otra para cubrir los ejes de acción de acuerdo al nivel de prioridad que podrían tomarse por un orden a seguir en la implementación de políticas conjuntas. Aunado a este programa de implementación de los ODS, desde los gobiernos de la CDMX y el Estado de México todo debe estar sujeto al CTEODS y a los mecanismos de evaluación y seguimiento determinados por la federación complementados por seguimientos propios que se publiquen de manera anual o inclusive en períodos más cortos, para tener una referencia sobre el avance




















en cada eje y en cada ODS. En esta tarea son importantes las nuevas plataformas de información, una es DataMun que hace un recuento de información útil de los municipios del país, esta es generada por el INEGI, y la Plataforma de Análisis para el Desarrollo (PAD) lanzada en 2020 por la PNUD México.

Además de la integración gubernamental a nivel entidad federativa es necesaria la participación de los gobiernos de las alcaldías para un monitoreo de mayor localización de los indicadores de las metas y además la implementación de las políticas públicas que sean la indicada para las condiciones específicas de cada lugar. Por otro lado, para el cumplimiento cabal de la Agenda 2030 será necesaria la participación de la iniciativa privada, organizaciones de la sociedad civil y la ciudadanía en general.

Tabla 19

ODS de cada eje del desarrollo sostenible organizados desde los bloques de prioridad

Eje Desarrollo Sostenible	Gobernabilidad	Urbanización sostenible	Crecimiento Sostenible	Sociedad Sostenible
Igualdad de Derechos				
Ciudad Sustentable				
Más y mejor movilidad				

Ciudad de México, Capital Cultural de América					
Cero Agresión y Mayor Seguridad					
Ciencia, Innovación y Transparencia	 	 	 		
					

Nota. Fuente Elaboración propia

Capítulo 4. El análisis de los resultados principales y la prospectiva de implementación

En este capítulo, se lleva a cabo el análisis de los resultados principales acerca de las interacciones de los ODS contextualizado para un caso urbano, en específico la Ciudad de México lo cual incluye la entidad federativa como tal y su zona metropolitana.

De acuerdo a lo desarrollado en el estudio de las interacciones en el capítulo 3, el análisis se hará desde cuatro enfoques, los ODS como un sistema de metas para 2030, la estructura de la Agenda 2030, la evolución de los ODS y el marco institucional de implementación.

Los ODS como un sistema de metas para 2030 se refiere a los resultados del análisis de las interacciones mediante el coeficiente de Spearman que dio pie a la construcción de la matriz de impacto cruzado que a partir de tres índices Influencia Neta(IN), Tasa de Influencia (TI) e Índice de Prioridad(IP) determinó el lugar que ocupa cada ODS en el conjunto y cómo estos se pueden organizar en bloques de acuerdo a la prioridad respecto a cómo deberían ser enfocados los esfuerzos de implementación, Gobernabilidad, Urbanización Sostenible, Crecimiento Sostenible y Sociedad Sostenible.

La estructura de la Agenda 2030 hace referencia a los resultados del análisis realizado del sistema de ODS desde la perspectiva de la teoría de redes, aquí se obtuvieron las estructuras en que se concentran los ODS de acuerdo a los valores de interacción que poseen, a los grados de entrada y salida, además, mediante la medida de centralidad de vector propio, se establecieron los ODS de mayor importancia dentro de la red y vía la modularidad se obtuvieron clústeres de ODS densamente conectados.

La evolución de los ODS hace referencia a los resultados obtenidos de la simulación del modelo de interacciones que determina el avance conjunto de los ODS. Aquí también se incluyen los resultados de las políticas propuestas para modificar la evolución de los ODS hacia el 2030 y el impacto que ha tenido la pandemia por COVID-19 en esta última.

Finalmente, el marco institucional de implementación se refiere a los resultados de las dependencias gubernamentales propuestas para abordar la implementación de la Agenda 2030 en un esquema de cooperación de la Ciudad de México y el Estado de México, así como los gobiernos locales de cada alcaldía y el Gobierno Federal, esto con el fin de crear planes conjuntos y planear una aplicación eficiente y sinérgica de toda acción referente al desarrollo sostenible.

4.1 Los ODS como un sistema de metas para el 2030

La Agenda 2030 es planteada como un programa de objetivos y metas indivisible y que desde su creación en 2015 fue establecida como la ruta propuesta por la ONU para alcanzar el desarrollo sostenible, esto implica tres aspectos fundamentales, lo social, lo económico y lo ambiental, así cada ODS establece una serie de metas que deberán ser alcanzadas mediante diversas acciones y cambios en los paradigmas del desarrollo de los países, sin embargo, queda la pregunta de cómo implementar esta Agenda y cuáles serán las relaciones que existen entre los 17 ODS establecidos.

Para el caso de Ciudad de México se encontró que las interacciones derivadas del análisis de regresión de Spearman, obtenido a partir del SDG Index para distintos centros urbanos del país y su posterior mapeado a una escala de siete puntos típicamente utilizada en la evaluación de los grados de interacción entre ODS, dan pie a clasificar los ODS que son influyentes, otros que son de control y otros que son más sensibles de acuerdo a la relación que entre hay entre la influencia y la sensibilidad de cada objetivos. Los influyentes son el ODS 17 (Cooperación), ODS 11 (Ciudades), ODS 6 (Saneamiento Agua), ODS 7 (Energía

asequible) y ODS 16 (Gobernanza), estos son los que más interacciones positivas tienen y tienen un efecto que impulsa en su conjunto a los ODS, por otra parte, están los ODS denominados sensibles, los cuales son los que más influencia reciben de los otros objetivos, estos son ODS 3 (Salud), ODS 10 (Reducción de desigualdades), ODS 1 (Reducción de la pobreza) y ODS 2 (Eliminación del hambre). Una forma de pensar estos objetivos es como las salidas de sistema que es la Agenda 2030, un tercer grupo, los ODS de control tienen valores similares de influencia y sensibilidad por lo cual podrán fungir como refuerzo para cierto algún tipo de acciones implementadas y en otras se verán beneficiados, finalmente están los ODS excluidos con baja sensibilidad y baja influencia, incluso llegando a ser negativa lo que implica que los efectos de estos ODS son netamente negativos, esto es que su avance de cierta manera perjudica a otros ODS mientras que el avance de los otros ODS también frena su progreso, ambos ODS son del tipo ambiental por lo cual aquí es posible vislumbrar el efecto de contraposición que existe entre los avances sociales y económicos respecto a los ambientales. Para profundizar en cómo podrían ser implementados partiendo de las clasificaciones descritas, se calcularon tres índices: IN (Influencia neta), que evalúa la influencia total de un ODS, la TI (Tasa de Influencia) que permite cuantificar que tan eficiente resultará el avocarse en implementar acciones sobre algún ODS, esto se puede traducir en presupuesto o tiempo y el IP (Índice de prioridad) que suma los índices anteriores ponderándolos según sea la política de implementación que se desee seguir, si hay suficientes recursos se pondera mayormente la IN para lograr el mayor impacto mientras que si se pondera la TI lo que se escoge es una utilización de los recursos eficientemente, en el caso de la CDMX se optó por un equilibrio ponderando ambos índices con 0.5. La idea general del IP es establecer en qué orden pueden ser implementadas las acciones sobre grupos de ODS para alcanzar la agenda 2030.

De acuerdo al IP los ODS se pueden clasificar en cuatro bloques que orientan en su implementación. El primero designado como Gobernabilidad incluye solamente dos ODS, el ODS 16 y ODS 17, aun cuando son solo dos, estos dos objetivos sustentan cualquier intento de alcanzar cualquier otro ODS pues determinan la estructura jurídica, institucional y de operación requerida para

emprender acciones en los subsecuentes bloques. El siguiente es el bloque de Urbanización Sostenible, fundamental para las ciudades porque da las pautas de cómo debe organizarse la ciudad para transitar hacia la sostenibilidad. Los ODS aquí incluidos dan un nuevo nivel de estructura al tratarse de los objetivos que determinan los servicios básicos en una ciudad, ODS 7, ODS 6, los controles para un desarrollo sostenible dentro de la urbe, ODS 12 y ODS 15 y un ODS rector, el ODS 11 que marca la ruta para la sostenibilidad de las ciudades para afrontar los problemas que se proyectan aquejarán a las ciudades como la sobrepoblación, la dificultad de que los servicios básicos sean cubiertos, como el servicio de agua potable, el problema de la vivienda, la cuestión del transporte tan vital en una ciudad donde los desplazamientos diarios de personas se miden en millones de usuarios del transporte público y la urbanización no planificada que deriva en precariedad de los asentamientos humanos en las periferias de la ciudad. En este bloque se identifica el núcleo de ODS que mayor relación tienen con el ODS 11, considerando el nivel de prioridad y la influencia que ejercen sobre los ODS de los bloques posteriores, por lo cual también son los ODS que son esenciales para lograr alcanzar la Agenda 2030 en la Ciudad de México.

El tercer bloque denominado Crecimiento Sostenible, se integra por ODS que pugnan por el crecimiento económico, ODS 8, ODS 9 y el desarrollo social ODS 5, ODS 4 sin dejar de lado el impacto que esta fase de expansión de actividades humanas tiene sobre el ambiente, ODS 15. Este bloque aprovecha las estructuras generadas por los bloques anteriores para desarrollar el potencial de la sociedad en actividades productivas como lo son la educación y el trabajo con miras a alcanzar un crecimiento económico sostenido y ecológico donde ningún integrante de la sociedad se quede atrás promoviendo a la vez los cambios necesarios para que la equidad entre hombres y mujeres sea plena y ambos sean participes del bienestar social sin ningún tipo de restricción.

Por último, el bloque de Sociedad Sostenible se refiere a ODS que se pueden concebir como las salidas del sistema de objetivos que se ha conformado, la evolución de estos marcará como las acciones implementadas han afectado al

conjunto de ODS y que tan cerca está de cumplirse la Agenda 2030. Los parámetros de salida entonces serán la salud y bienestar de la población ODS 3, totalmente relacionado con el estado del sistema de salud, su universalidad, la calidad de atención y los programas de prevención que sean implementados para disminuir los riesgos en la salud de la población; la prevalencia de la desnutrición entre la población, ODS 2, la superación de la condición de pobreza , ODS 1, y la disminución de las desigualdades que existen entre todos los integrantes de la sociedad, donde exista un acceso igualitario a oportunidades en todo ámbito del desarrollo de la vida en sociedad en una ciudad como lo es la CDMX. Todo este bloque refleja en su conjunto las aspiraciones de la Agenda 2030, que todos sean partícipes del bienestar social sin comprometer el bienestar de las sociedades futuras.

4.2 La estructura de la Agenda 2030

La red de ODS construida a partir de la matriz de impacto cruzado (Figura 42) permite visualizar la influencia y la dependencia o sensibilidad de cada ODS dentro del conjunto, esto está dado por el grado de salida con peso y el grado de entrada con peso respectivamente. Los ODS de mayor influencia son el ODS 17, el ODS 11 y el ODS 8, esto quiere decir que la suma de los valores de interacción de estos objetivos con los demás es la más alta por lo cual predominan interacciones positivas. Por un lado se tiene que las acciones de cooperación tienen un impacto importante en el desarrollo de los ODS, esto sin duda está relacionado con la implementación de programas provenientes del nivel federal de Gobierno o de entidades no gubernamentales nacionales o internacionales que extienden pautas sobre la actuación para promover el desarrollo sustentable, el ODS 11 al ser un ODS con metas especiales para las ciudades no podía dejar de ser de lo más influyentes, puesto que las acciones que se tomen en este ámbito repercuten en toda la red de ODS y finalmente el ODS 8, crecimiento económico, que promueve directamente o indirectamente los ODS de tipo económico o de tipo social. Los menos influyentes y que incluso llega a ser negativo su grado de salida son el ODS 3, ODS 12 y ODS 15, los últimos relacionados al medio ambiente y su interacción

con la actividad económica, en este caso el que sea tan baja su influencia se debe a que existe una contraposición entre el crecimiento económico y la preservación del medio ambiente en ciertos puntos coyunturales como lo que refleja el ODS 12. El caso de la baja influencia del ODS 3 se comprende si se toma en cuenta que este objetivo es más una salida que en una entrada de influencia del sistema de la Agenda 2030. En cuanto a los ODS más sensibles estos son el ODS 2, ODS 1 y el ODS 8, el caso de eliminación de la pobreza y establecer la seguridad alimentaria son salidas finales de la Agenda 2030 de acuerdo al IP obtenidos para ambos objetivos, así, su cumplimiento, marca la cercanía de ser cubierto el desarrollo sostenible esperado, al menos en el contexto analizado, por esta razón es consistente que estos ODS sean tan dependientes del avance de los demás. El caso del ODS 8 es especial porque marca un punto de retroalimentación, por un lado, genera una influencia importante sobre los demás ODS, pero también estos influyen sobre este, esto deja de manifiesto su importancia para toda la red. Los menos sensibles son el ODS 16, ODS 15 y ODS 12, estos requerirán acciones especiales puesto que el efecto del avance de los demás ODS no es tendrá impacto significativo en estos, en el caso del ODS 16 se entiende desde su posición como ODS para sustentar a los demás, mientras el ODS 15 y ODS 12 ante sus contraposiciones a otros objetivos será necesario implementar acciones que contravengan esto en cierto grado.

Por otra parte, se extrajeron de la red completa de ODS tres subredes de acuerdo al tipo de interacciones que tiene los ODS, primero interconexiones fuertemente positivas con valores de +3 y +2, otra con interconexiones positivas, que son la mayoría, de valores +1 y una última que incluía solo las interacciones negativas. Para cada subred se aplicó el algoritmo de distribución Yifan Hu Proporcional que distribuye los nodos de tal manera que quedan hacia el centro los ODS con más interconexiones. El núcleo de nodos de interconexiones fuertemente positivas lo conforman el ODS 8, el ODS 17, el ODS 11, el ODS 9, el ODS 1, esto podría verse como un bloque indivisible de interacciones positivas o de sinergias el cual debe implementarse de manera conjunta, cabe resaltar que en este conjunto

están los ODS que más influencia tienen, así que al también estar fuertemente interconectados hacen un grupo que se retroalimenta positivamente.

Considerando las interacciones cuyo valor es +1, que pueden describirse como moderadas, se forma una subred que puede describirse como un núcleo de dos objetivos, ODS 17 y ODS 5 y una periferia concéntrica bien delimitada que la componen el ODS 10, ODS 16, ODS 4, ODS3, ODS 6, ODS9, ODS 2 y ODS 13, esto bloque central que influye positivamente con la periferia descrita podría ser el conductor para que esta última se desarrolle de mejor forma, sobre todo porque el ODS 17 es el de mayor influencia y también es central en la subred fuertemente positiva, el ODS 5 resulta un objetivo que no tiene impacto tan grande dada los valores de sus interacciones, sin embargo, al ser estas tan variadas su efecto se extiende por toda la red.

La medida de centralidad utilizada para distinguir la importancia de los nodos dentro de la red fue la de vector propio, Se obtuvo que los ODS con el mayor valor para este indicador son el ODS 1, ODS 2, ODS 8, ODS 10 y ODS 4 lo que implica que estos ODS tienen más conexiones y por ende las relaciones nulas con otros pares de ODS no es común, por esta razón es indispensable considerarlos al analizar los posibles cursos de acción sobre un ODS o un grupo de estos ya que es probable que sea necesario tomar en cuenta cómo este grupo de cinco ODS puede interactuar con ellos. Caso contrario ODS 13, ODS 7 y ODS 16 que tienen los menores grados de este tipo de centralidad y por lo tanto son más comunes las interacciones de tipo nulo, en este caso el análisis de las interacciones respecto a estos ODS debe ser más específico.

El último análisis realizado en esta sección fue la búsqueda de clústeres mediante la modularidad y utilizando una resolución de 1.0 para el algoritmo implementado por el software Gephi™. Se obtuvieron tres clústeres con un valor de modularidad 0.148, implicando más conexiones dentro los clústeres que entre estos, aunque no es tan grande considerando que el valor máximo es 1. El primer clúster o comunidad lo conforman el ODS 3, ODS 4, ODS 11, ODS 12, ODS 7 y

ODS 16, la segunda comunidad el ODS 9, ODS 1, ODS 2, ODS 8 y ODS 6 y la tercera comunidad la conforman el ODS 10, ODS 5, ODS 13, ODS 15 y ODS 17. Lo primero que se debe notar que los tres ODS de mayor influencia (17,11,8) son separados en cada una de las comunidades, los tres ODS con menor rango de influencia (3,15,2) también están separados. En cuanto a los ODS de más sensibilidad (1,2,8) están en la misma comunidad y los de menos sensibilidad dos están juntos (16 y 12) y uno aislado el ODS 15. Para el caso del grado de centralidad de vector propio los tres primeros lugares (1,2,8) están en una sola comunidad lo que es consistente puesto que las conexiones son mayores de esta manera en esa comunidad. De acuerdo a esta relación de las comunidades con los grados de entrada y los grados de salida y el grado de centralidad de vector propio se concluye que estas comunidades responden a tres grupos que podrían ser implementados de manera conjunta dada la interconexión interna de estas.

4.3 La evolución de los ODS

La simulación de la evolución de los ODS arrojó que el alcance hacia el 2030 tiene comportamientos variados de acuerdo a dos factores principalmente, el estado a 2018 del avance del ODS y el tipo de interacciones que un ODS tiene con los demás, esto es notorio, por citar un ejemplo, en el ODS 12, para el cual al comparar su crecimiento en el escenario de no interacciones y de interacciones resulta que tiene un mejor desempeño cuando no existen interacciones, caso contrario a la práctica totalidad de los objetivos. En la simulación original del progreso de los ODS (Figura 56) los ODS más aventajados son el ODS 17, ODS 5 y ODS 9 para el caso de la CDMX, seguido del ODS 2 y el ODS 11. El ODS que presenta el mayor crecimiento en este escenario es el ODS 1 corroborando que es un ODS que presenta cambios en su comportamiento por las interacciones con los otros ODS, también hay una tasa de crecimiento mayor a la media para el ODS 8 y ODS 10, caso contrario, ODS con una tasa de crecimiento ralentizada se encuentran el ODS 12 y el ODS 13 producto de las interacciones negativas de estos ODS con los demás. Al final se encuentra el ODS 6 que empieza en el nivel más bajo y sin embargo su tasa de crecimiento no es tan baja como otros.

El primer análisis de sensibilidad consistió en observar que tanto influyen las interacciones sobre el desempeño de los ODS, el resultado fue que es importante esta interacción pudiendo modificar hasta un 0.322 en el alcance del ODS 6 lo que es una diferencia considerable, hay otros donde es prácticamente nula como el ODS 15 o negativa como ya se señalé el caso del ODS 12. Con esto se constata la importancia de las interacciones en la evolución de los ODS y que el modelo efectivamente es capaz de integrarlas. Los ODS que presentan una diferencia mayor entre el caso base y las corridas sin la interacción se denominan sensibles diferenciados del análisis de regresión porque estos son sensibles en un sentido dinámico, los más sensibles en este sentido son el ODS 6, ODS 8, ODS 10, ODS 1 y ODS 2 que con la excepción del ODS 6 son los mismos que en el análisis de regresión fueron determinados con la misma etiqueta, lo mismo sucede con los menos sensibles ODS 12 y ODS 15. De esto se puede concluir que la sensibilidad obtenida de un análisis que podría determinarse como estático se ve reflejada en las características dinámicas.

El siguiente análisis, el efecto de un ODS sobre todos, tiene como resultado que los ODS más influyentes son el ODS 11, ODS 8 ODS 16 y ODS 17 coincidiendo de nueva cuenta con lo obtenido previamente y en el caso de los menos influyentes se tiene el ODS 15 y ODS 10, uno por la contraposición de sus metas con otros ODS y otro porque es un objetivo sensible que recibe influencia en vez de difundirla. Una cuestión para resaltar en este análisis es que las diferencias entre las distintas corridas modificando el alcance de cada ODS respecto a un escenario base no son muy grandes, la mayor diferencia para el ODS 11 es de 0.016, con esto se infiere que el efecto más grande para el avance de los ODS se daría en modificaciones entre grupos de ODS y no el efecto del cambio de uno solo, esto confirma además el sentido de este trabajo de tesis que busca una integración de los ODS y no solo mejoras individuales. Respecto al ODS 11 como el más influyente en el sentido dinámico es otro punto positivo de este modelo porque centra los efectos sobre los ODS desde el objetivo para las ciudades por excelencia.

La cuestión de las políticas por un lado permitió evaluar cómo se comporta el modelo ante la modificación de ciertos grupos de ODS en su horizonte de tiempo para ser completados, pero también para poner a prueba todos los resultados de análisis previos donde ciertos grupos de ODS eran integrados bajo diferentes criterios. La política 1 buscaba agrupar los ODS de acuerdo a su nivel de influencia dinámico comenzando con los más influyentes y terminando con los que los son menos, bajo la idea de que estos últimos en el avance de los grupos previos tendrán también una mejora sustancial dado que se ha recortado los horizontes de tiempos de ODS más influyentes. La política 2 busca acelerar el proceso atacando primero a los ODS menos sensibles para lograr un despegue rápido de estos hasta que el último grupo que se implementen acciones estos ya estarán avanzados por el progreso de los grupos previos. La política 3 toma el orden por índice de prioridad enfocándose primero en los de mayor prioridad para posteriormente aplicar las acciones sobre los ODS de menor prioridad puesto que son más sensibles a los efectos de los ODS de mayor IP. La política 4 parte del análisis de las subredes fuertemente positivas, positivas y negativas para aplicar las posibles acciones sobre los núcleos de cada una de estas redes. La política 5 agrupa a los ODS de acuerdo a su valor de centralidad de vector propio priorizando las acciones sobre los que tengan un valor más alto dada su importancia en la red mientras que la política 6 toma las comunidades encontradas en la red de ODS como grupos que a los que se les aplican las acciones sucesivamente de acuerdo a si los ODS que contienen son con lo de menor avance original. La política siete se enfoca en el avance original de cada ODS para enfocarse en los grupos de menor mayor avance y finalmente la política 8 combina el IP con el criterio de avance mínimo de la política 7. Todas las políticas mejoraron en más de 0.30 puntos porcentuales el desempeño de la totalidad de los ODS, pero las que presentaron las mejoras más importantes fueron la política 7 y la política 8 por lo cual el criterio de mínimo avance y la priorización encontrada desde el análisis de regresión son las mejores opciones de políticas que podrían seguirse. Las políticas propuestas no son exhaustivas, podrían proponer se infinidad, sin embargo, las propuestas siguieron criterios definidos por análisis previos para poner a prueba su desempeño en el caso dinámico.

La pandemia de COVID-19 ha sido uno de los eventos de más impacto de los últimos tiempos y esto no podía dejar de afectar a la Agenda 2030 de diversas maneras, por una parte se tienen ODS que en sus metas se han visto severamente afectadas en este período de casi dos años, con retrocesos ante años de avances, el caso más notorio de esto es el ODS 1, que por primera vez desde que se adoptó la Agenda 2030 tuvo un retroceso porque millones de personas fueron empujadas a la pobreza extrema tras las consecuencias económicas que tuvo la pandemia en países de bajo y medio ingreso. En general todos los ODS fueron impactados de manera negativa salvo el ODS 12, ODS 13 y ODS 15 que se vieron levemente beneficiados ante la disminución de diversas actividades humanas que eran contraproducentes para su avance, la cuestión negativa es que tras el regreso de muchas actividades los niveles anteriores a la pandemia se recuperaron. En la simulación que incorpora los efectos de la pandemia se obtiene un período de recuperación que abarca hasta 2022, sin embargo, esto podría modificarse dado que los efectos de la pandemia sobre cada uno de los ODS aún necesitan ser cuantificados para establecer con certeza cómo deberían proyectarse los escenarios de los ODS para 2030, lo que sí es ya notorio son retrocesos en los países menos desarrollados que afrontaron la pandemia con condiciones ya precarizadas en el sistema de salud y de la calidad de vida de los habitantes.

Los efectos de la pandemia deben hacer replantearse lo que implica el desarrollo sostenible por tres razones principales, la primera es cómo ciertos ODS, como el tres, fueron severamente afectados al no existir los sistemas de salud resilientes que eran necesarios para atender la crisis sanitaria, mientras que ODS como el uno vieron agravadas sus falencias históricas, la segunda razón es reconocer la importancia de ciertos ODS como el seis, indispensable para las medidas de higiene básica o el ODS 9 en lo que respecta a infraestructura para las nuevas formas de comunicación, trabajo y estudio y la tercera razón es por la oportunidad que ofreció el descenso de las actividades humanas para vislumbrar que una disminución en las actividades nocivas tendría un efecto positivo sobre el medio ambiente tal y como lo fue por un breve período de tiempo durante las crisis sanitaria.

4.4 El marco institucional de implementación

El marco institucional resulta fundamental porque permite establecer que entidades, en este caso gubernamentales, deben cooperar en la creación e implementación de las acciones que competen al seguimiento de la Agenda 2030. Analizando lo que ha planteado México como país, la Ciudad de México y el Estado de México se concluye que lo referente a los ODS se encuentra inmerso en los planes de desarrollo de cada entidad y del país, además todo lo relacionado a estos está sujeto al Concejo Estatal para atender la Agenda 2030 por parte del Edomex y el esquema establecido a través del CTEODS a nivel federal, en el caso de la Ciudad de México sería necesario la creación de un concejo similar al Estado de México.

Se parte de los ejes propuestos por el Gobierno de la CDMX en su plan de gobierno para alcanzar una ciudad sostenible, Igualdad de Derechos, Ciudad Sustentable, Más y mejor movilidad, Ciudad de México, Capital Cultural de América, Cero Agresión y Mayor Seguridad Ciencia, Innovación y Transparencia y también de los bloques obtenidos mediante el PI (Índice de Prioridad) que permite establecer un progreso en las acciones que deberán tomarse para cada uno de los ejes y además sirve para interrelacionar a las dependencias gubernamentales considerando que cada una de estas se estableció como dictaminadora de las acciones y observadora de los avances de las metas de los ODS que entran en su competencia. El utilizar los bloques Gobernabilidad, Urbanización Sostenible, Crecimiento Sostenible y Sociedad Sostenible marcan la ruta para alcanzar la agenda 2030 sin que esto implique que las acciones deberán tomarse en un estricto orden, sino que, estas pueden ser transversales de acuerdo a lo que requiera cada plan de acción para cada ODS y en el contexto específico que requiera ser aplicado. Esta forma de organizar el marco institucional para la implementación de la Agenda 2030 guarda en su esencia el enfoque de sistemas dado que cada bloque es progresivo en el conjunto de ODS y sus interacciones hasta llegar al bloque de Sociedad Sostenible que puede considerarse como las salidas del sistema y representan las esperanzas y aspiraciones para alcanzar una sociedad más justa, igualitaria y próspera.

Conclusiones generales

Los ODS son los ejes rectores de una sociedad justa, libre, próspera e igualitaria de acuerdo a la visión de la ONU y sus países miembros, sin embargo, el lograr los objetivos que se plantean de manera aislada es un intento en sumo grado complejo dado que las metas e indicadores propuestos para cada objetivo tienen relación directa o indirecta con otros asociados y según los resultados de este proyecto de tesis las interacciones entre ODS pueden llegar a oponerse por lo cual debe considerarse no solo la implementación de programas o políticas públicas para alcanzar una meta, debe implementarse una serie de medidas producto de conocer la interrelación del sistema de metas en cuestión.

A partir de un análisis de regresión de los datos para distintos centros urbanos de México y su mapeo a una tipología de siete puntos se estableció el grado de relación entre pares de objetivos, con esto se obtuvo una estructura de los ODS desde un enfoque sistémico y fue posible establecer el lugar que cada uno ocupaba en el sistema de objetivos permitiendo clasificarlos y agruparlos bajo distintos criterios en relación a las interacciones que estos guardaban, así se estableció que hay cuatro bloques para priorizar los ODS, el bloque de Gobernabilidad que incluye el ODS 16 (Gobierno) y ODS 17 (Cooperación), el bloque de Urbanización Sostenible que incluye el ODS 11 (Ciudades), ODS 12 (Consumo responsable), ODS 6 (Agua), ODS 7 (Energía) y ODS 15 (Ecosistemas terrestres), otro bloque denominado Crecimiento Sostenible, que incluye el ODS 9 (Infraestructura y trabajo digno), ODS 8 (Crecimiento económico), ODS 13 (Clima), ODS 4 (Educación) y ODS 5 (Equidad de Género), finalmente las salidas del sistema, ODS 3 (Salud), ODS 2 (Seguridad alimentaria), ODS 1 (Eliminación pobreza) y ODS 10 (Reducción de desigualdades). Posteriormente, con base en el análisis de regresión se desarrolló un modelo de Dinámica de Sistemas para tratar de establecer como los ODS evolucionarán en el tiempo previsto para la Agenda 2030. Para el caso de la CDMX mediante el modelo dinámico desarrollado se lograron identificar grupos de ODS afines que permiten el planteamiento de políticas públicas determinadas y

cuyo curso específico podrá ser tomado por el decisor de acuerdo a limitaciones de recursos o de temporalidad. Con estos grupos de ODS con interacciones relacionadas se hace patente la importancia del análisis como sistemas de los ODS puesto que da las pautas para aplicar acciones específicas, con planes de acción gubernamentales conjuntos con participación del sector privado y de la población en general. Con esto se resume la principal aportación del presente trabajo que es la obtención de un modelo producto de las ODS como un sistema y así obtener una orientación para la exploración de acciones concretas para cada uno de las áreas determinadas por la Agenda 2030.

La Dinámica de Sistemas en conjunto con el análisis de regresión y la Teoría de Redes, resultaron una descripción adecuada del sistema estudiado (ODS) en lo respectivo a las interrelaciones de los objetivos que conforman la aspiración hacia un desarrollo sostenible porque establecen la estructura del conjunto de objetivos y su correspondiente evolución temporal

El siguiente paso del presente trabajo será establecer las políticas públicas adecuadas parara alcanzar la Agenda 2030 bajo la orientación aquí encontrada, esto requerirá un estudio detallado de cada objetivo, de cada meta y de los indicadores que se están siguiendo, y por otra parte requerirá la cooperación de las entidades gubernamentales que tendrán suministrar la información oportuna y veraz, involucrarse en el desarrollo de los planes y cursos de acción y finalmente tendrán que garantizar la implementación de las acciones propuestas, sin embargo, esto no está garantizado dada la historia política y burocrática del país.

En conclusión, el objetivo general y los objetivos específicos de esta tesis fueron cumplidos.

Referencias bibliográficas

ADYEL, T. M. (2020). ACCUMULATION OF PLASTIC WASTE DURING COVID-19. SCIENCE, 369(6509), 1314-1315.

AKOGLU, H. (2018). USER'S GUIDE TO CORRELATION COEFFICIENTS. TURKISH JOURNAL OF EMERGENCY MEDICINE, 18(3), 91-93.

ALCÁNTARA, M. (2020, 17 JULIO). VIOLENCIA DOMÉSTICA CONTRA LA MUJER AUMENTA 60% EN MÉXICO DURANTE LA PANDEMIA. FORBES. [HTTPS://WWW.FORBES.COM.MX/WOMEN-VIOLENCIA-MUJER-HOGAR-AUMENTA-60-PANDEMIA/](https://www.forbes.com.mx/women-violencia-mujer-hogar-aumenta-60-pandemia/)

ARCADE, J., GODET, M., MEUNIER, F., & ROUBELAT, F. (1999). STRUCTURAL ANALYSIS WITH THE MICMAC METHOD & ACTOR'S STRATEGY WITH MACTOR METHOD. AMERICAN COUNCIL FOR THE UNITED NATIONS UNIVERSITY.

BALA, B. K., ARSHAD, F. M., & NOH, K. M. (2017). STOCK AND FLOW DIAGRAM. IN SYSTEM DYNAMICS (PP. 53-118). SPRINGER, SINGAPORE.

BERTELSMANN STIFTUNG AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK: NEW YORK, NY, USA

BLONDEL, V. D., GUILLAUME, J. L., LAMBIOTTE, R., & LEFEBVRE, E. (2008). FAST UNFOLDING OF COMMUNITIES IN LARGE NETWORKS. JOURNAL OF STATISTICAL MECHANICS: THEORY AND EXPERIMENT, 2008(10), P10008.

BUTLER, G., PILOTTO, R. G., HONG, Y., & MUTAMBATSERE, E. (2020). THE IMPACT OF COVID-19 ON THE WATER AND SANITATION SECTOR. INT. FINANC. CORP, 6.

CÁMARA VALENCIA (2019). ESQUEMA DE LOS ODS DE LA ONU [ILUSTRACIÓN]. [HTTPS://NEGOCIOSOSTENIBLE.CAMARAVALENCIA.COM/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/12/ODS-RUEDA-1.PNG](https://negociosostenible.camaravalencia.com/wp-content/uploads/2020/12/ODS-RUEDA-1.PNG)

CITYBANAMEX. (2018). ÍNDICE DE CIUDADES SOSTENIBLES 2018. [HTTPS://INDICECIUDADESSOSTENIBLES2018.LNPP.CIDE.EDU/RESOURCES/REPORTE_COMPLETO.PDF](https://indiceciudadesostenibles2018.lnpp.cide.edu/resources/reporte_completo.pdf)

COOPMAN, A., OSBORN, D., ULLAH, F., AUCKLAND, E., & LONG, G. (2016). SEEING THE WHOLE: IMPLEMENTING THE SDGs IN AN INTEGRATED AND COHERENT WAY.

FADER, M., CRANMER, C., LAW FORD, R., & ENGEL-COX, J. (2018). TOWARD AN UNDERSTANDING OF SYNERGIES AND TRADE-OFFS BETWEEN WATER, ENERGY, AND FOOD SDG TARGETS. FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE, 6, 112. [HTTPS://DOI.ORG/10.3389/FENVS.2018.00112](https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00112)

FONSECA, L. M., DOMINGUES, J. P., & DIMA, A. M. (2020). MAPPING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS RELATIONSHIPS. SUSTAINABILITY, 12(8), 3359.

FORD, A. (2010). MODELING THE ENVIRONMENT (2ND ED.). ISLAND PRESS.

FORTUNATO, S. (2010). COMMUNITY DETECTION IN GRAPHS. PHYSICS REPORTS, 486(3-5), 75-174.

GOBIERNO CIUDAD DE MÉXICO (2019) PROGRAMA DE GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO 2019-2024, UNA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO DE MÉXICO.2018. ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA AGENDA 2030. DISPONIBLE EN [HTTPS://WWW.GOB.MX/CMS/UPLOADS/ATTACHMENT/FILE/412433/ESTRATEGIA_NACIONAL_IMPLEMENTACION_AGENDA_2030.PDF](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412433/ESTRATEGIA_NACIONAL_IMPLEMENTACION_AGENDA_2030.PDF)

GOBIERNO DE MÉXICO (2019). INDICADORES POR OBJETIVO Y META. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE MÉXICO. [HTTPS://AGENDA2030.MX/INDEX.HTML?LANG=ES#/HOME](https://AGENDA2030.MX/INDEX.HTML?LANG=ES#/HOME)

GOBIERNO DE MÉXICO (2019) ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA 2030 EN MÉXICO

GOBIERNO DE MÉXICO (2021) INFORME NACIONAL VOLUNTARIO 2021, AGENDA 2030 EN MÉXICO
GOBIERNO CIUDAD DE MÉXICO (2019) PROGRAMA DE GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO 2019-2024, UNA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

GORDON, T. J. (2014). CROSS-IMPACT ANALYSIS. IN INTRODUCTION TO THE FUTURES METHODS RESEARCH SERIES. FUTURES

GPA. (2020). SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 7 (ENERGY) AND COVID-19 IN SITUATIONS OF DISPLACEMENT: A BRIEFING NOTE. GLOBAL PLAN OF ACTION. [HTTPS://WWW.HUMANITARIANLIBRARY.ORG/SITES/DEFAULT/FILES/2020/07/GPA_BRIEFING_NOTE_ON_ENERGY_IN_THE_COVID-19_HUMANITARIAN_RESPONSE.PDF](https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2020/07/GPA_BRIEFING_NOTE_ON_ENERGY_IN_THE_COVID-19_HUMANITARIAN_RESPONSE.PDF)

GRIGGS, D. J., NILSSON, M., STEVANCE, A., & MCCOLLUM, D. (2017). A GUIDE TO SDG INTERACTIONS: FROM SCIENCE TO IMPLEMENTATION. INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE, PARIS. <https://doi.org/10.1002/sd.2107>

IEESYSTEMS (2020) [HTTPS://WWW.ISEESYSTEMS.COM/](https://www.iseesystems.com/)

INEGI. (2021). ENCUESTA PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO COVID-19 EN LA EDUCACIÓN (ECOVID-ED) 2020. [HTTPS://WWW.INEGI.ORG.MX/CONTENIDOS/INVESTIGACION/ECOVIDED/2020/DOC/ECOVID_ED_2020_PRESENTACION_RESULTADOS.PDF](https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/ecoVIDED/2020/DOC/ECOVID_ED_2020_PRESENTACION_RESULTADOS.PDF)

KROLL, C., WARCHOLD, A., & PRADHAN, P. (2019). SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs): ARE WE SUCCESSFUL IN TURNING TRADE-OFFS INTO SYNERGIES? PALGRAVE COMMUNICATIONS, 5(1), 140. [HTTPS://DOI.ORG/10.1057/S41599-019-0335-5](https://doi.org/10.1057/s41599-019-0335-5)

LE BLANC, D. (2015). TOWARDS INTEGRATION AT LAST? THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AS A NETWORK OF TARGETS. SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 23(3), 176–187. [HTTPS://DOI.ORG/10.1002/SD.1582](https://doi.org/10.1002/sd.1582)

MACHI, L. A., & McEVOY, B. T. (2016). THE LITERATURE REVIEW: SIX STEPS TO SUCCESS (3RD ED). LONDON: CORWIN PRESS.

MAGENDANE, K., & KAPAZOGLU, M. (2021) APPROACHES TO STUDY SDG INTERACTIONS: LITERATURE REVIEW OF RELEVANT FRAMEWORKS.

MAINALI BRIJESH, ET. AL. "EVALUATING SYNERGIES AND TRADE-OFFS AMONG SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs): EXPLORATIVE ANALYSES OF DEVELOPMENT PATHS IN SOUTH ASIA AND SUB-SAHARAN AFRICA" RESERACHGATE.2018

MOYER, J. D., & BOHL, D. K. (2018). ALTERNATIVE PATHWAYS TO HUMAN DEVELOPMENT: ASSESSING TRADE-OFFS AND SYNERGIES IN ACHIEVING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS. FUTURES. DOI:10.1016/J.FUTURES.2018.10.007

NEWMAN MEJ (2004) DETECTING COMMUNITY STRUCTURE IN NETWORKS. EUR PHYS J B CONDENS MATTER 38:321–330. DOI:10.1140/PUB/E2004-00124-Y

NILSSON, M. (2016). UNDERSTANDING AND MAPPING IMPORTANT INTERACTIONS AMONG SDGs—BACKGROUND PAPER FOR EXPERT MEETING IN PREPARATION FOR HLPF 2017. READYING INSTITUTIONS AND POLICIES FOR INTEGRATED APPROACHES TO IMPLEMENTATION OF THE 2030 AGENDA, VIENNA.

NILSSON, M., CHISHOLM, E., GRIGGS, D., HOWDEN-CHAPMAN, P., MCCOLLUM, D., MESSERLI, P., ... & STAFFORD-SMITH, M. (2018). MAPPING INTERACTIONS BETWEEN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: LESSONS LEARNED AND WAYS FORWARD. SUSTAINABILITY SCIENCE, 13(6), 1489-1503. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11625-018-0604-Z](https://doi.org/10.1007/s11625-018-0604-z)

NILSSON, M., GRIGGS, D. & VISBECK, M. (2016). POLICY: MAP THE INTERACTIONS BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS. NATURE 534, 320–322. [HTTPS://DOI.ORG/10.1038/534320A](https://doi.org/10.1038/534320A)

OLIVEIRA AGATHA, ET. AL. "A SYSTEMIC AND CONTEXTUAL FRAMEWORK TO DEFINE A COUNTRY'S 2030 AGENDA FROM A FORESIGHT PERSPECTIVE". SUSTAINABILITY JOURNAL.2019

ONU (2019) OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. DISPONIBLE EN [HTTPS://WWW.UN.ORG/SUSTAINABLEDEVELOPMENT/ES/DEVELOPMENT-AGENDA/](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/)

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE MÉXICO (2017) DECRETO POR EL QUE SE CREA EL CONSEJO ESTATAL DE LA AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. (2017, 29 NOVIEMBRE). PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO. [HTTPS://LEGISLACION.EDOMEX.GOB.MX/SITES/LEGISLACION.EDOMEX.GOB.MX/FILES/FILES/PDF/GCT/2017/NOV294.PDF](https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2017/nov294.pdf)

PURKEY, D., LOBOS I., PIEDAD M. (2018) "ANÁLISIS DE INTERACCIÓN DE LOS ODS. PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA COLOMBIA". STOCHKOLM ENVIORENMENT INSTITUTE.2019. DISPONIBLE EN [HTTPS://WWW.SEI.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/2018/10/METODOLOG%3%ADA-COMPLETA-TALLER-INTERACCIONES-ODS-BOGOT%3%A1-7-8-MARZO.PDF](https://www.sei.org/wp-content/uploads/2018/10/METODOLOG%3%ADA-COMPLETA-TALLER-INTERACCIONES-ODS-BOGOT%3%A1-7-8-MARZO.PDF)

SACHS, J.; SCHMIDT-TRAUB, G.; KROLL, C.; LAFORTUNE, G.; FULLER, G. (2018) SDG INDEX AND DASHBOARDS REPORT 2018

SACHS, J.; LAFORTUNE, G.; KROLL, C.; FULLER, G; WOELM, F. (2021) SDG INDEX AND DASHBOARDS REPORT 2021

SCHAEFFER SE (2007) GRAPH CLUSTERING. COMPUT SCI REV 1:27–64. DOI: 10.1016/J.COSREV.2007.05.001

- SCOPUS. (2020). ANALYZE SEARCH RESULTS. SCOPUS.
[HTTPS://WWW-SCOPUS-COM.PBIDI.UNAM.MX:2443/TERM/ANALYZER.URI?SID=3DF4C5270496583FDC5D75E533FA3C22&ORIGIN=RESULSTLIST&SRC=S&S=ALL%28SUSTAINABLE+DEVELOPMENT+GOALS%29&SORT=PLF-F&SDT=B&SOT=B&SL=34&COUNT=199209&ANALYZERESULTS=ANALYZE+RESULTS&TXGID=7B7A53DCD958AF2CE51B73005D8CC302](https://www-scopus-com.pbidi.unam.mx:2443/term/analyzer.uri?sid=3df4c5270496583fdc5d75e533fa3c22&origin=resulstlist&src=s&s=all%28sustainable+development+goals%29&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=34&count=199209&analyzeresults=analyze+results&txgid=7b7a53dcd958af2ce51b73005d8cc302)
- SEBESTYÉN, V., BULLA, M., RÉDEY, Á., & ABONYI, J. (2019). NETWORK MODEL-BASED ANALYSIS OF THE GOALS, TARGETS AND INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT FOR STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, 238, 126-135.
- SERDAR ASAN, S., & ASAN, U. (2007). QUALITATIVE CROSS-IMPACT ANALYSIS WITH TIME CONSIDERATION. *TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE*, 74(5), 627–644. DOI:10.1016/J.TECHFORE.2006.05.011
- ŠPICAR, R. (2014). SYSTEM DYNAMICS ARCHETYPES IN CAPACITY PLANNING. *PROCEDIA ENGINEERING*, 69, 1350-1355.
- SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT. (2021). EVOLUCIÓN DEL SDG INDEX PARA MÉXICO [GRÁFICO].
[HTTPS://DASHBOARDS.SDGINDEX.ORG/RANKINGS](https://dashboards.sdgindex.org/rankings)
- TANG, V., & VIJAY, S. (2001). SYSTEM DYNAMICS. ORIGINS, DEVELOPMENT, AND FUTURE PROSPECTS OF A METHOD.
- TREMBLAY, D., FORTIER, F., BOUCHER, J. F., RIFFON, O., & VILLENEUVE, C. (2020). SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL INTERACTIONS: AN ANALYSIS BASED ON THE FIVE PILLARS OF THE 2030 AGENDA. *SUSTAINABLE DEVELOPMENT*, 28(6), 1584-1596.
- UBS AND PWC (2020). RIDING THE STORM: MARKET TURBULENCE ACCELERATES DIVERGING FORTUNES. BILLIONAIRES INSIGHTS 2020. UBS GROUP AG AND PRICEWATERHOUSE COOPERS.
[HTTPS://WWW.UBS.COM/GLOBAL/EN/GLOBAL-FAMILY-OFFICE/REPORTS/BILLIONAIRES-INSIGHTS-2020.HTML](https://www.ubs.com/global/en/global-family-office/reports/billionaires-insights-2020.html).
- VAN ECK, N. J., & WALTMAN, L. (2010). SOFTWARE SURVEY: VOSVIEWER, A COMPUTER PROGRAM FOR BIBLIOMETRIC MAPPING. *SCIENTOMETRICS*, 84(2), 523–538. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11192-009-0146-3](https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3)
- WEISSE, M., & GOLDMAN, L. (2021). PRIMARY RAINFOREST DESTRUCTION INCREASED 12% FROM 2019 TO 2020. WORLD RESOURCES INSTITUTE, WASHINGTON DC. AVAILABLE: [HTTPS://RESEARCH.WRI.ORG/GFR/FORREST-PULSE](https://research.wri.org/gfr/forest-pulse).
- WEITZ NINA.ET. AL. "TOWARDS SYSTEMIC AND CONTEXTUAL PRIORITY SETTING FOR IMPLEMENTING THE 2030 AGENDA" INTEGRATED RESEARCH SYSTEM SUSTANTIBILITY.2017
- ZARTHA, J. & CORTES, IVAN & HERNANDEZ, FABIO & KATIA, MÉNDEZ. (2012). VALORACIÓN DE MODELOS DE CURVAS EN S APLICADAS AL SECTOR FINANCIERO COLOMBIANO. *ESPACIOS*. 34. 2.
- ZELINKA, D., & AMADEI, B. (2019). SYSTEMS APPROACH FOR MODELING INTERACTIONS AMONG THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS PART 1: CROSS-IMPACT NETWORK ANALYSIS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEM DYNAMICS APPLICATIONS (IJSDA)*, 8(1), 23-40.

ZELINKA, D., & AMADEI, B. (2019). A SYSTEMS APPROACH FOR MODELING INTERACTIONS AMONG THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS PART 2: SYSTEM DYNAMICS. INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEM DYNAMICS APPLICATIONS (IJSDA), 8(1), 41-59.

ZHOU, X., MOINUDDIN, M., & XU, Z. (2017). SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS INTERLINKAGES AND NETWORK ANALYSIS: A PRACTICAL TOOL FOR SDG INTEGRATION AND POLICY COHERENCE. INSTITUTE FOR GLOBAL ENVIRONMENTAL STRATEGIES (IGES), KANAGAWA, JAPAN.