



UNIVERSIDAD ESAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Indicadores de vulnerabilidad ambiental frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas: caso Lurigancho 2007 y 2017

Tesis para optar el Título de Ingeniera en Gestión Ambiental que presenta:

Bach. María José Briggit Santos Torres

Asesor: Mg. Naldi Susan Carrión Puelles

Lima, octubre de 2022

Esta tesis denominada:

**INDICADORES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL FRENTE AL RIESGO DE CRECIMIENTO URBANO DEGRADADO EN ZONAS PERIURBANAS: CASO LURIGANCHO 2007 Y 2017**

ha sido aprobada.



.....  
Mónica Patricia Chávez Rojas (Jurado Presidente)



.....  
Edmundo Lizarzaburu Bolaños (Jurado)



.....  
César Sandro Sáenz Acosta (Jurado)

Universidad ESAN

2022

INDICADORES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL FRENTE AL RIESGO DE  
CRECIMIENTO URBANO DEGRADADO EN ZONAS PERIURBANAS: CASO  
LURIGANCHO 2007 Y 2017

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a todas aquellas personas que tienen sueños y metas trazadas, que no se rindan; nunca cambien la meta, solo el método para llegar a ella. A mis padres, a mi hermano, a mis compañeros de carrera y amigos, y a todas las personas que me apoyaron en la realización de la tesis.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a mis padres por ser mi sustento y mis ganas de salir adelante, por siempre apoyarme e incentivarme a cumplir mis sueños.

A mi hermano, a mi tía Mónica Santos por el apoyo incondicional y a mis abuelos que siempre me cuidan, protegen y guían mi camino.

En segundo lugar, a los directivos de la municipalidad de Lurigancho Chosica por las facilidades brindadas para la búsqueda de datos para mi trabajo de investigación.

A mi asesora Naldi y a los profesores de la Universidad Esan que de alguna u otra manera me apoyaron para cumplir mi objetivo.

A mis amigos y compañeros de la carrera de Ingeniería en gestión ambiental y otras carreras por saber escuchar y ser un soporte más en el camino hacia lograr la meta.

Por último y no menos importante, agradecer al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo – Pronabec y al ministerio de educación del Perú por lo que en su momento se llamó Beca Excelencia Académica, sin esa beca yo no habría podido estar donde estoy, muchas gracias por la oportunidad y deseo que nunca se termine esa forma tan bonita de incentivar a que más peruanos y peruanas estudien y cumplan sus sueños.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	15
1.2 Formulación del Problema.....	18
1.2.1 Pregunta de Investigación.....	18
1.3 Objetivos de la Investigación .....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos .....	19
1.4 Justificación de la Investigación.....	19
1.4.1. Teórica .....	19
1.4.2. Práctica .....	20
1.4.3. Metodológica .....	21
1.5 Delimitación del Estudio .....	22
1.5.1. Espacial.....	22
1.5.2. Temporal.....	22
1.5.3. Conceptual .....	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes de la Investigación. ....	23
2.1.1. Artículos .....	23
2.1.2. Tesis.....	35
2.2 Bases teóricas .....	35
2.2.1 Zonas urbanas .....	35
2.2.2. Zonas rurales .....	42
2.2.3. Zonas periurbanas.....	42
2.2.4. Riesgo .....	43
2.2.4.1. Vulnerabilidad .....	44
2.2.4.2 Vulnerabilidad social.....	46
2.2.4.3. Vulnerabilidad económica.....	47
2.2.4.4 Vulnerabilidad ambiental .....	48
2.2.5. Problemas de las zonas periurbanas .....	51
2.2.5.1. Cambio climático.....	51
2.2.5.2. El suelo y la agricultura.....	52

2.2.5.3. Inseguridad Alimentaria .....	53
2.2.6. Planificación urbana y periurbana .....	54
2.2.6.1 Gestión de crecimiento .....	55
2.2.6.2. Sistemas de información geográfica.....	55
2.2.6.3. Agricultura periurbana como herramienta de planificación.....	57
2.2.6.4. Autoridades competentes a la planificación urbana .....	58
2.2.7. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) .....	59
2.2.7.1. Relación de los ODS con la ciudad, la planificación urbana y periurbana ....	60
2.2.7.2. ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles .....	62
2.3. Hipótesis .....	64
2.3.1. Hipótesis General .....	64
2.3.2. Hipótesis Específica .....	64
2.3.3. Variables e Indicadores .....	65
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	66
3.1 Diseño de Investigación.....	66
3.1.1 Diseño.....	68
3.1.2 Tipo – Nivel.....	68
3.1.3 Enfoque.....	68
3.2 Población y Muestra .....	68
3.3 Instrumentos de Medida .....	69
3.3.1. Landsat 7 .....	69
3.3.2. Earth data.....	70
3.3.3. ArcGIS.....	70
3.3.4. Análisis multicriterio .....	70
3.3.5. Matrices de impacto ambiental.....	71
3.3.5.1. Matriz CONESA .....	71
3.4 Operacionalización de Variables .....	75
3.5 Técnicas de Recolección de Datos .....	76
3.6 Cronograma de actividades y presupuesto .....	76
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	77
4.1. Paso 1: Comparación de indicadores encontrados .....	77
4.2. Paso 2: Identificación de matriz idónea para medir el impacto ambiental.....	80
4.3. Paso 3: Identificación de indicadores prioritarios .....	81
4.4. Paso 4: Análisis multicriterio .....	82
4.4.1. Caso de Estudio: Lurigancho.....	83
4.4.1.1. Consideraciones importantes.....	86
4.4.2. Lurigancho y el análisis multicriterio.....	95

4.4.3. Evaluación del distrito con análisis multicriterio .....	96
4.4.3.1. Búsqueda de datos .....	96
4.4.3.2. Indicador de densidad poblacional .....	101
4.4.3.3. Indicador de Degradación de tierras .....	107
4.4.3.4. Indicador de cobertura verde .....	112
4.4.3.4. Indicador de Zonas agrícola .....	116
4.4.4. Cálculo de la vulnerabilidad ambiental .....	121
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>123</b>
5.1. Paso 1: Comparación de indicadores encontrados .....	123
5.2. Paso 2: Identificación de matriz idónea para medir el impacto ambiental .....	124
5.3. Paso 3: Identificación de indicadores prioritarios .....	125
5.4. Paso 4: Análisis multicriterio .....	128
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>130</b>
5.1. Conclusiones.....	130
5.2. Recomendaciones .....	134
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>135</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>146</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Vulnerabilidad de zonas periurbanas .....	24
Tabla 2 Instrumentos de gestión de crecimiento .....	26
Tabla 3 Análisis de patrones espaciales a lo largo de un gradiente periurbano .....	28
Tabla 4 Métricas de cambio de suelo .....	30
Tabla 5 Indicadores del interfaz urbano-rural .....	31
Tabla 6 Vulnerabilidad de degradación de tierras .....	34
Tabla 7 Características de densificación .....	37
Tabla 8 División de indicadores en fragilidad y resiliencia .....	49
Tabla 9 Relación de los ODS con la ciudad, la planificación urbana y periurbana .....	60
Tabla 10 Metas para el 2030 del ODS 11.....	63
Tabla 11 Definición de variables.....	65
Tabla 12 Población y muestra .....	68
Tabla 13 Análisis según CONESA.....	73
Tabla 14 Impacto según CONESA.....	74
Tabla 15 Operacionalización de la vulnerabilidad ambiental .....	75

Tabla 16 Cronograma .....	76
Tabla 17 Presupuesto.....	77
Tabla 18 Indicadores encontrados .....	77
Tabla 19 Identificación de matriz para medir el impacto ambiental .....	80
Tabla 20 Identificación de indicadores prioritarios según CONESA.....	81
Tabla 21 Indicadores de vulnerabilidad ambiental severos.....	82
Tabla 22 Residuos sólidos domiciliarios generados 2011-2018 en Lurigancho y totales...93	
Tabla 23 Residuos Sólidos per cápita en la provincia de Lima por distritos .....	94
Tabla 24 Parámetros para la evaluación del análisis multicriterio .....	95
Tabla 25 Comparación de densidad poblacional .....	107
Tabla 26 Comparación de degradación de tierras .....	111
Tabla 27 Comparación de degradación de tierras .....	116
Tabla 28 Comparación de zona agrícola .....	120
Tabla 29 Comparación de vulnerabilidad ambiental.....	123
Tabla 30 Criterios para elegir la matriz idónea de impacto ambiental.....	124
Tabla 31 Matriz de consistencia .....	146
Tabla 32 Matriz de antecedentes .....	147

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice de mortalidad.....	37
Figura 2 Índice de natalidad .....	38
Figura 3 Clasificaciones de los países según su ingreso .....	39
Figura 4 Tasa urbana y ciudades con más de 1 millón de habitantes en el año 1975 .....	41
Figura 5 Tasa urbana y ciudades con más de 1 millón de habitantes en el año 2015 .....	41
Figura 6 Edificaciones expuestas y susceptibles a un peligro de origen natural.....	45
Figura 7 La deforestación de la selva tropical del Amazonas .....	45
Figura 8 Viviendas inadecuadas o precarias en Lima .....	46
Figura 9 Exposición social .....	47
Figura 10 Exposición económica .....	48
Figura 11 Exposición ambiental.....	49
Figura 12 Panorama de la seguridad alimentaria.....	54
Figura 13 Objetivos de desarrollo sostenible .....	60
Figura 14 Diagrama del proceso de investigación .....	67
Figura 15 Crecimiento total del suelo urbano entre 2000 y 2015 .....	83

Figura 16 Tipo de Urbanizaciones.....	84
Figura 17 Magnitud de expansión de carácter informal en el mundo .....	84
Figura 18 Crecimiento Acumulado del Perú 2000-2018(%).....	85
Figura 19 Expansión urbana del Perú 2001-2018 .....	86
Figura 20 Expansión urbana de Lima Metropolitana .....	88
Figura 21 División de polos .....	89
Figura 22 Zonificación de Lurigancho .....	90
Figura 23 Comportamiento del material particulado inferior a 2.5 micras (PM 2.5) en principales estaciones de Lima metropolitana 2015.....	91
Figura 24 Comportamiento del material particulado inferior a 2.5 micras (PM 2.5) en principales estaciones de Lima metropolitana 2019.....	91
Figura 25 Valor mensual de material particulado PM 10, en los principales núcles 2014-2015 .....	92
Figura 26 Valor mensual de material particulado PM 10, en los principales núcles 2014-2018-2019.....	93
Figura 27 Residuos sólidos domiciliarios generados en Lurigancho 2011-2019.....	94
Figura 28 Obtención de imagen Landsat 7 .....	97
Figura 29 Obtención de imagen Landsat 7 .....	97
Figura 30 Obtención de imagen Landsat 7 .....	98
Figura 31 Obtención de imagen Aster .....	98
Figura 32 Obtención de imágenes satelitales del año 2007 y 2017.....	99
Figura 33 Muestreo de clasificación supervisada 2007.....	99
Figura 34 Muestreo de clasificación supervisada 2017.....	100
Figura 35 Clasificación de usos de suelo 2007 .....	100
Figura 36 Clasificación de usos de suelo 2017 .....	101
Figura 37 Densidad poblacional 2007 .....	102
Figura 38 Densidad poblacional 2017 .....	102
Figura 39 Rasterización .....	103
Figura 40 Ráster de la densidad poblacional 2007 .....	104
Figura 41 Ráster de la densidad poblacional 2017 .....	104
Figura 42 Reclasificar el ráster.....	105
Figura 43 Clasificación con parámetros de densidad poblacional .....	105
Figura 44 Clasificación con parámetros de densidad poblacional 2 .....	106
Figura 45 Reclasificación parametrizada de densidad poblacional 2007.....	106
Figura 46 Reclasificación parametrizada de densidad poblacional 2017.....	107
Figura 47. Degradación de tierras 2007.....	108
Figura 48. Degradación de tierras 2017.....	108
Figura 49 Ráster de degradación de tierras 2007 .....	109

Figura 50 Ráster de degradación de tierras 2017 .....	109
Figura 51 Clasificación de degradación de tierras 2007.....	110
Figura 52. Clasificación de degradación de tierras 2017.....	110
Figura 53. Reclasificación parametrizada 2007 .....	111
Figura 54 Reclasificación parametrizada 2017 .....	111
Figura 55 Cobertura verde 2007.....	112
Figura 56 Cobertura verde 2017.....	113
Figura 57 Ráster de cobertura verde 2007.....	113
Figura 58 Ráster de cobertura verde 2017.....	114
Figura 59 Clasificación con parámetros de cobertura verde .....	114
Figura 60 Clasificación con parámetros de cobertura verde 2 .....	115
Figura 61 Reclasificación parametrizada de cobertura verde 2007.....	115
Figura 62 Reclasificación parametrizada de cobertura verde 2017.....	116
Figura 63 Clasificación de uso agrícola 2007 .....	117
Figura 64 Clasificación de uso agrícola 2017 .....	117
Figura 65 Ráster de zonas agrícolas 2007 .....	118
Figura 66 Ráster de zonas agrícolas 2017 .....	118
Figura 67 Clasificación con parámetros de zonas agrícolas.....	119
Figura 68 Clasificación con parámetros de zonas agrícolas 2.....	119
Figura 69 Reclasificación parametrizada de zona agrícola 2007 .....	120
Figura 70 Reclasificación parametrizada de zona agrícola 2017 .....	120
Figura 71 Raster calculator para vulnerabilidad ambiental.....	122
Figura 72 Cálculo de la vulnerabilidad ambiental.....	122
Figura 73 Vulnerabilidad ambiental 2007 .....	122
Figura 74 Vulnerabilidad ambiental 2017 .....	123
Figura 75 Población sin alumbrado eléctrico en Lurigancho .....	126
Figura 76 Población sin abastecimiento de agua en Lurigancho.....	126
Figura 77 Material de vivienda en Lurigancho .....	127
Figura 78. Viviendas con características físicas inadecuadas .....	127
Figura 79 Documento enviado al INEI.....	149
Figura 80 Plan de Desarrollo Local Concertado de Lurigancho .....	150

## RESUMEN

El presente estudio identifica indicadores de vulnerabilidad ambiental para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano que ocasiona que las áreas rurales de las zonas periurbanas se conviertan en áreas urbanas degradadas, para ello, se realizó revisión bibliográfica donde, de los 69 indicadores encontrados, 15 eran de origen ambiental, los cuales, basado en que la vulnerabilidad ambiental se puede hallar en términos de impacto ambiental, fueron parametrizados por la matriz CONESA, esto se realizó en concordancia con la normativa peruana del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, normas internacionales y del CENEPRED, para así clasificar los indicadores finales en términos de fragilidad y resiliencia, los cuales fueron densidad poblacional, degradación de tierras, cobertura verde y zonas agrícolas. Como caso de estudio, se utilizó el distrito de Lurigancho en los años 2007 y 2017, el cual fue dividido por polos; donde para la obtención de datos, se utilizó imágenes satelitales por medio de teledetección, procesadas por el software ArcGIS y utilizando el análisis multicriterio donde el polo 2 fue el más vulnerable ya que aumentó en más del 90%.

Palabras claves: vulnerabilidad ambiental, periurbano, crecimiento urbano, indicadores, análisis multicriterio, teledetección, conesa

## **ABSTRACT**

This study identifies environmental vulnerability indicators to address the risk of urban growth that causes rural areas of peri-urban areas to become degraded urban areas, for this, a literature review was conducted where, of the 69 indicators found, 15 were of environmental origin, which, based on the fact that environmental vulnerability can be found in terms of environmental impact, This was done in accordance with the Peruvian regulations of the Environmental Impact Assessment System, international standards and CENEPRED, in order to classify the final indicators in terms of fragility and resilience, which were population density, land degradation, green cover and agricultural areas. As a case study, the district of Lurigancho was used in the years 2007 and 2017, which was divided by poles; where for data collection, satellite images were used by remote sensing, processed by ArcGIS software and using multi-criteria analysis where pole 2 was the most vulnerable as it increased by more than 90%.

Key words: environmental vulnerability, periurban, urban growth, indicators, multi-criteria analysis, remote sensing, conesa

## INTRODUCCIÓN

Las ciudades crecen, evolucionan y crean metrópolis, es así que se espera que el 60% de la población viva en ellas para el año 2030, según la ONU. Las ciudades son centros de crecimiento económico y contribuyen al PBI; sin embargo, representan el 70% de las emisiones de carbono y el 60% del uso de los recursos. La rápida urbanización ha hecho que aumente el número de barrios y asentamientos humanos identificando un inadecuado ordenamiento e influencia de las migraciones del sector rural al urbano y del urbano a los límites de lo rural, originando así que se formen las zonas periurbanas, las cuales son una zona de transición entre ambas áreas, ubicación que las vuelve vulnerables ante cualquier mal manejo, lo cual origina degradación de áreas verdes e inseguridad alimentaria si no hay una planificación correcta, esto afecta notablemente el bienestar de la población incrementando enfermedades y baja calidad de aire. Actualmente, en diferentes partes del mundo se vienen investigando cada vez más estas áreas convergiendo en que existen indicadores que se deben evaluar ya que las consecuencias son agravadas por el cambio climático y la reducción de los espacios públicos.

Fue escogido para la investigación el distrito de Lurigancho como área periurbana de la provincia de Lima, Perú; debido a su apego a las provincias de Lima siendo un buen modelo de área de transición. Después de la revisión bibliográfica de diferentes artículos, se escogieron indicadores, los cuales sustentan los antecedentes y la clasificación de los indicadores que soportan la definición de la vulnerabilidad ambiental mediante una matriz de impacto para ejemplificar la poca atención de dichas investigaciones en los impactos ambientales en las zonas periurbanas. Por lo cual, se recolectaron datos brindados por la municipalidad de Lurigancho, capital Chosica, municipalidad de Lima, y los censos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, además de la obtención de imágenes satelitales por teledetección en el año 2007, fecha del anterior censo y del 2017, fecha del último censo.

El estudio toma relevancia a raíz que se propone utilizar la definición de la normativa peruana aplicada a dichas zonas con indicadores existentes que no habían contemplado tal registro basándonos en herramientas para medir la fragilidad y la resiliencia, hecho que ayuda a solucionar la degradación de dicho recurso afectado por el riesgo de crecimiento urbano, además que impacta en un problema que poco se ha abordado en las ciudades emergentes, y una propuesta metodológica que producto a sus propias necesidades, ayudará

a tomar mejores decisiones, además que es adaptable para utilizar en todo lugar con las mismas características.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

Existe una tendencia de crecimiento acelerado de las áreas urbanas desde los 90's, que al 2015, nos llevó a concentrar al 54% de la población global en las ciudades (ONU Hábitat, 2016). Este dinamismo convierte a las ciudades en una fuerza tractora sobre la concentración poblacional hasta alcanzar los niveles de megaciudades o metrópolis (Zaheer, 2019). Este término, utilizado por los griegos<sup>1</sup> para identificar a las “ciudades madre”, actualmente se aplica para describir la inmensidad de las ciudades; presentando entre sus elementos clave, la concentración de las principales actividades económicas (Dobbins, 2019) y de población, presentando entre 8 a 10 millones de habitantes (ONU Hábitat, 2017). Debido a estas dos características, a las metrópolis se les consigna tanto impactos negativos sobre el ambiente como impactos socioeconómicos positivos. Son responsables sobre el 70% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, al consumir gran parte del suministro energético obtenido mayoritariamente de combustibles fósiles, pero también son generadoras del mayor volumen de empleo, innovación, creatividad y riqueza (ONU Hábitat, 2019).

Así, con casi 4 mil millones de personas viviendo en zonas urbanas en el 2017 (ONU Hábitat, 2017), se estima que para el 2050 la concentración poblacional sobrepase el 65% de la población mundial y se eleve el número de metrópolis alrededor del mundo (ONU Hábitat, 2019). Con ello se prevé que sus impactos se acentúen, afectando más a las comunidades que se encuentran en el límite de la zona urbana – rural, es decir, las periferias de la ciudad, donde encontramos problemas de inundación, deslizamiento de tierra y calor excesivo (ONU Hábitat, 2019), donde se ven afectadas negativamente los medios de vida de la población urbana y rural que dependen de los recursos naturales (Goswami y Nautiyal, 2020). Asimismo, dependiendo de la región donde se encuentren, la presión que se ejerce sobre estas zonas periféricas puede ser mayor debido a la falta de accesibilidad a recursos,

---

<sup>1</sup> Ciudad Madre de donde los colonizadores partían en búsqueda de nuevos territorios

la ausencia de planificación y la necesidad de adaptarse al cambio climático (Goswami y Nautiyal, 2020).

Es este contexto, en ciudades que cuentan con mejores recursos para manejar estos problemas, como son las ciudades desarrolladas, las áreas periurbanas se definen como áreas dinámicas ya que el impacto de la urbanización resulta fuera de sus límites y está determinada por los tipos de servicios que brindan las áreas periféricas de la ciudad (Goswami y Nautiyal, 2020). Mientras, en las ciudades subdesarrolladas o emergentes, el concepto es similar; sin embargo, el dinamismo es más fuerte y está asociado a la rápida transformación de las zonas de transición urbano-rural (Zulaica y Tomadoni, 2015). Así, estas áreas conocidas como zonas de interfaz tradicional-moderno o formal-informal, están sujetas a cambios acelerados por su proximidad a las zonas urbanas, sufriendo la conversión de tierras, desarrollo urbanístico, mayor generación de residuos y oportunidades comerciales, entre otros (Daga. et al., 2015).

En el caso de América Latina, los problemas en las megaciudades se acentúan. Por ejemplo, en el caso del tamaño poblacional, se ubica como la región más urbanizada abarcando aproximadamente un 80% de la población regional (Tomadoni y Zulaica, 2016). Fenómeno incremental y abrupto iniciado en los 70's, impulsado por la informalidad y la migración (Arif y Gupta, 2020), generando casas precarias ubicadas en laderas de montaña y sin una buena infraestructura (ONU Hábitat, 2019). La informalidad se debe en parte a la migración interna existente en la mayoría de países emergentes, lo cual provoca la concentración de los 880 millones de personas que viven en asentamientos humanos (AAHH) informales producto de estos procesos (ONU Hábitat, 2019). Esta situación, incrementa la población expuesta a la transformación urbano-rural, la falta de gobernanza en dichas áreas e incapacidad de respuesta ante eventos climáticos y territoriales sin planificación estratégica ocasionando una gran brecha de diferencias con las ciudades desarrolladas en términos de susceptibilidad y vulnerabilidad ante dichas intervenciones (ONU hábitat, 2019).

En este contexto, las zonas periurbanas de los asentamientos humanos son definidos como un proceso socio-espacial de ocupación, uso y organización territorial que persigue una mejor calidad de vida y que son muy vulnerables al cambio climático (Arcos Narváez, 2019). Los habitantes cambian de viviendas y se mudan del terreno rural al urbano; sin embargo, como el centro de la ciudad ya está copada, se ubican en los límites de esta,

ejerciéndolo presión sobre su límite rural; presentan generalmente irregularidades por su ilegalidad, y ocasionan inconvenientes en las zonas urbanas (Arcos Narváez, 2019). Se produce una degradación de recursos, y una expansión no planificada con AAHH sin abastecimiento de agua potable y saneamiento (Ferrelli y Piccolo, 2016) Así, las zonas periurbanas, al no tener acceso a recursos, no se encuentran preparados para atender a la población, generándose un crecimiento desorganizado, abandono de terrenos y reducción de áreas verdes existente en estos terrenos al límite de lo urbano-rural (Arcos Narváez, 2019). Se incrementa la congestión vehicular, se reduce la asequibilidad de la vivienda y disminuye la calidad del aire que afecta consecuentemente el aumento de temperatura y el cambio climático (Giles-Cortia, 2019). Estos cambios acentúan la pobreza y desigualdad (Gerundo et al., 2020).

Esta constante y creciente problemática en las áreas periféricas hace que haya un reconocimiento cada vez mayor en el uso de herramientas útiles para mejorar su gestión (Zulaica y Tomadoni, 2015). Por ejemplo, Gerundo (2020) utilizó el denominado “riesgo periférico” para medir la degradación en zonas periurbanas a través de su vulnerabilidad y su exposición a condiciones críticas de infraestructura, transporte, entre otros. Sin embargo, no registra un mayor análisis de la problemática ambiental y se enfoca en un país desarrollado, Italia, dejando abierta la posibilidad de su aplicación en megaciudades de países emergentes, que, por ejemplo, para Castillo-García (2020), estas son una conurbación de áreas metropolitanas o superposición de áreas de influencia que cuentan con más de 10 millones de habitantes donde es común encontrar calles inseguras, movilidad caótica, lugares abandonados, falta de planes y proyectos, deficiencia y actualización de datos. De la misma manera, Fernández Dávila (2021) ejemplifica a Lima como metrópoli enfocándose en el crecimiento desmesurado, la fragmentación, la segregación socio-espacial; así como la centralización de los servicios sociales, públicos, de educación, hecho que proviene desde la colonia y la aristocracia, y que ayudó a ver a Lima como el centro de todo provocando más migración.

Por otro lado, Hersperger et al. (2019) en un intento de comprender las zonas periféricas a través de la gestión ambiental, comenta que se debería utilizar un enfoque normativo e identificar planes estratégicos para una mejor toma de decisiones con respecto a estas áreas y brindar datos digitales como fuente de proporción de datos para dichos planes. No obstante, sostiene que son pocos los estudios que han abordado la gestión de crecimiento urbano y sus vías de implementación, concepto que puede jugar un papel crucial en la

reducción de los patrones de uso de tierra y expansión. Asimismo, impulsa a investigaciones futuras para establecer el vínculo entre la gestión de crecimiento y la conversión y la degradación de tierras.

En ese sentido, Wolff et al. (2021) propuso una herramienta de teledetección para ver los cambios de uso de la tierra de una ciudad de África e identificó que en las zonas periurbanas se genera un cambio de uso de la tierra agrícola a residencial. Sin embargo, el estudio fue enfocado a la zona urbana del área periurbana sin analizar los cambios en la zona rural. Por otro lado, comenta que el cambio de uso de tierra es producto a los precios más bajos de la tierra y el deseo de poseerlas, talando árboles, causando estrés e inseguridad alimentaria en zonas rurales, proceso que también expone Hasan et al. (2020).

Finalmente, otros autores identifican el monitoreo del uso de suelo como una buena herramienta para la gestión de las zonas periurbanas. Por ejemplo, Imbrenda et al. (2021) señala que, para tener una buena planificación urbana en dichas áreas, se debe integrar indicadores multidimensionales que permitan medir la vegetación para evaluar el impacto ambiental de desarrollo periurbano como recomendación para futuras investigaciones. Por otra parte, Uebel et al. (2021) menciona que luego de identificar que el continuo cambio de uso de la tierra genera fragmentación, degradación y pérdida de la biodiversidad, también señala que sería una buena oportunidad utilizar gran parte de la tierra de propiedad privada para obtener resultados ambientales favorables, así fomentar acciones simples que involucren a la comunidad. Mientras otros autores, que, conociendo las implicaciones de las zonas periurbanas en países subdesarrollados, plantean el diseño de acciones de mitigación en las zonas periurbanas como la infraestructura verde que puede ayudar a construir una herramienta de diseño urbano ecológico que se integre a la planificación urbana (Semeraro et al., 2021).

## **1.2 Formulación del Problema.**

Este contexto nos sirve de base para plantear nuestra pregunta de investigación.

### **1.2.1 Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son los indicadores de vulnerabilidad ambiental que pueden ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas?

### **1.2.2 Preguntas específicas.**

- a) ¿Qué indicadores de vulnerabilidad ambientales pueden ser analizados mediante datos georreferenciales?
- b) ¿Cuáles son los indicadores de fragilidad ambiental que pueden ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas?
- c) ¿Cuáles son los indicadores de resiliencia ambiental que pueden ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas?
- d) ¿De qué manera se relacionan los indicadores encontrados de vulnerabilidad ambiental y los objetivos de desarrollo sostenible?

### **1.3 Objetivos de la Investigación.**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Identificar indicadores de vulnerabilidad ambiental que puedan ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- a) Determinar qué indicadores de vulnerabilidad ambiental pueden ser analizados utilizando datos georreferenciales
- b) Identificar indicadores de fragilidad ambiental aplicados a hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas
- c) Identificar indicadores de resiliencia ambiental aplicados a hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas
- d) Determinar la relación entre los indicadores de vulnerabilidad ambiental encontrados y los objetivos de desarrollo sostenible

### **1.4 Justificación de la Investigación**

#### **1.4.1. Teórica**

La investigación hace referencia a la existencia del riesgo antropogénico, el cual es la probabilidad que ocurra un fenómeno potencialmente dañino causado por el hombre (CENEPRED,2015). En este caso, nos enfocamos en el crecimiento urbano que degrada las áreas periurbanas enfocándonos también en la zona rural y no solo en la urbanización, ya

que este enfoque no se ha visto en previas investigaciones; es así que se propuso un monitoreo de vulnerabilidad ambiental en base a indicadores existentes aplicables a hacer frente a tal riesgo de crecimiento urbano degradado en la zona periurbana, tal fenómeno fue estudiado, por ejemplo, en Italia, donde se hizo un “análisis de peligros que concluyó en que el riesgo periférico no está asociado con un peligro en específico u ocurrencia de un evento determinado, si no de la multiplicidad de causas en términos de degradación social, de edificación y urbana” (Gerundo,2020, p.6). Asimismo, se utilizaron diversos modelos e indicadores basados en los objetivos de desarrollo sostenible que brinda la ONU u otras herramientas desarrolladas en países desarrollados y emergentes, como los indicadores de sostenibilidad ambiental del BID ( Zulaica & Tomadoni,2015), los indicadores de la gestión de crecimiento, dado como una herramienta efectiva para tener un mejor entendimiento sobre la conversión de tierras (Hersperger, 2020), entre otros, para clasificar y verificar qué indicadores pueden ser utilizados para definir la vulnerabilidad ambiental frente a tal riesgo en zonas periurbanas, y así ejercer una mejor toma de decisiones y generalizar los resultados a usarse en otros espacios. (Zulaica y Tomadoni, 2015) considerando que si bien, el tema se ha tocado ligeramente en algunas investigaciones, estas se centran en la zona urbana del área periurbana y se ha dejado de lado la zona rural y la medición del riesgo degradado por crecimiento urbano como tal, la cual afecta la calidad de vida de los habitantes de dichas zonas. Además, la aplicación de la metodología de impacto ambiental en la vulnerabilidad tampoco se ha tocado en las anteriores investigaciones.

#### **1.4.2. Práctica**

Actualmente hay proyectos de ley que se están debatiendo en el Congreso de la República del Perú sobre ordenamiento territorial (MINAM, 2022), además de una ley de desarrollo urbano promulgada el 25 de julio del 2021 pero que aún no ha sido reglamentada(Plan MET 2040, 2022); por otro lado, también se han realizado reuniones en las municipalidades para formar el plan de desarrollo metropolitano 2040, el cual, es un instrumento de gestión que orienta el desarrollo urbano de Lima Metropolitana ayudando a entender la dinámica urbana de la metrópoli nacional (Plan MET 2040, 2022); dichas herramientas ejemplifican los esfuerzos que se están haciendo para involucrar el concepto de ciudades sostenibles en ciudades emergentes. Esto nos puede ayudar a que se interiorice la deficiente planificación que existe, la falta de datos y el acceso a la información o datos de mala calidad, además de deficiencia en el enfoque de la variable ambiental frente al riesgo

de crecimiento urbano en zonas periurbanas existentes. Siendo relevante considerar que, en lo investigado, no se encontraron estudios enfocados en tales aspectos teniendo como problema la política de tenencia de tierras que son uno de los obstáculos para lograr alternativas urbanas equitativas, eficientes y ambientalmente sostenible (ONU Hábitat, 2016).

### **1.4.3. Metodológica**

Se escogieron indicadores aplicados a áreas periurbanas, los cuales fueron obtenidos a través de una revisión bibliográfica utilizando palabras claves, tales como “vulnerabilidad ambiental”, “vulnerability index”, “environmental index”, “zonas periurbanas”, “zonas periféricas”, “periurban index”, “interface urbano-rural”, “fringe areas”, “fringe index”, “índice de periferias”, “Green borders”, entre otras, provenientes de principales fuentes acreditadas como Web of Science, Scielo, Sci-hub, entre otros (Mortoja et al., 2020) A partir de ello, se generó data adicional basada en dichos indicadores teniendo en cuenta la falta de datos actualizados que hay en el Perú, para esto, usamos datos georreferenciales mediante teledetección (Domínguez Rojas, 2021).

Dichos indicadores fueron clasificados según sustento de los autores de donde provienen, donde, los de origen ambiental fueron usados para medir la exposición del riesgo de que el crecimiento urbano degrade la zona periurbana a través de la fragilidad y la resiliencia, tal como lo indica la normativa peruana del CENEPRED (CENEPRED, 2015); y, de esta manera, calcular la vulnerabilidad ambiental frente a ello.

La vulnerabilidad ambiental fue hallada en base al impacto ambiental debido a que, según el grupo de automatización eléctrica de sistemas industriales, en adelante GAESI (2021), la vulnerabilidad es provocada por impactos; de esta manera, nos basamos en la normativa peruana del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) basada en legislación internacional de evaluación de impactos ambientales para definir la matriz idónea a utilizar en la investigación, la cual fue la matriz CONESA. Dicho sistema no ha sido aplicado con anterioridad en las zonas periurbanas, donde, dicha evaluación, permite, a través de parámetros clasificados como severos, la identificación de aquellos indicadores que nos pueden ayudar y afectan el cálculo de la vulnerabilidad.

Finalmente, se probó dicha propuesta de monitoreo por medio del estudio de caso, propuesto por Yin Robert (2014) debido a que este investiga un evento contemporáneo dentro de un contexto real, así como el estudio de vínculos entre el fenómeno y el contexto

cuando estos no son evidentes. Además, dicha metodología es posible cuando la investigación es exploratoria o descriptiva y tiene preguntas como ¿cuáles o qué? (Ghauri et al, 2020). En este caso, el caso de estudio fue el distrito de Lurigancho apoyado por herramientas digitales donde las fechas evaluadas fueron los años 2007 y 2017.

Lurigancho es considerada una zona periférica en Lima - Perú, debido al constante crecimiento de su población en los últimos años y su pérdida de seguridad alimentaria y áreas verdes de forma exponencial (INEI, 2018). De esta manera, la investigación cobra relevancia al considerar la zona rural de las áreas periurbanas, las cuales carecen de investigaciones ya que estas son centradas en su mayoría en las zonas urbanas de dichas áreas periurbanas, donde, por medio de superposición de mapas y un análisis multicriterio, la vulnerabilidad ambiental para el distrito fue hallada en el tiempo estipulado, puesto que este método combina variables cualitativas y cuantitativas, así como la posibilidad de comparar criterios o, en nuestro caso, indicadores, de esta manera, generar un modelo para evidenciar la estructura urbana y sus interacciones, tal como lo comenta Frank et al. (2020); ya que, al tener un enfoque internacional debido a los antecedentes, esta metodología podrá ser replicada en otros contextos de la misma similitud.

## **1.5 Delimitación del Estudio**

### **1.5.1. Espacial**

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Lurigancho, ubicado en la ciudad de Lima-Perú debido a su crecimiento poblacional alrededor de los años y su decrecimiento en áreas verdes, además de su estratégica ubicación como zona periurbana. La tasa de crecimiento intercensal del distrito de Lurigancho entre 2007-2017 ha sido destacado entre los distritos de Lima (INEI, 2017), siendo este de 3.58% (Plan MET 2040, 2022), una muestra representativa para el presente trabajo, considerando a Lima como metrópolis. Los datos a utilizar se obtuvieron de bases de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, la municipalidad de Lurigancho, además de herramientas y plataformas de sistema de información geográfica y teledetección, sistemas gubernamentales y otros.

### **1.5.2. Temporal**

La presente investigación analizó los datos provenientes del periodo 2007 y 2017 del distrito de Lurigancho.

### **1.5.3. Conceptual**

La presente investigación realizó una revisión bibliográfica de indicadores aplicados al riesgo de una zona periurbana para poder ser aplicados al monitoreo de la vulnerabilidad ambiental y hacer frente al riesgo del crecimiento urbano degradado en tal zona. Para esto se utilizaron herramientas de ingeniería, gestión, GIS y técnicas de investigación.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la Investigación.**

Hablar de planificación urbana es un concepto reciente tanto para países subdesarrollados o emergentes como para los desarrollados; de la misma manera, el concepto de zonas periurbanas y la inclusión de la variable ambiental en todos sus procesos. Sin embargo, a pesar de su reciente inclusión, ya hay estudios que introducen herramientas del tema en investigaciones alrededor del mundo, es así que revisaremos algunos artículos y tesis que nos apoyaran en la reciente propuesta.

#### **2.1.1. Artículos**

##### **Construction of a Composite Vulnerability Index to Map Peripheralization Risk in Urban and Metropolitan Areas. Sustainability (Gerundo et al., 2020)**

El primer antecedente fue desarrollado en Italia, el cual, identifica el plan territorial regional de la región Campania, área donde existen varios municipios con una densidad de 2128 hab/km<sup>2</sup>. Este antecedente es importante porque dicha región cuenta con una geografía urbana desafiante y necesita el desarrollo de metodologías para su intervención. Para resolver esta necesidad, Gerundo nos brinda el cálculo del riesgo periférico que involucra los centros productivos importantes del lugar, el nivel de contaminación ambiental significativo, el desorden urbano y las áreas de criticidad que existen en el área; por lo cual, es una buena área de estudio para dicho cálculo (Gerundo et al., 2020)

Para desarrollar el riesgo, Gerundo et al. (2020) adoptó criterios de indicadores estructurados, los cuales son: el índice inglés de privación múltiple, indicadores europeos y un caso holandés que ayudaron a mapear el territorio a escala barrial y obtener 37 indicadores organizados en dominios (social, edificatorio y urbano).

Los datos fueron obtenidos del censo de Italia y de los sistemas de información geográfica para obtener dichos datos de forma desagregada; sin embargo, no fue contemplada la variable ambiental (Gerundo et al., 2020).

El riesgo periférico, definido en términos de peligro, vulnerabilidad y exposición, fue dividido por Gerundo, en tres dimensiones: social, edificatoria y urbana, donde Gerundo señaló como dimensión social a aquellos indicadores que tienen incidencia en la población; indicadores edificatorios, a los que tienen incidencia en los edificios; y los urbanos, los que tienen incidencia en el tejido urbano. De igual modo, para el autor, la vulnerabilidad es la expresión de la mayor o menor propensión de los bienes expuestos a la degradación; por lo tanto, hay conexión entre el riesgo y la vulnerabilidad de las tres dimensiones:

$$R = V_a \times E \text{ donde: } V_a = V_s \times V_b \times V_u$$

La ecuación expuesta muestra un alto valor de vulnerabilidad agregada ( $V_a$ ), dado por la combinación de variables sociales ( $V_s$ ), variables de edificación ( $V_b$ ) y variables urbanas ( $V_u$ ), las cuales corresponden a una mayor probabilidad de ocurrencia de vulnerabilidad de la condición periférica, debido a la coexistencia de potenciales factores de degradación.

**Indicadores según Gerundo (2020):**

Tabla 1 Vulnerabilidad de zonas periurbanas

<b>Vulnerabilidad de zonas periurbanas</b>		<b>Vs*Vb*Vu</b>
<b>Dominio Social</b>		<b>Vs</b>
<b>Empleo</b>	Ratio de desempleo	Desempleados en un grupo de edad / Empleados + desempleados del mismo grupo (%)
	Ratio de inactividad	Personas que no están activas (no trabajan o buscan empleo) /total de población muestreada (%)
<b>Educación y cultura</b>	Índice de no completar la escuela secundaria	% Personas que no han terminado la secundaria/total de personas de la misma clase
	Índice de analfabetismo	Analfabetos / población total residente (%)
<b>Estructura demográfica</b>	Índice de edad	Población de 65 años a más/población de 0-14 años (%)
	Índice de familias grandes	Número de familias de 5 a más miembros/total de familias (%)
<b>Dominio Building</b>		<b>Vb</b>
<b>Calidad de construcción</b>	Edificios en desuso con valor histórico, arquitectónico o artístico	Numero de edificios abandonados con valor histórico, arquitectura o artístico/total de edificios con el mismo valor (%)
	Edificios en mal o mediocre conservación	Edificios en material precario/Total de edificios (%)
	Índice de vivienda inadecuada	Viviendas que no son aptas para habitar / total de viviendas (%)
<b>Uso de viviendas</b>	Viviendas vacías	Número de viviendas abandonadas o cerradas/total de viviendas (%)

	Título de propiedad	Número de títulos de propiedad/total de viviendas ocupadas (%)
	<b>Dominio Urban</b>	
		Vu
<b>Configuración y composición</b>	Densidad de los límites	suma total de los perímetros de los polígonos de las áreas construidas/ su superficie (m/ha)
	Densidad habitacional	Número de habitantes residentes/ superficie de área urbana (ab/ha)
	Incidencia de áreas impermeables	Superficie de tejido urbano menos áreas verdes urbanas/superficie de tejido urbano (%)
<b>Servicios y accesibilidad</b>	Falta de instalaciones y servicios de interés público.	Número de instalaciones y servicios de interés público /total de residentes (N°/Ab)
	Distancia desde la principal carretera o estación de buses o tren	Tiempo necesario para llegar a la estación más cercana /base de las isócronas de viaje
<b>Criticidades urbanas</b>	Índice de áreas abandonadas	Superficie del páramo urbano (áreas productivas abandonadas) / superficie total del tejido urbano (%)
	Índice de edificios no autorizados	Áreas construidas en un periodo no previstas por la planificación urbana (viviendas improvisadas) / superficie total de las superficies edificadas (%)

Gerundo (2020)

El artículo, el cual no incluye la variable ambiental, fue una herramienta para la toma de decisiones en la identificación de áreas prioritarias para la intervención de sistemas urbanos y define dicha variable de manera indirecta en los indicadores expuestos; por esta razón, el autor concluye en que existe una importancia significativa por considerar, de manera directa, factores ambientales en la degradación de las zonas periurbanas relacionadas con los problemas de justicia ambiental que involucre la inequidad de dichas condiciones (Gerundo et al., 2020).

Asimismo, el estudio incluyó un análisis de sensibilidad que permitió que la metodología presentada fuera transferida a otros contextos geográficos (Gerundo et al., 2020).

### **Indicadores de sostenibilidad ambiental en el periurbano de la Ciudad de Mar del Plata, Argentina (Zulaica y Tomadoni, 2015).**

El segundo antecedente, a diferencia del primer antecedente tomó como caso de estudio un país subdesarrollado o emergente, este fue Argentina, Mar de Plata; el cual incluye la variable ambiental ya que los indicadores que los autores mostraron fueron

basados en la Agenda 21, la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y la iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) para dar un índice con enfoque en la zona periurbana y sus aspectos ambientales, el cual pasó por un proceso de normalización; debido a que, los indicadores tenían unidades de medida diferente. El índice que exponen los autores involucró la sostenibilidad ambiental, la capacidad de respuesta ante del cambio climático y el desarrollo urbano sostenible; sin embargo, Zulaica y Tomadoni (2015) afirmaron que es necesario profundizar e incorporar nuevos indicadores que involucren temas de ordenamiento territorial de vivienda, ocupación de suelo, inequidad urbana, movilidad, educación y otros. Además, resaltaron la importancia de utilizar indicadores, de esta manera, este antecedente sirvió de sustento para la búsqueda de más indicadores para el presente trabajo de investigación.

**Towards a better understanding of land conversion at the urban-rural interface: planning intentions and the effectiveness of growth management (Hersperger et al., 2020)**

El tercer antecedente involucra la conversión, ocupación y el uso de suelo como un aspecto a tener en cuenta al crear un indicador ambiental. Este tercer artículo dio una teoría importante a usar, el cual fue la gestión de crecimiento urbano, práctica dirigida a controlar la conversión del suelo en la periferia urbano-rural, donde el enfoque estuvo en el crecimiento urbano desproporcionado (Hersperger et al., 2020). De esta manera, los límites del crecimiento urbano y los cinturones verdes son buenos instrumentos de medición para conservar los recursos naturales y los cultivos de zonas rurales. Por esta razón, los indicadores mostrados por el autor son de tipo urbano y ambiental (Hersperger et al, 2020).

De igual modo, el autor recomendó que los aspectos negativos que se encontraron en la investigación, pueden mejorar con el diseño y la combinación de enfoques de diferentes instrumentos de gestión y la inclusión de más investigación. Los indicadores que nos da Hersperger et al (2020) fueron los siguientes:

**Indicadores de Hersperger et. al (2020):**

Tabla 2 Instrumentos de gestión de crecimiento

<i>Adquisición pública</i>	<b>Propiedad pública de los espacios abiertos</b>
<i>Regulación (basado en la planificación)</i>	Objetivos de desarrollo (local, regional, nacional)
	Límites de crecimiento urbano (local, regional)

	Límites de los servicios urbanos (locales)
	Cinturones verdes (local, regional)
	Cuñas verdes y corredores (local, regional)
	Protección de ecosistemas sensibles (local, regional)
	Zonas de conservación (nacionales, regionales, locales)
	Moratoria de desarrollo (crecimiento) (local)
	Densidad mínima de utilización (regional, local)
	Bancos de tierras (regional, local)
	Reajuste de tierras (local)
	Medidas contra el acaparamiento de tierras (nacionales, regionales, locales)
	Inventarios de potencial de densificación urbana (local)
	Subida de categoría y recalificación (local)
	Requisitos de desarrollo por fases (local)
	Polos de crecimiento (nacional)
<i>Medidas orientadas a la calidad</i>	Programas de reordenación de las zonas urbanas existentes (nacionales, regionales, locales)
	Programas de mejora cualitativa de los nuevos proyectos de desarrollo (nacionales, regionales, locales)
<i>Incentivos (basado en el mercado)</i>	Impuesto sobre bienes inmuebles de tipo mixto (nacional)
	Tasas de impacto del desarrollo (local)
	Fondos públicos para el relleno y el desarrollo de zonas industriales abandonadas (nacional)
	Transferencia de derechos de desarrollo (local, regional)
	Bonificaciones por densidad (local)
	Impuesto sobre el valor añadido (local)
<i>Aprendizaje social (basado en información)</i>	Campañas de información
	Seguimiento de la oferta de suelo
	Análisis del impacto fiscal
	Educación y formación de los planificadores

Hersperger (2020)

Asimismo, el autor recomendó utilizar el enfoque normativo, la ubicación de nuevos desarrollos, la utilización de planes estratégicos de carácter cualitativo y planes especiales para entender la conversión de tierras en el interfaz urbano-rural y mejorar la toma de decisiones (Hersperger et al., 2020).

**Defining the Peri-Urban: A Multidimensional Characterization of Spatio-Temporal Land Use along an Urban–Rural Gradient in Dar es Salaam, Tanzania (Wolff et al., 2021)**

La falta o desactualización de datos en ciudades emergentes representa un problema que este antecedente soluciona con el análisis de datos espaciales y entrevistas a expertos, para ello, el autor utilizó herramientas de sistemas de información geográfica, y remarcó el

cambio de uso de tierra de agrícola a residencial con ayuda del software ArcGIS. El caso de estudio fue Tanzania- África Oriental en el Sur Global ya que estas zonas presentan problemas comunes como la falta de infraestructura (Wolff, 2021).

El satélite usado para el proceso de teledetección fue Sentinel 2 debido a que esta es una de las técnicas más eficaces para generar datos; de la misma manera, los expertos fueron personas con amplios conocimientos y experiencia en la planificación de uso de suelo, para ello se usó información primaria por medio de preguntas abiertas, e información secundaria para complementar las preguntas, como el Plan Maestro de Dar es Salaam, la Ley de Tierras y la Ley de Tierras de Aldeas, y la Política Nacional del Desarrollo de Asentamientos Humanos. (Wolff et al., 2021)

Los resultados de las entrevistas afirmaron que la definición de un área periurbana está relacionada con la distancia de tal zona hacia el centro de la ciudad, dicha teoría concordó con la Ley de tierras en Tanzania de 1999, que define las zonas periurbanas como áreas ubicadas en un radio de 10 km fuera de los límites del área urbana, las cuales cuentan con una infraestructura deficiente, el acceso limitado a carreteras y el transporte público inseguro donde el principal transporte en estas áreas eran los moto-taxis por su fácil acceso a vías más pequeñas. Del mismo modo, existe falta de servicios de agua, falta de electricidad, y deficiente construcción de escuelas, hospitales y dispensarios. (Wolff et al., 2021)

Otros resultados de las entrevistas mostraron la razón del cambio de uso de tierra de agrícola a residencial de los habitantes, la cual fueron los precios más bajos de la tierra en las zonas periurbanas a comparación de otras zonas, y la baja tasa de criminalidad (Wolff et al., 2021).

Wolff et al (2021) presenta los siguientes indicadores que, por su naturaleza y conexión con el cambio de uso de suelo y proximidad, son de origen urbano y ambiental. Urbano por su enfoque a la zona urbana o acceso a servicios básicos, y ambiental por el enfoque hacia la degradación de los recursos naturales.

### **Indicadores de Wolff et al. (2021):**

Tabla 3 Análisis de patrones espaciales a lo largo de un gradiente periurbano

<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>
	<b>Procesamiento (1 km<sup>2</sup> por celda)</b>

<i>Uso/Cobertura de suelo</i>		
<b>Densidad de viviendas</b>	Densidad urbana y aproximación a la densidad de población	Áreas urbanas por m <sup>2</sup>
<b>Tamaño de la casa</b>	Tamaño del edificio	Tamaño medio de la vivienda por km <sup>2</sup>
<b>Cobertura verde</b>	Degradación de tierras	Porcentaje de cobertura arbórea por km <sup>2</sup>
<b>Proximidad</b>		
<b>Densidad de la carretera</b>	Acceso al transporte y densidad de infraestructuras	Longitud de la carretera km por km <sup>2</sup>
<b>Distancia al dentro de la ciudad</b>	Proximidad al centro de la ciudad	Distancia al centro de la celda
<b>Distancia a las principales carreteras</b>	Acceso al transporte y densidad de infraestructuras	Distancia media a los centros de las viviendas
<b>Distancia al río</b>	Acceso a los recursos del agua	Distancia media a los centros de las viviendas

Wolff et al. (2021)

### **Future Simulation of Land Use Changes in Rapidly Urbanizing South China Based on Land Change Modeler and Remote Sensing Data (Hasan et al., 2020)**

La teledetección y el uso de la herramienta Land Change Modeler ayudó a la predicción y simulación futura del cambio de uso de suelo y solucionó el problema de la falta de datos que tenía el primer antecedente. Este antecedente tomó de caso de estudio a China que tiene un crecimiento de población urbana exponencial producto a la migración del campo a la ciudad de los habitantes, dicha actividad causó cambios y estrés en las zonas agrícolas e inseguridad alimentaria (Hasan et al., 2020).

La herramienta que utilizó el autor fue la cadena de Markov para realizar el análisis de la cobertura de suelo y posteriormente, él realizó la validación de los resultados. Para lo cual, utilizó imágenes satelitales provenientes del satélite Landsat con una precisión de 91% y una kappa de 0.88 (Hasan et al., 2020). Esto fue ayudado por un indicador de proximidad como la distancia de carreteras y canales de agua, de esta manera, el autor predijo modelos para el año 2024 y para el 2031 (Hasan et al., 2020).

Los resultados obtenidos sirvieron para verificar la ganancia de la cobertura vegetal en un 1.7%, la pérdida de tierras agrícolas en 3.13% y la pérdida de estanques en un 0.29% (Hasan et al., 2020).

De esta manera, los indicadores mostrados por Hasan (2020) complementan los anteriores antecedentes al ser identificados como urbanos por la densidad del territorio y su enfoque al acceso de servicios básicos que se encuentran en una zona periurbana.

### Indicadores Hasan (2020):

Tabla 4 Métricas de cambio de suelo

Categoría	Nombre métrico	Unidad	Descripción	Rango
<b>Densidad de las manchas</b>	Densidad de parches (PD)	Número de parches por 100 ha	Número de parches por área unitaria	$PD \geq 1$ , no limite
	Porcentaje de paisaje	%	La superficie agregada del paisaje.	0–100
	Área promedio de parches (MPA)	ha	El tamaño medio de las manchas en cada clase	$MPA > 0$ , no limite
<b>Forma y bordes</b>	Densidad de los bordes (ED)	m/ha	Calcula las longitudes totales de todos los segmentos de borde del tipo de parche correspondiente por unidad de superficie. La densidad de bordes explica la complejidad de cada forma de parche.	$ED \geq 1$ , no limite
	Índice de parches más grandes (LPI)	%	Relación entre el parche más grande del tipo de parche correspondiente y la superficie total del paisaje.	$0 < LPI \leq 100$
	Índice de dimensión fractal media ponderada por área (AWMPFD)	No	Mide la media de las dimensiones fractales de los parches de un tipo de parche particulado dividido por la suma total del área del parche.	$1 \leq AWMPFD \leq 2$

<b>Proximidad</b>	Distancia media euclidiana al vecino más cercano (ENN_MN)	m	Mide la distancia mínima de borde a borde con el vecino más cercano del mismo tipo de parche. Explica el aislamiento del tipo de parche o paisaje correspondiente.	ENN_MN > 0
<b>Diversidad y textura</b>	Contagio (CONTAG)	%	Medir la probabilidad total de que un parche de células vecino al mismo tipo de células.	0 < CONTAG ≤ 100
	Índice de diversidad de Shannon	No	Indica la diversidad en un paisaje a partir de la abundancia de tipos de parches. Aumenta a medida que aumenta el número de tipos de parches diferentes o la distribución de la superficie/tierra entre los tipos/clases de parches se vuelve más equitativa.	Entropía ≥ 0, no limite

Hasan (2020)

**Transitions between Centralization and Metapolization: From City Development Strategy (CDS) to Peri-Urban Development Strategy (PDS) (Asefi et al., 2020)**

Asefi et. al (2020) comentó que una civilización con una adecuada gestión urbana es aquella que administra correctamente sus zonas periurbanas debido a que existe preocupación por el enfoque urbano y rural del mismo porque tiene en cuenta el aumento de la urbanización y la expansión de esta. Esta situación tiene varios beneficios económicos porque mejora el capital, la infraestructura y la designación de servicios de la civilización, pero que; sin embargo, no puede ocultar sus desigualdades socioeconómicas en dichas áreas debido a que impacta negativamente el ambiente en el transporte y el desarrollo sostenible ya que existe un aumento de la vulnerabilidad en los usos de la tierra agrícola en dichas zonas periurbanas (Asefi et al., 2020).

Este artículo presentó indicadores con enfoque mixto ya que abarca las zonas agrícolas que son afectadas por el impacto negativo de la urbanización en las áreas periurbanas y que cuentan con resiliencia en la ciudad y son de origen ambiental (Asefi et al., 2020).

**Indicadores según Asefi et al. (2020):**

Tabla 5 Indicadores del interfaz urbano-rural

Componentes clave	Indicador/Medición	Variables/Parámetros
	Vitalidad Agrícola (AV)	Ventas de productos agrícolas y acres totales en agricultura activa (AV1)

<b>La complejidad estructural de la interfaz urbana</b>		Rentas derivadas auxiliares (energía eólica (AV2))
		Actividades no agrícolas en la granja (Agroturismo, generación de energía y ventas solo en efectivo (AV3))
		Gastos agrícolas convencionales (productos químicos, fertilizantes, mano de obra agrícola y combustible (AV4))
	Vitalidad Urbana (UA)	Aumento de la población o cambio de población (considerando su asociación con los patrones de migración, el desarrollo de la vivienda y las oportunidades relacionadas con el mercado laboral (UA2))
		Estrés habitacional (UA3)
		Densidad de uso del suelo (UA4)
Múltiples nichos y diversidad (MD) (numerosas partes interesadas que compiten por recursos específicos del sitio)		A áreas urbanas caracterizadas por la cantidad de cinturones verdes y servicios eco sistémicos, generando comodidades como miradores, cuñas verdes, corredores de hábitat de vida silvestre, tierras de trabajo como ranchos o granjas, y espacio de parque. ➤
		A las zonas agrícolas: el aumento del flujo de bienes y servicios agrícolas a los mercados urbanos ➤
<b>Factores de infraestructura (Infraestructura y Sección Técnica y Administrativa) (SI)</b>	Impulsar las políticas gubernamentales (regulaciones de uso de la tierra, flujos metabólicos (IF1))	
	Vitalidad natural y cultural (IF2)	Participación de la comunidad
	Soporte tecnológico y técnico (IF3)	Aparición y difusión de las nuevas tecnologías Infraestructura técnica
	Vitalidad socioeconómica (IF4)	Inmigrantes que se adaptan al estilo de vida, el trabajo y los ingresos Incentivos financieros y financiación Externalidades (beneficio indirecto a los agentes económicos/beneficios sociales)
		Impactos socio psicológicos (colección de valores, actitudes y patrones de comportamiento de las personas de las zonas rurales que están influenciadas por la urbanización)
<b>Enfoques de interacción de componentes (IAC)</b>	El papel mediador de las partes interesadas (IAC1)	El papel mediador de las partes interesadas
	Agricultura local y multifuncional (Agricultura Cívica (IAC2))	Agricultura local y multifuncional (Agricultura Cívica)
	Gobierno local/constituye y adopta estrategias	Conservación y desarrollo de valiosos paisajes culturales

---

de gestión locales  
(IAC3)

---

Asefi et al. (2020)

Actualmente, no hay dicha visión integral en la contribución del sistema urbano pero el autor consideró a dicho enfoque de crecimiento y resiliencia como una buena herramienta para destacar la erradicación de la pobreza y el enfoque de sostenibilidad ambiental ya que estos temas están unidos con los objetivos de desarrollo sostenible y que sirven en nuestra investigación (Asefi et al., 2020).

El artículo estuvo localizado en Portugal debido al crecimiento dinámico por los cambios en el gobierno del país, además consideró a Lisboa como zona periurbana por el enfoque de sostenibilidad frágil en términos de sistemas rurales y urbanos (Asefi et al., 2020).

Los datos fueron sacados del censo del Instituto Nacional de Estadística de los municipios portugueses ya que consideró las densidades de los distritos a mapear y el autor escogió el distrito que tenía el mayor dinamismo de las zonas de interface con una fuerte presión de la zona urbana en la zona rural. (Asefi et al., 2020).

El autor concluye que estudiar tales lugares ayudan a entender mejor dicho dinamismo, de igual modo, los indicadores propuestos sirvieron para evaluar y monitorear mejor estas zonas donde las partes interesadas en participar en nuevas estrategias de planificación intensificaron los esfuerzos para la gestión de dichas zonas (Asefi et al., 2020).

**Land degradation and metropolitan expansion in a peri-urban environment  
(Imbrenda et al, 2021)**

De la misma manera, Imbrenda et al (2021) mencionó que el crecimiento urbano y la degradación de tierras tienen repercusiones en la calidad de los recursos naturales como la vegetación, agua subterránea y cuerpos de agua, donde las áreas periurbanas tienen un papel crítico debido a su ubicación, es así que los planificadores han empezado a tomarle importancia a dichas zonas, donde los mapeos espaciales son una buena herramienta a utilizar y ha facilitado el análisis ambiental del mismo.

Asimismo, el autor indica una serie de aspectos negativos relacionados con el riesgo de crecimiento urbano y degradación de tierras, tales como la pérdida de hábitats, la

fragmentación de tierras, la contaminación de aguas y aire, la evapotranspiración reducida y fenómenos como las islas de calor, las cuales son sistemas que contribuyen a la amenaza de seguridad alimentaria en los sectores rurales porque disminuyen la productividad en los suelos más fértiles y aumentan la presión en dichas zonas por intervención del cambio climático (Imbrenda et al., 2021).

Por esta razón, el autor identificó los siguientes indicadores de origen ambiental para hallar la vulnerabilidad, los cuales nos sirvieron en nuestra investigación (Imbrenda et al., 2021).

**Indicadores según Imbrenda et al. (2021):**

Tabla 6 Vulnerabilidad de degradación de tierras

	<b>Indicadores</b>	<b>Forma de cálculo</b>
<b>SQI</b>	Índice de calidad de suelo	(Fragmentos de roca*Drenaje* material padre* textura* profundidad del suelo* pendiente) 1/6
<b>CQI</b>	Índice de calidad climática	(Precipitación*Aridez*Aspecto )1/3
<b>MQI</b>	Índice de calidad de gestión	(Intensidad del uso de la tierra*aplicación de políticas)1/2
<b>VQI</b>	Índice de calidad de vegetación	(Riesgo de incendio* Protección contra la erosión* Resistencia a la sequía* cubierta vegetal)1/4
<b>ESAI</b>	Vulnerabilidad de degradación de tierras	SQI*CQI*MQI*VQI

Imbrenda et al. (2021)

Los resultados de utilizar los indicadores que el autor propone para hallar la vulnerabilidad de degradación de tierras en las zonas urbanas de las zonas periurbanas, muestran que hay factores rurales que tiene conexión con el riesgo del crecimiento urbano y que conectan con el origen ambiental de los indicadores. Esta situación llevó al autor a concluir que la urbanización no medida y no planificada en países desarrollados y en países en vías de desarrollo, ha incrementado, lo cual afecta a las áreas rurales del caso de estudio, donde los efectos son más nocivos en los recursos naturales como el suelo, agua y biodiversidad de la zona estudiada (Imbrenda et al., 2021).

Este estudio se centró en Atenas y consideró factores antropogénicos, al igual que los anteriores antecedentes, como el crecimiento urbano en la franja urbano-rural donde considera como variable de vulnerabilidad a la degradación de tierras ya que da suelos de baja calidad, y vegetación escasa y estresada, donde la actividad socioeconómica del lugar ha llevado a aumentar la vulnerabilidad junto a políticas de desregulación; por esta razón,

Atenas fue considerado como un buen laboratorio para gestionar la planificación urbana y realizar investigaciones de gestión sostenible de las tierras y que se puede replicar el contexto en áreas comunes a esta zona periurbana. (Imbrenda et al., 2021).

### **2.1.2. Tesis**

#### **Huertos orgánicos y estrategias de reducción de la vulnerabilidad de las mujeres agricultoras periurbanas de Quito (Cárdenas Galarza. S., 2020)**

Así como los anteriores antecedentes revisaron la gestión del crecimiento urbano, también la cobertura verde es un buen indicador de origen ambiental que podría servir para futuras investigaciones, es así que este último antecedente mostró herramientas de infraestructura verde para solucionar la inseguridad alimentaria en ciudades emergentes (Cárdenas Galarza, 2020).

Esta tesis elige a la agricultura urbana y periurbana, además del desarrollo de huertos orgánicos en dichas zonas, como respuesta al deterioro de las condiciones de vida en las ciudades para la población de escasos recursos ya que esta herramienta satisfizo necesidades de autoconsumo y enfocó la problemática en la necesidad de alimentos duplicada para el año 2050 y el riesgo de la seguridad y soberanía alimentaria (Cárdenas Galarza, 2020).

Los principales resultados fueron que los cambios de temperatura, precipitaciones y la presión del suelo fueron las principales amenazas para las mujeres agricultoras y su rol en las estrategias de adaptación del cambio climático. Además, el autor realizó un análisis de sensibilidad, donde concluyó que los huertos orgánicos tienen un alto nivel de exposición a las amenazas y factores de riesgo de la erosión del suelo y disponibilidad de agua; de esta manera, el liderazgo de las mujeres cobró relevancia ya que ha permitido sobrellevar tales riesgos a través de conocimientos ancestrales (Cárdenas Galarza, 2020).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Zonas urbanas**

Las áreas urbanas dependen de la cantidad de población que en ella presionan, como las metrópolis, y se pueden encontrar tanto en países desarrollados como en los subdesarrollados (Cardoso et al., 2020).

**a. Países desarrollados:** Los países desarrollados o del Norte, “son los países identificados por el Banco Mundial por sus altos ingresos, cuyo PBI por habitante es superior a 12.375 USD anuales”. (CADTM,2020, p.1) Es así que el Norte agrupa países de Europa occidental, Europa Central y del Este de la Unión Europea (excepto Bulgaria y Rumania), Estados Unidos de América, Canadá, Japón, Corea del sur, Australia, Nueva Zelanda entre otros. Estos países no son exactamente industrializados, algunos son poco o nada industrializados, pero son considerados por organismos internacionales como de ingresos altos ya sea porque atraen capitales extranjeros, como su paraíso fiscal (Panamá, Bahamas, Seychelles, Islas Caimán) o porque tienen fuertes ingresos por la industria petrolera (Estados árabes del golfo pérsico o el sultanato de Brunei en Asia del Sudeste). (CADTM,2020)

Asimismo, para el CADTM (2020), la distinción de países del Norte/Sur o países desarrollados y países en vías de desarrollo comprende la denominación del Banco Mundial o el FMI que imponen políticas imperialistas y neocoloniales bajo el control de las grandes potencias del Norte.

Las áreas urbanas en las ciudades desarrolladas se caracterizan por su continua evolución, además de ser sistemas complejos y vulnerables (Cardoso et al., 2020). Su complejidad se debe a los impactos negativos en la dinámica climática de los servicios estratégicos urbanos, las personas, el entorno natural, la economía, así como la exposición a diversos peligros como terremotos, tsunamis, mareas, sequías y olas de calor. (Cardoso et al., 2020)

La tasa de urbanización prevista es de 70% a más en el 2050, es así que el crecimiento urbano es un factor clave para la resiliencia global (Bibri et al.,2020). Esto quiere decir que los gobiernos de las ciudades de estos países enfrentarán grandes desafíos relacionados con la sostenibilidad y el crecimiento urbano. Según Bibri et al. (2020) entre los desafíos están:

El aumento del consumo de energía, la contaminación, la eliminación de desechos tóxicos, el agotamiento de los recursos, la gestión ineficaz de las infraestructura e instalaciones urbanas, los procesos de planificación y los sistemas de toma de decisiones ineficaces, las malas condiciones de viviendas y trabajo, las redes de transporte saturadas, la congestión endémica, la desigualdad social y la disparidad económica.

Asimismo, los países desarrollados experimentarán una disminución aún más rápida en las densidades promedio a través de patrones más extensos, lo que reduce la capacidad

de las ciudades para mantenerse por sí mismas (véase en figura 1 y 2), a menos que adopten y persigan estrategias de desarrollo más compactas. (Bibri et.al., 2020). Entre estas ciudades están “París, Francia; Hong Kong, China; Melbourne, Australia; Ámsterdam, Holanda; Tokio, Japón; Auckland, Nueva Zelanda; Toyama, Japón” (Bibri et al., 2020).

Se entiende como ciudad compacta, “una ciudad de uso mixto de densidad relativamente alta, basada en un sistema de transporte público eficiente y dimensiones que fomenten la caminata y el ciclismo” (Bibri et.al, 2020, p.2) Esto se basa en tres elementos: la forma urbana, el espacio y las funciones sociales:

Tabla 7 Características de densificación

<b>Urbano</b>	<b>Espacio</b>	<b>Social</b>
Asentamientos de alta densidad	Uso de suelo mixto	Equidad social
Menor dependencia del automóvil	Diversidad de vida	Autosuficiencia de la vida diaria
Límite claro de las áreas circundantes	Identidad clara	Independencia de gobierno

Fuente: Bibri et al. (2020)



Figura 1 Índice de mortalidad

Fuente: Banco Mundial (2018)



Figura 2 Índice de natalidad

Fuente: Banco Mundial (2018)

En la figura 1 y 2 se puede apreciar cómo en los países desarrollados, el índice de mortalidad ha aumentado y el índice de natalidad ha disminuido, sosteniendo la postura que la densidad promedio de población ha disminuido en grandes cantidades.

**b. Países subdesarrollados:** El término países emergentes designa a las economías que están en proceso de industrialización donde China, India y Brasil son los mejores ejemplos. (CADTM, 2020) También tenemos a Tailandia, Haití, Nigeria, Rusia, Bangladesh.

El Banco Mundial (2020) divide a los países en categorías según nivel de ingreso teniendo a los países en vías de desarrollo en las primeras 3 categorías de ingreso bajo, ingreso mediano bajo e ingreso mediano alto.

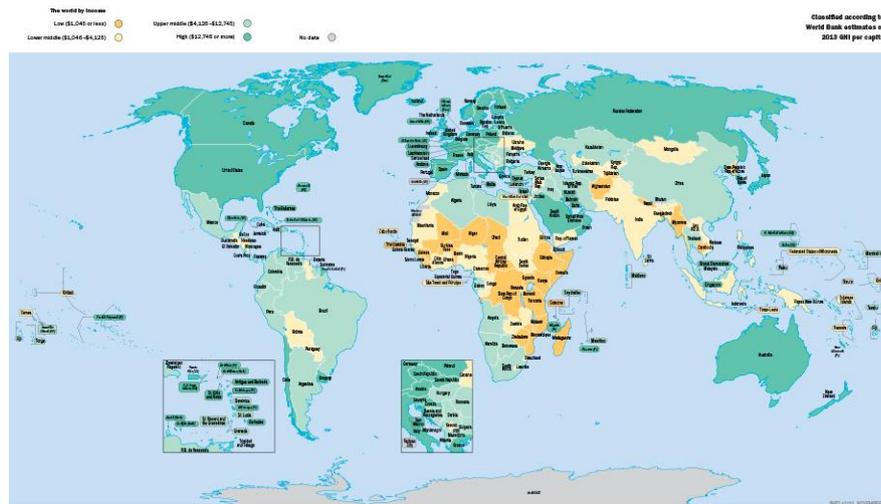


Figura 3 Clasificaciones de los países según su ingreso

Fuente: Banco Mundial (2020)

Esquemáticamente el Sur engloba a América Latina y el Caribe, Oriente Próximo, África del Norte, África subsahariana, Asia del sur, Asia del Sudeste y el Pacífico, Asia central, Turquía, países de Europa central y Europa del este que no son miembros de la Unión Europea, así como Bulgaria y Rumania que si son miembros. (CADTM, 2020).

Uno de los principales problemas que tienen las áreas urbanas en los países en desarrollo, emergentes o del sur es la planificación urbana y sobre todo el aumento de la población, a diferencia de los países desarrollados (véase figura 1 y 2). En las figuras 1 y 2 podemos ver que estos países tienen un índice de natalidad alto y un índice de mortalidad bajo generando desigualdad, exclusión y privación de las ciudades divididas entendidas como zonas marginales (ONU Hábitat, 2016). Desde la perspectiva económica, este modelo, a su vez, es insostenible debido a la generalización de desempleo, especialmente en jóvenes, la existencia de trabajos inestables y mal pagados, además del alto índice de trabajos informales, lo cual beneficia el acceso desigual a los servicios, equipamientos urbanos y la pobre calidad de vida de muchas personas (ONU Hábitat, 2016).

La apresurada urbanización se puede ver con claridad en África o América Latina, donde en África es más rápida (ONU Hábitat, 2016). Asimismo, en la migración urbana que aqueja a estos países en vías de desarrollo; se trata de evitar que los pobres se muevan de zonas de retraso a zonas importantes, de tal manera que podamos inducir a los gobiernos a reducir la pobreza rural apoyando la descentralización y evitando que se incremente la migración (ONU Hábitat, 2016).

Las ciudades del sur global son más sensibles al cambio climático por su pobreza urbana y su vulnerabilidad social (Araos et al., 2016). La mayoría de las ciudades y regiones dependen de los recursos y servicios ecológicos, incluidos los alimentos, el agua y la absorción de contaminantes, así como de los ecosistemas distantes; y las consecuencias medioambientales de las actividades urbanas (Romero Lankao y Dodman, 2011)

**c. Metrópolis:** Son centros poblados que cuentan con un gran volumen de población y actividades, además, ejercen una fuerte influencia en los centros poblados con los que intercambio población, bienes y servicios (Ministerio de vivienda, 2011).

Las áreas metropolitanas o metrópolis se forman por un proceso de urbanización con un núcleo densamente poblado y territorios circundantes que comparten industria, infraestructura, vivienda; es así que estas son consideradas como los motores del desarrollo regional en un mundo globalizado (Gao et al., 2020).

Ejemplos de metrópolis son New York, Génova en Italia y China, entre otras donde la estructura de estas regiones se puede caracterizar como una serie de pequeñas ciudades interconectadas hacia una o varias ciudades mayores que ofrecen espacio, industria tecnológica y políticas como la economía de mercado en China que genera interconexión e integración económica entre ciudades, así como aumento de economía regional (Gao et al., 2020).

Un tipo representativo de las metrópolis, son las megaciudades que son definidas como áreas urbanas por encima de los 5 millones de personas donde un ejemplo claro es la capital de Bangladesh, la cual se encuentra entre las más grandes ciudades del mundo con cerca de 15 millones y una tasa de crecimiento anual de 3.6%, lo que ejemplifica la tendencia urbana a un rápido crecimiento en las ciudades en vías en desarrollo (Araos et al., 2016).

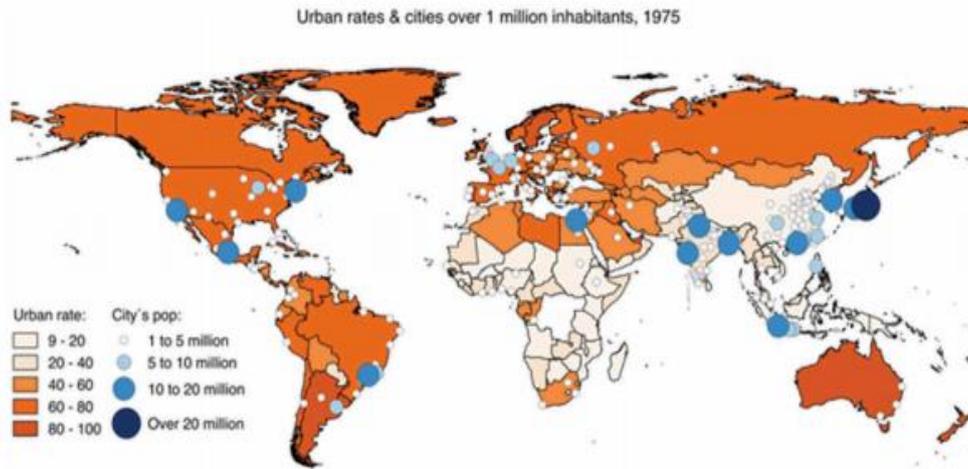


Figura 4 Tasa urbana y ciudades con más de 1 millón de habitantes en el año 1975

Fuente: Castells-Quintana y Wenban-Smith (2019)

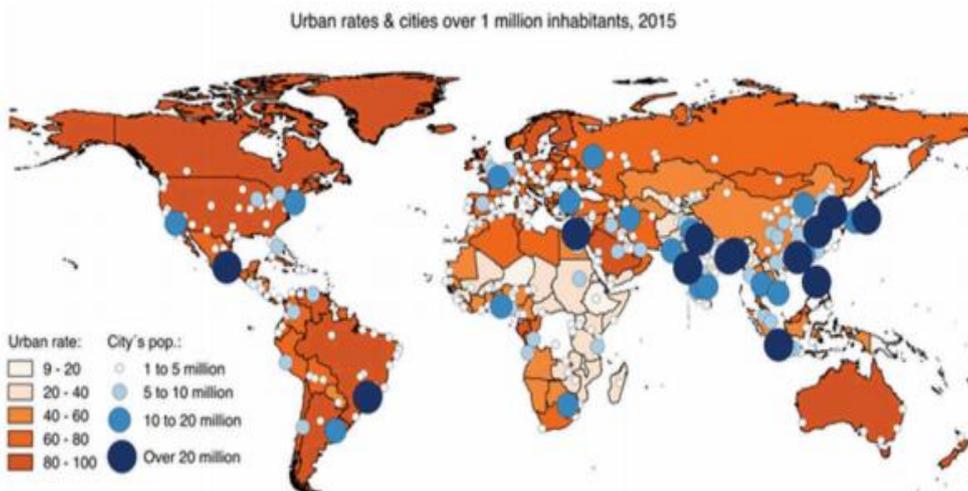


Figura 5 Tasa urbana y ciudades con más de 1 millón de habitantes en el año 2015

Fuente: Castells-Quintana y Wenban-Smith (2019)

En el año 1975, las tasas urbanas ya eran altas en los países desarrollados, pero no tanto como los países en vías de desarrollo. Según las figuras 4 y 5, en los países desarrollados existían 76 grandes urbes con más de un millón de habitantes y 4 megaciudades con más de 10 millones de habitantes, mientras que, en los países en vías de desarrollo, había 178 grandes ciudades y 9 megaciudades. Hacia el año 2015, eso aumentó considerablemente en los países en vías desarrollo, es así que se ha duplicado y alcanzado 396 ciudades incluyendo Lima hacia la actualidad (Castells-Quintana y Wenban –Smith, 2019).

### **2.2.2. Zonas rurales**

En lo común, las zonas rurales aparecen como zonas dedicadas a la agricultura y ganadería u otras actividades extractivas, pero también como zonas de residencia donde importa la cantidad de habitantes que viven en un determinado lugar y que, por debajo de dicha cifra, se considera rural (Romero, 2018).

Otros autores lo definen como lo no urbano, con densidad poblacional baja y con componentes tradicionales que enfatizaban la comunidad. También se define como zonas residuales de asentamiento y que se clasifica en términos de composición, uso de suelo, mercados de trabajo y otros, haciendo énfasis en la urbanización y dualidad urbano-rural. (Saravia et al., 2018).

Asimismo, dichas áreas cuentan con un mayor riesgo antrópico en comparación de las zonas urbanas, las cuales causan efectos nocivos en el suelo, el agua, los humedales y la biodiversidad. Dicho efecto se pudo observar en diferentes lugares dispersos alrededor del mundo, además de causar presión en los recursos naturales y en los paisajes vulnerables; asimismo, estas áreas persisten en los límites de las regiones centrándose en la proximidad de estas con las montañas donde sus principales usos de tierra son de cultivo y silvicultura (Imbrenda et al., 2021).

El crecimiento bajo de la zona rural, así como la mixtura del cambio de suelo que lleva a ejecutar sus actividades cotidianas rurales en zonas urbanas hace que se pierda la esencia de dichas zonas, definiendo a las zonas rurales como zonas que no solo están cambiando su dinamismo de uso de suelo, si no también, su infraestructura, acceso a servicios y mercados, exposición de impactos, procesos de producción urbanos y contaminación, la cual se acrecienta debido a la creciente demanda del riesgo urbano (Simón, 2008).

### **2.2.3. Zonas periurbanas**

La peri-urbanización son procesos donde las ciudades crecen hacia afuera y se absorben de manera constante en el tejido urbano, las áreas rurales, el campo, el interior e incluso el desierto (Phadke, 2020). El término periferización indica un proceso que puede generar degradación social, física y ambiental en las áreas urbanas, es así que el deterioro de una condición periférica puede afectar una ciudad en su totalidad. (Gerundo et al., 2020). Las áreas periurbanas se pueden definir como zonas de transición entre la tierra urbanizada

en las ciudades y las áreas predominantemente agrícolas. Estos espacios representan un territorio con combinaciones de características urbanas generadas a partir de zonas que eran previamente verdes. (Phadke, 2020). El término periurbano también es descrito como “interfaz periurbana” en muchos escritos sobre urbanización en África del Norte y Asia del Sur. Asimismo, McGee inventó el término “desakota” (indonesio para ciudad-aldea o urbano-rural) para referirse a este tipo de zonas”. (Phadke, 2020). Tomado desde ese punto, el término no es nuevo; sin embargo, en los últimos años ha tomado más incidencia e importancia a causa del aumento de la población urbana. Es así que Phadke (2020) comenta que aproximadamente 40%-70% de la población urbana se concentra en áreas periurbanas. Este término es mucho más utilizado en ciudades en vías de desarrollo, conocido como una mezcla entre lo urbano y lo rural o la nueva combinación de funciones económicas urbanas y rurales donde puede haber desigualdad o degradación de tierras (Phadke, 2020).

Butch (2019) comenta que:

El carácter transicional de las áreas periurbanas tiene tres dimensiones: en primer lugar, son la zona entre el área urbanizada, edificada y el paisaje rural. El uso del suelo cambia en esta zona con una tendencia a un uso más intensivo del suelo hacia el núcleo y un uso menos intensivo hacia la periferia. En segundo lugar, muchos espacios periurbanos están experimentando transiciones de un uso del suelo a otro. En tercer lugar, los espacios periurbanos son propensos a las transiciones de gobernanza, con la desaparición de las instituciones establecidas y la aparición de nuevos actores, lo que resulta en un aumento de los procesos y desarrollos informales de toma de decisiones.

El desarrollo periurbano en Sur Global está experimentando transformaciones debido al desequilibrio espacial, desigualdad social, desarrollo de barrios marginales, y un número limitado de megaciudades sobrecargadas por innumerables ciudades y pueblos de orden inferior que causan periferias empobrecidas. (Phadke, 2020)

#### **2.2.4. Riesgo**

El riesgo es la probabilidad que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, es decir, la exposición de la vulnerabilidad. (CENEPRED,2015)

### **2.2.4.1. Vulnerabilidad**

El término vulnerabilidad ha cambiado con el pasar de los años, ya que inicialmente se usaba para gestionar el riesgo de desastres y actualmente el concepto es multidisciplinario, se utiliza para temas de cambio climático, seguridad cibernética, planeamiento urbano, gestión costera, entre otros. Ante esto, Je Kim (2020) realiza un análisis bibliométrico con las diferentes definiciones alrededor del mundo de este término. Por ejemplo, la organización mundial de la salud lo ha definido como la habilidad de las personas a anticipar, hacer frente, resistir y recuperarse de los daños causados por el desastre, así como reducir el impacto negativo de estos. De la misma manera, lo centra en 3 categorías dicha definición, como su capacidad de adaptación, propensión de desastres y concepto integrado, centrándose en la susceptibilidad y la exposición. Asimismo, por parte del IPCC ha sido definida como la combinación de la exposición, sensibilidad y adaptación (Li et al, 2020). Dicha definición nos lleva a lo que se maneja en el Perú con la ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento, donde se define riesgo como el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos (CENEPRED, 2015)

Siendo la vulnerabilidad, en este contexto, definida como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (CENEPRED, 2015), además de ser el grado en que somos afectados por efectos negativos del cambio climático (MINAM, 2013).

De la misma manera, algunos factores que aumentan dicha vulnerabilidad son: el crecimiento poblacional y los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el aumento de la pobreza, la utilización de sistemas organizacionales inadecuados y la presión sobre los recursos naturales (CENEPRED, 2015). Siendo, el Perú el tercer país más vulnerable a riesgos climáticos (MINAM, 2013); por otro lado, la vulnerabilidad tiene tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia (CENEPRED,2015).

### a. Exposición

La Exposición se define como las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. Se genera por una inadecuada relación con el ambiente debido a procesos no planificados de crecimiento demográfico, mal manejo de territorio o políticas de desarrollo económico no sostenibles. Además, está relacionado directamente con la vulnerabilidad. (CENEPRED,2015)



Figura 6 Edificaciones expuestas y susceptibles a un peligro de origen natural

Fuente: CENEPRED (2015)



Figura 7 La deforestación de la selva tropical del Amazonas

Fuente: BBC (2020)

### **b. Fragilidad:**

La fragilidad está referida a la debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. Pueden estar centradas en condiciones físicas de la comunidad o sociedad y está relacionada, también, directamente con la vulnerabilidad. (CENEPRED,2015)



Figura 8 Viviendas inadecuadas o precarias en Lima

Fuente: CENEPRED (2015)

### **c. Resiliencia**

La resiliencia está referida a la capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. (CENEPRED, 2015). Además, es la capacidad que tienen los asentamientos humanos de resistir, recuperarse rápidamente y adaptarse a cualquier peligro plausible (Cardoso et al., 2020). Es así que se convierte en un factor clave para la planificación urbana, para que las ciudades sepan dónde se encuentran e identifiquen sus fortalezas y debilidades planificando estrategias y medidas a corto, mediano y largo plazo (Cardoso et. al, 2020). Por otro lado, la resiliencia está relacionada indirectamente con la vulnerabilidad. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad (CENEPRED,2015).

#### **2.2.4.2 Vulnerabilidad social**

Según Tate et. al (2021) en USA la vulnerabilidad social resulta del proceso de combinar lo social, lo político y lo económico, lo que produce susceptibilidad a las amenazas en la población, donde estos grupos vulnerables son propensos a desastres debido a las barreras sociales relacionadas con la estratificación social y dimensiones como la edad ,

raza, pobreza, entre otros, hecho que es reafirmado por Alem et al (2021) y que comenta que abarcar esta vulnerabilidad ayuda a la solución de áreas priorizadas con insuficiente capacidad para preparar y responder a desastres inminentes. A lo que Charim (2016) soporta esta definición sugiriendo que la vulnerabilidad social afecta a grupos de personas pobres, hogares monoparentales, mujeres embarazadas o lactantes, personas discapacitadas, niños y ancianos.



Figura 9 Exposición social

Fuente: CENEPRED (2015)

### 2.2.4.3. Vulnerabilidad económica

La vulnerabilidad económica, según Diop et al. (2021) es definida como el riesgo al que se enfrenta algún país cuando se encuentra con un shock mientras que la resiliencia se define como la capacidad de un país para recuperarse. Asimismo, si queremos encontrar la forma de medir dicha vulnerabilidad, es a través del tamaño de la población, agricultura, concentración de exportación, PBI, producción, inestabilidad de exportar producto y servicios, entre otros.

De la misma manera, Li et al. (2021), tiene una definición conjunta, es así que la vulnerabilidad socioeconómica es un sistema que es probable que se dañe por peligros, o grados de influencia del sistema de amenazas y la habilidad de resiliencia de ello. Dicha vulnerabilidad es una importante base para las sociedades humanas en el marco de las medidas de adaptación para reducir el riesgo y minimizar los efectos adversos.

Ante esto Qin y Chen (2022) de China, define la vulnerabilidad económica como la capacidad de soportar daños causados por eventos inesperados en el desarrollo económico, así se puede medir el desarrollo económico sostenible de la ciudad y predecir la posibilidad de un entorno negativo que perjudique dicho sistema.

Por otro lado, Charim (2016) comenta que la vulnerabilidad económica son impactos de potenciales amenazas en los activos o procesos económicos.

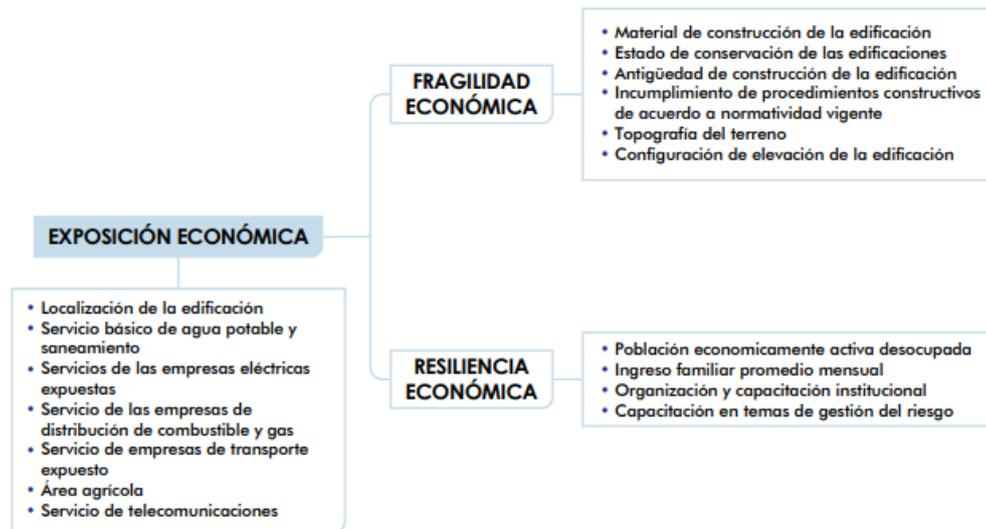


Figura 10 Exposición económica

Fuente: CENEPRED (2015)

#### 2.2.4.4 Vulnerabilidad ambiental

La vulnerabilidad ambiental según Peruchi et al. (2020) determina el grado de susceptibilidad de degradación dada por los impactos ambientales expresados en el potencial del paisaje, así la vulnerabilidad y la resiliencia se definen como términos similares al referirse a la propensión del daño debido a la poca protección o el riesgo que afecta el ambiente negativamente, así cuando la vulnerabilidad es alta, la resiliencia es baja. Así como en UK, en el Perú el concepto es similar, donde CHARIM (2016) lo define como los impactos potenciales de eventos negativos sobre el ambiente y el CENEPRED con la normativa peruana, lo soporta y clasifica la exposición de la vulnerabilidad en términos de deforestación, especies de flora y fauna por área geográfica, pérdida de suelo y pérdida de

agua, dividiéndolo en fragilidad y resiliencia ambiental respectivamente (CENEPRED, 2015).

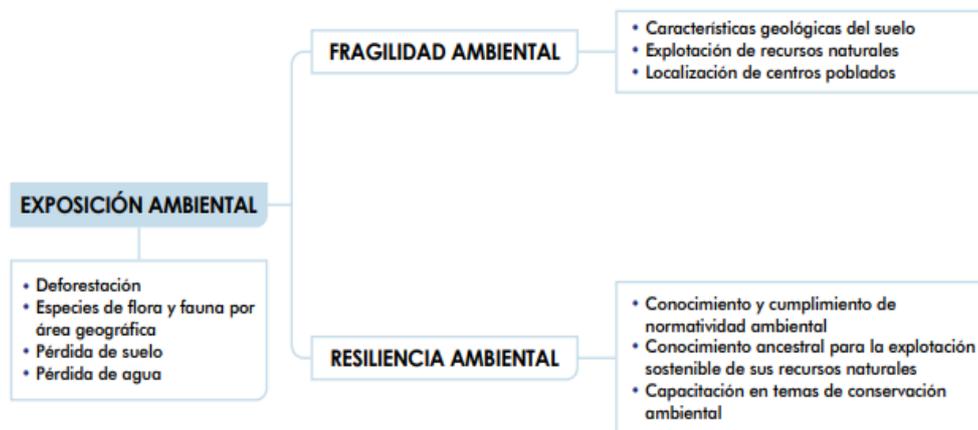


Figura 11 Exposición ambiental

Fuente: CENEPRED (2015)

Es así que los indicadores tomados de la revisión bibliográfica en el punto 2.1. pueden ser divididos en estos dos factores; de tal manera que, tengamos dicha clasificación, la cual sirvió para la identificación de los indicadores prioritarios en el capítulo 3:

Tabla 8 División de indicadores en fragilidad y resiliencia

	Indicadores	Fragilidad	Resiliencia
<b>Gerundo (2020)</b>	Ratio de desempleo	x	
	Ratio de inactividad	x	
	Índice de no completar la escuela secundaria	x	
	Índice de analfabetismo	x	
	Índice de edad	x	
	Índice de familias grandes	x	
	Edificios en desuso con valor histórico, arquitectónico o artístico	x	
	Edificios en mal o mediocre conservación	x	
	Índice de vivienda inadecuada	x	
	Viviendas vacías	x	
	Título de propiedad		x
	Densidad de los límites	x	
	Densidad habitacional	x	
	Incidencia de áreas impermeables	x	
	Falta de instalaciones y servicios de interés público.	x	

	Distancia desde la principal carretera o estación de buses o tren	x	
	Índice de áreas abandonadas	x	
	Índice de edificios no autorizados	x	
<b>Hersperger (2020)</b>	Propiedad pública de los espacios abiertos		x
	Objetivos de desarrollo (local, regional, nacional)		x
	Límites de crecimiento urbano (local, regional)		x
	Límites de los servicios urbanos (locales)		x
	Cinturones verdes (local, regional)		x
	Cuñas verdes y corredores (local, regional)		x
	Protección de ecosistemas sensibles (local, regional)		x
	Zonas de conservación (nacionales, regionales, locales)		x
	Moratoria de desarrollo (crecimiento) (local)	x	
	Densidad mínima de utilización (regional, local)	x	
	Bancos de tierras (regional, local)		x
	Reajuste de tierras (local)		x
	Medidas contra el acaparamiento de tierras (nacionales, regionales, locales)		x
	Inventarios de potencial de densificación urbana (local)		x
	Subida de categoría y recalificación (local)		x
	Requisitos de desarrollo por fases (local)		x
	Polos de crecimiento (nacional)		x
	Programas de reordenación de las zonas urbanas existentes (nacionales, regionales, locales)		x
	Programas de mejora cualitativa de los nuevos proyectos de desarrollo (nacionales, regionales, locales)		x
	Impuesto sobre bienes inmuebles de tipo mixto (nacional)		x
	Tasas de impacto del desarrollo (local)		x
	Fondos públicos para el relleno y el desarrollo de zonas industriales abandonadas (nacional)		x
	Transferencia de derechos de desarrollo (local, regional)		x
	Bonificaciones por densidad (local)		x
	Impuesto sobre el valor añadido (local)		x
	Campañas de información		x
	Seguimiento de la oferta de suelo		x
Análisis del impacto fiscal		x	
Educación y formación de los planificadores		x	
<b>Wolff et al. (2021)</b>	Densidad urbana	x	
	Tamaño de casas	x	
	Degradación de tierras	x	
	Cobertura verde		x

	Densidad de la carretera	x	
	Distancia al centro de la ciudad	x	
	Distancia a las principales carreteras	x	
	Distancia al río	x	
<b>Asefi (2020)</b>	Vitalidad Agrícola		x
	Vitalidad urbana		x
	Diversidad		x
	Vitalidad natural y cultural		x
	Soporte tecnológico y técnico	x	
	Vitalidad socioeconómica	x	
	Impacto socio psicológico	x	
	Impacto en partes interesadas	x	
	Zonas agrícolas		x
		Impacto de gobierno local	x
<b>Imbrenda (2021)</b>	Índice de calidad climática	x	
	Índice de calidad de suelo	x	
	Índice de calidad de vegetación	x	
	Índice de calidad de gestión	x	

Elaboración propia

## 2.2.5. Problemas de las zonas periurbanas

Por un lado, uno de los problemas principales de las zonas periurbanas es la rápida urbanización de las zonas urbanas, tal como se ha ejemplificado en los países desarrollados y en vías de desarrollo; lo que es acentuado con el cambio climático.

### 2.2.5.1. Cambio climático

El cambio climático afecta la temperatura de la tierra y es una grave amenaza para la estabilidad política, económica y social de los países. Es así que las alteraciones climáticas son cada vez más frecuentes incentivando inundaciones, sequías, heladas, precipitaciones más severas amenazando nuestra seguridad y bienestar; también origina proliferación de enfermedades y olas de calor. (MINAM, 2013)

El Perú es responsable del 0.4% de gases de efecto invernadero; sin embargo, es el tercer país más vulnerable a los riesgos climáticos, es así que en los últimos 30 años hemos perdido el 22% de la superficie de nuestros glaciares que son el 71% de los glaciares del mundo (MINAM, 2013)

Los cultivos que más se sienten identificados con esto, son 27; productos como la papa, el maíz, el arroz que son protagonistas de la canasta familiar (MINAM, 2013).

El cambio climático tiene 2 partes: Mitigación y Adaptación, donde mitigar es actuar para reducir emisiones especialmente los de GEI mediante acciones puntuales (MINAM, 2013). De la misma manera, adaptación es la habilidad de un sistema de ajustarse a las representaciones del cambio climático (MINAM, 2013).

#### **2.2.5.2.1. Cambio climático y la ciudad**

Debido a los altos niveles de concentración demográfica, industrial y de infraestructura que tienen las ciudades, es probable que estas sufran los efectos más duros del cambio climático, es así que se deben desarrollar estrategias de mitigación y adaptación para frenarlo. (ONU, 2011) Las ciudades están teniendo un crecimiento demográfico acelerado afectando más a los países emergentes o en desarrollo debido a la concentración en los asentamientos informales y barrios precarios, también porque cuentan con menos recursos para hacerles frente como déficit de gobernabilidad e igualdad social y económica. (ONU, 2011)

#### **2.2.5.2. El suelo y la agricultura**

El cambio climático no es algo que afecta solo a las plantas, también afecta al suelo, ya que el carbono se distribuye a través de las raíces y se deposita en la tierra; además es el segundo depósito de sumidero de carbono más importante, después de los océanos, por lo tanto, un suelo sano puede ayudar a mitigar el cambio climático (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021).

Por otro lado, el aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera puede hacer que los microbios del suelo descompongan la materia orgánica más rápidamente, haciendo que se libere todavía más el dióxido de carbono. (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021).

Es así como el cambio climático hace que el suelo pase de ser sumidero de carbono a una fuente de emisiones; sin embargo, la forma en que se utiliza el suelo también puede afectar a la cantidad de carbono que puede retener (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021).

Es por esto, que el cambio de uso de suelo es riesgoso para el recurso, resultando en la degradación de ecosistemas y la fragmentación y pérdida de la cubierta vegetal remanente, principalmente, en las zonas periurbanas donde el impacto negativo del crecimiento de las áreas urbanas hace que aumenten los gases de efecto invernadero en este cambio (Uebel et al., 2021).

Por otro lado, los cultivos de cubierta y los residuos de las cosechas pueden contribuir a prevenir el riesgo de erosión del suelo; así mismo, la agricultura orgánica puede reducir los gases de efecto invernadero al no utilizar fertilizantes químicos (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021).

### 2.2.5.3. Inseguridad Alimentaria

Según la FAO (2017), la inseguridad alimentaria ha crecido en los últimos años debido al descontrolado crecimiento poblacional y que se debe aumentar la producción de alimentos, luchar con el cambio climático y conservar los recursos naturales. (Aulestia Guerrero & Capa-Mora, 2017)

Las inadecuadas políticas y el bajo compromiso a afrontar el hambre y la pobreza, así como la ausencia de políticas en el sector agro productivo para asegurar la estabilidad alimentaria son factores que perjudican la seguridad alimentaria (Aulestia Guerrero & Capa-Mora, 2017)

En América Latina el 8,4% de las mujeres se encuentran en situación de inseguridad alimentaria severa, en comparación con el 6,9% de los hombres (FAO, 2018).

**CUADRO 3**  
**INSEGURIDAD ALIMENTARIA SEVERA POR SEXO EN AMÉRICA LATINA Y SUBREGIONES, PREVALENCIA (%) Y MILLONES DE PERSONAS, 2014-2016 Y 2015-2017**

Prevalencia (%)	2014-2016		2015-2017	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Mesoamérica	9,7	8,2	10	8,1
Sudamérica	6,7	5,3	7,8	6,5
América Latina	7,5	6,1	8,4	6,9

Millones de personas	2014-2016		2015-2017	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Mesoamérica	6,1	5,0	6,4	5,0
Sudamérica	10,8	8,1	12,7	10,1
América Latina	16,9	13,1	19,2	15,1

## Figura 12 Panorama de la seguridad alimentaria

Fuente: FAO (2018).

Como se ve en el cuadro la inseguridad alimentaria afecta a ambos géneros, siendo el de la mujer más predominante. Además, con el aumento de la migración, crece la dificultad para asegurar el paso intergeneracional de los sistemas alimentarios en los sectores rurales de las áreas periurbanas abandonando progresivamente las prácticas (FAO, 2018).

Para el año 2020, Perú pasó de tener 11.3 millones de personas en situación de inseguridad alimentaria moderada y gravemente a tener 15.5 millones entre el 2018-2020, agravado por la pandemia a pesar que Perú es un país con actividad agrícola, según el último informe de la FAO (Gestión, 2021).

### **2.2.6. Planificación urbana y periurbana**

#### a. Conceptos

La planificación urbana es un proceso técnico y político relacionado con el control del uso del suelo y el diseño del entorno urbano, incluidas las redes de transporte, para orientar y asegurar el desarrollo ordenado de asentamientos y comunidades (Mohanty, 2020)

La planificación urbana sostenible es un conjunto de estrategias y prácticas de desarrollo en las ciudades para mejorar la calidad de vida de las personas y el ambiente en el que habitan. (Mohanty, 2020). Lo que desarrolla enfoques innovadores y prácticos para el uso del suelo y su impacto en los recursos naturales porque una buena planificación del uso de la tierra sostenible ayuda a mejorar el bienestar de las personas y sus comunidades, ocasionando áreas urbanas más saludables y eficientes. (Mohanty, 2020).

Una planificación urbana integral e intersectorial es lo que necesita el proceso de aumento de urbanización, que significa que, en las próximas décadas, las ciudades desempeñarán un papel aún más vital, social, económico y ambientalmente, lo que las convertirá en clave para lograr la Agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Diemer. A., 2019). Es decir, lograr una expansión ordenada de la ciudad, expandir las oportunidades de empleo y ofrecer medios de vida sostenibles, expandir la infraestructura urbana, mejorar los niveles de vida y la calidad de vida, aumentar la eficiencia en el uso de recursos

energéticos y ambientales, aumentar el crecimiento económico y reducción de la pobreza y la inequidad. (Mohanty, 2020)

#### b. Efectos de la no planificación periurbana

La deficiente planificación que existe actualmente la podemos apreciar en los barrios marginales, el intrincado tráfico, las emisiones de gases de efecto invernadero y los extensos suburbios y áreas periurbanas de todo el mundo. Estos afectan el PBI y reducen la esperanza de vida. Al optar por actuar de manera sostenible decidimos construir ciudades donde todos los ciudadanos disfruten de una digna calidad de vida y formar parte de la dinámica productiva de la ciudad generando prosperidad compartida y estabilidad social sin perjudicar el ambiente. (SDG, 2020)

### **2.2.6.1 Gestión de crecimiento**

La gestión de crecimiento es un conjunto integrado de políticas reguladoras, de mercado o de información con el objetivo de reducir el riesgo de crecimiento urbano. Dichas políticas tienen el fin de dirigir las conversiones de suelo, sus aspectos físicos y su uso creando estrategias con enfoque de regeneración urbana como dar verdor a las ciudades, además de reducir la invasión urbana en las zonas rurales de la periferia urbana. (Hersperger et al., 2020).

#### **2.2.6.2. Sistemas de información geográfica**

##### **2.2.6.2.1. Los SIG como herramienta de planificación**

Según Esri (2020), un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema que crea, administra, analiza y mapea todo tipo de datos. Los SIG o, en inglés, GIS conecta datos a un mapa integrando datos de ubicación con información descriptiva, base para el mapeo y el análisis que utiliza la ciencia e industrias, además que ayuda a comprender patrones, relaciones y el contexto geográfico para una mejor gestión y toma de decisiones.

Asimismo, según Olaya (2014) Los SIG tienen 3 subsistemas: Subsistema de datos, que se encarga de las operaciones de entrada y salida de datos; Subsistema de visualización y creación cartográfica, que crea representaciones a partir de los datos (mapas, leyendas, etc.); Subsistema de análisis, que contiene métodos y procesos para el análisis de los datos geográficos.

De la misma manera, los SIG tiene 5 elementos principales:

1. Datos. Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG, y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.
2. Métodos. Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.
3. Software. Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores.
4. Hardware. El equipo necesario para ejecutar el software.
5. Personas. Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG.

#### **2.2.6.2.2. Teledetección**

Según el Instituto Geográfico Nacional de España (2020):

La teledetección es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. La interacción electromagnética entre el terreno y el sensor, genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la Tierra (p.2).

#### **2.2.6.2.3. Clasificación de imágenes satelitales**

Según Esri – ArcGIS Desktop (2020).

La clasificación de imagen hace referencia a la tarea de extraer clases de información de una imagen ráster multibanda. El ráster resultante de la clasificación de imagen se puede utilizar para crear mapas temáticos. Dependiendo de la interacción entre el analista y el equipo durante la clasificación, existen dos tipos de clasificación: supervisada y no supervisada.

**Clasificación supervisada:** La clasificación supervisada utiliza firmas espectrales obtenidas de las muestras de capacitación para clasificar una imagen.

**Clasificación no supervisada:** La clasificación sin supervisión busca clases espectrales (o clústeres) en una imagen multibanda sin la intervención del analista. (p.1).

### **2.2.6.3. Agricultura periurbana como herramienta de planificación**

La agricultura urbana, se puede definir como la producción o transformación de productos agrícolas y ganaderos en zonas urbanas, a partir del uso eficiente y sostenible de los recursos e insumos locales, respetando los saberes y conocimientos locales y valorizando el uso de tecnologías apropiadas. La agricultura periurbana, en tanto, se refiere al concepto anterior, cuando se lleva a cabo en la zona que circunda a la ciudad, es así que mejora la calidad de vida de la población urbana y periurbana, existiendo casos donde es posible observar un desarrollo de carácter empresarial (Peredo Parada et al., 2016)

Las ciudades son grandes consumidoras de energía y producen grandes cantidades de residuos, pero son dependientes de los ecosistemas y quieren garantizar su abastecimiento alimentario (Peredo Parada et al., 2016). En ese sentido, la agricultura periurbana puede utilizarse para asegurar la seguridad alimentaria y puede ser un instrumento eficaz de planificación al proporcionar seguridad y estabilidad. (Opitz et al., 2015) Además reduce el impacto del cambio climático mejorando la resiliencia urbana y la sostenibilidad (Lucertini et al., 2021).

Este tipo de agricultura permite una evaluación y gestión participativa de los recursos locales, en la que las redes de producción y comercialización se integran en los distintos planes de ordenación del territorio urbano y periurbano. De la misma manera, contribuye al rescate de las culturas locales y las relaciones sociales, como la reinserción de las mujeres y otras personas en el trabajo productivo, como los ancianos, los jóvenes y los discapacitados. (Gilardi, 2020)

La Agricultura urbana en áreas periurbanas genera beneficios comerciales y no comerciales:

En lo comercial, la agricultura urbana genera: Ventas de los alimentos que salgan de dicha agricultura, trabajos de agricultura, ingresos, turismo, oportunidades educativas, energía limpia y economía circular con los residuos que se generen.

En lo no comercial, la agricultura urbana genera: Aire, agua y suelo limpio, calidad de vida, recreación, uso de suelo amigable, cohesión con la comunidad, oportunidades de educación, biodiversidad, salud mental y liberación de estrés. (Brinkley, 2012).

En el mismo sentido, estimula la formación de ciudades más sostenibles, cumpliendo funciones ambientales como la conservación de los suelos, mejoramiento de microclimas locales, mejoramiento de paisaje urbano, recuperación de áreas degradadas, reducción de CO<sub>2</sub> en la distribución de alimentos. (Marcal et al., 2021).

Asimismo, el manejo de agricultura periurbana puede ser un elemento crucial para promover corredores verdes urbanos produciendo hábitats con la reproducción de tejados verdes e invernaderos que aumentaría la fauna urbana y la biodiversidad, además de manejar espacios vacíos o abandonados y convertirlos en huertos comunitarios. (Lucertini et al., 2021).

#### **2.2.6.4. Autoridades competentes a la planificación urbana**

La planificación urbana en el Perú se representa a nivel nacional, regional y local a través de leyes, decretos, reglamentos y entidades; es así que el plan estratégico de desarrollo nacional – plan bicentenario 2021 se centra en el desarrollo regional, de infraestructura y vivienda; a lo que a nivel local, el reglamento de acondicionamiento territorial presenta un conjunto de instrumentos de planificación urbana y territorial para las municipalidades provinciales y distritales desarrollando avances (CEPLAN, 2021).

- **Instituciones nacionales**

- a. **MINAM:** El ministerio del ambiente del Perú es el principal ente en materia ambiental del país, entre sus funciones, dadas por el reglamento D.S N°007-2008-MINAM está el velar por el ordenamiento territorial a través de la Dirección General de Ordenamiento Territorial del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales (MINAM, 2008). De la misma manera, es el ente que se encarga de gestionar el sistema de evaluación ambiental, el cual comprende políticas, programas y planes para supervisar y corregir los impactos ambientales negativos (MINAM, 2022).
- b. **CEPLAN:** El centro nacional de planeamiento estratégico es el órgano especializado que ejerce de órgano rector, orientador y coordinador del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico como instrumento técnico de gobierno y gestión para el desarrollo del país, y el fortalecimiento de la gobernabilidad. Es así que el CEPLAN desarrolla el plan de desarrollo concertado, documento elaborado por gobiernos regionales y locales para presentar la estrategia de desarrollo concertada del territorio

para el logro de los objetivos del Plan Estratégico de desarrollo nacional (CEPLAN, 2022).

- c. MIVICSS: El ministerio de vivienda bajo la Dirección de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo – DGPRVY es el responsable de formular y proponer las políticas nacionales y sectoriales en materia de vivienda, urbanismo y desarrollo urbano, así como establecer procedimientos para el ordenamiento, mejoramiento, protección e integración de los centros poblados, urbanos y rurales como sistemas sostenibles en el territorio nacional, facilitando el acceso de la población a una vivienda digna, en especial a la población rural. (VIVIENDA, 2002).

- **Instituciones subnacionales y locales**

- a. Gobiernos municipales: Las entidades municipales tienen una gran importancia en velar por el ordenamiento territorial y planificación urbana de la localidad; tal como se ejemplifica en la ley orgánica de municipalidades n°27972, artículo 8, es una de sus funciones específicas para el desarrollo de políticas nacionales emitidas por el MINAM. (MINAM,2015)
- b. Gobiernos provinciales: De la misma manera que las municipales, los gobiernos provinciales también velan por el ordenamiento territorial de sus zonas cumpliendo con las determinaciones y competencias del ministerio del ambiente (MINAM, 2015)

- **Instituciones internacionales**

- a. ONU-HABITAT: El programa de las naciones unidas para los asentamientos humanos, es un ente internacional que promueve el cambio en las ciudades a través de políticas públicas reduciendo la desigualdad espacial, la pobreza, aumentar la prosperidad, actuar por la acción climática y mejora del entorno urbano, así como promover la prevención y respuesta efectiva ante crisis urbanas (ONU HABITAT,2022).

## **2.2.7. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)**

Desarrollo sostenible es el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer aquellas de las futuras generaciones (ONU, 2020). Los objetivos de desarrollo sostenible son objetivos creados en el marco de la Agenda 2030 en el 2015, complementa los llamados objetivos del milenio con 17 objetivos mejorados y 169 metas alcanzables. (ONU, 2020)



Figura 13 Objetivos de desarrollo sostenible

Fuente: ONU (2020)

### 2.2.7.1. Relación de los ODS con la ciudad, la planificación urbana y periurbana

Tabla 9 Relación de los ODS con la ciudad, la planificación urbana y periurbana

ODS	Referencia a la ciudad y a la planificación
<p><b>1. Sin pobreza</b></p>	<p>Más del 50% de la población vive en ciudades que albergan cerca de mil millones de habitantes en asentamientos humanos o barrios marginales</p>
<p><b>2. Hambre cero</b></p>	<p>Las ciudades deben asegurar la seguridad alimentaria de sus habitantes como proporcionar alimentos a más de la mitad de la población</p>
<p><b>3. Buena salud y bienestar</b></p>	<p>La planificación periurbana debe adaptarse a las instalaciones relacionadas con la salud y reducir al mínimo o eliminar los peligros en ella como la contaminación</p>
<p><b>4. Educación de calidad</b></p>	<p>Las ciudades deben planificar la construcción de infraestructura educativa como escuelas y bibliotecas accesibles y seguras para todos</p>
<p><b>5. Igualdad de género</b></p>	<p>Las áreas periurbanas deben brindar igualdad de oportunidades para todos</p>

**6. Agua potable y saneamiento** Las áreas periurbanas deben proporcionar acceso a agua potable limpia y segura para sus habitantes además de garantizar el recojo y tratamiento adecuado de sus residuos.

---

**7. Energía limpia y asequible** La planificación periurbana debe conciliar el adecuado manejo de la energía en la infraestructura de la ciudad y la reducción de emisiones para las áreas rurales

---

**8. Trabajo decente y crecimiento económico** Las ciudades deben planificar oportunidades de empleo y que ningún vecindario se quede atrás.

---

**9. Industria, innovación e infraestructura** Las ciudades son centro de industria, innovación e infraestructura, los tres deben prosperar para que sea beneficiosa para las personas y el medio ambiente

---

**10. Reducción de las desigualdades** Las desigualdades pueden concluir en la creación de las áreas menos favorecidas de las ciudades como las zonas periurbanas, lo que lleva a la marginación de las comunidades, barrios, menores ingresos y oportunidades de empleo. La planificación urbana y periurbana puede compensar los efectos no deseados mediante planificación óptima de instalaciones, infraestructura y oportunidades de vivienda.

---

**11. Ciudades y comunidades sostenibles** La planificación de los demás objetivos puede ayudar a lograr este objetivo

---

**12. Producción y consumo responsable** La planificación urbana puede hacer que las ciudades requieran menos recursos y permitir procesos de producción sostenible

---

**13. Acción climática** La planificación urbana es necesaria para proporcionar adaptación a los procesos climáticos, así como implementar estrategias para la reducción de emisiones

---

<b>14. Vida submarina</b>	La planificación urbana es necesaria para garantizar que los ecosistemas acuáticos no se vean afectados por la sobreexplotación de los recursos hídricos o contaminación
<b>15. Vida en tierra</b>	La planificación de las ciudades debe hacerse de manera tal que no dañen los ecosistemas terrestres.
<b>16. Paz, justicia e instituciones sólidas</b>	La planificación urbana es necesaria para asegurar una distribución consensuada, equilibrada y justa de las instituciones que se encuentran en las ciudades.
<b>17. Asociación para los objetivos</b>	Las redes de ciudades como C40cities constituyen una plataforma sólida para abordar los desafíos globales. Las iniciativas que pueden aportar con los compromisos globales también representan este ODS.

Basado en Diemer. A. (2019).

#### **2.2.7.2. ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles**

El objetivo más importante por su conexión con los otros es el ODS 11 que se trata de lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. (ONU, 2020)

Algunos datos destacables para este objetivo, según la ONU (2020):

- Las ciudades del mundo ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía, y el 75% de las emisiones de carbono.
- La rápida urbanización está ejerciendo presión sobre los suministros de agua dulce, las aguas residuales, el entorno de vida y la salud pública.

·Desde 2016, el 90% de los habitantes de las ciudades respiraba aire que no cumplía las normas de seguridad establecidas por la Organización Mundial de la Salud, lo que provocó un total de 4,2 millones de muertes debido a la contaminación atmosférica. Más de la mitad de la población urbana mundial estuvo expuesta a niveles de contaminación del aire al menos 2,5 veces más altos que el estándar de seguridad. (p.1)

Tabla 10 Metas para el 2030 del ODS 11

- 
- 11.1** 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
- 
- 11.2** 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
- 
- 11.3** De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativa, integrada y sostenible de los asentamientos humanos en todos los países
- 
- 11.4** Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo
- 
- 11.5** 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 desastres haciendo hincapié en los pobres y las personas en situación de vulnerabilidad

---

**11.6** De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad de aire y la gestión de los desechos municipales de otro tipo

---

**11.7** 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

---

**11.a** Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional

---

Fuente: ONU (2020)

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis General**

Existen indicadores de fragilidad y resiliencia que pueden aplicarse a la vulnerabilidad ambiental para hacer frente al crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas rurales.

### **2.3.2. Hipótesis Específica**

a) La teledetección y los datos georreferenciados sirven para determinar indicadores de vulnerabilidad ambiental

b) La densidad urbana y la degradación de tierras sirven como indicadores de fragilidad ambiental para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas

- c) Las áreas verdes y las zonas agrícolas sirven como indicadores de resiliencia ambiental para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas
- d) Los indicadores encontrados para medir la vulnerabilidad ambiental conectan con las metas de algunos objetivos de desarrollo sostenible.

### 2.3.3. Variables e Indicadores

Para la identificación de variables es importante definir al riesgo, el cual es definido como la exposición de la vulnerabilidad (CENEPRED, 2015), donde la vulnerabilidad es la susceptibilidad de la zona periurbana a sufrir daños a causa de un peligro o amenaza (CENEPRED,2015).

$$R = P \times V$$

Dónde: R = riesgo, P = peligro, V = vulnerabilidad

En el presente trabajo de investigación nos enfocamos en la vulnerabilidad, la cual hay de tipo social, económica y ambiental, centrándonos en la ambiental, donde, según CENEPRED (2015) y el IPCC (Li et. al, 2020), la exposición se divide en fragilidad y resiliencia.

De esta manera, definimos las variables, las cuales, según Hernández y Mendoza (2018), hay de dos tipos; donde la variable dependiente es la que mide el efecto de la manipulación que tiene la variable independiente en ella.

Variable dependiente: Variabilidad ambiental

Variable independiente: Fragilidad, Resiliencia

Tabla 11 Definición de variables

Variables	Indicadores	Criterio aplicado
<b>Variabilidad ambiental</b>	Fragilidad*Resiliencia Densidad poblacional*Degradación de tierras*Cinturones verdes*Zonas agrícolas	Arcgis/ Análisis multicriterio
<b>Fragilidad<sup>1</sup></b>	Densidad poblacional Población por ha <sup>2,4</sup>	Arcgis/ Análisis multicriterio

	Degradación de tierras	Porcentaje de cobertura arbórea por m <sup>2</sup> <sup>4</sup>	Arcgis/ Análisis multicriterio
<b>Resiliencia<sup>1</sup></b>	Cobertura verde	Ha de áreas verdes totales <sup>3</sup>	Arcgis / Análisis multicriterio
	Zonas agrícolas	Ha de áreas agrícolas <sup>5</sup>	Arcgis/ Análisis multicriterio

<sup>1</sup>Definidos en el punto 2.2.4.4

Elaboración propia basada en <sup>2</sup>Gerundo (2020); <sup>3</sup>Hersperger (2020); <sup>4</sup>Wolff et al. (2021); <sup>5</sup>Asefi (2020)

## CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1 Diseño de Investigación

El diseño de investigación, según Hernández y Mendoza (2018) es el plan o estrategia para comprobar lo planteado en el problema.

De esta manera, definimos la metodología de la investigación, la cual identifica múltiples indicadores de investigaciones pasadas que puedan ser aplicados a zonas periurbanas, las cuales, pasaron por un proceso de 4 pasos:

Paso 1: Comparación de indicadores encontrados

La comparación se realizó según el origen de cada uno de los indicadores, dado por los autores, de esta manera, fueron clasificados en económico, social, edificatorio, urbano y ambiental; para lo cual, solo los indicadores de origen ambiental aplicados a zonas periurbanas fueron tomados para el siguiente paso.

Paso 2: Identificación de la matriz idónea para medir el impacto ambiental

La vulnerabilidad ambiental se puede medir según el impacto (GAESI, 2021), y el impacto se puede medir a través de matrices (Mariño y Ivanovich, 2022), este paso identificó, según sus características, cuál es la matriz idónea para poder ser usada en el proceso de la investigación.

Paso 3: Identificación de los indicadores prioritarios a través de la matriz de impacto

Una vez que se tuvo los indicadores ambientales aplicados a zonas periurbanas y la matriz idónea para medir el impacto ambiental, este paso identificó los indicadores prioritarios a utilizar según el rango calificado como severo después de pasar por los parámetros de la matriz idónea.

#### Paso 4: Análisis multicriterio con el caso de estudio y los indicadores prioritarios

Finalmente, después de identificar cuáles son los indicadores prioritarios a utilizar, se escogió el caso de estudio a aplicar, el cual, fue analizado a través del análisis multicriterio que parametriza los indicadores prioritarios en términos de zonas vulnerables (1) y no vulnerables (0). Dicho análisis, está basado en la selección de soluciones factibles o los indicadores prioritarios mencionados a utilizar, donde se identificaron criterios o parámetros por cada una de las soluciones que indicaron el límite de la vulnerabilidad de dichas variables. (García Leyton, s.f), esto es profundizado en el punto 3.3.4 y desarrollado en el punto 4.4.2.

De esta manera, con ayuda de sistemas de información geográfica y mapas, pudimos identificar las zonas con vulnerabilidad ambiental y las zonas que no son vulnerables ambientalmente hablando frente al riesgo del crecimiento urbano de degradar las zonas periurbanas.



Figura 14 Diagrama del proceso de investigación

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1 Diseño

El diseño de esta investigación es no experimental puesto que no se manipulan deliberadamente variables ni se aplican experimentos, analizándolos sin generar un tratamiento, condición o estímulo que lo haga salir de su contexto natural y es longitudinal porque analiza el cambio al paso del tiempo y se recolectan datos en diferentes momentos o periodos (Hernández & Mendoza, 2018).

### 3.1.2 Tipo – Nivel

El alcance de la investigación fue de tipo descriptivo porque se caracteriza un fenómeno o problema para poder encontrar la solución. Además, se utilizan censos para los aspectos de la vivienda y del ambiente. (Hernández & Mendoza, 2018)

### 3.1.3 Enfoque

La investigación es cualitativa por la orientación hacia la exploración y descripción; y es cuantitativa, por el análisis de la información de la municipalidad, además del uso de plataformas abiertas y/o públicas que muestran datos medibles y el uso de las imágenes satelitales permitiendo un análisis estadístico. (Hernández y Mendoza, 2018) Así, se toma énfasis al enfoque mixto que según algunos investigadores ambos enfoques se complementan y pueden ser usados juntos en el mismo estudio (Pervez et al., 2020)

## 3.2 Población y Muestra

La población y muestra se distribuyó según la siguiente tabla:

Tabla 12 Población y muestra

<b>Población</b>	Distritos periféricos de países emergentes		
<b>Unidad de análisis</b>	Características ambientales de fragilidad y resiliencia de los distritos periféricos		
<b>Muestra</b>	Distrito de Lurigancho	Se delimitó de forma política el área del distrito de Lurigancho, según el Plan de desarrollo Local (2019-2030) del lugar,	Polo 1: Chosica –ciudad – centro comercial Polo 2: Ñaña – Carapongo – Zona limítrofe con Chaclacayo Polo 3: Jicamarca – Huachipa – Cajamarquilla – Nevería y

		estableciéndose 3 polos.	expansión limítrofe con SJL (Municipalidad de Lurigancho,2020)
<b>Delimitación temporal</b>	10 años	La investigación abarcó el periodo de 2007 al 2017.	Se tomó estos años debido al último y anterior censo dado en el Perú y la región Lima.
Elaboración propia			

### 3.3 Instrumentos de Medida

Debido a la inaccesibilidad o falta de actualización de datos, se utilizó herramientas para obtener dichos recursos de imágenes satelitales mediante teledetección; por lo cual, los instrumentos que se utilizaron fueron los siguientes:

#### 3.3.1. Landsat 7

Según la agencia geológica de los Estados Unidos (2020):

Es un satélite que fue lanzado desde la Base de la Fuerza Aérea Vandenberg en California el 15 de abril de 1999 en un cohete Delta II. El satélite lleva el sensor Enhanced Thematic Mapper (ETM+) y orbita la Tierra en una órbita casi polar sincrónica con el sol, a una altitud de 705 km (438 millas), inclinada a 98,2 grados, y gira alrededor de la Tierra cada 99 minutos.

Contiene 8 bandas espectrales, incluida la panorámica y la térmica:

- Banda 1 visible (0,45 - 0,52  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 2 visible (0,52 - 0,60  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 3 visible (0,63 - 0,69  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 4 Infrarrojo cercano (0,77 - 0,90  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 5 Infrarrojos de onda corta (1,55 - 1,75  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 6 Térmica (10,40 - 12,50  $\mu\text{m}$ ) 60 m Ganancia baja / ganancia alta
- Banda 7 Infrarrojo medio (2,08 - 2,35  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 8 Pancromática (PAN) (0,52 - 0,90  $\mu\text{m}$ ) 15 m (p.1)

### **3.3.2. Earth data**

Según Earth Data (2020):

El programa Earth Science Data Systems (ESDS) de la NASA supervisa el ciclo de vida de los datos científicos de la tierra de la NASA, desde su adquisición hasta el procesamiento y distribución. Es un programa que tienen como objetivo generar investigación y datos abiertos y gratuitos para usuarios con cualquier propósito.

Muchas veces USGS, la agencia geológica de los Estados Unidos y la NASA trabajan juntos para la obtención de las imágenes satelitales como el proyecto del satélite Sentinel-2 y Landsat 8.

De la misma manera, se utilizaron software para el procesamiento de data como los detallados a continuación:

### **3.3.3. ArcGIS**

Es un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como smartphones y equipos de escritorio. (esri, 2020)

### **3.3.4. Análisis multicriterio**

Según Chamba Cumbicos y Tonato Andagoya (2021), el análisis multicriterio está basado en GIS y es empleado para realizar un análisis de idoneidad para poder tomar decisiones, donde se emplea criterios ambientales, de localización, geológicos, climáticos. Por otro lado, es una herramienta que se puede utilizar en aplicaciones ambientales como evaluación de impacto ambiental y planificación territorial (García Leyton, s.f) y tiene la ventaja de combinar variables cualitativas y la capacidad de comparar criterios aun sin disponer de datos numéricos (Frank et al., 2020).

Su esquema metodológico, según García Leyton (s.f) es el siguiente:

- a. Se establece un conjunto de soluciones factibles al problema de decisión analizado.
- b. Se parte de un criterio o parámetro asociado a cada alternativa o indicador para ayudar al decisor; entendiendo como criterio a los atributos, objetivos o metas relevantes para un problema de decisión y que este se pueda medir.
- c. Se establece un orden de las soluciones factibles
- d. A través de técnicas matemáticas o de GIS se encuentra la solución óptima por medio de funciones objetivo de cada parámetro

Es así que el análisis multicriterio permite analizar diferentes criterios para poder encontrar la solución óptima de un determinado problema y no solo basarse en el método tradicional de toma de decisiones (García Leyton, s.f)

### **3.3.5. Matrices de impacto ambiental**

Las matrices son un método de evaluación de impacto ambiental que nos ayudan a ver el cruce de las acciones, determinar el orden del impacto y nos sirve como modelos de simulación (Dellavedova, 2016). Para ello, según su significancia, existen métodos directos e indirectos, donde los directos son los que evalúan directamente cada uno de los impactos ambientales (Mariño y Ivanovich, 2022).

#### **3.3.5.1. Matriz CONESA**

Mariño y Ivanovich (2022) sustentan que la Matriz CONESA es definida por los siguientes criterios de evaluación:

##### Criterios de evaluación

##### **•Signo (+/ -)**

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

##### **•Intensidad(i)**

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. La valoración estará comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

##### **•Extensión (EX)**

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.

**•Momento (MO)**

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_j$ ) sobre el factor del medio considerado.

**•Persistencia (PE)**

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto de su desaparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

**•Reversibilidad (RV)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

**•Recuperabilidad (MC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

**•Sinergia (SI)**

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

**•Acumulación (AC)**

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

**•Efecto (EF)**

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

**•Periodicidad (PR)**

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

Seguidamente, dichos criterios se califican y evaluamos el impacto mediante el siguiente algoritmo:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC),$$

donde:

IN=Intensidad

MO=Momento

RV=Reversibilidad

AC=Acumulación

PR=Periodicidad

EX=Extensión

PE=Persistencia

SI=Sinergia

EF=Efecto

MC=Recuperabilidad

(p.35)

Tabla 13 Análisis según CONESA

<b>NATURALEZA</b>		<b>INTENSIDAD (IN)</b>	
<b>Impacto beneficioso (+)</b>		(Grado de destrucción)	
<b>Impacto perjudicial (-)</b>		Baja o mínima	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		<b>Total</b>	<b>12</b>
<b>EXTENSION (EX)</b>		<b>MOMENTO (MO)</b>	
<b>(Área de influencia)</b>		(Plazo de manifestación)	
<b>Puntual</b>	1	Largo plazo	1
<b>Parcial</b>	2	Medio plazo	2
<b>Amplio o extenso</b>	4	Corto plazo	3
<b>Total</b>	8	Inmediato	4
<b>Critico</b>	12	Critico	(+4)
<b>PERSISTENCIA (PE)</b>		<b>REVERSIBILIDAD(RV)</b>	
<b>(Permanencia del efecto)</b>		(Reconstrucción por medios naturales)	
<b>Fugaz o efímero</b>	1	Corto plazo	1
<b>Momentáneo</b>	1	Medio plazo	2
<b>Temporal o Transitorio</b>	2	Largo plazo	3
<b>Pertinaz o persistente</b>	3	Irreversible	4
<b>Permanente y constante</b>	4		
<b>SINERGIA (SI)</b>		<b>ACUMULACION (AC)</b>	
<b>(Potenciación de la manifestación)</b>		(Incremento progresivo)	
<b>Sin sinergismo o simple</b>	1	Simple	1
<b>Sinergismo moderado</b>	2	Acumulativo	4
<b>Muy sinérgico</b>	4		
<b>EFECTO (EF)</b>		<b>PERIORICIDAD(PR)</b>	
<b>(Relación causa-efecto)</b>		(Regularidad de la manifestación)	

<b>Indirecto o Secundario</b>	1	Irregular (Aperiódico y esporádico)	1
<b>Directo o Primario</b>	4	Periódico o de regularidad intermitente	2
		Continuo	4
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b>			
<b>(Reconstrucción por medios humanos)</b>			
<b>Recuperable de manera inmediata</b>	1		
<b>Recuperable a corto plazo</b>	2		
<b>Recuperable a medio plazo</b>	3		
<b>Recuperable a largo plazo</b>	4		
<b>Mitigable, sustituible y compensable</b>	4		
<b>Irrecuperable</b>	8		

Fuente: Hidroar (2015)

Tabla 14 Impacto según CONESA

<b>Valor I</b>	<b>Calificación</b>	<b>Significado</b>
<b>&lt;25</b>	bajo	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos de la actividad en cuestión
<b>25&gt;= &lt;50</b>	moderado	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas
<b>50&gt;= &lt;75</b>	severo	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
<b>&gt;=75</b>	crítico	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

Elaboración propia basado en Mariño y Ivanovich (2022)

### 3.4 Operacionalización de Variables

La elección de los siguientes indicadores se explicará más a detalle en el capítulo 4: desarrollo de la investigación, los cuales fueron definidos como de origen ambiental por su relación con el impacto que tienen en el ambiente, dicho impacto fue medible gracias a los parámetros que nos muestra la matriz CONESA.

Tabla 15 Operacionalización de la vulnerabilidad ambiental

<b>Vulnerabilidad ambiental</b>					
<b>Exposición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Cambio de uso de suelo</b>	<b>Forma de hallarlo</b>	<b>Teledetección : Cadena de Márkov</b>	
<b>Fragilidad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Forma de hallarlo</b>	<b>Resiliencia</b>	<b>Indicador</b>	<b>Forma de hallarlo</b>
	Densidad <sup>1,3</sup> habitacional	Población por ha		Cobertura <sup>2</sup> verde	ha de áreas verdes totales
	Proximidad (distancia de la carretera) <sup>3</sup>	Longitud de la carretera por km <sup>2</sup>		Límites de servicio urbano-rural <sup>2</sup>	viviendas con servicios públicos /total
	Degradación de tierras <sup>3</sup>	Porcentaje de cobertura arbórea por m <sup>2</sup>		Programas de reordenación de las zonas urbanas existentes <sup>2</sup>	Número de hitos realizados / hitos propuestas
	Zonas de conservación <sup>2</sup>	Porcentaje de zona de conservación afectada		Programas de mejora <sup>2</sup>	Programas realizados/ programas propuestos

Calidad de suelo <sup>5</sup>	de	Porcentaje de área degradada	Protección de ecosistemas sensibles <sup>2</sup>	Porcentaje de áreas verdes y agrícolas afectadas
Calidad de vegetación <sup>5</sup>	de	Porcentaje de vegetación degradada	Zonas agrícolas o agricultura local <sup>4</sup>	Ha de zona agrícola en el área

Elaboración propia basado en:

<sup>1</sup>Gerundo (2020); <sup>2</sup>Hersperger (2020); <sup>3</sup>Wolff et al. (2021); <sup>4</sup>Asefi (2020); <sup>5</sup>Imbrenda (2021)

### 3.5 Técnicas de Recolección de Datos

Debido a la naturaleza de la investigación de tener el enfoque cualitativo y cuantitativo, se identifican 2 fuentes de recolección de datos; la primera fuente son los datos de entidades gubernamentales, aquellos provenientes de los censos nacionales del año 2007 y 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y los provenientes de la Municipalidad de Lurigancho, para lo cual, se tomó el plan de desarrollo local y urbano, anotaciones, observaciones y comentarios anotados en una libreta con datos dados por el personal de dicha entidad.

Asimismo, como segunda fuente, se utilizaron imágenes satelitales recolectadas por el satélite Landsat 7 y Earth Data, los cuales, tuvieron clasificación supervisada y verificada, donde los resultados obtenidos del censo, municipalidad e imágenes se sistematizaron en Excel y en el software ArcGIS 10.6.

### 3.6 Cronograma de actividades y presupuesto

Tabla 16 Cronograma

Actividades	AGO-OCT	NOV-FEB	FEB-OCT	NOV-ENE	FEB-MAY	JUN-AGO
Presentación del plan de trabajo						
Marco teórico						
Recolección de datos						
Sistematización de la información						
Identificación de matriz de impacto						

<b>Herramientas GIS</b>	
<b>Discusión de resultados</b>	
<b>Conclusiones</b>	
<b>Entrega de tesis</b>	
<b>Revisión y sustentación de tesis</b>	

Elaboración propia

Tabla 17 Presupuesto

<b>Tipo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Recurso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente financiadora</b>	<b>Monto (S/)</b>
<b>Recursos disponibles</b>	Equipo y electricidad	Laptop	Para procesar la información	propio	3400
		Servicio de internet			600
		Electricidad			600
	Software	Excel ArcGIS	Para procesar la información	propio ESRI	- Versión gratuita
<b>Recursos necesarios</b>	viajes	pasaje	Trasladarse para buscar fuente de información (municipalidad del distrito)	propio	442.5
	Materiales	fotocopias	40 fotocopias	propio	4
<b>Total</b>					S/. 5046.5

Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación parte de lo mostrado en la metodología de investigación en el punto 3.1.

### 4.1. Paso 1: Comparación de indicadores encontrados

A continuación, se muestra los indicadores encontrados que fueron aplicados a las áreas periurbanas, y clasificados según su origen, ya sea este social, edificatorio, urbano, ambiental o económico:

Tabla 18 Indicadores encontrados

<b>Indicadores</b>	<b>Social</b>	<b>Edificatorio</b>	<b>Urbano</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Económico</b>
Ratio de desempleo	x				

<b>Gerundo (2020)</b>	Ratio de inactividad	x			
	Índice de no completar la escuela secundaria	x			
	Índice de analfabetismo	x			
	Índice de edad	x			
	Índice de familias grandes	x			
	Edificios en desuso con valor histórico, arquitectónico o artístico		x		
	Edificios en mal o mediocre conservación		x		
	Índice de vivienda inadecuada		x		
	Viviendas vacías		x		
	Título de propiedad		x		
	Densidad de los límites			x	
	Densidad habitacional			x	
	Incidencia de áreas impermeables			x	
	Falta de instalaciones y servicios de interés público.			x	
	Distancia desde la principal carretera o estación de buses o tren			x	
	Índice de áreas abandonadas			x	
	Índice de edificios no autorizados			x	
	<b>Hersperger (2020)</b>	Propiedad pública de los espacios abiertos			x
		Objetivos de desarrollo (local, regional, nacional)	x		
Límites de crecimiento urbano (local, regional)				x	
Límites de los servicios urbanos (locales)					x
Cobertura verde					x
Cuñas verdes y corredores (local, regional)		x			
Protección de ecosistemas sensibles (local, regional)					x
Zonas de conservación (nacionales, regionales, locales)					x
Moratoria de desarrollo (crecimiento) (local)					

	Densidad mínima de utilización (regional, local)	x		
	Bancos de tierras (regional, local)	x		
	Reajuste de tierras (local)		x	
	Medidas contra el acaparamiento de tierras (nacionales, regionales, locales)		x	
	Inventarios de potencial de densificación urbana (local)		x	
	Subida de categoría y recalificación (local)	x		
	Requisitos de desarrollo por fases (local)		x	
	Polos de crecimiento (nacional)		x	
	Programas de reordenación de las zonas urbanas existentes (nacionales, regionales, locales)			x
	Programas de mejora cualitativa de los nuevos proyectos de desarrollo (nacionales, regionales, locales)			x
	Impuesto sobre bienes inmuebles de tipo mixto (nacional)			x
	Tasas de impacto del desarrollo (local)			x
	Fondos públicos para el relleno y el desarrollo de zonas industriales abandonadas (nacional)		x	
	Transferencia de derechos de desarrollo (local, regional)			x
	Bonificaciones por densidad (local)			x
	Impuesto sobre el valor añadido (local)			x
	Campañas de información	x		
	Seguimiento de la oferta de suelo		x	
	Análisis del impacto fiscal			x
	Educación y formación de los planificadores	x		
<b>Wolff et al. (2021)</b>	Densidad urbana			x
	Tamaño de casas	x		

	Degradación de tierras		x
	Cobertura verde		x
	Densidad de la carretera		x
	Distancia al centro de la ciudad	x	
	Distancia a las principales carreteras	x	
	Distancia al río	x	
<b>Asefi (2020)</b>	Vitalidad Agrícola		x
	Vitalidad urbana	x	
	Diversidad	x	
	Vitalidad natural y cultural	x	
	Soporte tecnológico y técnico		x
	Vitalidad socioeconómica		x
	Impacto socio psicológico	x	
	Impacto en partes interesadas	x	
	Zonas agrícolas		x
	Impacto de gobierno local	x	
<b>Imbrenda (2021)</b>	Índice de calidad climática		x
	Índice de calidad de suelo		x
	Índice de calidad de vegetación		x
	Índice de calidad de gestión	x	

Elaboración propia

Basado en la tabla 18, identificamos los indicadores ambientales que se amoldan a hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en las zonas periurbanas; y para procesar dichos indicadores, se tuvo que encontrar la matriz idónea para identificar qué indicadores usar, según su nivel de impacto (GAESI, 2021), en el cual, se utilizaron métodos directos; debido a que, este evalúa dicho impacto directamente (Mariño y Ivanovich, 2022).

#### 4.2. Paso 2: Identificación de matriz idónea para medir el impacto ambiental

Tabla 19 Identificación de matriz para medir el impacto ambiental

	Matriz CONESA Simplificado	Matriz Integral (Conesa-Battelle Columbus-Leopold)	Método criterios relevantes integrados
Factores ambientales (aspectos físicos, biológicos, sociales)	X		

Eficacia	X	
Intensidad de impacto	X	
Requiere recursos adicionales		X
Método directo	X	X
Proyectos de planificación urbana	X	Utilizado para proyectos hidráulicos por Battelle-Columbus usando sus parámetros (García Leyton, s.f)

Elaboración propia

### 4.3. Paso 3: Identificación de indicadores prioritarios

Este paso identificó aquellos indicadores con rango severo, ya que son los de mayor puntuación según la tabla 20, y pasaron al análisis multicriterio.

Tabla 20 Identificación de indicadores prioritarios según CONESA

Indicadores	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Total	Impacto en la vulnerabilidad ambiental
<b>Cambio de uso de suelo</b>	NO	8	1	1	3	2	2	4	4	2	3	47	moderado
<b>Densidad urbana o habitacional</b>	NO	4	8	4	4	3	4	4	4	4	4	59	severo
<b>Proximidad (distancia de la carretera)</b>	SI	4	4	2	4	2	4	1	4	4	3	44	moderado
<b>Degradación de tierras</b>	NO	8	8	2	3	3	4	4	4	4	4	68	severo
<b>Zonas de conservación</b>	NO	4	1	1	2	3	2	1	4	1	4	32	moderado
<b>Calidad de suelo</b>	NO	4	4	1	3	3	1	4	4	2	4	42	moderado
<b>Calidad de vegetación</b>	NO	4	1	1	1	3	1	1	4	2	4	31	moderado
<b>Cobertura verde</b>	SI	8	8	2	3	2	2	1	4	2	4	60	severo
<b>Límites de servicio urbano-rural</b>	NO	2	2	3	4	2	2	4	1	2	3	31	moderado

<b>Programas de reordenación de las zonas urbanas existentes</b>	SI	2	4	1	1	2	4	1	4	2	3	32	moderado
<b>Programas de mejora cualitativa de nuevos proyectos de desarrollo</b>	SI	2	4	1	2	2	4	1	4	2	3	33	moderado
<b>Protección de ecosistemas sostenibles</b>	SI	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	17	bajo
<b>Zonas agrícolas o agricultura local</b>	SI	8	8	2	3	3	4	4	4	4	3	67	severo

Elaboración propia

#### 4.4. Paso 4: Análisis multicriterio

Para realizar el análisis multicriterio, primero identificamos los indicadores a utilizar, los cuales, se pueden identificar en la tabla 20; seguidamente, identificamos el caso de estudio para poder profundizar tal análisis en dicho caso de estudio en el acápite 4.4.2 y 4.4.3.

Tabla 21 Indicadores de vulnerabilidad ambiental severos

Vulnerabilidad ambiental					
Fragilidad	Indicador	Forma de hallarlo	Resiliencia	Indicador	Forma de hallarlo
	Densidad <sup>1,3</sup> habitacional	Población por ha		Cobertura verde <sup>2</sup>	suma (ha de áreas verdes totales)
	Degradación de tierras <sup>3</sup>	Porcentaje de cobertura arbórea por m <sup>2</sup>		Zonas agrícolas o agricultura local <sup>4</sup>	Porcentaje de zona agrícola en el área

Elaboración propia basado en:

<sup>1</sup>Gerundo (2020); <sup>2</sup>Hersperger (2020); <sup>3</sup>Wolff et al. (2021); <sup>4</sup>Asefi (2020)

Dichos indicadores identificados pasaron a ser evaluados para el caso de estudio en cuestión.

#### 4.4.1. Caso de Estudio: Lurigancho

Como caso de estudio, usamos Perú como país emergente, la ciudad de Lima como metrópoli y el distrito de Lurigancho como muestra de una zona periurbana. Esto es debido a que el crecimiento urbano en el Perú está por arriba del 30% aproximadamente a comparación de otros países latinoamericanos (Espinoza & Fort, 2019).

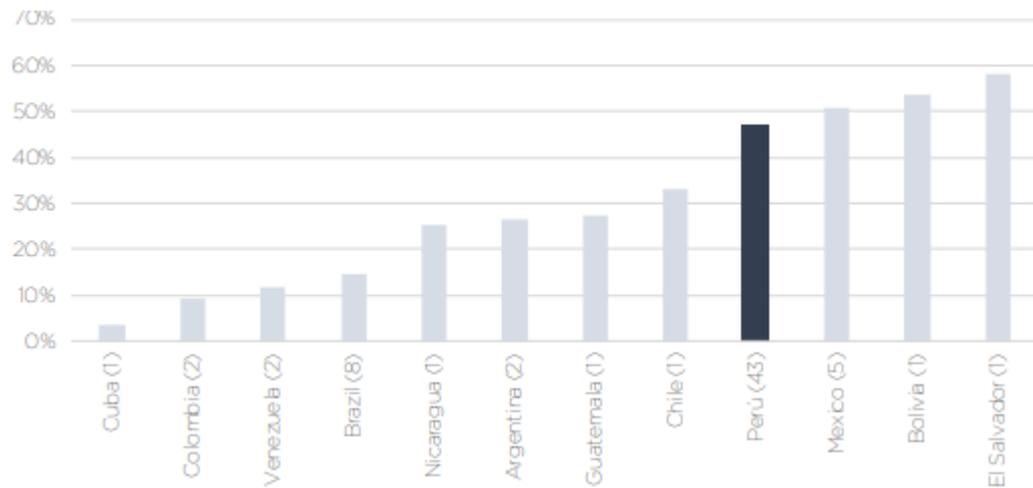


Figura 15 Crecimiento total del suelo urbano entre 2000 y 2015

Fuente: Espinoza. E & Fort. R. (2019).

La expansión urbana origina distintos tipos de urbanizaciones entre informales y formales, estas son: Ocupaciones ilegales, Lotizaciones informales, Urbanizaciones formales y Proyectos de vivienda social. (Espinoza y Fort, 2019)

	Tipo	Características físicas/ legales	Subtipo	Promotor típico	%
INFORMAL	Tipo 1 Ocupaciones ilegales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin servicios ni infraestructura</li> <li>• Calles estrechas</li> <li>• Trazado irregular</li> <li>• Lotes no alineados</li> <li>• Sin derechos de propiedad</li> </ul>	11: Baja densidad	Tráfico de tierras	10%
			12: Alta densidad	Dirigente (invasión)	36%
	Tipo 2 Lotizaciones informales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin servicios ni infraestructura (o parcial)</li> <li>• Trazado regular</li> <li>• Lotes alineados</li> <li>• Derechos de propiedad parciales</li> </ul>	21: Sin infraestructura	Propietarios, inmob. informales	41%
			22: Infraestructura parcial	Inmobiliarias informales	5%
FORMAL	Tipo 3 Urbanizaciones formales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con servicios e infraestructura completos</li> <li>• Con áreas verdes</li> <li>• Trazado regular, con parámetros</li> <li>• Derechos de propiedad completos</li> </ul>	No aplica	Inmobiliarias formales	6%
	Tipo 4 Proyectos de vivienda social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con servicios, infraestructura y viviendas completas</li> <li>• Con áreas verdes</li> <li>• Trazado regular, con parámetros</li> <li>• Derechos de propiedad completos.</li> </ul>	No aplica	Inmobiliarias formales	1%

Figura 16 Tipo de Urbanizaciones

Fuente: Espinoza. E y Fort. R. (2019).

Por lo cual, según la figura, Perú es el segundo país con más posición del sector ilegal e informal. (Espinoza & Fort, 2019)

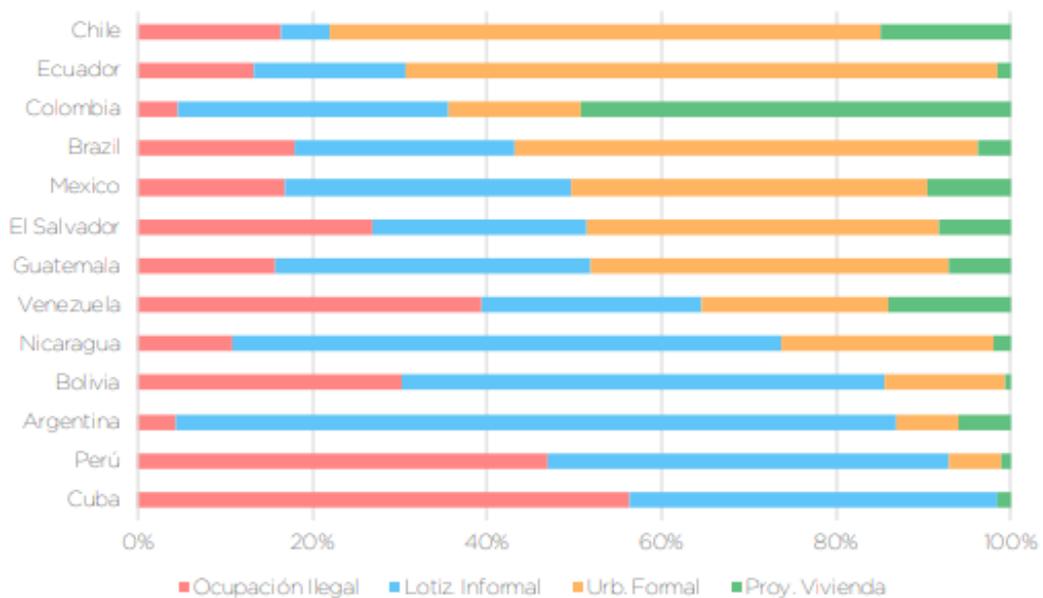


Figura 17 Magnitud de expansión de carácter informal en el mundo

Fuente: Espinoza. E & Fort. R. (2019).

Las ciudades del Perú que más crecieron en términos relativos entre 2000 y 2018 fueron Tacna (111%), Yurimaguas (103%), Arequipa (102%), Puerto Maldonado (94%) e Ica (90%). Sin embargo, Lima es la ciudad que más suelo urbano generó en el período (25.000 has), seguida de Arequipa (9.000 has) y Tacna (3.800 has) (Espinoza & Fort, 2019, p.8).

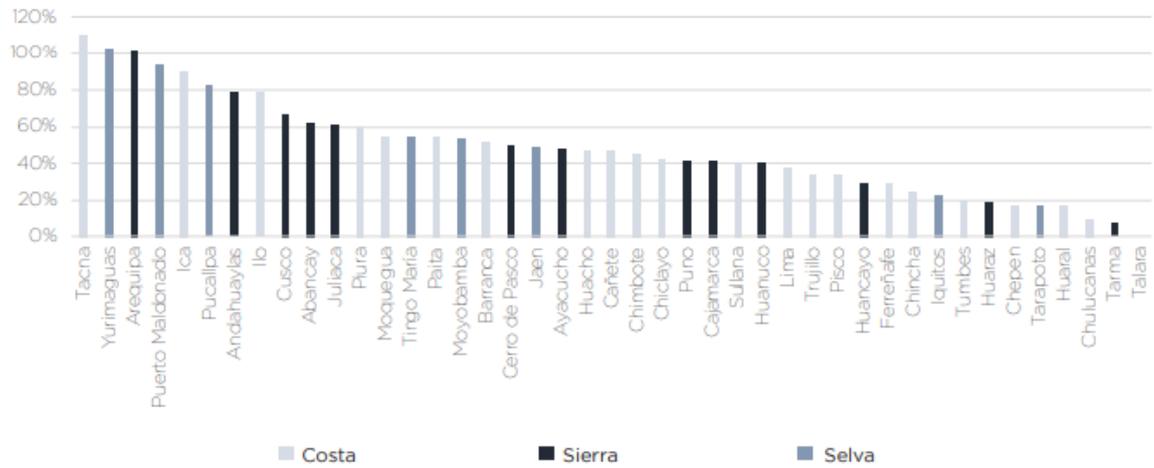


Figura 18 Crecimiento Acumulado del Perú 2000-2018(%)

Fuente: Espinoza. E & Fort. R. (2019).

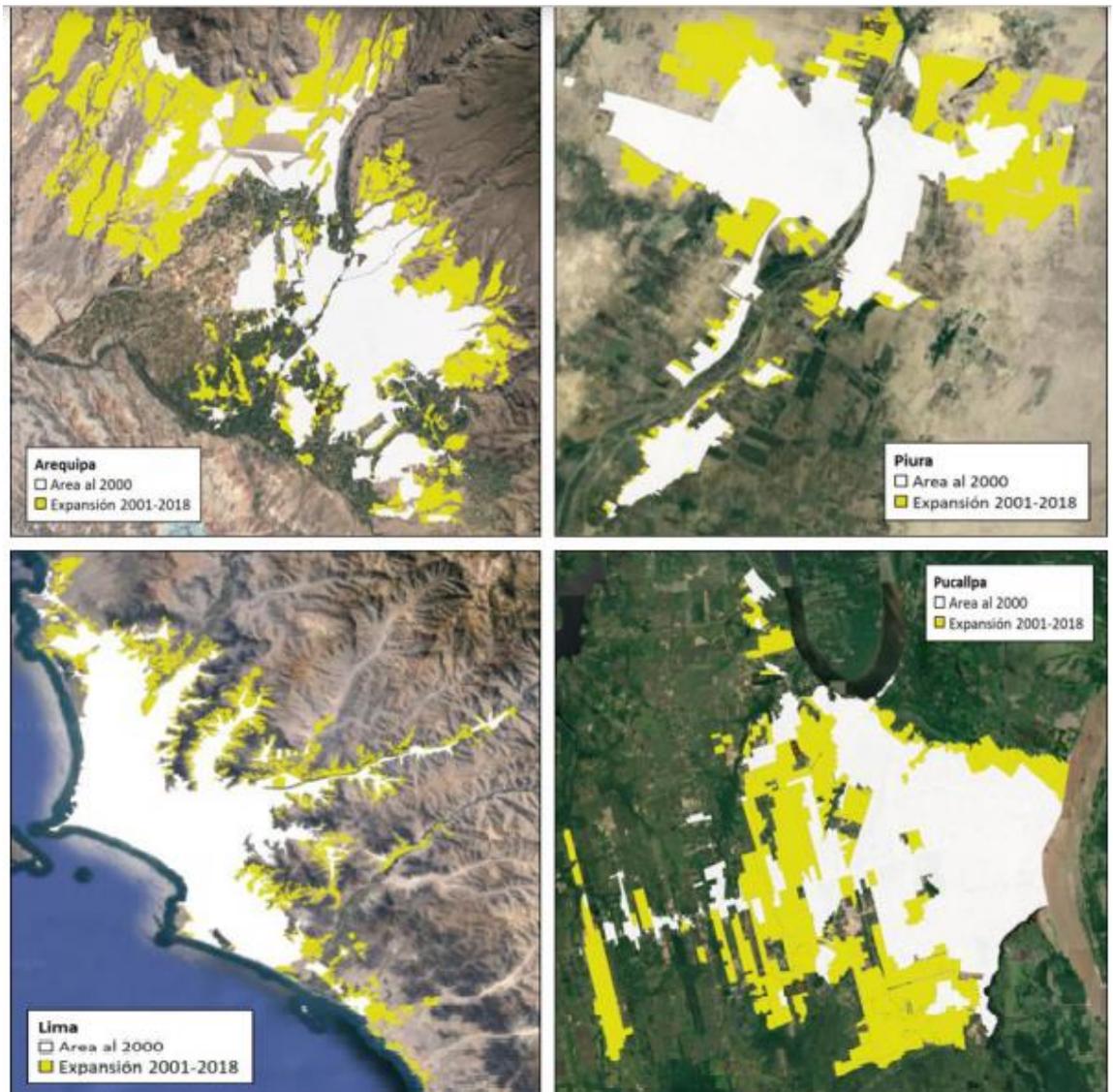


Figura 19 Expansión urbana del Perú 2001-2018

Fuente: Espinoza. E & Fort. R. (2019).

En la figura 19 mostramos la variabilidad y extensión de cada uno de las ciudades más afectadas por la inadecuada planificación urbana, contando a Lima como una de ellas, haciendo de Lima una mega ciudad y una metrópoli.

#### 4.4.1.1. Consideraciones importantes

##### a. Creación de distrito

El distrito de Lurigancho fue creado bajo el nombre de “Condado de Lurigancho” en lo que actualmente es San Juan de Lurigancho y Lurigancho; dicho suceso, se remonta a la

época de la colonia y evoluciona hasta la república ya que Lurigancho fue creado por Simón Bolívar en 1825 con capital del mismo nombre. (INDECI, 2005, p.107) En 1894, se crea la nueva capital llamada Nueva Chosica para todo el distrito y la Municipalidad de Chosica, promulgada por el presidente Nicolás de Piérola en 1896. (Municipalidad de Chosica, 2020, p.1).

Lurigancho era destacado por ser una zona tranquila y con haciendas que producían camote, maíz, alfalfa, uva, sandía, algodón, además de gran vegetación existente en los cerros y chacras. (Orrego Penagos, 2011).

### **b. Crecimiento del distrito**

En la década de los 60', se constituyen progresivamente las barriadas y se empieza a poblar el distrito por la cercanía al valle del Rímac y, producto de la crisis económica de los años 70'-80', por personas provenientes de todas partes del país pasando de lo rural y, convirtiendo el distrito poco a poco, en urbano (INDECI, 2005). De la misma manera, con la gran ola migratoria de los años 90' y con la incidencia terrorista, el distrito fue de los que más gente recibió, es así que cuenta con más de cinco generaciones asentadas en su jurisdicción, la mayoría de departamentos de Huancavelica, Ayacucho, Huánuco, Junín, Arequipa y Lambayeque (Orrego Penagos, 2011).

Dicho hecho, afectó su seguridad alimentaria ya que era el distrito más grande de todo Lima y su principal actividad productiva era la agricultura como área rural (INDECI, 2005, p.108). Además de significar un problema para los pobladores ya que aquellos que vivían en las zonas ribereñas, en el actual San Juan de Lurigancho, tenían que viajar hasta la capital "Chosica" para hacer sus trámites documentarios, lo cual, ejerció presión en las autoridades por años, siendo los hacendados quienes tomaron las riendas de los límites distritales y propiedad para repartir el territorio en dos, separando el lugar en dos distritos: San Juan de Lurigancho y Lurigancho (Orrego Penagos, 2011).

El distrito de Lurigancho a continuado con su crecimiento y propietarios agrícolas empezaron a ejecutar proyectos industriales cambiando el uso de suelo del distrito; de esta manera, se crearon los pueblos jóvenes aparte de las barriadas, los cuales fueron ocupados por personas de bajos recursos y viviendas populares informales con una clara falta de incidencia del gobierno distrital. (Orrego Penagos, 2011).

### **c. Situación actual del distrito**

Hasta nuestros días, el riesgo del crecimiento poblacional y la afectación a áreas verdes por medio del cambio de uso de suelo sigue aumentando; debido a que, la migración urbano-rural, no cesa; con riesgo que lo sucedido en los años anteriores con la separación del distrito producto al descuido municipal y los límites lejanos a la capital, vuelva a suceder con el centro poblado de Huachipa. (Phadke, 2020)

Actualmente, Lurigancho, es un distrito que limita con San Juan de Lurigancho, Chaclacayo, Huarochirí; tiene un área de 236.5 km<sup>2</sup>, una altura de 850 msnm, una temperatura máxima de 26° y mínima de 13°. (Municipalidad de Chosica, 2020).



Figura 20 Expansión urbana de Lima Metropolitana

Fuente: Espinoza. E & Fort. R. (2019).

En ese sentido, en la figura 20, podemos ver la gran cantidad de ocupaciones ilegales y lotizaciones informales que tiene Lurigancho.

Además, según el Plan de Desarrollo Concertado Local de la Municipalidad de Lurigancho (2020), el distrito es dividido en 3 zonas:

Polo 1: Chosica –ciudad – centro comercial

Polo 2: Ñaña – Carapongo – Zona limítrofe con Chaclacayo

Polo 3: Jicamarca – Huachipa – Cajamarquilla – Nevería y límite con San Juan de Lurigancho.

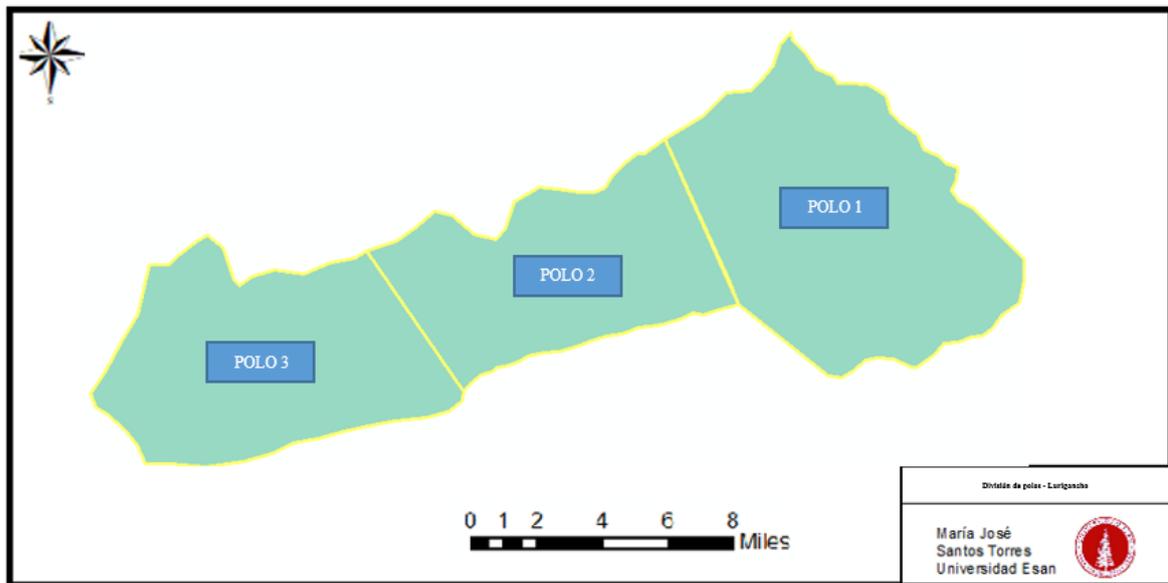


Figura 21 División de polos

Fuente: ArcGIS y Municipalidad de Lurigancho

Es así que Lurigancho es una zona periurbana desde el inicio de su creación y un buen ejemplo para demostrar la ausencia de un desarrollo urbano planificado en la ciudad de Lima.

Las zonas periurbanas, se ven fortalecidas por la expansión urbana de Lima Metropolitana, cuyos límites no son bien definidos y muestran un escenario confuso, convirtiéndose en un nuevo modelo urbano, el cual, lleva al aumento de asentamientos humanos en zonas inadecuadas. La peri-urbanización limeña se caracteriza fundamentalmente por una constante movilidad socio-espacial, la descentralización de las actividades productivas (minería, industrias alimentarias, industrias textiles), el tráfico de terrenos, las prácticas clientelares en la posesión del espacio y la pérdida de acceso al trabajo en el sector rural (Pimentel, 2017).

El aumento de población contribuye a la no planificación de la ciudad y genera una clara masificación de residuos sólidos; los cuales, no tienen una buena segregación, también, el aumento de la contaminación atmosférica y de agua debido al decrecimiento de áreas verdes y agrícolas, y el desenfreno en la sobreexplotación de recursos, el aumento de temperatura, así como pobre educación ambiental y aumento de enfermedades y de desastres naturales a causa del desabastecimiento de servicios públicos. (IIEC, 2018)

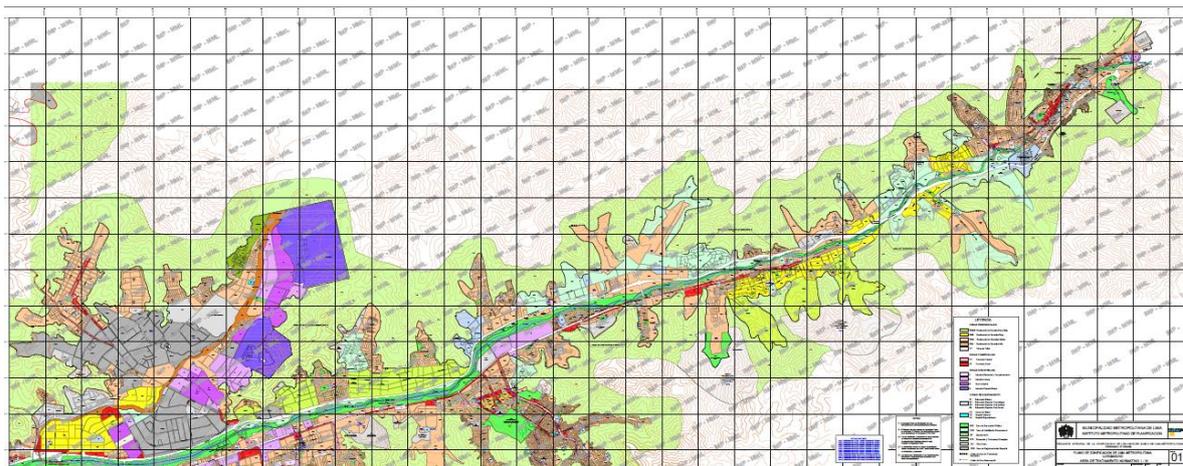


Figura 22 Zonificación de Lurigancho

Fuente: Municipalidad de Lima

En la figura 22, mostramos la zonificación de Lurigancho dada por la Municipalidad de Lima, donde vemos entre los diferentes tipos, las zonas PTP que son de protección y de tratamiento paisajista, concordando con la ordenanza municipal 1015 que dice que dichas zonas pueden ser utilizadas para promover proyectos de arborización, recubrimiento vegetal, tratamiento paisajista y de protección y seguridad física (El peruano,2007).

En la figura 23, observamos que Huachipa, ubicado en el polo 3, entendiéndose que es un centro poblado del distrito de Lurigancho, ha sido uno de los más golpeados por la contaminación del aire, teniendo para el año 2015, 27,4 ug/m<sup>3</sup> ug/m<sup>3</sup> de partículas de material particulado 2.5 (PM 2.5<sup>2</sup>), lo cual, sigue aumentando, tal como se muestra en la figura 24, donde dice que para el año 2018-2019, las cantidades de material particulado siguen siendo de las más altas. Dichas partículas, en su mayoría, son respirables y penetran

<sup>2</sup> Partículas sólidas o líquidas de diámetro inferior o igual a 2.5 micras que se encuentran en el aire y son generadas por el parque automotor.

en el aparato respiratorio y alveolos pulmonares, produciéndose enfermedades respiratorias y problemas cardiovasculares. (INEI, 2015, p.7).

**LIMA METROPOLITANA: COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL PARTICULADO INFERIOR A 2,5 MICRAS (PM<sub>2,5</sub>), EN PRINCIPALES ESTACIONES, MARZO 2015**

Contaminante (Gases y/o Partículas)	Unidad de medida	Estaciones de Calidad del Aire									
		Ate	San Borja	Jesús María Campo de Marte	Santa Anita	Villa María del Triunfo	Huachipa	San Juan de Lurigancho	San Martín de Porres	Carabaylo	Puente Piedra
Partículas PM <sub>2,5</sub>	ug/m <sup>3</sup>	29,6	13,3	12,8	21,3	26,0	27,4	24,5	13,7	-	30,6

ECA Nacional: 50 ug/m<sup>3</sup>. ECA - OMS: 25 ug/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI.

Figura 23 Comportamiento del material particulado inferior a 2.5 micras (PM 2.5) en principales estaciones de Lima metropolitana 2015

Fuente: INEI (2015)

**11. PROMEDIO MENSUAL DE MATERIAL PARTICULADO INFERIOR A 2,5 MICRAS EN EL AIRE DE LA PROVINCIA DE LIMA POR ESTACIONES DE MEDICIÓN, 2018-2019**  
(Microgramo por metro cúbico)

Año/Mes	Ate	San Borja	Jesús María (Campo de Marte)	Santa Anita	Villa María del Triunfo	Huachipa	San Juan de Lurigancho	San Martín de Porres	Carabaylo	Puente Piedra
<b>2018</b>										
Enero	...	13,5	15,0	...	...	...	32,4	16,6	...	32,2
Febrero	33,4	12,7	13,7	...	...	...	25,8	13,4	...	32,0
Marzo	40,8	...	18,0	...	28,0	...	35,6	17,1	25,5	...
Abril	55,1	17,3	20,7	...	30,7	32,2	...	19,5	27,3	41,3
Mayo	69,6	23,0	26,9	...	34,0	...	...	23,0	...	39,3
Junio	...	19,7	26,6	...	23,6	...	...	21,1	...	31,8
Julio	...	15,6	21,7	34,0	22,4	36,0	...	19,9	24,8	32,2
Agosto	58,7	17,6	22,1	35,7	20,7	35,5	34,8	...	25,2	31,2
Septiembre	48,9	19,1	21,6	36,8	23,3	37,7	34,6	...	27,0	30,7
Octubre	38,0	13,3	16,3	27,7	17,8	...	35,4	...	21,8	...
Noviembre	36,0	14,3	16,2	27,9	22,2	...	36,2	...	21,1	...
Diciembre	...	17,9	14,8	27,7	23,6	...	29,0	...	21,1	...
<b>2019</b>										
Enero	...	12,7	...	...	...	...	32,6	...	38,6	...
Febrero	...	12,6	10,3	...	...	...	...	...	...	...
Marzo	...	14,3	12,1	...	...	...	...	...	...	...
Abril	31,2	15,5	16,0	...	...	...	30,7	...	...	...
Mayo	43,1	...	24,6	...	31,0	47,7	36,2	...	...	...
Junio	64,3	...	24,4	...	26,0	...	39,1	20,5	...	...
Julio	...	...	21,0	...	...	...	37,6	...	...	...
Agosto	...	...	24,0	...	...	...	...	...	...	...
Septiembre	...	...	23,4	...	26,2	...	...	...	...	29,1
Octubre	...	...	24,3	34,1	30,9	...	...	...	...	31,6
Noviembre	...	...	19,2	30,7	...	...	...	...	...	...
Diciembre	...	...	17,8	...	33,0	...	...	...	...	...

Nota: El PM<sub>2,5</sub> empezó a monitorearse a partir del mes de julio 2018.  
ug/m<sup>3</sup> : Microgramo por metro cúbico. ECA - OMS: 25 ug/m<sup>3</sup>  
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) - Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales.

Figura 24 Comportamiento del material particulado inferior a 2.5 micras (PM 2.5) en principales estaciones de Lima metropolitana 2019

Fuente: INEI (2020)

Por otro lado, tenemos también las partículas PM 10<sup>3</sup>, que al igual que el PM 2.5, afecta el sistema respiratorio y cardiovascular. En Huachipa-Lurigancho se registró 131,5 ug/m<sup>3</sup>, lo cual aumentó 28,4% con respecto al año anterior, en el 2015. (INEI, 2015), dato que sigue siendo de los más altos hacia el año 2018-2019, tal como lo muestra la figura 26.

LIMA METROPOLITANA: VALOR MENSUAL DE MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>10</sub>), EN LOS PRINCIPALES NÚCLEOS, 2014-2015  
(ug/m<sup>3</sup>)

Núcleos	2014											2015			Variación porcentual	
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Respecto a similar mes del año anterior	Respecto al mes anterior	
Ate	133,5	143,4	90,3	92,7	106,0	119,9	107,4	107,8	98,5	109,3	111,0	124,2	78,5	-41,2	-36,8	
San Borja	52,8	41,8	34,6	43,7	69,3	58,8	58,2	56,0	...	...	...	...	...	...	...	
Jesús María (Campo de Marte)	47,5	51,7	40,3	57,4	51,1	44,8	48,8	39,9	40,1	38,3	35,1	41,6	52,4	10,3	26,0	
Santa Anita	66,9	72,7	55,8	...	79,4	87,4	...	...	...	69,1	70,0	81,9	109,8	64,1	34,1	
Villa María del Triunfo	139,5	105,5	57,4	...	55,3	59,4	...	...	...	130,5	108,6	126,6	240,3	72,3	89,8	
Huachipa	...	...	113,6	...	89,5	106,0	95,1	114,6	117,0	99,0	92,5	102,4	131,5	...	28,4	
San Juan de Lurigancho	...	...	101,9	...	85,4	99,9	89,4	89,3	78,0	77,2	67,2	92,2	122,6	...	33,0	
San Martín de Porres	...	...	72,5	...	...	47,5	49,7	48,6	48,1	...	38,2	46,7	64,9	...	39,0	
Carabaylo	...	...	104,9	...	54,5	61,7	69,1	95,4	84,8	86,3	73,4	86,0	99,6	...	15,8	
Puente Piedra	...	...	147,0	...	86,4	104,5	...	116,7	108,3	123,5	120,1	137,8	158,5	...	15,0	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) - Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales.

Figura 25 Valor mensual de material particulado PM 10, en los principales núcleos 2014-2015

Fuente: INEI (2015)

<sup>3</sup> Partículas de diámetro inferior o igual a 10 micras que son producidas por quema de combustibles y quema de carbón o madera.

1. PROMEDIO MENSUAL DE PARTÍCULAS INFERIORES A 10 MICRAS EN EL AIRE DE LA PROVINCIA DE LIMA, POR ESTACIÓN DE MEDICIÓN, 2018-2019

(Microgramo por metro cúbico)

Año/Mes	Ate	San Borja	Jesús María (Campo de Marte)	Santa Anita	Villa María del Triunfo	Huachipa	San Juan de Lurigancho	San Martín de Porres	Carabayllo	Puente Piedra
<b>2018</b>										
Enero	110,4	46,1	28,6	...	...	...	...	50,2	...	121,4
Febrero	109,0	48,4	25,6	...	...	85,6	79,9	50,2	57,3	109,6
Marzo	107,2	...	30,7	...	239,4	...	92,8	53,1	84,3	...
Abril	136,9	69,3	36,4	...	206,8	109,2	97,1	...	101,3	130,9
Mayo	125,0	70,5	37,6	...	158,3	...	96,3	...	91,2	119,2
Junio	109,0	...	34,7	53,1	64,2	...	72,7	...	72,4	63,2
Julio	145,4	...	28,3	61,3	64,4	88,9	73,8	43,4	74,5	68,2
Agosto	155,7	49,0	29,4	62,6	64,2	92,8	78,6	41,7	83,5	72,7
Setiembre	155,9	52,2	28,0	89,7	103,5	104,8	85,6	41,0	97,8	76,9
Octubre	112,7	49,4	21,7	27,7	...	90,1	72,1	38,0	94,5	65,7
Noviembre	106,3	51,6	22,2	66,3	134,2	94,7	71,5	37,5	101,0	72,2
Diciembre	...	46,7	20,4	64,1	169,6	...	68,7	36,7	112,7	68,6
<b>2019</b>										
Enero	109,8	49,3	...	53,5	...	...	64,6	...	...	...
Febrero	78,7	56,7	16,6	53,4	...	...	75,3	...	...	...
Marzo	...	51,0	18,5	73,6	...	...	...	...	116,2	...
Abril	...	48,8	21,6	80,7	...	...	...	...	...	...
Mayo	...	54,6	31,0	85,0	142,4	...	...	...	...	...
Junio	...	...	28,9	60,4	67,1	...	...	...	...	...
Julio	...	...	24,2	...	...	...	...	...	...	...
Agosto	...	...	26,6	...	...	...	...	...	...	...
Setiembre	...	...	30,8	108,1	86,4	...	74,4	...	...	...
Octubre	...	...	34,8	107,8	...	...	64,5	...	...	...
Noviembre	...	...	27,9	76,1	...	...	...	...	...	...
Diciembre	...	...	26,4	85,1	...	...	59,5	...	...	...

ECA Nacional anual: 50 ug/m<sup>3</sup>. ECA - OMS: 50 ug/m<sup>3</sup>.

ug/m<sup>3</sup>: Microgramo por metro cúbico.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) - Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales.

Figura 26 Valor mensual de material particulado PM 10, en los principales núcleos 2018-2019

Fuente: INEI (2020)

En el caso de los residuos sólidos, Lurigancho en el año 2019 generó el 1.27% del total de residuos domiciliarios de la provincia de Lima, y según la tendencia de la tabla 22, esto está en aumento generando anualmente 45874 toneladas per cápita de residuos sólidos totales (INEI, 2018).

Tabla 22 Residuos sólidos domiciliarios generados 2011-2018 en Lurigancho y totales

Distrito	011	012	013	014	015	016	017	018	019
Tot	50358	64963	75970	82812	92477	164584	27674	454688	613906
al	6	4	1	8	9		8		

<b>Lurigancho</b>	2684	2717	3613	4200	5529	6893	7756	9410	5874
<b>%</b>							0.0115	0	
								.0114	.0127

Fuente: INEI (2018)



Figura 27 Residuos sólidos domiciliarios generados en Lurigancho 2011-2019

Basado en INEI (2018)

Tabla 23 Residuos Sólidos per cápita en la provincia de Lima por distritos

	2017		
	Generación per cápita (Kg/hab/día)	Generación (tn/día)	Generación anual (tn)
<b>Total</b>	1.1	8977.4	6748
<b>Lurigancho</b>	0.5	108	9410

Basado en INEI (2018)

Las consecuencias de la cantidad generada en residuos sólidos se ven reflejadas en la contaminación del agua. Lurigancho se abastece de la vertiente del Río Rímac; sin embargo, el 80% del agua consumida de este río está sujeta a varias fuentes de contaminación, entre ellas las aguas servidas, donde 3189 litros se vierten por segundo, donde otra fuente de contaminación son la deficiencia en servicios públicos de estas zonas y el mal tratamiento de las escretas. (Aquafondo, 2020)

#### 4.4.2. Lurigancho y el análisis multicriterio

En la tabla 24, tenemos los criterios de los indicadores elegidos en el paso 3, calificándolos de 0 y 1, siendo 0 las zonas no vulnerables, y 1, las zonas ambientalmente vulnerables al riesgo de crecimiento urbano degradado en las zonas periurbanas.

Tabla 24 Parámetros para la evaluación del análisis multicriterio

Parámetros	
<b>Densidad poblacional</b>	
>2000	0
<2000	1
<b>Degradación de tierras</b>	
>4500m <sup>2</sup>	0
<4500	1
<b>Cobertura verde</b>	
<0.009ha	0
>0.009	1
<b>Zonas agrícolas</b>	
<0.259ha	0
>0.259	1

Elaboración propia

#### Parámetros o criterios utilizados

- a. Densidad poblacional: Según INEI (2017), se considera población rural al área urbana con 2 mil habitantes, es así que usamos como parámetro o criterio este número para separar el punto de inflexión donde una zona rural se convierte a zona urbana degradando el territorio incrementando el riesgo frente al crecimiento urbano en las zonas periurbanas, teniendo como 0 la zona rural sin afectar, es decir, que no es vulnerable ambientalmente y 1 la zona afectada por la urbanización, es decir, la zona vulnerable ambientalmente al riesgo de crecimiento urbano degradado en las zonas periurbanas.
  
- b. Degradación de tierras: Según Li. Xiaoqiong (2014) recomienda que la ratio de cobertura arbórea no debe ser menor al 45% para tener una eco ciudad sostenible; es decir que, por cada hectárea, el 0.45 de ella debe ser cobertura arbórea, o 4500 m<sup>2</sup> por cada m<sup>2</sup> de espacio urbano; es así que las zonas que estén por debajo de tal número, se identificarán como zonas vulnerables ambientalmente; y aquellas zonas que pasen tal número serán zonas que no son vulnerables.

- c. Cobertura verde: Según la OMS, 9 m<sup>2</sup> es el estándar de área verde que debe haber por habitante, es así que usamos dicho término como criterio para comparar la cobertura de área verde en el caso de estudio (Bozzo, 2015) teniendo como 0 la zona no afectada, es decir, que aquellos que tengan más de 9m<sup>2</sup> se identificarán como zonas que no son vulnerables y 1, aquellas zonas que están por debajo de tal número, siendo zonas afectadas con áreas verdes degradadas frente al riesgo de crecimiento urbano en las zonas periurbanas.
  
- d. Zonas agrícolas: Para identificar el parámetro de este indicador, ahondamos en la seguridad alimentaria del Perú donde según Eguren (2016) en la revista Agraria, comenta que son 960 mil ha de zonas agrícolas las que se necesitaría para alimentar a 3.7 millones de peruanos; por lo cual, el estándar a utilizar fue de 0.259 ha por persona, siendo este el punto de inflexión para asegurar la seguridad alimentaria de los habitantes de la zona periurbana, teniendo como 0 la zona no afectada, es decir, aquellos que estén por encima de tal parámetro, serán zonas no vulnerables; y como 1, la zona agrícola degradada, aquellos por debajo de tal número, donde existe inseguridad alimentaria y por consecuencia, son vulnerables ambientalmente frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas.

#### **4.4.3. Evaluación del distrito con análisis multicriterio**

##### **4.4.3.1. Búsqueda de datos**

El análisis multicriterio se realizó en GIS utilizando la herramienta ArcGIS y para obtener los datos, se utilizaron imágenes satelitales debido a la falta de datos o datos desactualizados y no fiables en las páginas abiertas del gobierno y entidades peruanas (Domínguez Rojas, 2021); esto fueron obtenidos por medio de dos fuentes; los cuales fueron [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov), que es de la Agencia Geológica de los Estados Unidos y [earthdata.nasa.gov](http://earthdata.nasa.gov) que es de la Nasa.

- **Obtención de imágenes Landsat 7**

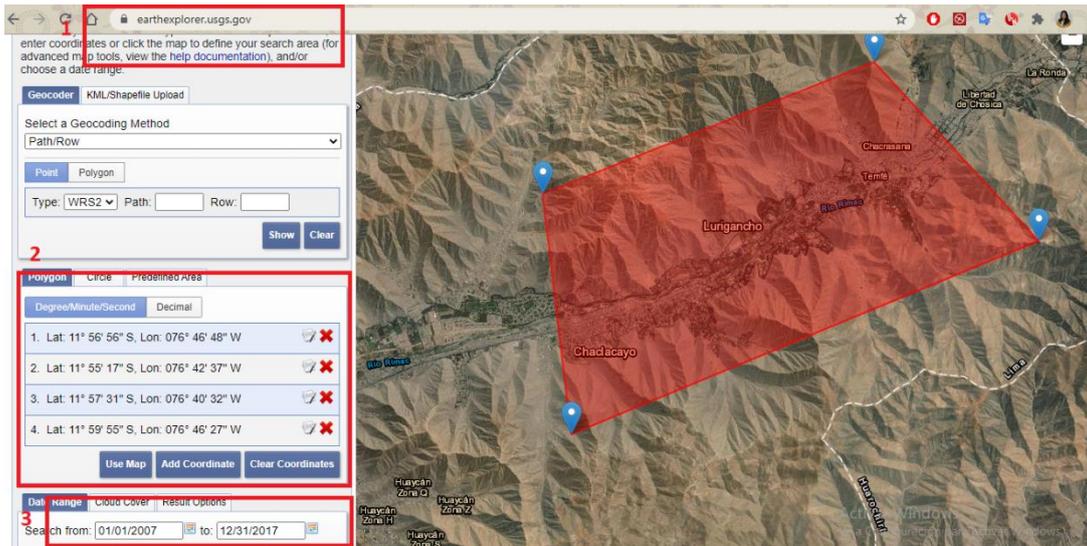


Figura 28 Obtención de imagen Landsat 7

Elaboración propia

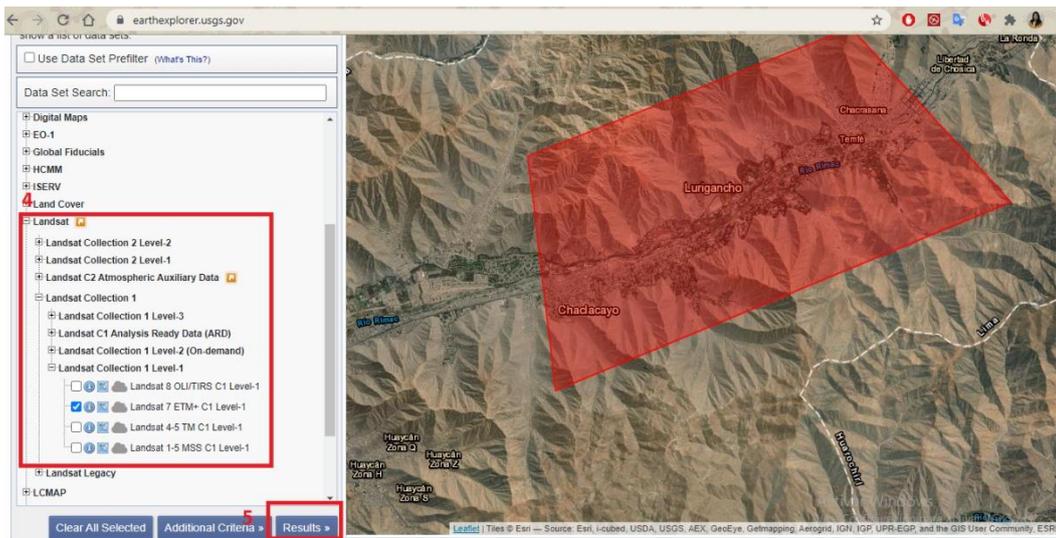


Figura 29 Obtención de imagen Landsat 7

Elaboración propia

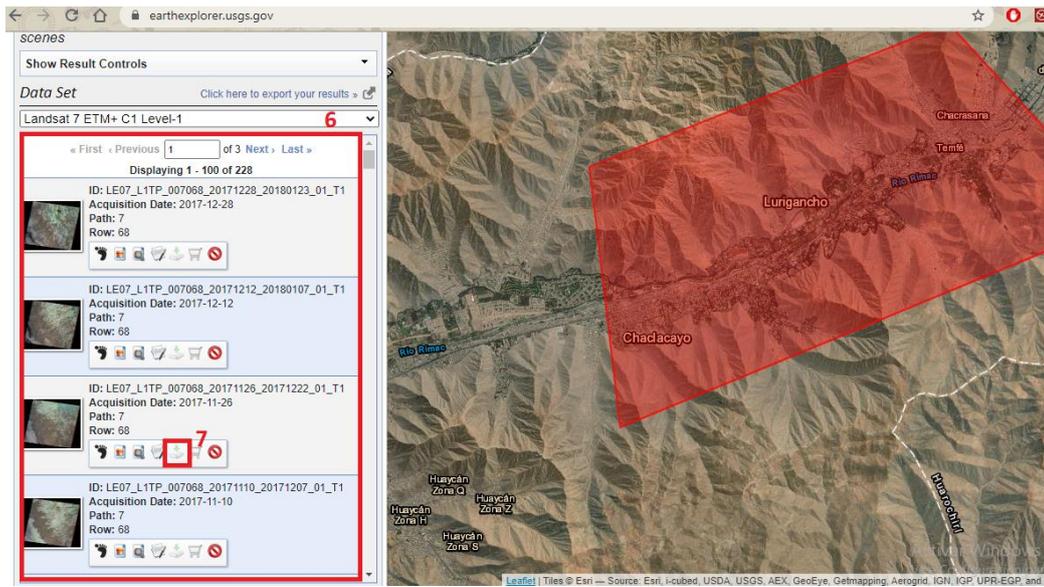


Figura 30 Obtención de imagen Landsat 7

Elaboración propia

### Obtención de imágenes Áster

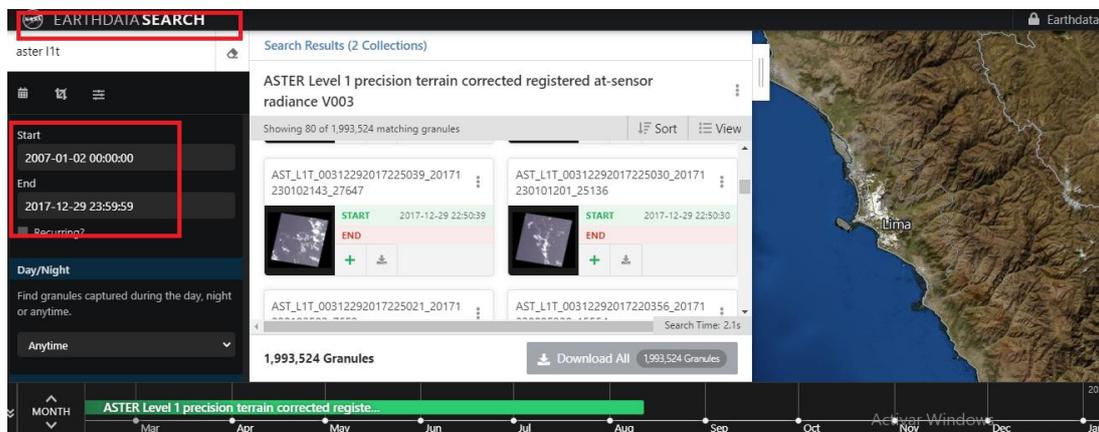


Figura 31 Obtención de imagen Áster

Elaboración propia

A continuación, se escogieron las imágenes con menos nubosidad y mejor calidad del caso de estudio, donde, las imágenes obtenidas fueron provenientes de Landsat 7 para el año 2017 y Áster para el año 2007.

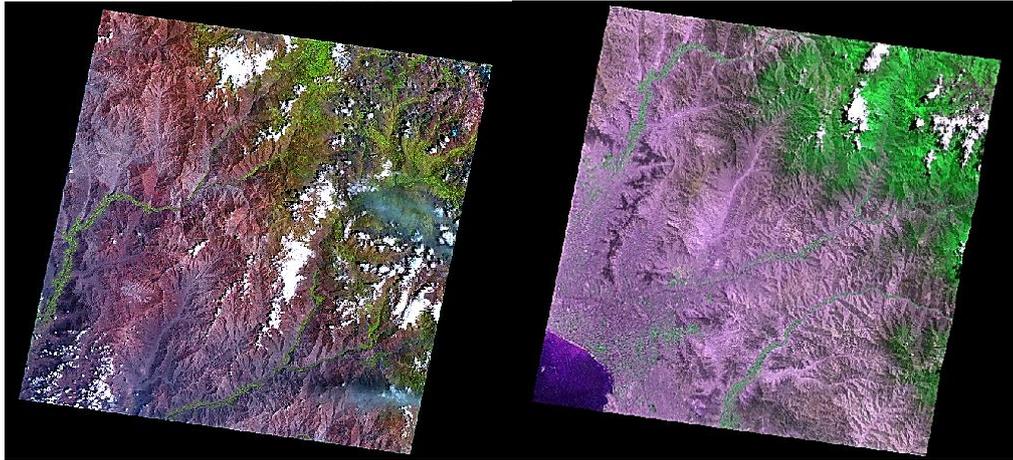


Figura 32 Obtención de imágenes satelitales del año 2007 y 2017  
Elaboración propia. ArcGIS

### - Clasificación supervisada

Una vez obtenidas las imágenes satelitales, el siguiente paso fue clasificarlas según su uso de suelo con ayuda del ArcGIS por medio de puntos y así obtener, entre ellos, uso urbano y uso de zona verdes.

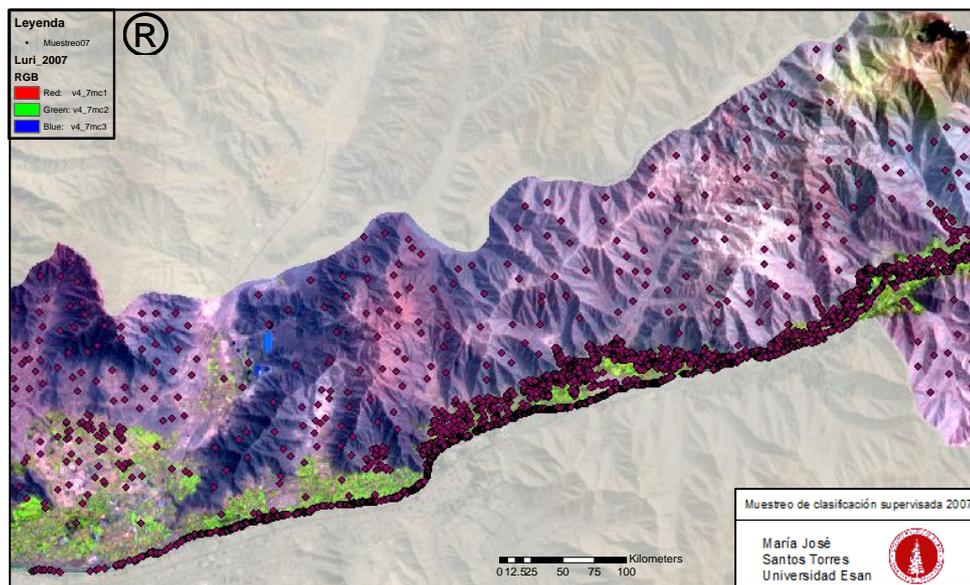


Figura 33 Muestreo de clasificación supervisada 2007  
Elaboración propia. ArcGIS

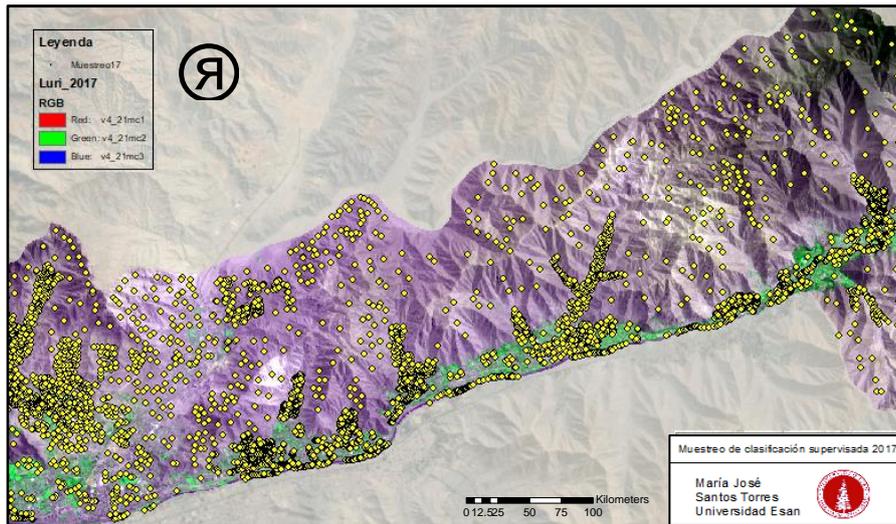


Figura 34 Muestreo de clasificación supervisada 2017

Elaboración propia. ArcGIS

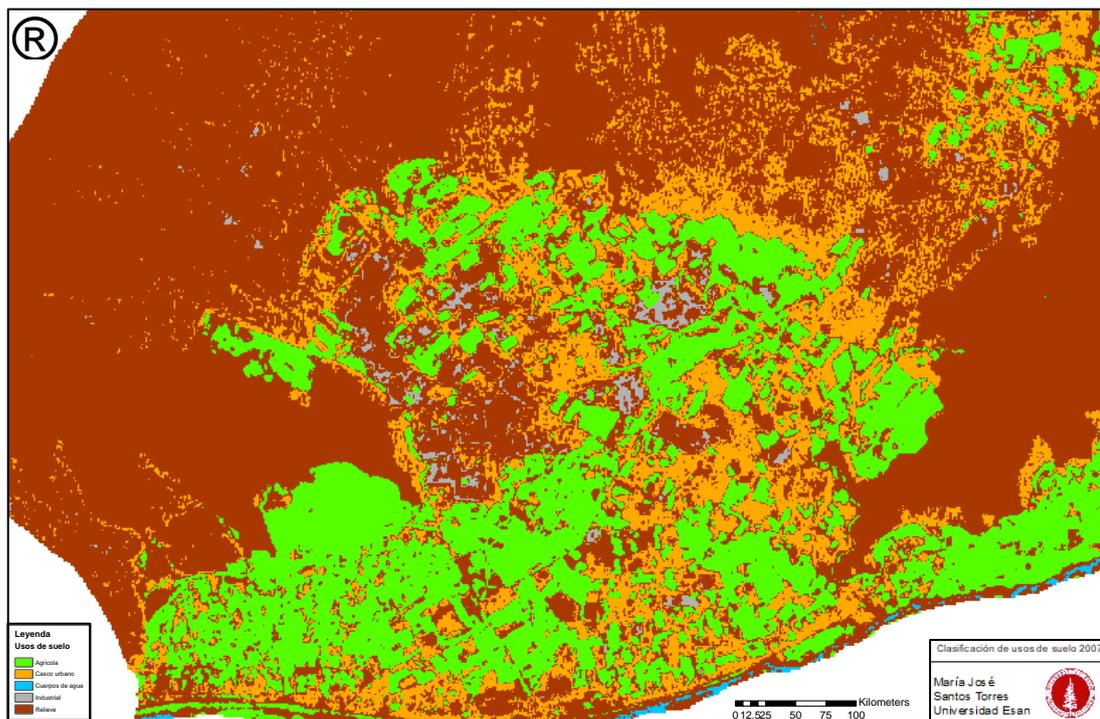


Figura 35 Clasificación de usos de suelo 2007

Elaboración propia. ArcGIS

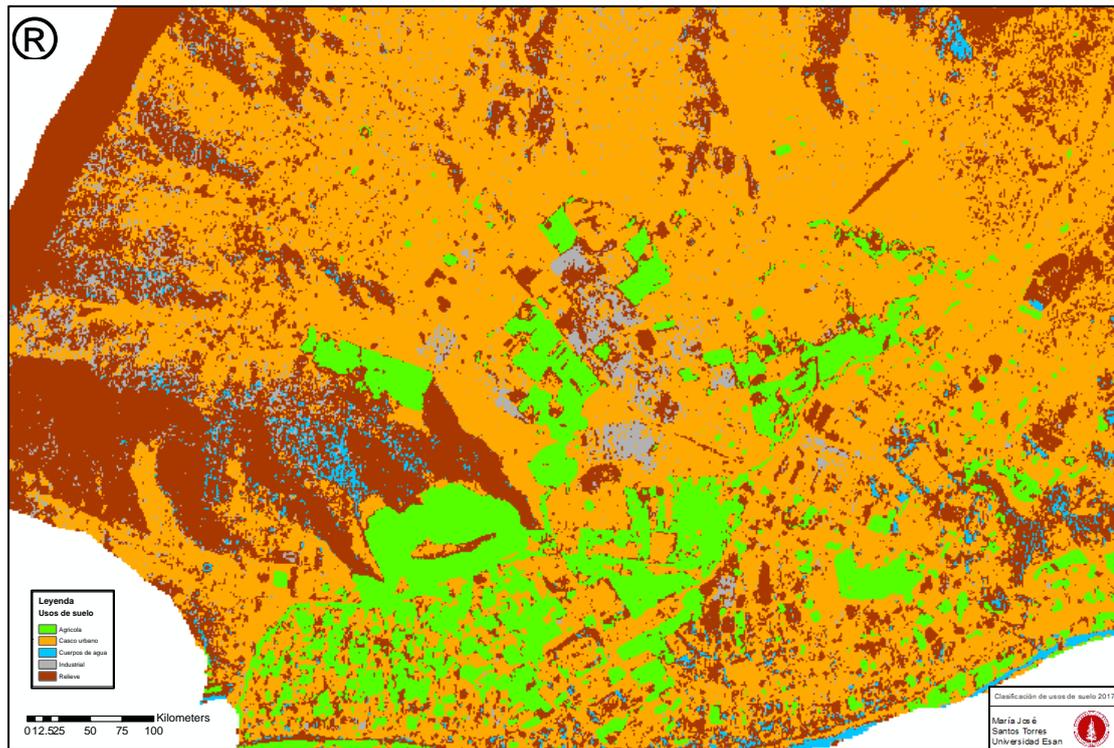


Figura 36 Clasificación de usos de suelo 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Dichos datos obtenidos sirvieron para evaluar cada uno de los indicadores seleccionados anteriormente.

#### 4.4.3.2. Indicador de densidad poblacional

La densidad poblacional del distrito se dividió en los centros poblados, calculando el número de habitantes por hectárea, teniendo datos desde 719.583174 habitantes por ha por centro poblado hasta 10736.66316 hab/ha, para el año 2007, mostrando dicha clasificación en la figura 40; y para el año 2017, va desde 1509.374 a 15636.99 hab/ha, mostrado en la figura 41.

Asimismo, para su cálculo, los datos obtenidos previamente, pasaron por graficar una capa de densidad poblacional con ayuda del sistema de información geográfica, tal como se muestra en la figura 37 y 38; para luego pasar a rasterizar, ya que los datos estaban en formato vector, tal como se muestra en la figura 40 y 41; seguidamente, se clasificaron en términos de 0 (no vulnerable ambientalmente) y 1 (vulnerable ambientalmente), donde, siguiendo el paso 4.4.2, es 2000 el límite para tal definición. Esto se muestra en la figura 45

y 46 gráficamente para así poder ver cómo está la vulnerabilidad ambiental con respecto a la densidad poblacional en el distrito de Lurigancho.

A continuación, las capas de densidad poblacional:

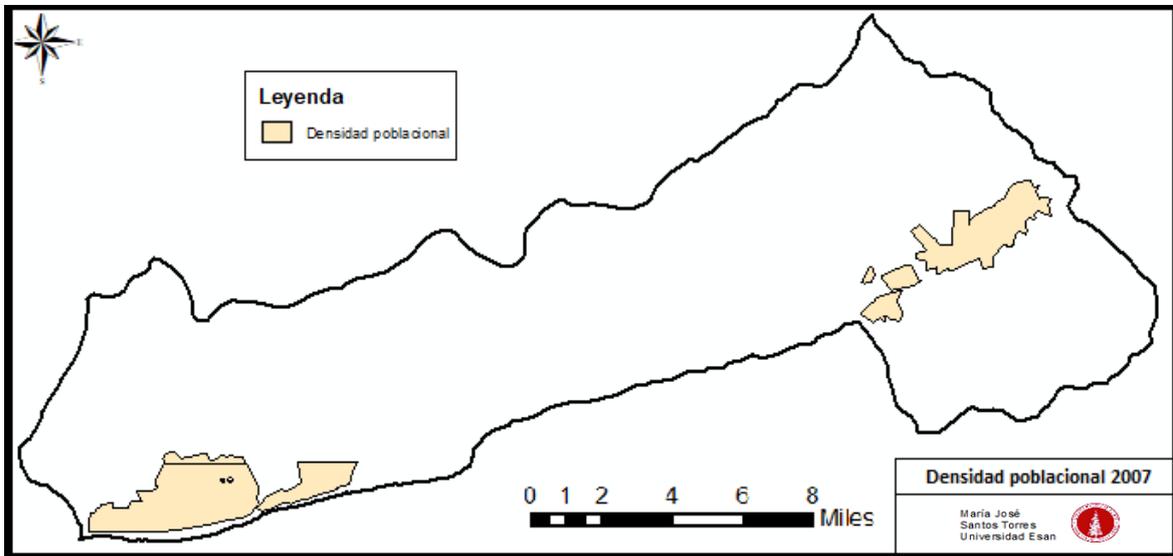


Figura 37 Densidad poblacional 2007

Elaboración propia. ArcGIS

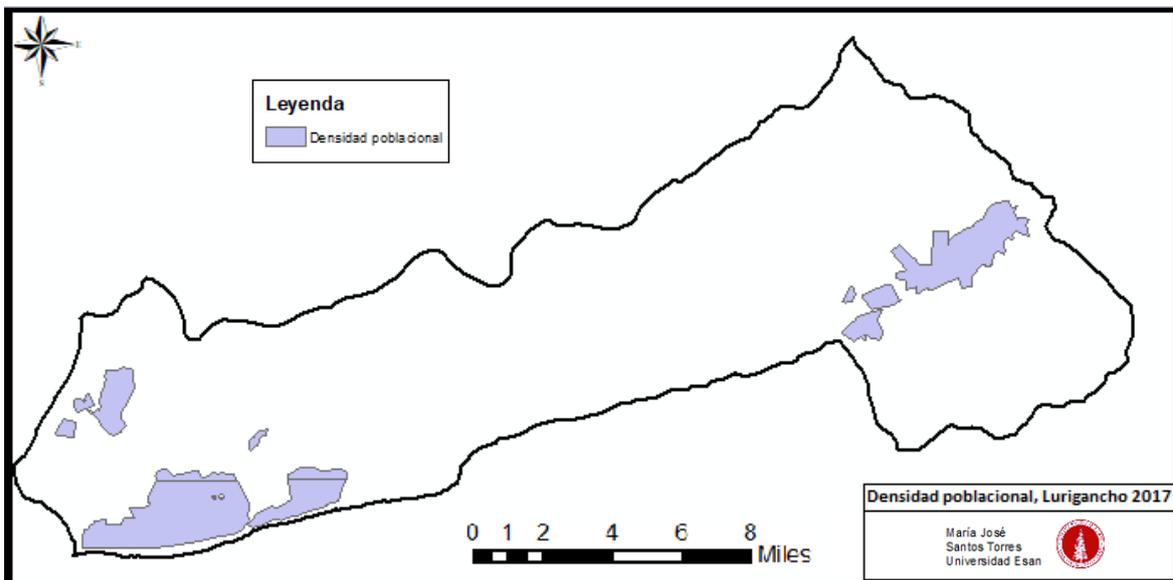


Figura 38 Densidad poblacional 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Para obtener el ráster del vector, se usa la herramienta ArcToolbox de ArcGIS:

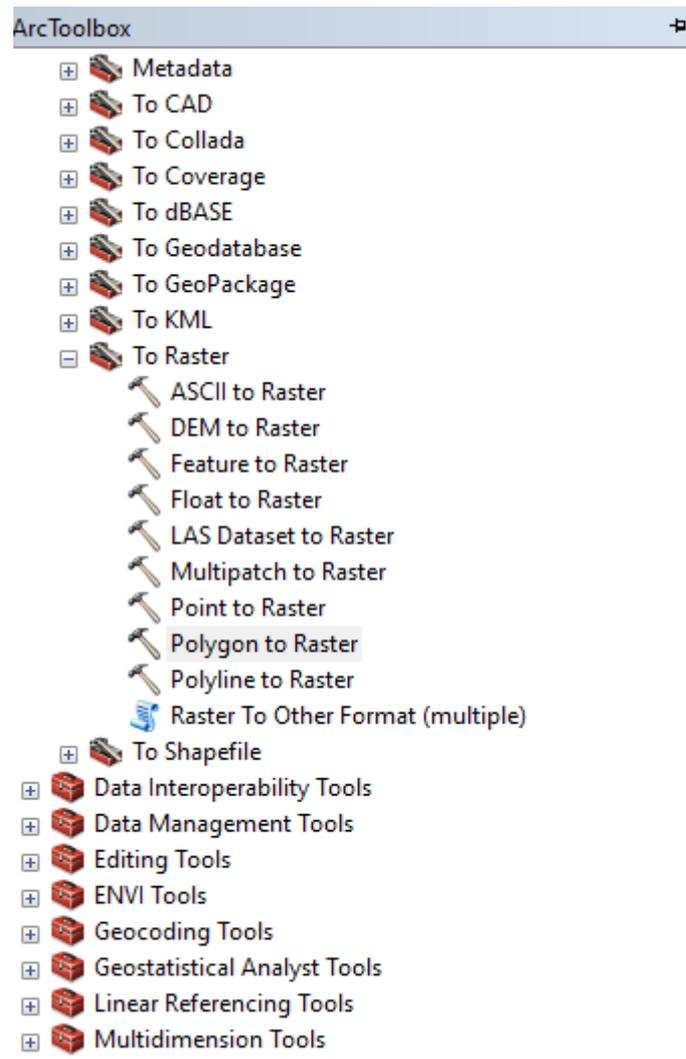


Figura 39 Rasterización

Elaboración propia. ArcGIS

Luego de la aplicación de la herramienta, se obtuvieron los siguientes mapas:

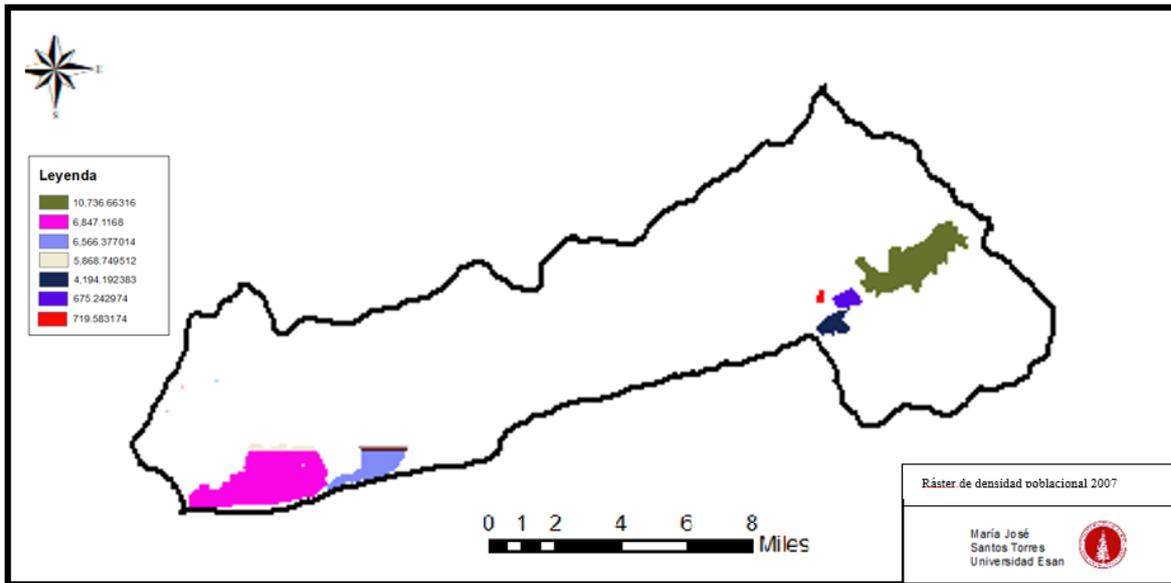


Figura 40 Ráster de la densidad poblacional 2007

Elaboración propia. ArcGIS

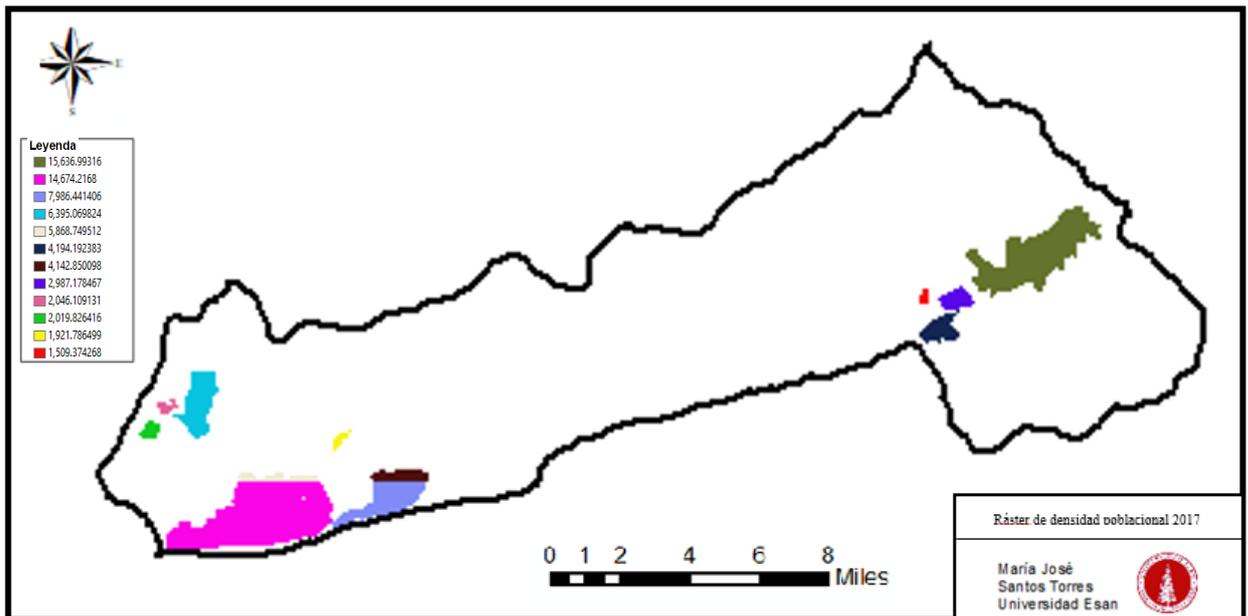


Figura 41 Ráster de la densidad poblacional 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Después se reclasificaron los ráster con los parámetros y criterios antes mencionados tomando de referencia la tabla 23, con ayuda del ArcGIS.

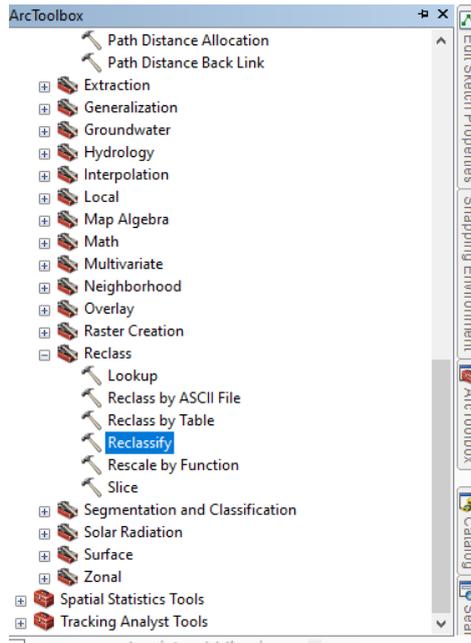


Figura 42 Reclasificar el ráster

Elaboración propia. ArcGIS

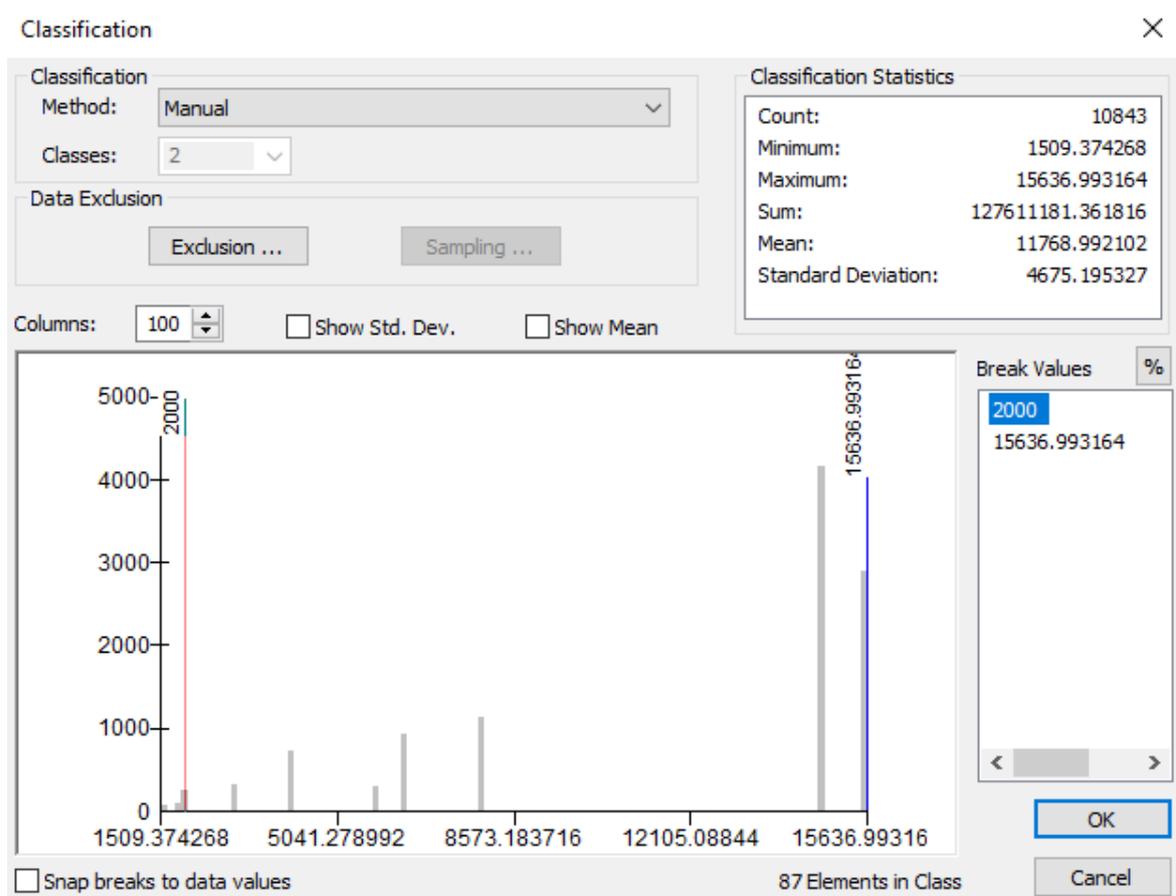


Figura 43 Clasificación con parámetros de densidad poblacional

Elaboración propia. ArcGIS

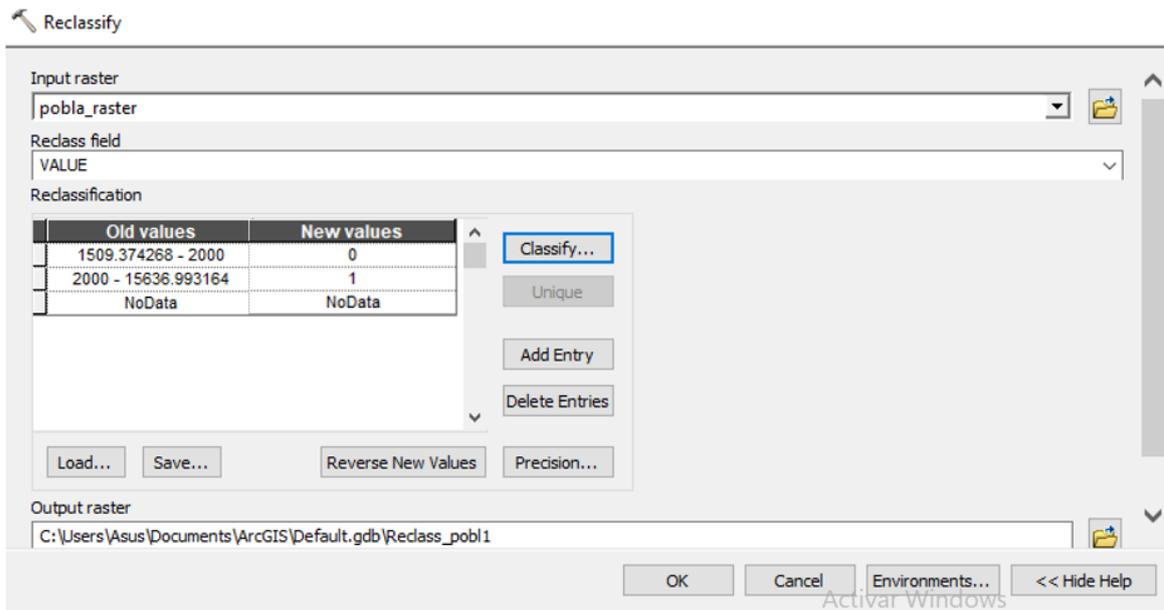


Figura 44 Clasificación con parámetros de densidad poblacional 2

Elaboración propia. ArcGIS

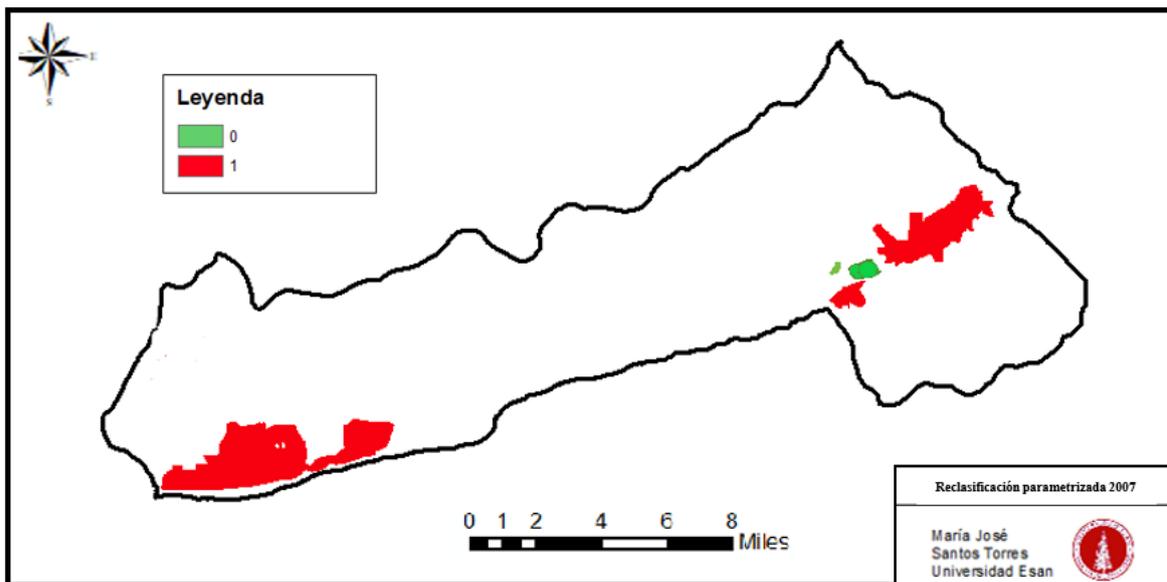


Figura 45 Reclasificación parametrizada de densidad poblacional 2007

Elaboración propia. ArcGIS

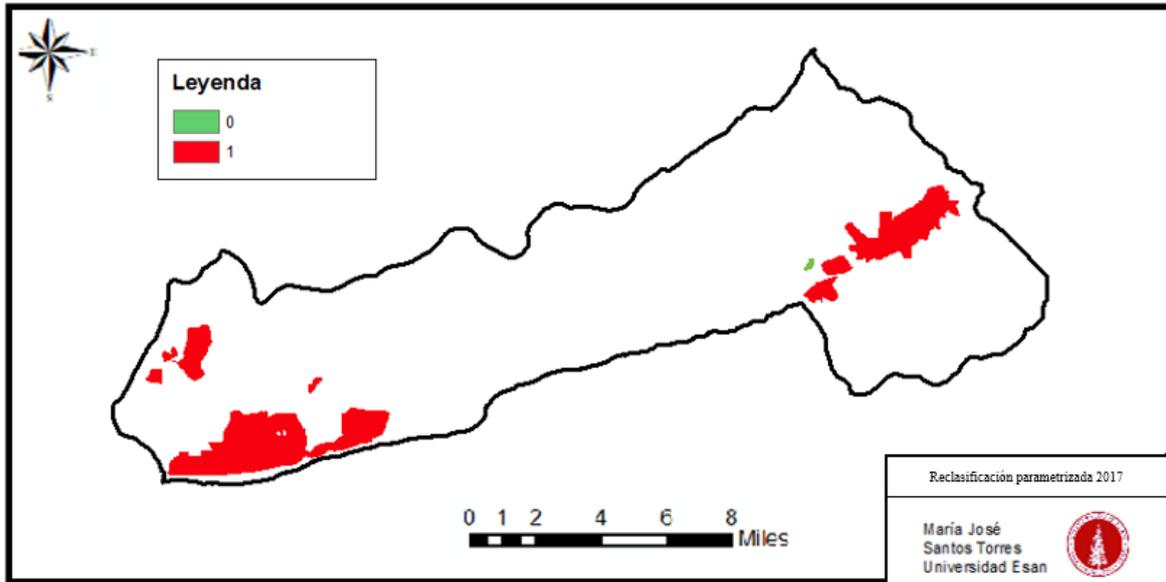


Figura 46 Reclasificación parametrizada de densidad poblacional 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Tabla 25 Comparación de densidad poblacional

Criterio	Densidad Poblacional_2007			Densidad Poblacional_2017			CAMBIOS (%)		
	POLO 1	POL O 2	POLO 3	POLO 1	POL O 2	POLO 3	POLO 1	POL O 2	POLO 3
0	330148.533	0	0	116848.179	0	0	-0.64607	0	0
1	2679127.87	0	8245154.23	5924739.39	0	1254495.65	1.21144	0	0.52149
							331		446

Elaboración propia basado en ArcGIS

#### 4.4.3.3. Indicador de Degradación de tierras

El mismo sistema realizado en el indicador de densidad poblacional, se realizó con la degradación de tierras, registrando cobertura arbórea de 273.8956 a 4816665.061 m<sup>2</sup> por cada m<sup>2</sup> de espacio urbano para el año 2007, y de 350.2394 a 2522492.852 m<sup>2</sup> por cada m<sup>2</sup> de espacio urbano para el año 2017, tal como se muestran en las figuras 49 y 50.

A continuación, la capa de degradación de tierras en el programa ArcGIS.

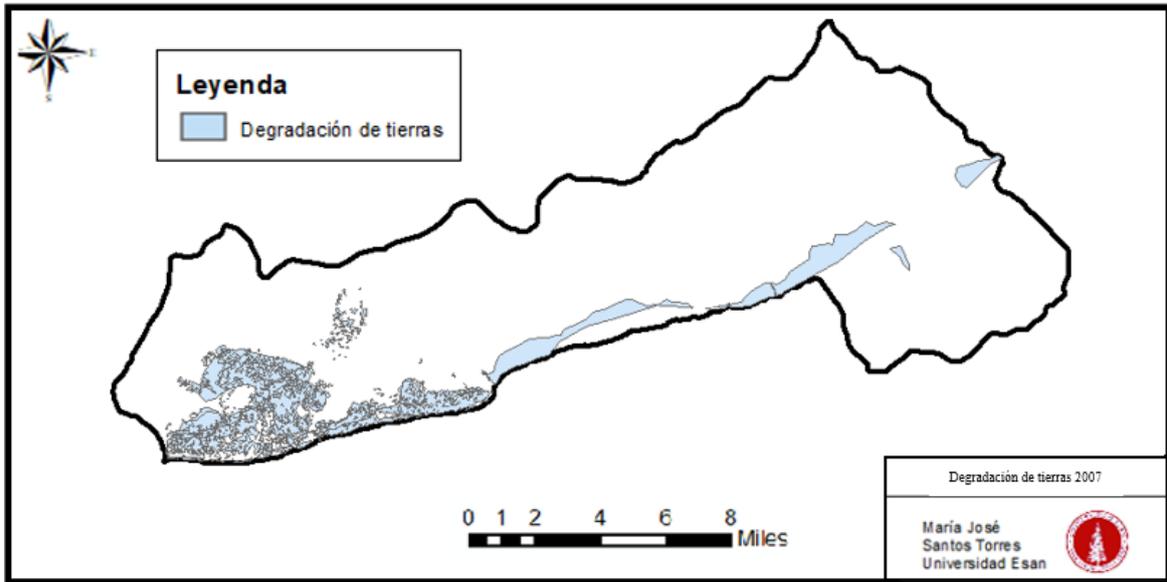


Figura 47. Degradación de tierras 2007

Elaboración propia. ArcGIS

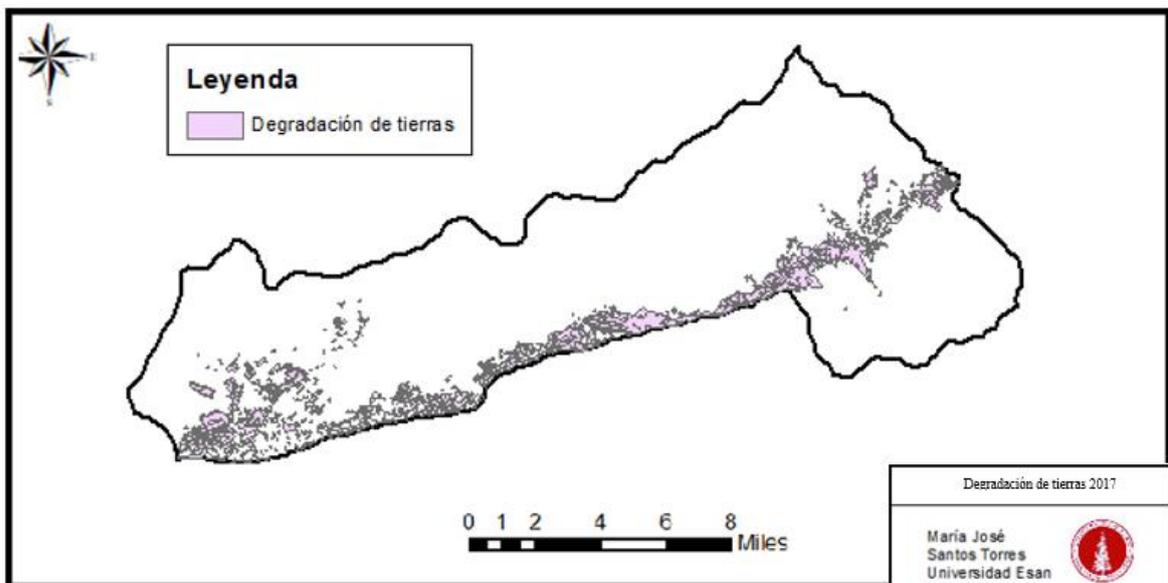


Figura 48. Degradación de tierras 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Se realizó la rasterización tal cual la figura 39 obteniendo lo siguiente:

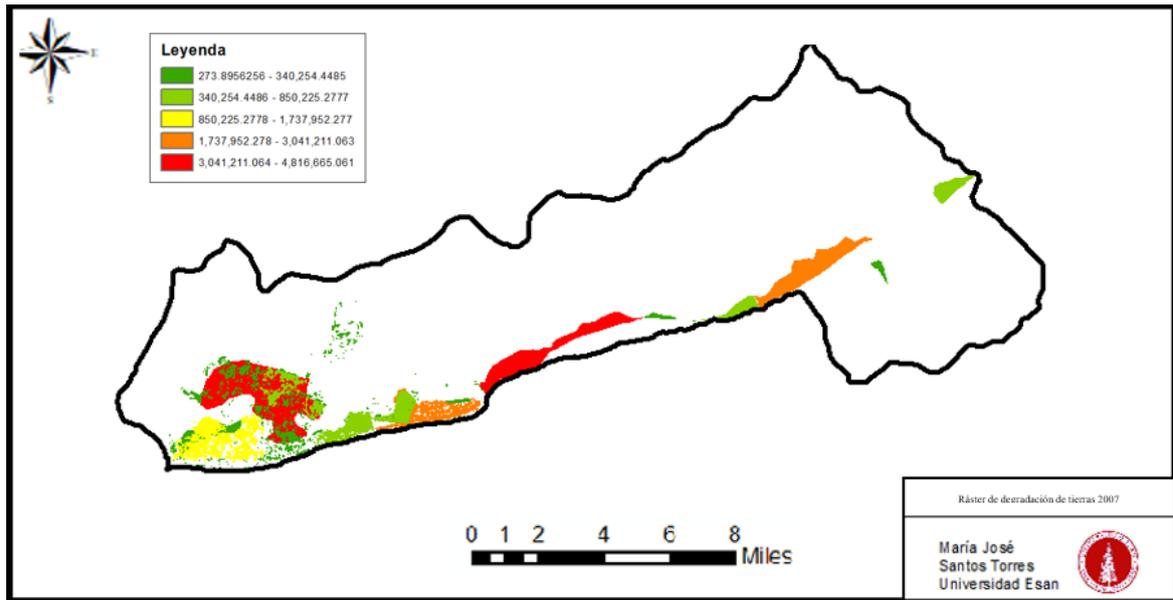


Figura 49 Ráster de degradación de tierras 2007

Elaboración propia. ArcGIS

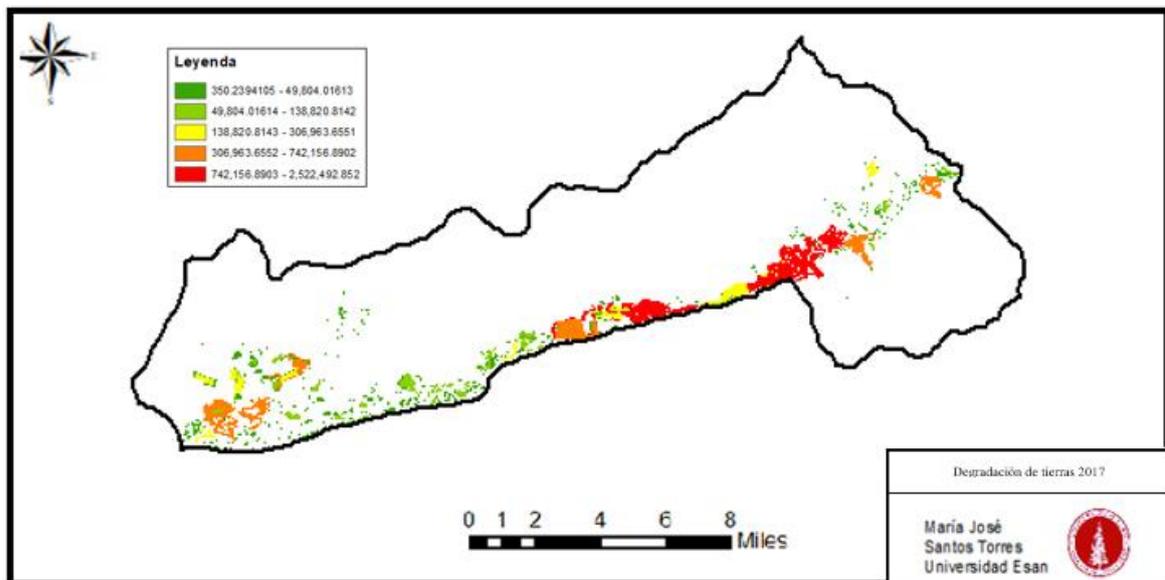


Figura 50 Ráster de degradación de tierras 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Después se reclasificaron los ráster tomando de referencia la tabla 24 y la figura 42.

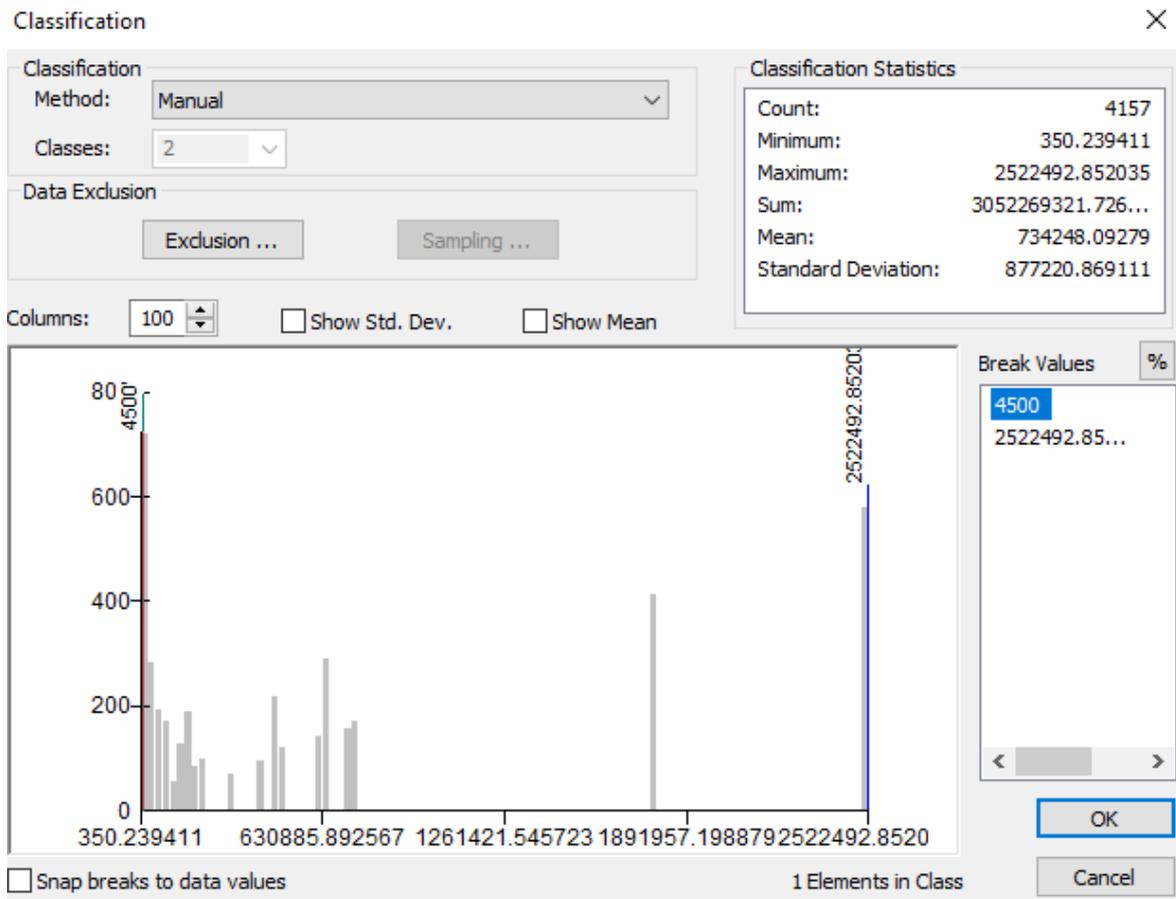


Figura 51 Clasificación de degradación de tierras 2007

Elaboración propia. ArcGIS

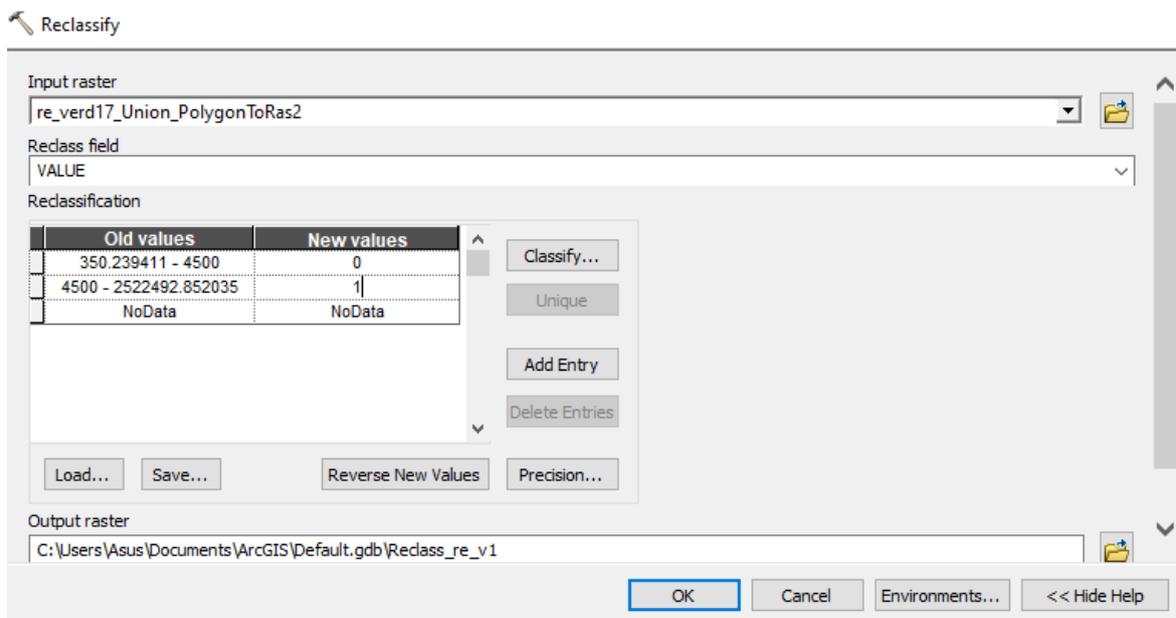


Figura 52. Clasificación de degradación de tierras 2017

Elaboración propia. ArcGIS

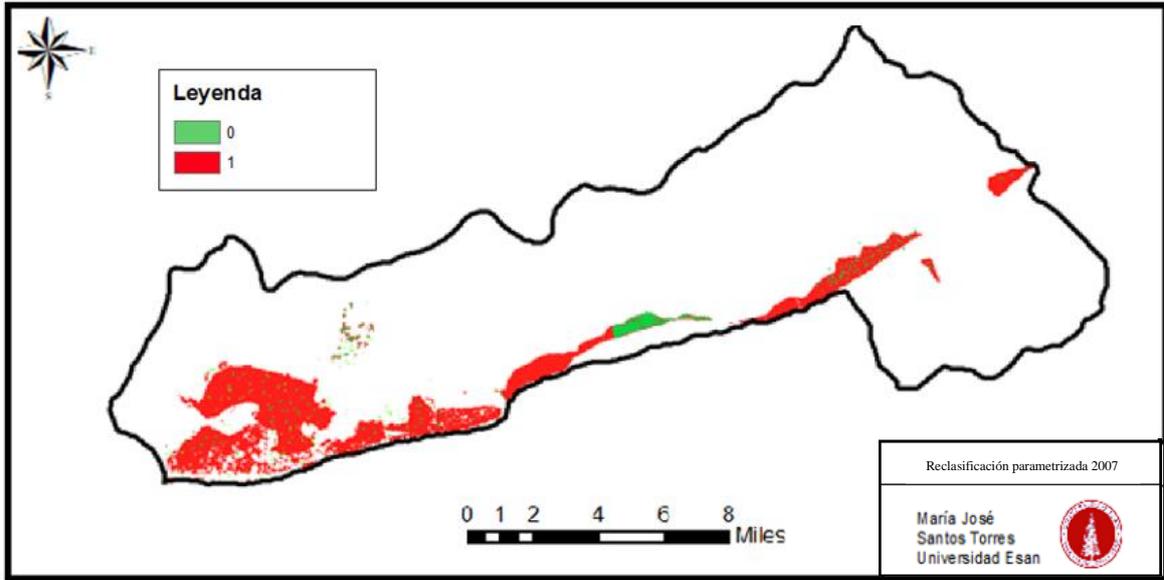


Figura 53. Reclasificación parametrizada 2007

Elaboración propia. ArcGIS

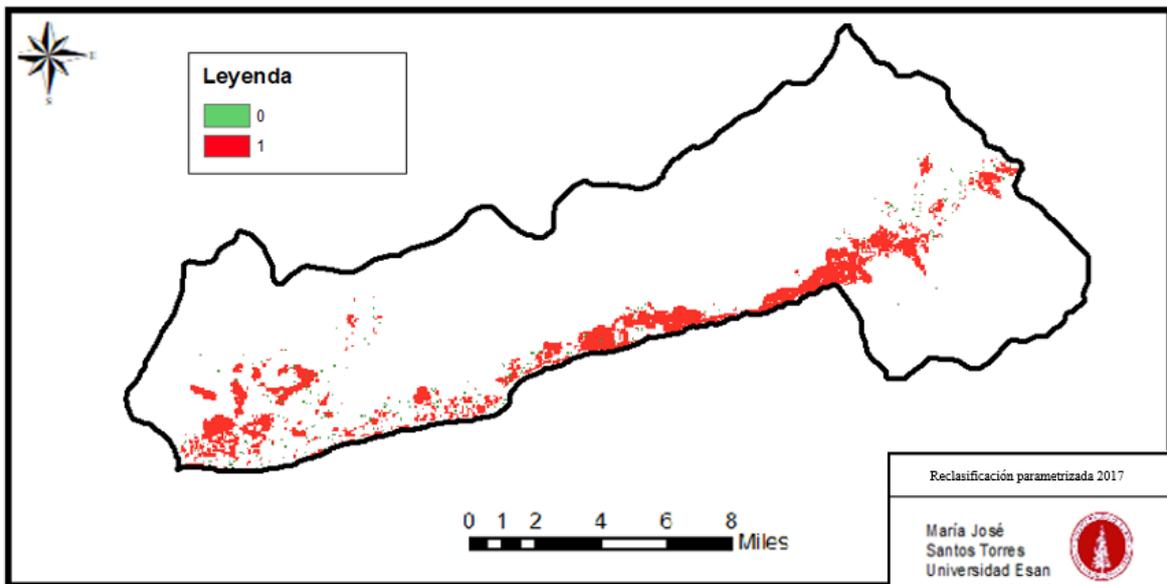


Figura 54 Reclasificación parametrizada 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Tabla 26 Comparación de degradación de tierras

	Degradación de tierras_2007			Degradación de tierras_2017			CAMBIOS (m2)		
Crite rio	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3

<b>0</b>	330428	172691	577564	0	10981.	523348	-	-	-
	.387	.292	.828		4291	.649	330428	161709	54216.
							.387	.863	1789
<b>1</b>	545364	432798	537221	775342	387179	167982	-	-	114260
	3.23	7.16	9.05	.829	7.17	69.8	467830	456189	50.8
							0.4	.987	

Elaboración propia basado en ArcGIS

#### 4.4.3.4. Indicador de cobertura verde

Para el siguiente indicador, el proceso fue el mismo que el anterior, tomando de datos para el año 2007, rangos de 0.001711702 m<sup>2</sup>/hab a 346.6811 m<sup>2</sup>/hab; y para el año 2017, 0.0032 m<sup>2</sup>/hab hasta 9.7030 m<sup>2</sup>/hab, lo cual, se muestra en la figura 57 y 58.

Es así que primero, se identificó las áreas verdes del distrito del año 2007 y del año 2017 con ayuda de los sistemas de información geográfica:

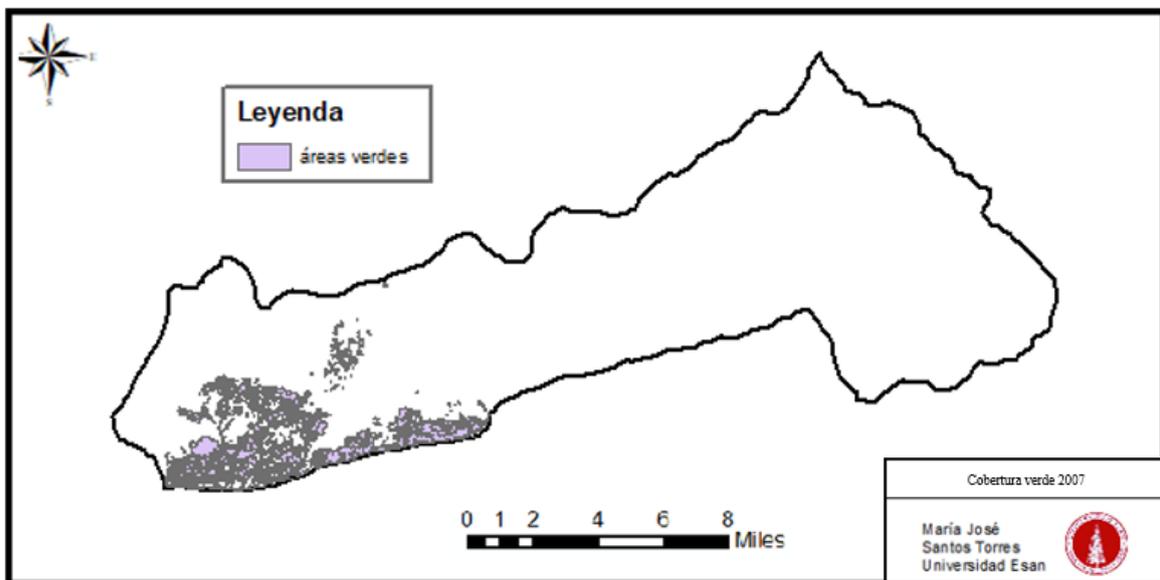


Figura 55 Cobertura verde 2007

Elaboración propia. ArcGIS

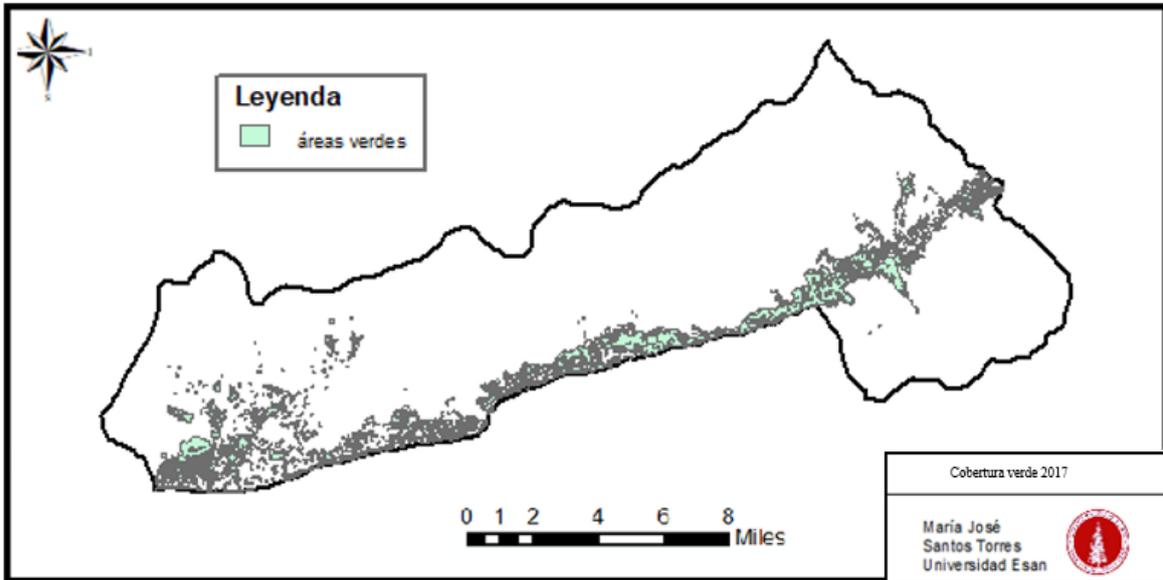


Figura 56 Cobertura verde 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Seguidamente, se realizó la rasterización, tal cual, la figura 39:

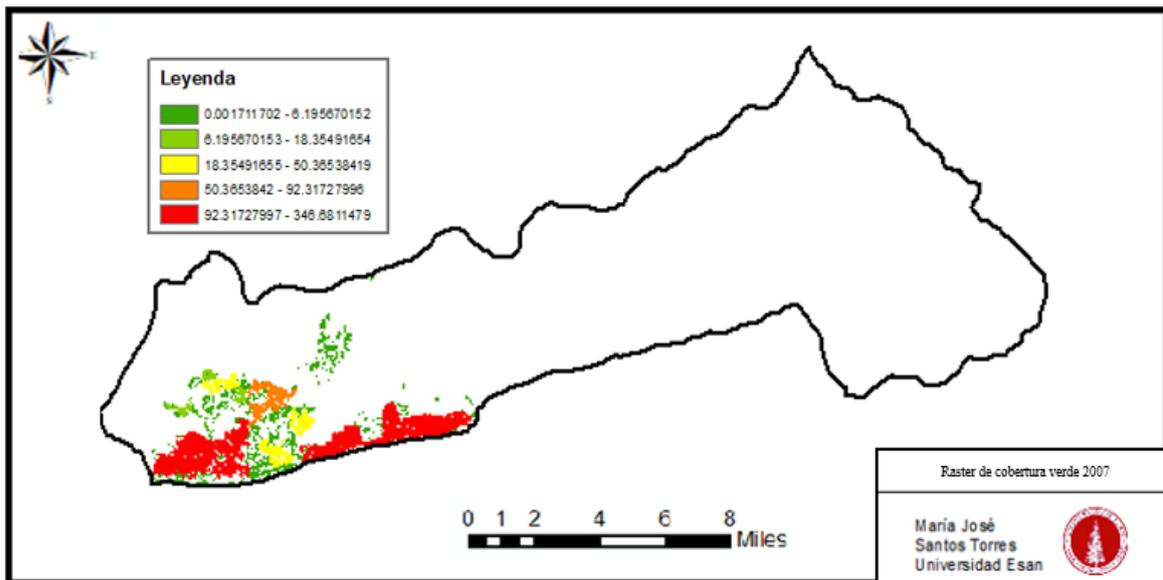


Figura 57 Ráster de cobertura verde 2007

Elaboración propia. ArcGIS

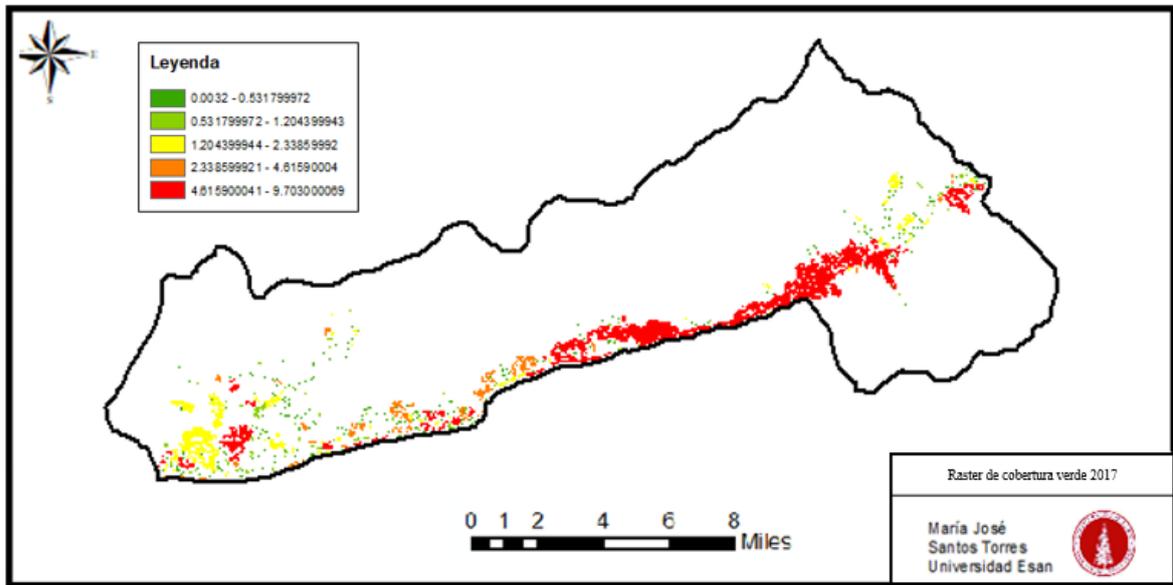


Figura 58 Ráster de cobertura verde 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Después se hizo la reclasificación según la tabla 24 y la figura 42.

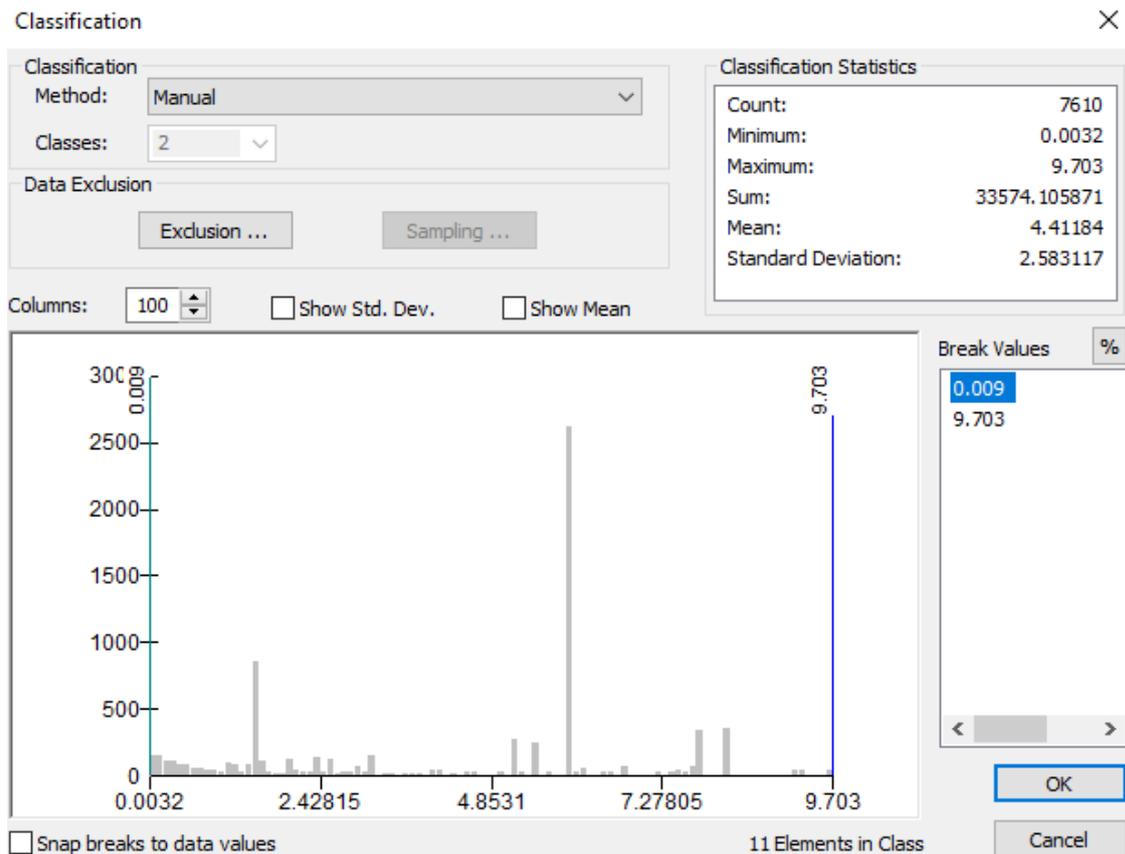


Figura 59 Clasificación con parámetros de cobertura verde

Elaboración propia. ArcGIS

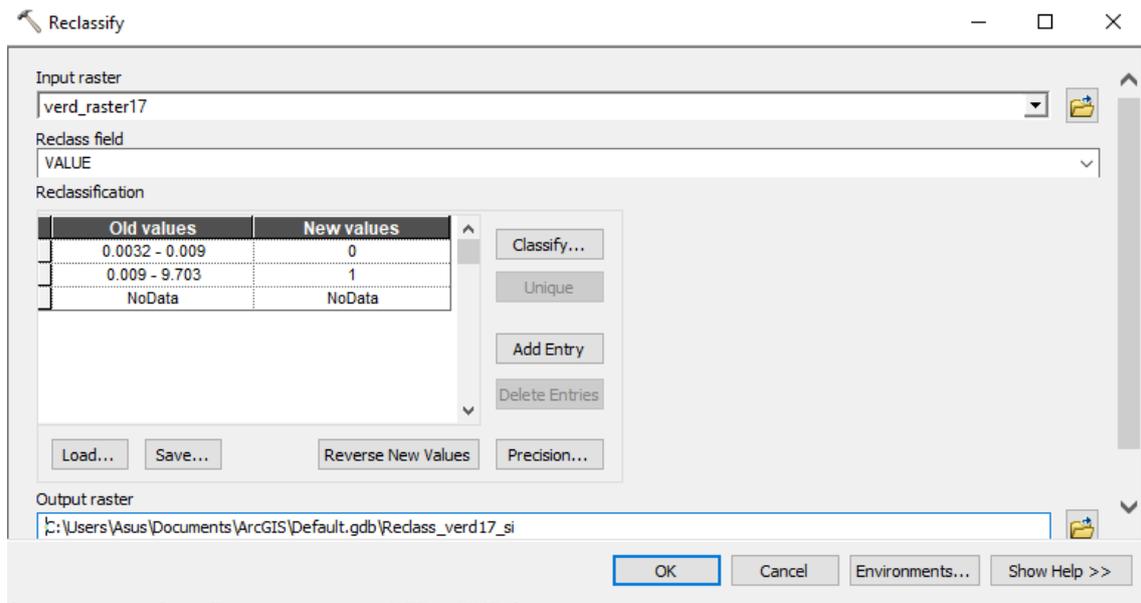


Figura 60 Clasificación con parámetros de cobertura verde 2

Elaboración propia. ArcGIS

Para al final de este parámetro obtener los siguientes mapas que muestra de verde las zonas no vulnerables y de rojo, las zonas vulnerables.

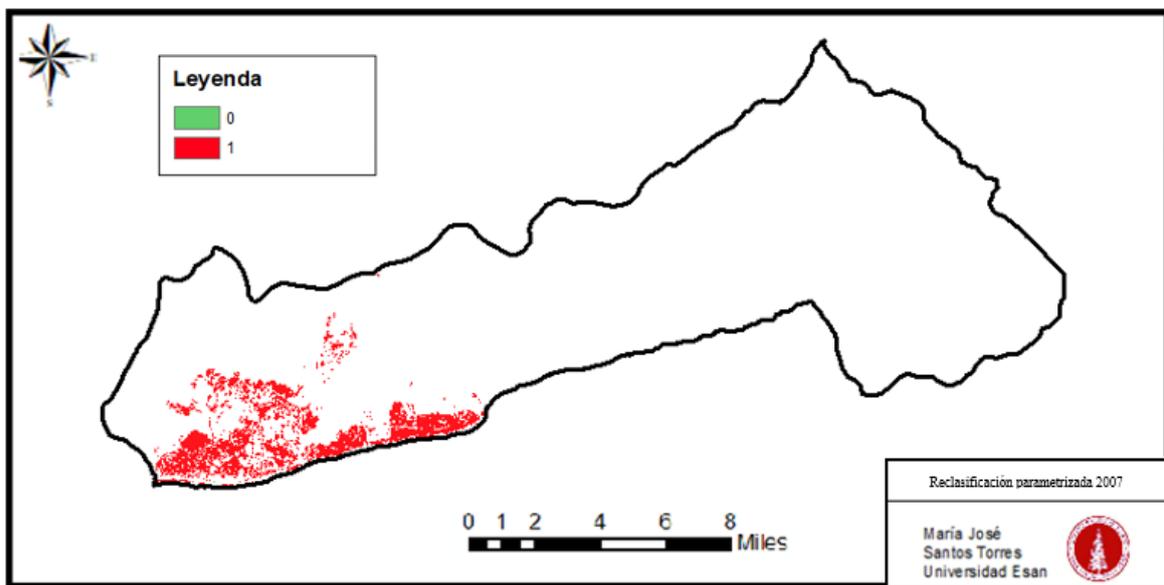


Figura 61 Reclasificación parametrizada de cobertura verde 2007

Elaboración propia. ArcGIS

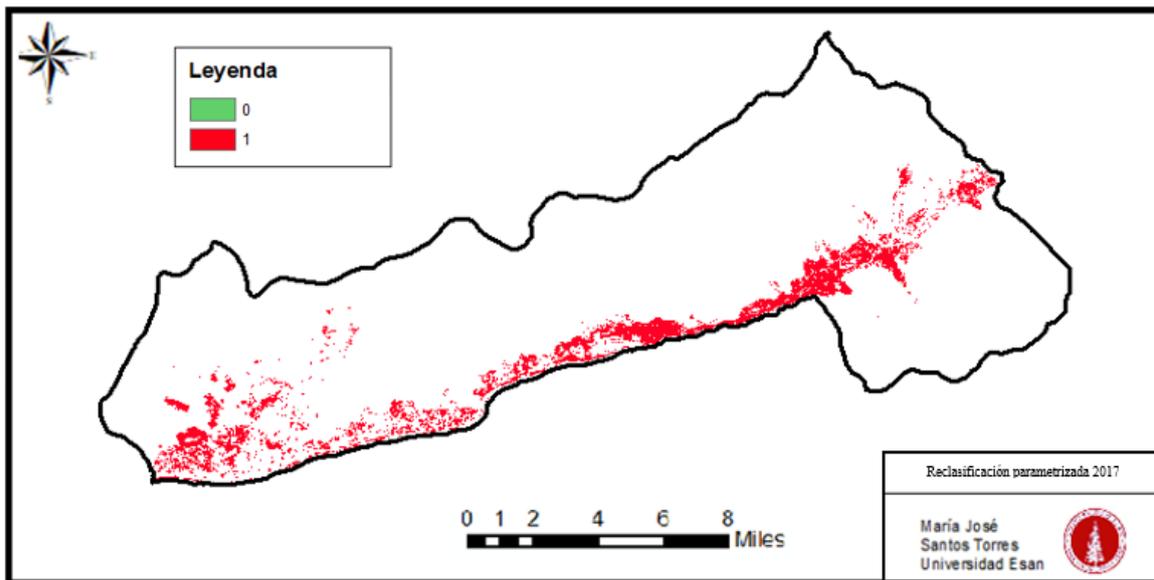


Figura 62 Reclasificación parametrizada de cobertura verde 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Tabla 27 Comparación de degradación de tierras

Criterio	Cobertura verde_2007			Cobertura verde_2017			CAMBIOS (m2)			
	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3	% POLO 3
<b>0</b>	0	0	11650	57780	44962	59425	57780	44962	-	-
			451.4	21.93	60.42	15.15	21.93	60.42	57079	0.4899
									36.27	3263
<b>1</b>	0	0	6357.5	6049.6	4418	7268.6	6049.6	4418	911.14	0.1433
			2025	9108		6913	9108		8888	1828

Elaboración propia basado en ArcGIS

#### 4.4.3.4. Indicador de Zonas agrícola

De la misma manera, para el indicador de zonas agrícolas, se utilizó la plataforma de datos del MINAGRI, del año 2007 y 2017, donde se obtuvieron datos desde 1.018 m2/hab hasta 7.677 m2/hab para el 2007; y de 0.3607 m2/hab hasta 9.8166 m2/hab, para el año 2017, graficados en las figuras 65 y 66.

Es así que primero tenemos la capa de zona agrícola mostrada en mapas por medio de sistemas de información geográfica:

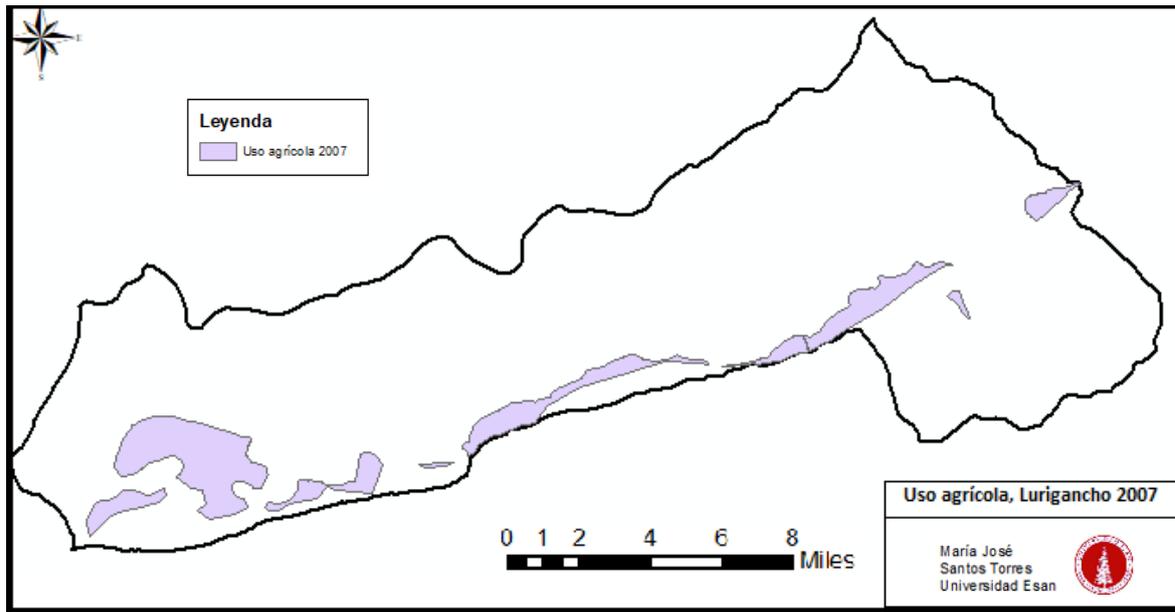


Figura 63 Clasificación de uso agrícola 2007

Elaboración propia. ArcGIS

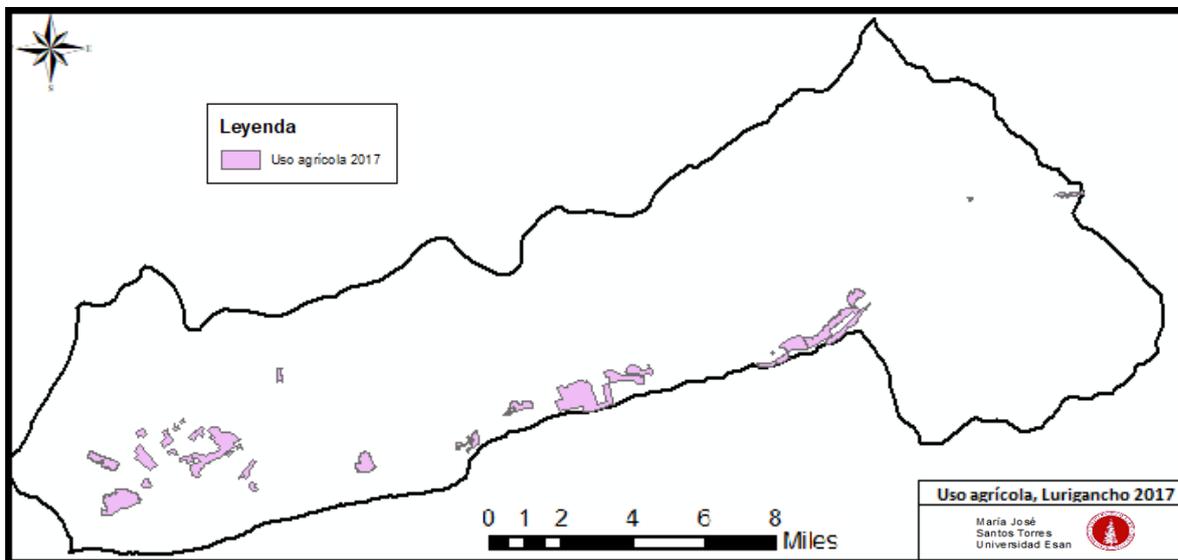


Figura 64 Clasificación de uso agrícola 2017

Elaboración propia. ArcGIS

El cual siguió el mismo proceso de la figura 39, obteniendo lo siguiente:

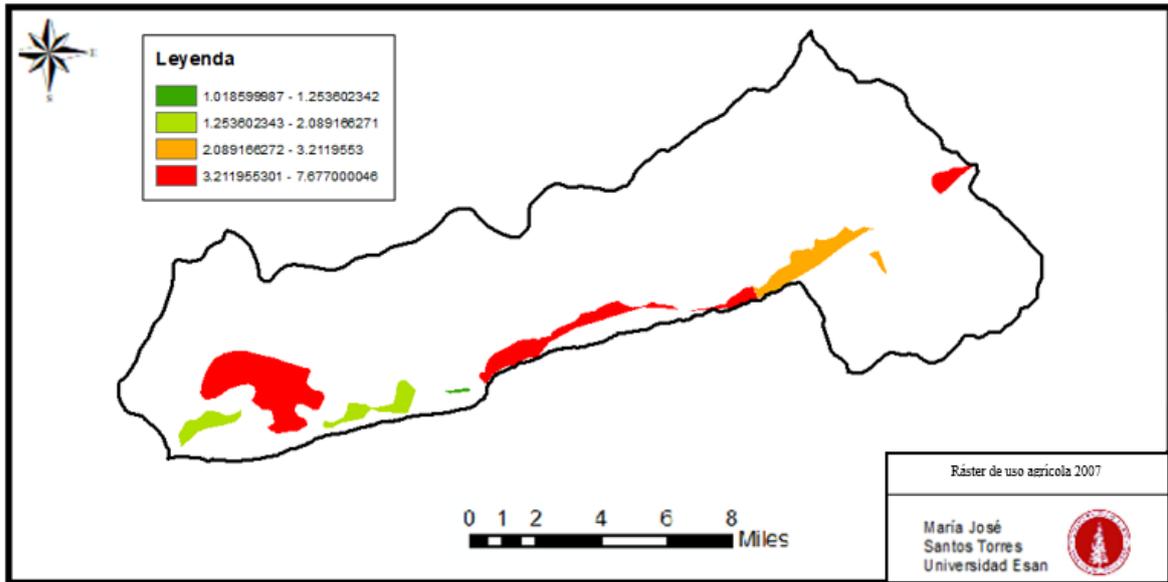


Figura 65 Ráster de zonas agrícolas 2007

Elaboración propia. ArcGIS

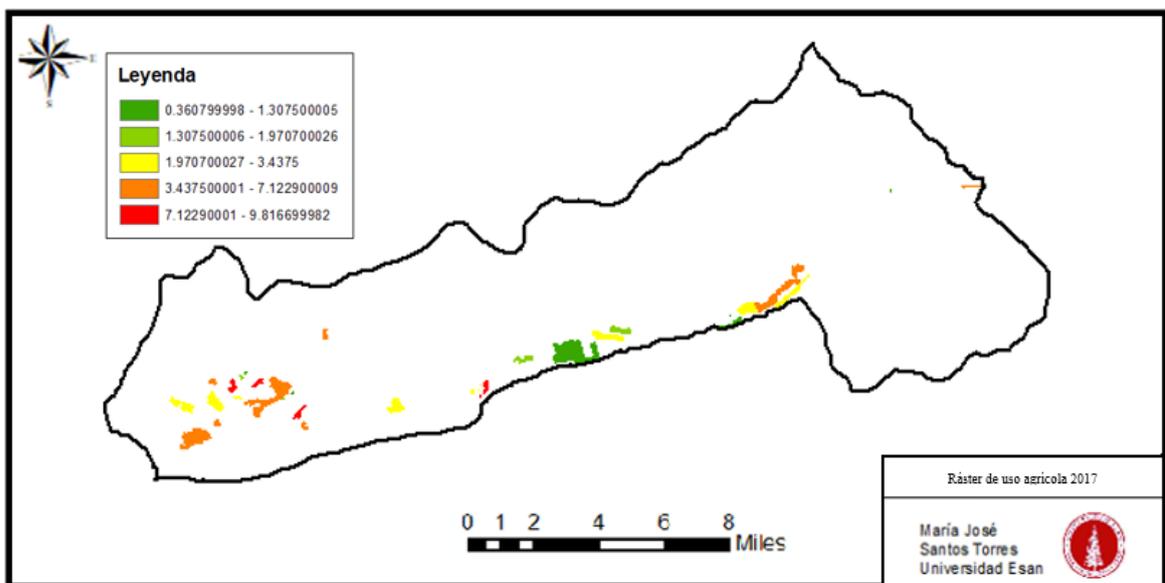


Figura 66 Ráster de zonas agrícolas 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Seguidamente, se hizo la reclasificación según la tabla 24 y la figura 42.

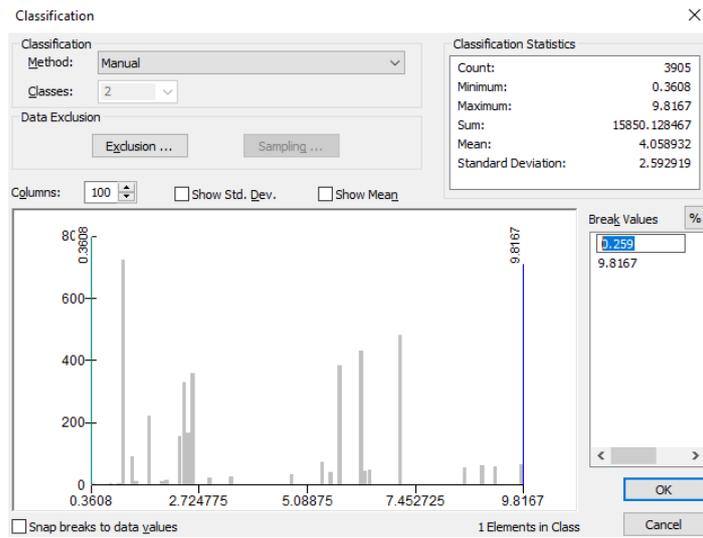


Figura 67 Clasificación con parámetros de zonas agrícolas

Elaboración propia. ArcGIS

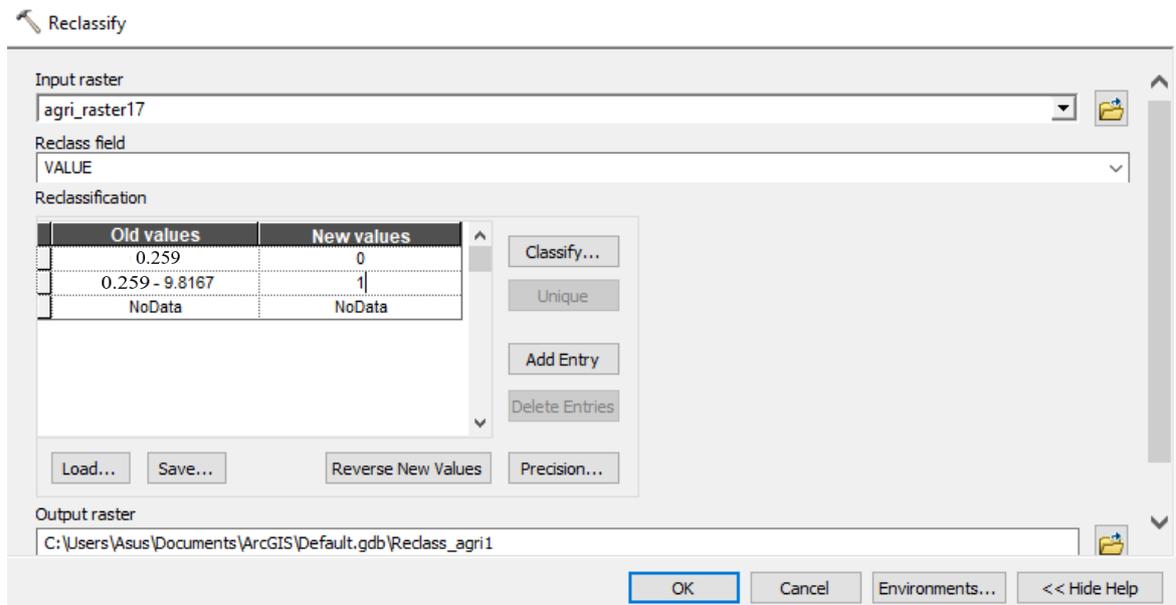


Figura 68 Clasificación con parámetros de zonas agrícolas 2

Elaboración propia. ArcGIS

De esta forma, obtener los siguientes mapas de vulnerabilidad:

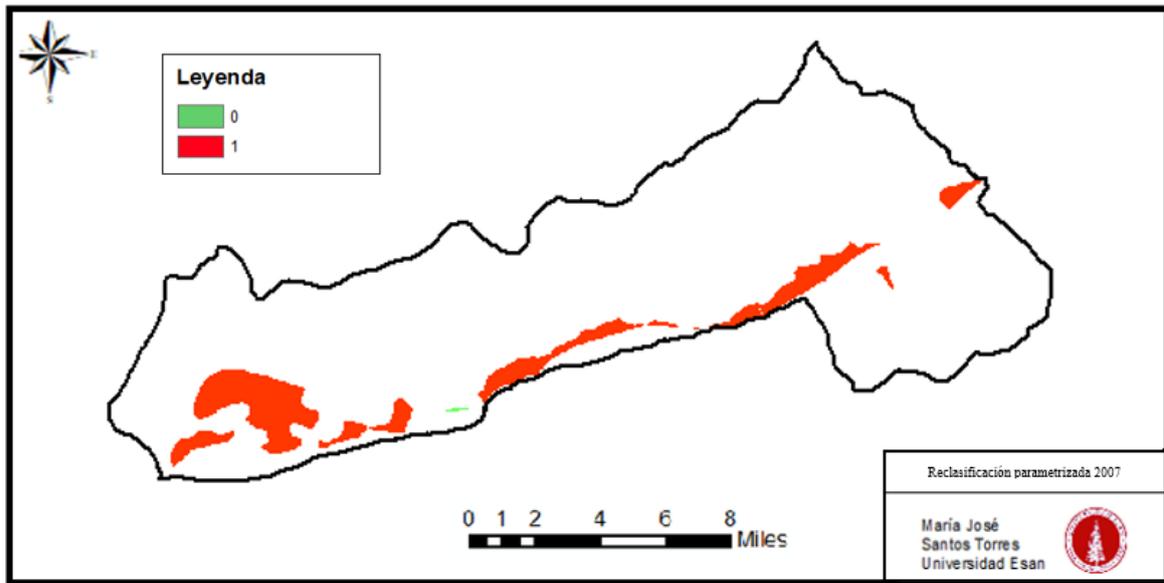


Figura 69 Reclasificación parametrizada de zona agrícola 2007

Elaboración propia. ArcGIS

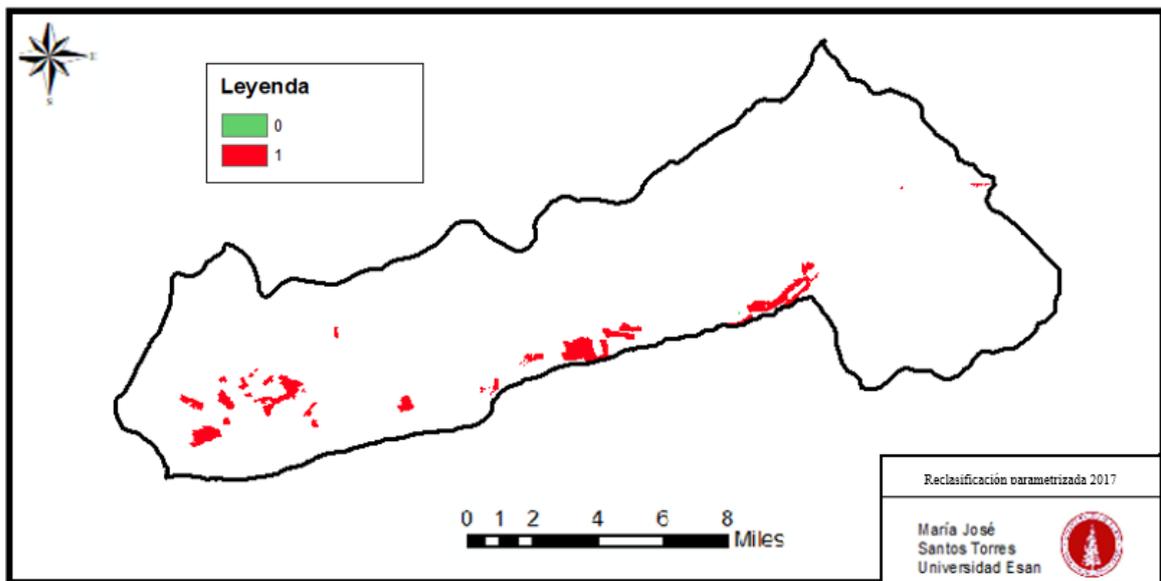


Figura 70 Reclasificación parametrizada de zona agrícola 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Tabla 28 Comparación de zona agrícola

Crite rio	Zonas agrícolas_2007			Zonas agrícolas_2017			CAMBIOS (%)		
	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3
0	0	0	100489	0	2015.4	0	0	1	-1
			.88		4012				

---

1	376693	386532	105648	264174	187408	120561	-	-	-
	7.49	2.76	00.1	9.02	7.45	7.58	0.2987	0.5151	0.8858
							0113	537	8354

---

Elaboración propia basado en ArcGIS

#### 4.4.4. Cálculo de la vulnerabilidad ambiental

Para calcular la vulnerabilidad ambiental, según el análisis multicriterio, se multiplican los parámetros o criterios identificados; de tal manera que podamos obtener un solo mapa de representación en valores de 0 y 1; donde 0 significa no vulnerable; debido a que, los datos cumplen con los parámetros dados, y 1 significa zona vulnerable; debido a que, los datos no cumplen con los parámetros o criterios dados.

Para ello, utilizamos la herramienta “raster calculator” ubicada en el ArcToolbox:

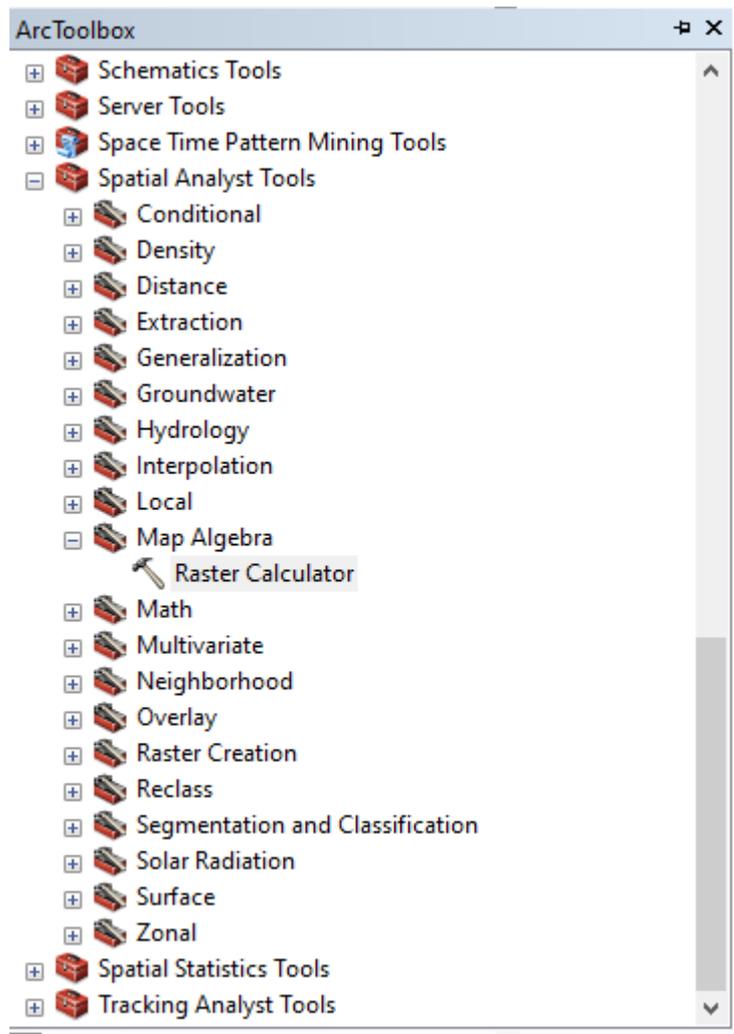


Figura 71 Raster calculator para vulnerabilidad ambiental

Elaboración propia. ArcGIS

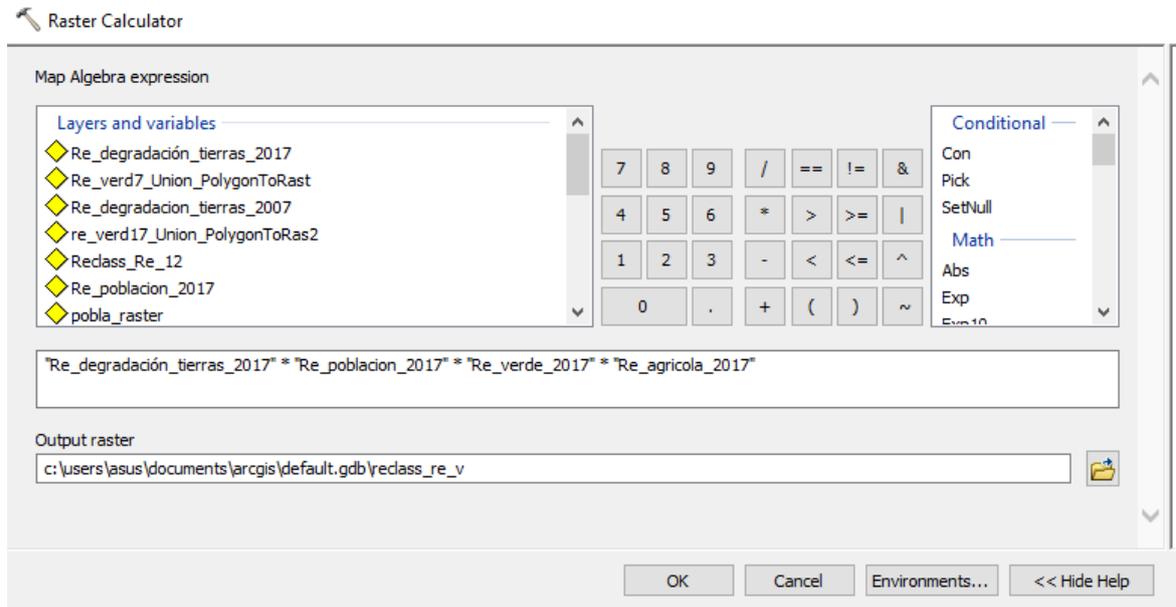


Figura 72 Cálculo de la vulnerabilidad ambiental

Elaboración propia. ArcGIS

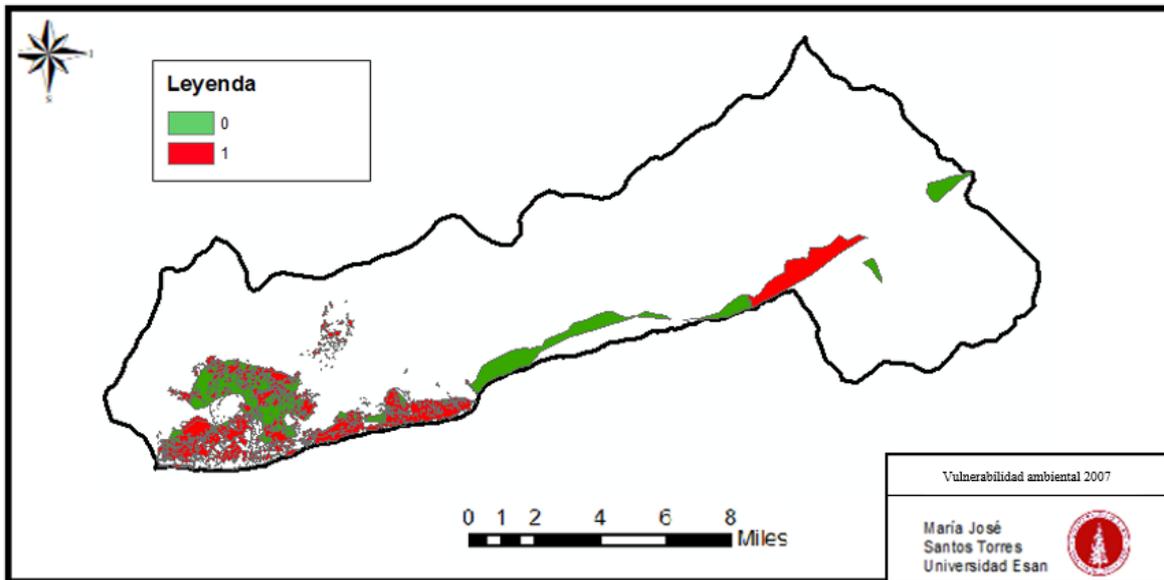


Figura 73 Vulnerabilidad ambiental 2007

Elaboración propia. ArcGIS

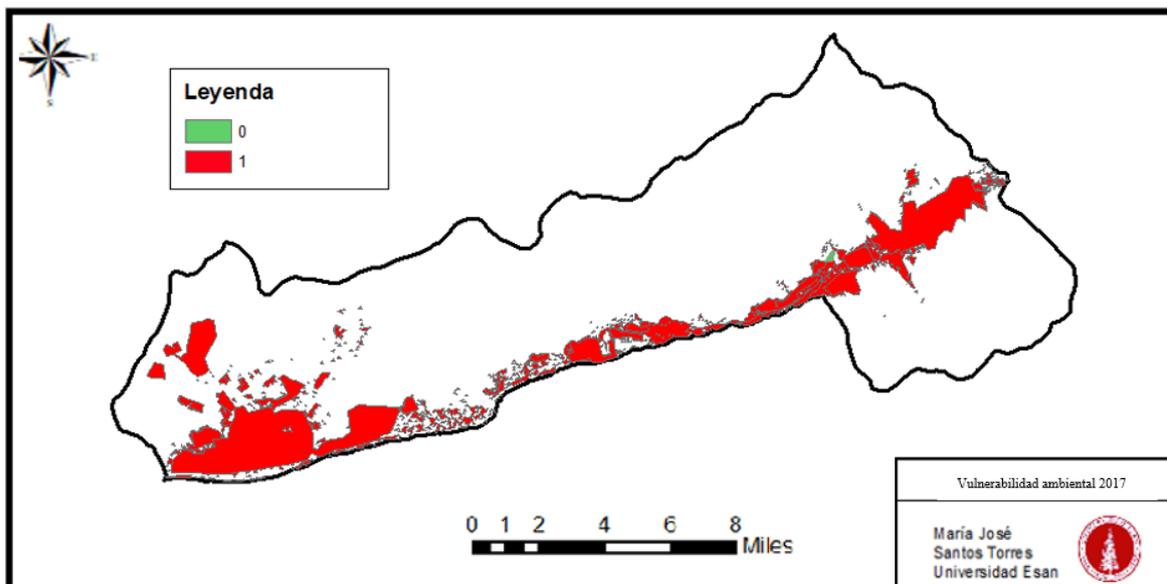


Figura 74 Vulnerabilidad ambiental 2017

Elaboración propia. ArcGIS

Tabla 29 Comparación de vulnerabilidad ambiental

vulnerabilidad	AREA_2007 (m2)			AREAS_2017 (m2)			CAMBIOS			
	CRITERIO	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 1	POLO 2	POLO 3
0		97945	38645	56900	122897	6433.4	7268.6	-	-	-
		3.397	41.47	19.59	.866	418	7074	0.8745	0.9983	0.9987
1		55749	18237.	21965	126435	66283	21129	1.2679	362.45	-
		68.02	0562	619.9	62.8	06.84	220.7	1665	2673	0.0380
										7765

Elaboración propia basado en cálculos de ArcGIS

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, discutimos los resultados del proceso de investigación según los pasos señalados en la figura 14.

### 5.1. Paso 1: Comparación de indicadores encontrados

Se identificaron 69 indicadores de diferentes bases de datos, buscados por medio de palabras claves señaladas en la metodología; aquellos que eran aplicados a las zonas periurbanas; de los cuales, según su naturaleza, 21 fueron sociales, 7 fueron edificatorios,

21 fueron urbanos, 10 económicos y 15 ambientales, estos últimos pasaron al siguiente paso con el fin de identificar cuáles son aquellos prioritarios para calcular la vulnerabilidad ambiental frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en dichas zonas.

## 5.2. Paso 2: Identificación de matriz idónea para medir el impacto ambiental

Correspondiente a lo dicho por GAESI (2021), la vulnerabilidad ambiental se puede hallar por medio de la medición del impacto ambiental; es así que existen métodos directos e indirectos para este cálculo (Mariño y Ivanovich, 2022), nosotros elegimos los métodos directos puesto que son los que nos ayudan a obtener de manera directa el impacto ambiental de la actividad en cuestión, donde entre dichos métodos, tenemos a las matrices, las cuales nos ayudan a priorizar el orden del impacto (Dellavedova, 2016).

Entre las matrices directas tenemos a la Matriz CONESA, la Matriz Integral y los Métodos de criterios relevantes integrados (Mariño y Ivanovich, 2022), los cuales se evaluaron según sus características, tal como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 30 Criterios para elegir la matriz idónea de impacto ambiental

	<b>Matriz Simplificado</b>	<b>CONESA</b>	<b>Matriz Integral (Conesa-Battelle Columbus-Leopold)</b>	<b>Método criterios relevantes integrados</b>
Factores ambientales (aspectos físicos, biológicos, sociales)	Esta matriz utiliza factores y se rige bajo condiciones ambientales (Quispe Percca, 2022)			
Eficacia	Es el método directo más eficaz (Mariño y Ivanovich, 2022)			
Intensidad de impacto	Para la valoración de los potenciales impactos según su origen, nos permite determinar su intensidad y así tener un cálculo mucho más certero (Corbera Cubas, 2021)			
Requiere recursos				Requiere de un grupo multidisciplinario de profesionales para

			ejecutar el impacto ambiental (Borja Guasca y González Castellanos, 2022)
Método directo	Es un método directo (Mariño y Ivanovich, 2022)	Contiene a la matriz Battelle-Columbus, la cual, es un método indirecto y por tal dificulta el cálculo directo del impacto ambiental (Mariño y Ivanovich, 2022)	Es un método directo (Mariño y Ivanovich, 2022).
Proyectos de planificación urbana	Se puede utilizar para gestionar la urbanización (Mariño y Ivanovich, 2022)	Utilizado para proyectos hidráulicos por Battelle-Columbus usando sus parámetros (García Leyton, s.f)	

#### Elaboración propia

Por esta razón, según la tabla 30, elegimos la matriz CONESA como la matriz idónea para medir el impacto ambiental y analizar los indicadores ambientales encontrados en el paso anterior.

### 5.3. Paso 3: Identificación de indicadores prioritarios

Dichos indicadores ambientales encontrados en el paso 1, pasaron por el análisis de CONESA según la tabla 20.

La matriz CONESA se divide en diferentes criterios tal como lo dice el punto 3.3.6.1; los cuales clasifican a los indicadores en bajo, moderado, severo y crítico; es así, que nosotros escogimos aquellos indicadores calificados como severos; puesto que, son los más afectados y son aquellos que mediante medidas correctoras o protectoras se pueden recuperar (Mariño y Ivanovich, 2022).

Los indicadores calificados como severos fueron densidad urbana, degradación de tierras, cobertura verde y las zonas agrícolas; donde el resultado de dicha clasificación se debe a que el impacto es fuerte en la vulnerabilidad ambiental.

Por ejemplo, en el caso de la densidad urbana, según INEI (2017) la población ha ido en crecimiento, pero este crecimiento no ha sido proporcionado ni planificado, siendo difícil garantizar la calidad de vida de los habitantes (Muñoz et al., 2021), es así que hay familias que no cuentan con alumbrado público; en algunos casos, el 80% de la zona, como

en otros, el 30% (figura 75), además, no cuentan con abastecimiento de agua, en muchos casos, el 80% de la zona (figura 76); hay aún presencia de material de quincha y madera en las viviendas (figura 77) y un 10% por lo menos, de tales, con características físicas inadecuadas (figura 78) (Geoperu, 2022).



Figura 75 Población sin alumbrado eléctrico en Lurigancho

Fuente: Geoperu (2022)

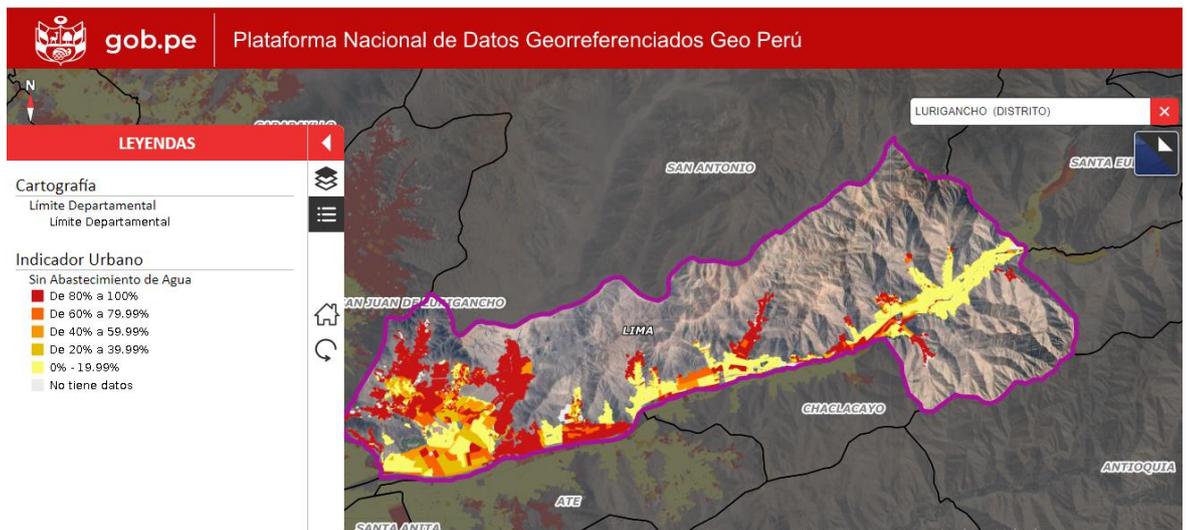


Figura 76 Población sin abastecimiento de agua en Lurigancho

Fuente: Geoperu (2022)

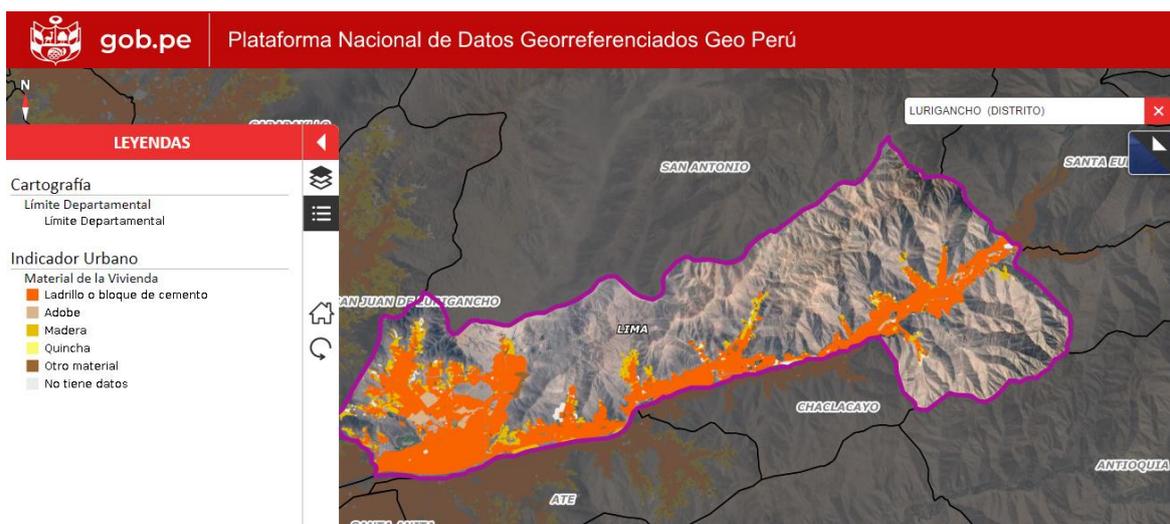


Figura 77 Material de vivienda en Lurigancho

Fuente: Geoperu (2022)

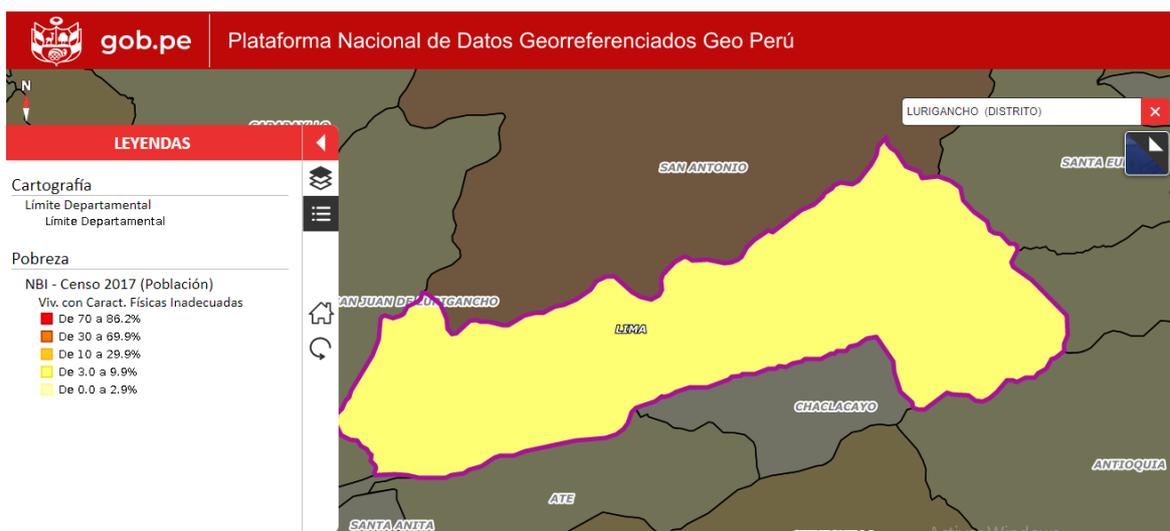


Figura 78. Viviendas con características físicas inadecuadas

Fuente: Geoperu (2022)

En el caso de la degradación de tierras, es severo, puesto que, hay un alto impacto del cambio de uso de suelo que antes era cobertura vegetal y ahora es suelo urbano comparado con la perirurbanización limeña (Pimentel, 2017).

De la misma manera, para las áreas verdes y las zonas agrícolas; las hectáreas o metros cuadrados de tales puntos han disminuido en gran proporción ya que en Lima solo tenemos 3 m<sup>2</sup> por habitante de área verde y estamos ubicados en el último lugar en el índice de ciudades verdes de América Latina, según el Plan Metropolitano de Desarrollo urbano de

Lima y Callao 2035 (Bozzo, 2015). Además, según Gestión (2021) la severidad de las zonas agrícolas radica en la inseguridad alimentaria puesto que el Perú pasó de tener 11.3 millones de personas en situación moderada a 15.5 millones de personas en situación grave.

Por estas razones es que se colocó el puntaje para calificar a dichos indicadores como severos siguiendo los criterios brindados por CONESA y obteniendo 59 en densidad urbana, 68 en degradación de tierras, 60 en cobertura verde, y 67 en zonas agrícolas; siendo severo desde el puntaje 50 a 75.

#### **5.4. Paso 4: Análisis multicriterio**

En ese sentido, dichos indicadores, fueron divididos en fragilidad y resiliencia, encontrándose que, tanto la densidad urbana como la degradación de tierras eran parte de fragilidad; y la cobertura verde y zonas agrícolas, de la resiliencia. Esto debido a que, según lo definido en 2.2.4.1.b, la fragilidad es definida como la debilidad del ser humano ante un peligro y pueden ser condiciones físicas (CENEPRED, 2015), tal como la densidad urbana, ya que esta, al estar en concordancia con la falta de servicios y aspectos de vivienda básica, demuestra, en su resultado positivo o negativo, un gran impacto en la fragilidad para la vulnerabilidad ambiental; lo mismo con la degradación de tierras ya que al degradar hace que el espacio se vuelva frágil. De la misma manera, consideramos las áreas verdes y agrícolas para la resiliencia que es definida como la capacidad de adaptación del espacio para hacer frente a la vulnerabilidad ambiental (CENEPRED, 2015), por esta razón, sirven como amortiguamiento ante la fragilidad y las zonas de vulnerabilidad baja (Cardoso et al., 2020).

El análisis multicriterio fue una herramienta muy útil para hallar la vulnerabilidad ambiental basados en tales indicadores seleccionados; debido a que, este se puede utilizar para aplicaciones ambientales y evaluar el impacto ambiental y territorial del lugar (García Leyton, s.f) ejemplificado en el distrito de Lurigancho debido a su rápido crecimiento y naturaleza periurbana (Pimentel, 2017). Dicho distrito, según el plan de desarrollo local de la municipalidad es dividido geográficamente en tres polos, lo cual, nos sirve para ejemplificar mejor la vulnerabilidad en dichas zonas y su detalle lo encontramos en la tabla 10 (Municipalidad de Lurigancho, 2020).

Dicho análisis pasa por procesos, tal como lo indica el punto 3.3.5, donde después de encontrar los indicadores, se pasa a establecer criterios, los cuales se encontraron

en base de datos y con ayuda de teledetección e imágenes satelitales; donde Landsat 7 y Áster fueron los satélites que se utilizaron encontrando así los usos de suelo, ente ellos: zonas urbanas, cobertura verde, agrícola y comercial; algunos de los cuales, fueron la base para el cálculo de los indicadores a utilizar para el año 2007 y 2017.

Para el indicador de densidad poblacional, el criterio fue de 2000 habitantes, siendo aptos (0) aquellas zonas urbanas con menos de 2000 habitantes, y degradados (1), aquellos con más de 2000 habitantes, para eso se usó la capa de población obtenida del satélite Landsat 7, la cual, si estaba en vector, fue rasterizada y reclasificada con los valores de 0 y 1 mencionados para ambos años, obteniendo que para el 2007 y 2017 solo en el polo 1 encontramos densidad poblacional aceptable, pero que; sin embargo, esta ha ido en descenso, bajando en un 64.60%. De la misma manera, las zonas no aceptables se encontraron en el polo 1 y 3 aumentando para el año 2017 en 121.1% y 52.15% respectivamente.

Para el indicador de degradación de tierras, el criterio fue de 4500 de m<sup>2</sup> que debe ser cubierto por cobertura forestal por cada m<sup>2</sup> de zona urbana, donde aquellas zonas que cuenten con menos 4500 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal eran los que tenían degradación de tierras y en ese sentido, no aptos (1); y aquellos que cuenten con igual o más del criterio dado, eran considerados no degradados (0); el proceso fue el mismo que el indicador anterior utilizando de base, la capa obtenida con el satélite Landsat 7 y encontrándose que para el año 2007, los tres polos tenían degradación de tierras, pero que; sin embargo, ha disminuido con respecto al año 2017, esto fue de 100% en el polo 1, 93.38% en el polo 2, 9.38% en el polo 3. De la misma manera, las zonas no degradadas también han disminuido, en 85.78%, 10.54%, y 212.68% respectivamente de cada polo (polo 1, polo 2, polo 3). Esto puede ser debido a la zonificación y los planes y programas que está planteando la municipalidad de Lurigancho (Municipalidad de Lurigancho, 2020).

Por otro lado, el indicador de cobertura verde tuvo de criterio a los 9m<sup>2</sup> o 0.009 ha que comenta la OMS que cada habitante debe tener (Bozzo,2015), esto quiere decir que si la cobertura vegetal es de menos de 9m<sup>2</sup> no es apto y tiene calificación de 1, pero si es igual o más de 9m<sup>2</sup>, es apto y tiene la calificación de 0. Los resultados obtenidos fueron que para el año 2007, solo el polo 3 estaba apto y para el 2017 bajó en 48.99% pero siguió estando apto, tal cambio deber ser producto al crecimiento desproporcionado de Lurigancho, tal como se sugirió en el indicador de densidad poblacional. En cuanto a los polos 1 y 2, no

cumplían con el mínimo de 9m<sup>2</sup>, pero para el año 2017, sí; tenían 5778021.9 m<sup>2</sup> y 44962604.4 m<sup>2</sup> de cobertura verde respectivamente, datos que deben ser por el impulso que se está dando hacia estos temas (Bozzo, 2015).

Por último, para el indicador de zonas agrícolas, el criterio a usar fue de 0.259 ha o 2590 m<sup>2</sup>, esto quiere decir que si la zona urbana contaba con al menos 0.259 ha de zona agrícola no sacrificaba su seguridad alimentaria y tenía una valoración en el sistema de 0; sin embargo, si era menor a tal número, la valoración era de 1 ya que estaba perjudicando la seguridad alimentaria de los habitantes de la zona. En este caso, se logró ver que para el año 2007, solo el polo 3 cumplía con tener lo suficiente, eran 100489.88 m<sup>2</sup> de zona agrícola en toda la posible zona urbana del polo, mientras que para el año 2017, lo identificado en el polo 3, desapareció y aparecieron zonas agrícolas en el polo 2. Esto puede ser debido al rápido crecimiento de las zonas urbanas en tal polo, tal como se vio en densidad poblacional, este ha aumentado desproporcionado en 52.14%. Por otro lado, el polo 1 y 2 han bajado su degradación en 29.87% y 51.51% respectivamente, pero aún no llegan a tener mínimo el criterio dado.

Las combinaciones de todos estos factores dieron la vulnerabilidad ambiental en el mismo criterio, donde 0 es que no hay vulnerabilidad y 1 es que hay vulnerabilidad, este último, haciendo énfasis a la degradación de no cumplir con el criterio mínimo de la densidad poblacional para que no se convierta en urbano, el área periurbana; la degradación de tierras que puede afectar los ecosistemas; y desaparezca la cobertura verde y las zonas agrícolas del distrito afectando la calidad del aire y la captura de carbono del lugar (Soto, 2021).

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Las zonas periurbanas representan una problemática latente ya que son zonas de transición entre áreas rurales y urbanas, donde poco se ha mencionado del riesgo que enfrentan la zona rural al perder el uso de suelo acomodado a la agricultura y áreas verdes, disminuyendo su seguridad alimentaria y la calidad de vida de los habitantes. De igual manera, el acelerado crecimiento urbano y la centralización, producto de la migración e informalidad, ha hecho que dichas zonas se vuelvan más vulnerables; entendiendo por

vulnerabilidad ambiental al impacto ambiental de factores que fueron identificados tras hacer una revisión de indicadores.

Los indicadores utilizados nos brindaron el concepto de riesgo periurbano según Gerundo (2020), el cual ha sido enfocado en el crecimiento urbano; teniendo así, el riesgo de crecimiento urbano degradado como una probabilidad que ocurra tras el crecimiento urbano y que este sea perjudicial para el área rural de las zonas periurbanas. De la misma manera, el trabajo de investigación fue basado en otros antecedentes como el artículo de Zulaica y Tomadoni (2015), quienes comentan la necesidad de buscar nuevos indicadores ambientales o Hersperger et. al (2020), quien apoya el uso de normativa y nuevos planes estratégicos como es el caso de esta tesis, la cual utilizó la normativa del SEIA<sup>4</sup> para gestionar y crear el indicador de vulnerabilidad ambiental, basado en lo que comenta GAESI (2021), el cual, sostiene que se puede hallar la vulnerabilidad en términos de impacto, ya que es provocada por ellos. Asimismo, Wolff et. Al (2021) e Imbrenda et. Al. (2021) aportaron indicadores basados en el sistema de información geográfica usando los datos obtenidos por teledetección de imágenes satelitales, donde los principales satélites que participaron fueron Landsat 7 y Áster. En ese sentido, Hasan et al. (2020), Asefi et. Al (2020) y Cárdenas Galarza (2020) reforzaron el enfoque hacia las áreas rurales en zonas periurbanas ya que mencionan la importancia de incluir como indicador a las zonas agrícolas ya que estas conectan directamente con la inseguridad alimentaria, problema que ha crecido en gran proporción en el Perú en los últimos años.

Tras dicha revisión, los indicadores identificados pasaron por un proceso de categorización con ayuda de la matriz de impacto ambiental identificada (CONESA) debido a que se adecua al uso de factores ambientales medibles, a su eficacia, a la intensidad del impacto ambiental, el no requerir recursos adicionales, el tipo de método, al ser este directo y su adecuación a proyectos de planificación urbana. Luego, los indicadores fueron parametrados y calificados de leve a severo en cuanto a impacto ambiental, escogiendo así, los indicadores de rango severo, identificando así, como indicadores de vulnerabilidad ambiental a la densidad poblacional, la degradación de tierras, la cobertura verde y las zonas agrícolas. Estos factores maximizan el riesgo de degradación de las áreas periurbanas debido al crecimiento urbano.

---

<sup>4</sup> Sistema de evaluación de impacto ambiental: Sistema peruano único y coordinado de identificación, prevención, supervisión y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos.

Los indicadores fueron clasificados en términos de fragilidad y resiliencia, enfocándose en la definición de tales rubros mencionados en el punto 2.2.4.1, donde “fragilidad” está definida como la debilidad de las zonas periurbanas y su supervivencia frente al peligro; y, “resiliencia”, como la capacidad que tienen las zonas periurbanas de resistir, recuperarse o adaptarse a tal peligro. En ese sentido, dos de los indicadores identificados para medir la vulnerabilidad ambiental eran de fragilidad, y otros dos, eran de resiliencia. De esta manera, podemos cumplir con nuestro objetivo general, además de **demostrar y aceptar la hipótesis general**, la cual indica que existen indicadores de fragilidad y resiliencia para aplicarse en mediciones aplicadas a zonas periurbanas y determinar la vulnerabilidad ambiental.

De la misma manera, la teledetección procesó las imágenes satelitales a través del software ArcGIS, el cual, es una buena herramienta para identificar los indicadores de vulnerabilidad debido a la existencia de datos desactualizados o la inexistencia de los mismos; tal como lo menciona el punto 4.4.3.1., además que ayuda a la clasificación del uso de suelos en la presente investigación, cumpliendo con el primer objetivo específico y **validando** de esta manera, la primera hipótesis específica.

La densidad urbana y la degradación de tierras fueron los indicadores de fragilidad encontrados; así como la cobertura verde y las zonas agrícolas, los indicadores de resiliencia para hacer frente al riesgo del crecimiento urbano en las zonas periurbanas, cumpliendo con los siguientes objetivos específicos y **aceptando** la segunda y tercera hipótesis específica.

Los factores señalados utilizados para obtener la vulnerabilidad ambiental muestran que han disminuido la cantidad de zonas que carecen de vulnerabilidad, y que por el contrario, han aumentado las zonas que la presentan entre los años 2007 y 2017 en el distrito de Lurigancho, lugar que ha sido tomado como área de estudio para este caso y que es producto al proceso de migración urbano-rural de los años 70'-90', tal como se mencionó en el punto 4.4.1.1, y que tiene en cuenta la división de zonas o polos del distrito, dado por el plan de desarrollo concertado local de la Municipalidad de Lurigancho.

En el polo 1, la cantidad de zonas que no presentan vulnerabilidad han disminuido en 87.45%, donde un 85.05% del total de área urbana de dicho polo eran vulnerables para el 2007; mientras que, para el 2017, este porcentaje aumentó al 99.04% del total del área urbana. Dicho incremento fue de 126.79% entre esos años con respecto a dichas

zonas. Esto debido a que, no solo aumentaron las áreas urbanas, sino que también la extensión de la misma; en este caso, ese incremento fue de 94.77%, hecho que acrecentó el riesgo debido al crecimiento urbano.

En cuanto al polo 2, obtuvimos que un 99.53% era considerada zona aceptable, es decir, que no tenían vulnerabilidad para el año 2007, por lo que las zonas con vulnerabilidad eran solo el 0.47% del total de área urbana de dicho polo; sin embargo, dicho porcentaje varió drásticamente para el año 2017, convirtiendo un 99.90% de las zonas urbanas en áreas vulnerables; de esta forma, la variación entre años fue de más del 100%, por lo que su extensión también varió; esta fue de 70.87% debido a que inicialmente había una extensión de 3.9 ha y para el 2017 era de 6.6 ha.

En el polo 3, la síntesis fue similar debido a que para el 2007, el 79.43% de área urbana, era zona vulnerable, mientras que para el 2017, fue de 99.96%. Sin embargo, la extensión disminuyó en 23.57% pasando de 27.65 ha a 21.13 ha. Esto es debido, probablemente, al cambio de uso de los otros suelos identificados con las imágenes satelitales utilizadas, por ejemplo, uso comercial, debido a que, en el polo 3 que es la zona que abarca Jicamarca – Huachipa – Cajamarquilla – Nevería y limita con San Juan de Lurigancho, es una zona que en los últimos años se ha tornado más comercial, debido a la presencia de las fábricas de textiles y mineras, además de incremento de contaminación de aire y aumento de residuos sólidos, tal como se menciona en el punto 4.4.1.1.

En tal caso, concluimos que la zona que más incrementó en extensión fue el polo 1, mientras que el polo 2 fue quien tuvo el cambio más dinámico en cuanto a vulnerabilidad. Esto puede deberse a la cobertura verde que se ha perdido en tal zona, la cual fue demostrado con el 4418 m<sup>2</sup> de zona urbana que no cuenta con los 9m<sup>2</sup> estipulados por la OMS para tener un ambiente sano y equilibrado, o también, puede deberse a la degradación de tierras, puesto a que este es el indicador que, según la matriz de impacto ambiental elegida (CONESA), aquel que obtuvo mayor puntaje, colocándose dentro del parámetro de severidad.

El cambio de degradación de tierras para el 2007, muestra las zonas que están degradadas por pérdida de cobertura arbórea, la cual es de 94.28%, mientras que, para el 2017, las zonas degradadas aumentaron a 99.72% con respecto a la zona urbana existente en el polo. Añadido a esto, debemos considerar la adición de nuevos usos de suelo y la contaminación que este ocasiona, no solo en la zona, si no en el distrito en general.

Por otro lado, para explicar el cambio en los polos 1 y 3, probablemente sea a causa de la injerencia del crecimiento urbano cuya densidad poblacional ha intensificado la degradación de tierras.

La metodología utilizada nos servirá para la toma de mejores decisiones y los indicadores de densidad poblacional, degradación de tierras, cobertura verde y zonas agrícolas conectan con la meta 11.6 de las ODS 11: ciudades y comunidades sostenibles, la cual nos habla sobre la reducción del impacto ambiental negativo en las ciudades. De la misma manera, con la meta 11.7, la cual sugiere el acceso universal a las áreas verdes y espacios públicos seguros.

En ese mismo sentido, la metodología usada también conecta con la ODS 10: “Reducción de las desigualdades”, la cual comenta sobre las áreas menos favorecidas de las ciudades, como las zonas periurbanas, donde la planificación de éstas compensa los efectos no deseados de la mala infraestructura y otros; y la ODS 17: “Asociación de los objetivos” donde la metodología usada y el proceso de la investigación son un ejemplo de iniciativa que aporta a los compromisos que representan estas ODS, cumpliendo de esta manera con nuestro último objetivo específico y **aceptando** la cuarta hipótesis específica.

## 5.2. Recomendaciones

Como recomendación, es necesario tomar en cuenta la degradación de tierras y su forma de hallarla por medio de la cobertura arbórea; así como la cobertura verde y zonas agrícolas, para que, con apoyo de la zonificación del distrito, ubicar aquellas zonas accesibles para desarrollar los programas que la municipalidad ha planteado en su plan de desarrollo local y agregar otros, como la ejecución de huertos urbanos en casa, agricultura urbana, sembrado de árboles, entre otros; los cuales apoyan a disminuir la vulnerabilidad encontrada, así como promover mecanismos de tomas de decisión, como el análisis multicriterio y el uso de imágenes satelitales para solventar la falta de datos, además de incentivar más investigaciones enfocadas a la planificación de estas zonas, considerando la variable ambiental.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Referencias bibliográficas

Agencia Europea de Medio Ambiente (2021). *El suelo y el cambio climático*. <https://www.eea.europa.eu/downloads/6a3b20cc0bea43eaba4a0227cd7bd928/1620729278/el-suelo-y-el-cambio-climatico.pdf>

Agencia Geológica de los Estados Unidos (USGS) (2020). *Landsat 7*. [https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-7?qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con=0#qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con](https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-7?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con)

Alem D. (2020). Building disaster preparedness and response capacity in humanitarian supply chains using the social vulnerability index. *European Journal of Operational Research*. 292 (1). <https://sci-hub.st/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.10.016>

AQUAFONDO (2020). La contaminación de los ríos de Lima. *Sistema metropolitano de información ambiental*. <http://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/37cf4400e9be155b.pdf>

Araos. M. et. al. (2016). Climate change adaptation planning for Global South megacities: the case of Dhaka. *Journal of Environmental Policy & Planning*. <http://dx.doi.org/10.1080/1523908X.2016.1264873>

Arcos Narváez. V. (2019). *Efectos sociales e impactos en el área urbana del cantón Pujilí por la migración de área rural y su incidencia en el desarrollo local*. Universidad tecnológica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6407/1/MUTC-000645.pdf>

Arif. M y Gupta. K (2020). Spatial development planning in peri-urban space of Burdwan City, West Bengal, India: statutory infrastructure as mediating factors. *Springer*. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s42452-020-03587-0.pdf>

Asefi. S. et al. (2020). Transitions between Centralization and Metapolization: From City Development Strategy (CDS) to Peri-Urban Development Strategy (PDS). *Sustainability*. 12(24). 10653. <https://doi.org/10.3390/su122410653>

Alestia Guerrero. E & Capa-Mora E. (2017). *Una mirada hacia la inseguridad alimentaria sudamericana*. <https://www.scielo.br/j/csc/a/XtzFyQt56pqfhqT6YmfNXqK/?lang=es>

Banco Mundial. (2018). *Índice de mortalidad*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.CDRT.IN?type=shaded&view=map>

Banco Mundial. (2018). *Índice de Natalidad*.  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.TFRT.IN?end=2018&start=2018&view=map&year=2018>

Banco Mundial. (2020). *Nuevas clasificaciones de los países elaboradas por el Banco Mundial según niveles de ingreso 2020-2021*. <https://blogs.worldbank.org/es/datos/nuevas-clasificaciones-de-los-paises-elaboradas-por-el-banco-mundial-segun-los-niveles-de-ingreso>

BBC. (2020). *La deforestación de la selva tropical del Amazonas*.  
<https://www.bbc.com/news/topics/c5rz2n4jq5zt/deforestation-of-the-amazon-rainforest>

Bibri.S. et. al. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the Built Environment*.  
<https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100021>

Borja Guasca. E y González Castellanos. S. (2022). *Análisis del impacto ambiental generado por la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de leticia, amazonas*. Bogotá, Colombia. Universidad Militar Nueva Granada.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/40621/BorjaGuascaEdgarAntonio2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bozzo.C. (2015, abril, 01). *El 58% de limeños están insatisfechos con cantidad de parques en su distrito*. EL COMERCIO. [https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2015/04/elcomercio\\_2015-04-01\\_p07.pdf](https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2015/04/elcomercio_2015-04-01_p07.pdf)

Brinkley. C. (2012). Evaluating the benefits of periurban agricultura. *Journal of Planning Literature*. 27(3). <https://sci-hub.se/10.1177/0885412211435172>

CADTM. (2020). *Norte/Sur, países en desarrollo/países desarrollados: ¿Exactamente, de qué estamos hablando?*  
[https://www.cadtm.org/spip.php?page=imprimer&id\\_article=18061](https://www.cadtm.org/spip.php?page=imprimer&id_article=18061)

Cárdenas Galarza. S. (2020). *Huertos orgánicos y estrategias de reducción de la vulnerabilidad de las mujeres agricultoras periurbanas de Quito*. (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales FLACSO Ecuador). [TFLACSO-2020SRCG.pdf](https://www.flacsoandes.edu.ec/TFLACSO-2020SRCG.pdf)  
([flacsoandes.edu.ec](https://www.flacsoandes.edu.ec))

Cardoso. M. et. al. (2020). RAF Resilience Assessment Framework—A Tool to Support Cities' Action Planning. *Sustainability*. 12(6). <https://doi.org/10.3390/su12062349>

Castells-Quintana, D. & Wenban-Smith, H. (2019). Population Dynamics, Urbanisation without Growth, and the Rise of Megacities. *The Journal of Development Studies*. <https://doi.org/10.1080/00220388.2019.1702160>

Castillo-García R. (2020). Hacia el desarrollo urbano sostenible de la megalópolis lima callao, Perú, al 2050. *Paideia XXI*. (10). 2221-7770. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/2980>

CENEPRED (2015). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. (2). [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)

CEPLAN (2022). *Planes territoriales*. <https://www.ceplan.gob.pe/planes-territoriales/>

CEPLAN (2021). *Sistema de planificación urbano de Perú. Plataforma urbana y de ciudades de América Latina y el Caribe*. <https://plataformaurbana.cepal.org/es/sistemas/planificacion/sistema-de-planificacion-urbano-de-peru>

Chamba Cumbicos, J y Tonato Andagoya, F. (2021). *Modelo de análisis espacial multicriterio para la implementación de parques solares mediante ArcGIS - caso de aplicación: empresa eléctrica Ambato regional centro norte s.a.* Quevedo, Ecuador. Universidad técnica estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6619>

CHARIM (2016). Vulnerability. <http://www.charim.net/methodology/53>

Daga, D. et. al. (2015). Evaluación de la vulnerabilidad socio-ambiental del periurbano de Mar del Plata. *Revista de Geografía*. (18). 45-59. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/58791/CONICET\\_Digital\\_Nro.6c93b3a7-1a40-47f1-801e-8e6d784b4d34\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/58791/CONICET_Digital_Nro.6c93b3a7-1a40-47f1-801e-8e6d784b4d34_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Diop, S. (2021). COVID-19 economic vulnerability and resilience indexes: global evidence. <https://doi.org/10.1111/issj.12276>

Diemer, A. (2019). System Dynamics for Sustainable Urban Planning. *Sustainable cities and communities*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7\\_115-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7_115-1)

Domínguez Rojas, J. et. al. (2021). *Estudio transversal analítico de las características y desenlaces clínicos de niños hospitalizados con COVID-19 en Lima, Perú*. <https://www.medwave.cl/investigacion/estudios/8107.html>

Earth Data (2020). *Earth Science Data Systems (ESDS) Program*. <https://earthdata.nasa.gov/esds>

El peruano (2007). Ordenanza N° 1015.

<https://www.municomas.gob.pe/resources/upload/paginas/licencias/lf/ORDENANZA%20N%201015.pdf>

Espinoza. E & Fort. R. (2019). *Mapeo y tipología de la expansión urbana en el Perú.*

<http://adiperu.pe/noticias/mapeo-y-tipologia-de-la-expansion-urbana-en-el-peru/>

Esri (2020). *¿Qué es ArcGIS?* <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

Esri (2020). *¿Qué es un SIG?* <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>

FAO (2018). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América latina y caribe.

<https://www.fao.org/3/CA2127ES/CA2127ES.pdf>

Fernández Dávila. R. (2021). La ciudad: Crecimiento(s) urbano(s) desconfigurados en los contextos de desigualdad y segregación en Lima Metropolitana. *Yuyaykusun.* (11). 141-155.

<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Yuyaykusun/article/view/4561>

Ferrelli. F & Piccolo. M. (2016). Propuesta sostenible para mitigar los efectos climáticos adversos en una ciudad costera de Argentina. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense.* 36(2). 281-306. <https://core.ac.uk/download/pdf/81230175.pdf>

Frank et al. (2020). Propuesta metodológica para la evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica en áreas periurbanas. *En proyección: estudios geográficos y de ordenamiento territorial.* 14. (27).

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/152824/CONICET\\_Digital\\_Nro.f0fff36f-1fa9-42a4-8cce-87f4f8c63f55\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/152824/CONICET_Digital_Nro.f0fff36f-1fa9-42a4-8cce-87f4f8c63f55_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

García Leyton. L. (s.f). *Metodologías de evaluación de impacto ambiental.* <http://www.ingenieroambiental.com/4012/04Lag104de09.pdf>

Gao, Xin. Et. al. (2020). How regional economic integration influence on urban land use efficiency? A case study of Wuhan metropolitan area, China. *Land Use Policy.* <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104329>

GeoPeru (2022). *Plataforma georeferencial de datos georreferenciados Geo Perú.* <https://visor.geoperu.gob.pe/?ubicacion=districto-lurigancho-150118>

Gerundo et. al. (2020). Construction of a Composite Vulnerability Index to Map Peripheralization Risk in Urban and Metropolitan Areas. *Sustainability,* 12(11). 4641. <https://doi.org/10.3390/su12114641>.

Gerundo et. al. (2020). Peripheralization Risk Mitigation: A Decision Support Model to Evaluate Urban Regeneration Programs Effectiveness. *Sustainability*. 12(19). 8024. <https://doi.org/10.3390/su12198024>

Gestión (2021, octubre, 06). FAO: siete de cada diez en el Perú registran problemas de inseguridad alimentaria. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/fao-siete-de-cada-diez-districtos-en-peru-registra-problemas-de-inseguridad-alimentaria-noticia/?ref=gesr>

Ghuri.P. et al. (2020). Research Methods in Business Studies. *Cambridge University Press*.

Gilardi. T. (2020). Tra espasione urbana e sicurezza alimentare: il caso della Green Belt bonearene. *Geography networks*. 1 (3). <https://doi.org/10.7358/gn-2020-001-gila>

Giles-Cortia. B. et. al. (2019). Achieving the SDGs-Evaluating indicators to be used to bechmarck and monitor pro. *Health policy*. 124(6). 581-590. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2019.03.001>

Goswami. M. & Nautiyal. S. (2020). Transitional Peri-urban Landscape and Use of Natural Resource for Livelihoods. *Environmental Science and Engineering*. 435-457. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-32463-6\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32463-6_22)

Grupo de automatización eléctrica de sistemas industriales (2021). *Vulnerabilidad ambiental en las operaciones de petróleo y gas del presal*. 14 (3). <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/3/732/htm>

Hasan.S., Shi. W., Zhu.X., Abbas. S. y Ahmed Khan, H. (2020). Future Simulation of Land Use Changes in Rapidly Urbanizing South China Based on Land Change Modeler and Remote Sensing Data. *Sustainability*. 12(11). 4350. <https://doi.org/10.3390/su12114350>

Hersperger. A. et al. (2020). Towards a better understanding of land conversion at the urban-rural interface: planning intentions and the effectiveness of growth management. *Land Use Science*. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1765426>

Hidroar (2015). *Metodología para el cálculo de matrices ambientales*. <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>

Imbrenda. V. et. al. (2021). Land degradation and metropolitan expansion in a peri-urban environment. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. (12). 1797-1818. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1951363>

INDECI (2005). *Plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Chosica*.

<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INDECI/CHOSICA-MP-PUSAD.pdf>

INEI (2017). *Características del hogar.*

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0838/Libro15/cap05.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0838/Libro15/cap05.pdf).

INEI (2007). *Censos Nacionales 2007 Redatam.*

<http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/#>

INEI (2017). *Censos Nacionales 2017 Base de datos.*

<https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>

INEI (2017). *Censos Nacionales 2017, Perú: Perfil Sociodemográfico Informe Nacional.*

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)

INEI (2017). *Censos Nacionales 2017. Perú: crecimiento y distribución de la población 2017.* Recuperado de

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf)

INEI (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.*

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)

INEI (2017). *Provincia de Lima, resultados finales.*

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1583/15A TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1583/15A TOMO_01.pdf)

INEI (2017). *Características de la población censada.*

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1661/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1661/cap01.pdf)

INEI (2018). *Censos Nacionales 2017.* [http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-alberga-9-millones-320-mil-habitantes-al-2018-](http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-alberga-9-millones-320-mil-habitantes-al-2018-10521/#:~:text=De%20los%2043%20distritos%20que,422%20mil)%2C%20Los%20Olivos%20()

[10521/#:~:text=De%20los%2043%20distritos%20que,422%20mil\)%2C%20Los%20Olivos%20\(](http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-alberga-9-millones-320-mil-habitantes-al-2018-10521/#:~:text=De%20los%2043%20distritos%20que,422%20mil)%2C%20Los%20Olivos%20()

- INEI (2015). *Estadísticas ambientales*.  
<http://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/0929ed977889d712.pdf>
- INEI (2020). *Población de Lima*. <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/la-poblacion-de-lima-supera-los-nueve-millones-y-medio-de-habitantes-12031/>
- INEI (2018). *Residuos*. <http://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/c-residuos-10291/>
- Je Kim, S. et al. (2020). Research trends in vulnerability studies from 2000 to 2019: Findings from a bibliometric analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 56. 102141. <https://sci-hub.st/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102141>
- Li, X. et al. (2014). On Conservation Strategies for Ecological Green Planning of Gongqing DigiEcoCity. 1287-1290. *Advanced Materials Research*. 1287-1290. <https://www.scientific.net/AMR.1010-1012.1287>
- Li Z. et al. (2020). Evaluation and convergence analysis of socio-economic vulnerability to natural hazards of belt and road initiative countries. *Journal of cleaner production*. 282. 125406. <https://sci-hub.st/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125406>
- Lucertini, G. et al. (2021). Urban and periurban agricultura as a tool for food security and climate change mitigation and adaptation: the case of Mestre. *Green Infrastructures and Climate Change*. 13(11). 5999. <https://doi.org/10.3390/su13115999>
- Marcal, D. et al. (2021). Urban and peri-urban agriculture in Goiania: ^ The search for solutions to adapt cities in the context of global climate change. *Urban climate*. (35). 100732. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100732>
- MINAM (2022). Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. *Ministerio del Ambiente*. <https://www.minam.gob.pe/legislaciones/sistema-nacional-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/>
- MINAM (2022). *Será elaborado proyecto de ley de ordenamiento territorial*. Plataforma digital única del estado peruano.
- MINAM (2015). *Base Normativa en Ordenamiento territorial*. <https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/129/2017/02/Orientaciones-basicas-OT-1.pdf>
- MINAM (2013). *Cambio climático y Desarrollo sostenible en el Perú*. <https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/CDAM0000323.pdf>
- MINAM (2012). *Mapa de suelos de los distritos de Lima*. <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-suelos-distritos-lima>

- MINAM (2008) *Reglamento de organización y funciones del Minam.* <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-007-2008-minam/>
- Ministerio de vivienda (2011). Decreto Supremo N°004-2011-vivienda- Reglamento de acondicionamiento territorial y desarrollo urbano <http://sia.munipuno.gob.pe/normas/reglamento-acondicionamiento-territorial-desarrollo-urbano-0>
- Mohanty. M. (2020). Sustainable Urban Planning and Making Sustainable Cities. *Ciudades y comunidades sostenibles.* [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7\\_62-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7_62-1)
- Mortoja. G. et al. (2020). What is the most suitable methodological approach to demarcate peri-urban areas? A systematic review of the literatura. *Land Use Policy.* (95). 104601. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104601>
- Municipalidad de Chosica (2020). *Historia.* <https://munichosica.gob.pe/historia/>
- Municipalidad de Lurigancho (2020). *Plan de desarrollo local.*
- Muñoz. J. et al. (2021, noviembre, 25). Recuperación de espacios de Lima. *Espacio para la infancia.* <https://espacioparalainfancia.online/2021/recuperacion-de-espacios-verdes-en-lima/>
- Olaya. V (2014). *Sistemas de información geográfica.* Recuperado de [https://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf)
- ONU (2020). *Ciudades y comunidades sostenibles.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- ONU HABITAT (2022). *ONU Habitat por un mejor futuro urbano.* <https://onuhabitat.org.mx/>
- ONU Habitat (2016). Urbanización y Desarrollo: Futuros Emergentes. *Reporte ciudades del mundo.* <http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/Reportedelasciudades2016.pdf>
- ONU Habitat (2017). *Dos visiones divergentes de las ciudades del mundo en 2036.* <https://onuhabitat.org.mx/index.php/dos-visiones-divergentes-de-las-ciudades-del-mundo-en-2036>
- ONU Habitat (2019). *Las ciudades, “causa y solución” del cambio climático.* <https://onuhabitat.org.mx/index.php/las-ciudades-causa-y-solucion-del-cambio-climatico>
- ONU (2011). *Informe mundial sobre asentamientos humanos. Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas.* [https://unhabitat.org/sites/default/files/download-](https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-)  
[manager-](https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-)

[files/Las%20Ciudades%20Y%20El%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20Orientaciones%20Para%20Pol%C3%ADticas.pdf](#)

Opitz. I. et al. (2015). Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and periurban agriculture in the global north. *Springer*. 10.1007/s10460-015-9610-2

Orrego Penagos, J. (2011). San Juan de Lurigancho. *Dirección de informática académica*. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/juanluisorrego/2011/09/20/san-juan-de-lurigancho/>

Peredo Parada. S. et al. (2016). Determinación de los niveles de resiliencia/vulnerabilidad en iniciativas de agroecología urbana en el suroeste andaluz. *Scielo*. 2(34). [Determinación de los niveles de resiliencia/vulnerabilidad en iniciativas de agroecología urbana en el suroeste andaluz \(conicyt.cl\)](#)

Peruchi Trevisan. D. (2020). Environmental vulnerability index: an evaluation of the water and the vegetation quality in a Brazilian Savanna and seasonal forest biome. *Ecological indicators*. 112. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X2030100X>

Pervez et al. (2020). *Research Methods in Business Studies*. (5).

Phadke. A. (2020). Peri-urbanization, Global South. *International Encyclopedia of Human Geography*. 2(10). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10677-8>

Pimentel Sánchez, N. (2017). Periurbanización y diferencias en el mercado de suelo urbano en Carabayllo. *Investigaciones Sociales*. (21). 287-298. <https://revistasinvestigación.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/download/14233/12520>.

Plan MET 2040(2021). *Plan de desarrollo metropolitano de la provincia de Lima al 2040*. <https://drive.google.com/drive/folders/15H3w-88w7nztC1xkTGJBzYGeSnH4UZG8>

Qin. F. y Chen. G. (2022). Vulnerability of tourist cities economic systems amid the covid-19 pandemic: system characteristics and formation mechanisms- a case study of 46 major tourist cities in china. *Sustainability*. 14(5). 2661. <https://doi.org/10.3390/su14052661>

Quispe Percca. C. (2022). *Análisis comparativo de dos métodos de evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por las actividades que desarrolla el proyecto minero la mocha-a en ananea*. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/18519/Quispe\\_Percca\\_Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/18519/Quispe_Percca_Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Roberts. Y. (2014). *Case study research design and methods*. 5. 282. [10.3138/cjpe.30.1.108](https://doi.org/10.3138/cjpe.30.1.108)

Romero. M. (2018). *Formas de paisaje y sus definiciones*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68704/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68704/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Romero-Lankao. P & Dodman. D. (2011). Cities in transition: transforming urban centers from hotbeds of GHG emissions and vulnerability to seedbeds of sustainability and resilience. *Environmental sustainability*. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.02.002>

Saravia. F. et al. (2018). Ni urbanos ni rurales: cambios intergeneracionales en adscripción territorial subjetiva en la región del Maule. *Cuaderno urbano*. 24. [dx.doi.org/10.30972/crn.24242920](https://doi.org/10.30972/crn.24242920)

SDG (2020). *Ciudades sostenibles: Por qué son importantes*. [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11_Spanish_Why_it_Matters.pdf)

Semeraro. T. et al. (2021). Integration of ecosystem services in strategic environmental assessment of a peri-urban development plan. *Landscape planning for sustainability*. 13(1). <https://doi.org/10.3390/su13010122>

Simon. D. (2008). *Urban Environments: Issues on the Peri-Urban Fringe*. <https://blogs.ubc.ca/internationalwaters/files/2015/09/Urban-Environments-Issues-on-the-Peri-Urban-Fringe.pdf>

Súarez Camargo, G. y Olaya Villamil. L. (2018). *Aplicación De Un Modelo Predictivo Para El Análisis Del Impacto Generado Por El Cambio De Cobertura Urbana En El Municipio De Mosquera, Cundinamarca*. Bogotá, Colombia. Universidad distrital Francisco José de Caldas.

[https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13969/OlayaVillamilLauraMarcela\\_SuarezCamargoGeorgeStevens2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13969/OlayaVillamilLauraMarcela_SuarezCamargoGeorgeStevens2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tate E. et al. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Springer*. 106. 435-457. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-020-04470-2>

Tomadoni. M & Zulaica. L (2016). *Índice de sostenibilidad en el periurbano de Mar del Plata. Acta del I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*. 45-56.

<https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/5495/ndice%20de%20sostenibilidad.pdf;sequence=1>

- Uebel. K. et. al. (2021). Environmental Management in the Peri-urban Region: Psychological and Contextual Factors Influencing Private Land Conservation Actions. *Environmental Management*. (68). 184-197. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01487-6>
- Wolff. S.; Mdemu. M.; Lakes.T. (2021). Defining the Peri-Urban: A Multidimensional Characterization of Spatio-Temporal Land Use along an Urban–Rural Gradient in Dar es Salaam, Tanzania. *Land*. 10(2). 177. <https://doi.org/10.3390/land10020177>
- Zulaica.L & Tomadoni. M. (2015). Indicadores de sostenibilidad ambiental en el periurbano de la Ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Anales de Geografía*. 35(2). 195-216. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/62046/CONICET\\_Digital\\_Nro.3f432e16-a423-4d67-b04a-9cb11cf2f2ef\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/62046/CONICET_Digital_Nro.3f432e16-a423-4d67-b04a-9cb11cf2f2ef_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

**ANEXOS**

Tabla 31 Matriz de consistencia

<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>VARIABLES de estudio</b>
¿Cuáles son los indicadores de vulnerabilidad ambiental que pueden ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas?	Identificar indicadores de vulnerabilidad ambiental que puedan ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas.	Existen indicadores de fragilidad y resiliencia que pueden aplicarse a la vulnerabilidad ambiental para hacer frente al crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas rurales.	Variable dependiente: Variabilidad ambiental Variable independiente: Fragilidad, Resiliencia
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	
¿Qué indicadores de vulnerabilidad ambientales pueden ser analizados mediante datos georreferenciales?	Determinar qué indicadores de vulnerabilidad ambiental pueden ser analizados utilizando datos georreferenciales	La teledetección y los datos georreferenciados sirven para determinar indicadores de vulnerabilidad ambiental	
¿Cuáles son los indicadores de fragilidad ambiental que pueden ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas?	Identificar indicadores de fragilidad ambiental aplicados a hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas	La densidad urbana y la degradación de tierras sirven como indicadores de fragilidad ambiental para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas	
¿Cuáles son los indicadores de resiliencia ambiental que pueden ser aplicados para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas?	Identificar indicadores de resiliencia ambiental aplicados a hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas	Las áreas verdes y las zonas agrícolas sirven como indicadores de resiliencia ambiental para hacer frente al riesgo de crecimiento urbano degradado en zonas periurbanas	

Elaboración propia

Tabla 32 Matriz de antecedentes

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Sustento</b>	<b>País</b>
Gerundo et al (2020)	Construction of a Composite Vulnerability Index to Map Peripheralization Risk in Urban and Metropolitan Areas	Muestra el término “Riesgo periférico” para medir la degradación en zonas periurbanas a través de su vulnerabilidad y exposición a infraestructura, transporte y otros. No realiza un análisis profundo a la problemática ambiental y se enfoca en un país desarrollado como Italia, dejando abierta la posibilidad para su aplicación en ciudades emergentes con problemas más crecientes.	Italia
Hersperger et al (2019)	Towards a better understanding of land conversion at the urban-rural interface: planning intentions and the effectiveness of growth management	Realiza un enfoque de las zonas periurbanas a través de la gestión ambiental. Da énfasis a la normativa y usa datos digitales. Comenta que son pocos los estudios que han abordado la gestión de crecimiento urbano e impulsa las investigaciones con dicho enfoque.	Suiza
Wolff et al. (2019)	Defining the Peri-Urban: A Multidimensional Characterization of Spatio-Temporal Land Use along an Urban–Rural Gradient in Dar es Salaam, Tanzania	Revaloriza el uso de herramientas de teledetección para ver el cambio de suelo de dicho crecimiento y cambio de tierras rural-urbano en las zonas periurbanas. Estudio enfocado en la zona urbana de las zonas periurbanas, y no en la zona rural.	Tanzania
Hasan et al. (2020)	Future Simulation of Land Use Changes in Rapidly Urbanizing South China Based on Land Change Modeler and Remote Sensing Data	El cambio de uso de suelo involucra la tala de árboles y causa inseguridad alimentaria en zonas rurales.	China
Imbrenda et al. (2021)	Land degradation and metropolitan expansion in a peri-urban environment.	Recomienda que una buena planificación urbana de las zonas periurbanas integre indicadores multidimensionales que midan la vegetación para evaluar el impacto ambiental del desarrollo periurbano	Italia

Uebel et al. (2021)	Environmental Management in the Peri-urban Region: Psychological and Contextual Factors Influencing Private Land Conservation Actions.	Recomienda usar infraestructura verde como herramienta de diseño urbano ecológico	Australia
Asefi et al. (2021)	Transitions between Centralization and Metapolization: From City Development Strategy (CDS) to Peri-Urban Development Strategy (PDS)	Una adecuada planificación involucra las zonas periurbanas del sector urbano y rural (mixto), lo cual, representa un beneficio económico y ambiental ya que abarca las zonas agrícolas que sirven como resiliencia para la ciudad.	Portugal
Cárdenas Galarza (2020)	Huertos orgánicos y estrategias de reducción de la vulnerabilidad de las mujeres agricultoras periurbanas de Quito	Sugiere usar la cobertura verde (agricultura urbana y periurbana) como indicador de infraestructura verde para solucionar la inseguridad alimentaria.	Ecuador

Elaboración propia

**Documento enviado al INEI para la obtención de datos**



CARTA N° 013-SSAA / PREGRADO-2021

Lima, 19 de mayo de 2021

Señores:  
Instituto Nacional de Estadística e Informática  
Presente. -

De nuestra consideración:

Es grato dirigimos a ustedes a fin de manifestarle que con la finalidad de optar por el Título Profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental nuestra alumna viene desarrollando un Trabajo de Tesis, cuyo tema es "Propuesta de un índice de vulnerabilidad para la reducción de brechas de planificación periurbana en ciudades emergentes".

La alumna ha seleccionado a vuestra institución para efectuar la investigación teniendo en cuenta el desarrollo y actividades que vienen realizando en el área.

En tal sentido, apreciaremos pueda brindarle las facilidades a nuestra estudiante para efectuar esta investigación.

La alumna es:

Código	APELLIDOS Y NOMBRES
15101394	SANTOS TORRES MARIA JOSE BRIGGIT

Agradeciendo su gentil atención, quedamos a su disposición para cualquier consulta al respecto en la siguiente dirección electrónica: [mchavez@esan.edu.pe](mailto:mchavez@esan.edu.pe) o [ssacad@ue.edu.pe](mailto:ssacad@ue.edu.pe).

Atentamente,

  
Mónica Chávez R.  
Jefa de Servicios Académicos



Figura 79 Documento enviado al INEI.

Fuente: Gmail

## Plan de Desarrollo Concertado Local de Lurigancho



Figura 80 Plan de Desarrollo Local Concertado de Lurigancho

Fuente: Municipalidad de Lurigancho