

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA  
VEGETAL COMO EFECTO DEL CRECIMIENTO  
URBANO EN LA CIUDAD DE HUARAZ - ÁNCASH,  
ENTRE LOS AÑOS 2010 AL 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Autores:**

Rosisela Dania Esteban Ibarra

Nilson Alexander Buiza Acero

**Asesor:**

M.Sc. Margeo Javier Chumán López

<https://orcid.org/0000-0002-4038-7591>

Lima – Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Carlos Alberto Alva Huapaya	06672420
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Irma Geralda Horna Hernandez	40317442
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Luis Enrrique Alva Diaz	43679478
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Tesis Buiza y Esteban

#### ORIGINALITY REPORT

**17%**

SIMILARITY INDEX

**15%**

INTERNET SOURCES

**3%**

PUBLICATIONS

**5%**

STUDENT PAPERS

#### PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Internet Source	9%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Student Paper	3%
3	<a href="https://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://www.un.org">www.un.org</a> Internet Source	1%
5	<a href="https://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://www.unfpa.org">www.unfpa.org</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Internet Source	1%

## **DEDICATORIA**

La presente investigación, está dedicada a nuestros padres, ejemplo de lucha y perseverancia, familiares y amigos que han contribuido con su apoyo, soporte y constante motivación para salir adelante ante las adversidades.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer a Dios por estar con nosotros, fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestra mente y haber puesto en nuestro camino a personas que han sido el soporte y compañía durante el desarrollo de este estudio.

A nuestro asesor de tesis, quien desde la primera fecha no inculcó responsabilidad y fuerza de trabajo en todo momento.

A nuestras familias, por el amor abnegado e incondicional y a todas las personas que de una u otra manera han estado apoyándonos.

A nuestros compañeros y amigos por demostrar confianza y hacer que poco a poco seamos mejores personas.

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
INDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPITULO I: INTRODUCCION	12
1.1.Realidad problemática	12
1.2.Bases teóricas.	18
1.2.1. Pérdida de cobertura vegetal. ....	18
1.2.2. Índice de vegetación.....	18
1.2.3. Índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI). ....	18
1.2.4. Expansión urbana. ....	18
1.2.5. Teledetección. ....	19
1.2.6. Imágenes satelitales. ....	19
1.2.7. Valores P-value.....	19
1.2.8. Tasa de cambio anual de la cobertura vegetal. ....	19
1.2.9. Corrección atmosférica. ....	19
1.2.10. Corrección geométrica. ....	20
1.2.11. Corrección radiométrica.....	20
1.3.Formulación del problema	20
1.3.1. Problema General.....	20
1.3.2. Problemas Específicos. ....	20
1.4. .Objetivos	21
1.4.1. Objetivo General. ....	21
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	21
1.5.Hipótesis General	21
1.5.1. Hipótesis General. ....	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
2.1.Tipo de investigación	22

2.2. Población	22
2.2.1. Población .....	22
2.2.2. Muestra .....	22
2.3. Materiales, Instrumentos y métodos	23
2.3.1. Materiales.....	23
2.3.2. Instrumentos. ....	23
2.3.3. Métodos de investigación .....	24
2.4. Procedimiento	26
2.4.1. Obtención de las imágenes satelitales. ....	26
2.4.2. Procesamiento de las imágenes satelitales.....	26
2.4.3. Delimitación del área de estudio.....	26
2.4.4. Cálculo del NDVI .....	27
2.4.5. Cálculo de la tasa de cambio anual de la cobertura vegetal .....	27
2.4.6. Cálculo de la superficie urbanizada .....	27
2.4.7. Análisis de datos.....	28
2.4.8. Consideraciones éticas .....	28
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>29</b>
3.1. Características geográficas, climáticas y ecológicas de la ciudad de Huaraz	29
3.2. Análisis temporal de las variables expansión urbana y cobertura vegetal	31
3.3. Pérdida de la cobertura vegetal en la ciudad de Huaraz entre 2010 a 2022.	36
3.4. Expansión urbana en la ciudad de Huaraz entre 2010 a 2022.	37
3.5. Relación entre la expansión urbana y la cobertura vegetal entre 2010 a 2022.	38
3.6. Relación entre el crecimiento poblacional y tasa de crecimiento promedio anual.	40
3.7. Análisis espacial mediante uso cartográfico	40
3.8. Coeficiente de correlación de Pearson	44
3.9. Contrastación de hipótesis	45
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>46</b>
4.1. Discusión	46
4.2. Conclusiones	49
<b>REFERENCIAS</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales empleados en la investigación .....	23
Tabla 2: Clasificación de los valores de NDVI .....	24
Tabla 3: Escala de valores del coeficiente de correlación .....	25
Tabla 5: Variables a correlacionar dentro del límite de estudio .....	28
Tabla 6: Tasa de cambio anual de la cobertura vegetal .....	36
Tabla 7: Superficie urbana de la ciudad de Huaraz. ....	37
Tabla 8: Índice de superficie urbanizada con respecto a la cobertura vegetal .....	39
Tabla 9: Crecimiento poblacional de la ciudad de Huaraz. ....	40
Tabla 10: Correlación Pearson superficie urbanizada y cobertura vegetal .....	44

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación geográfica de la ciudad de Huaraz-Ancash.....	30
Ilustración 2: Extensión de la cobertura urbana y vegetal de la ciudad de Huaraz durante el año 2010. ....	32
Ilustración 3: Extensión de la cobertura urbana y vegetal de la ciudad de Huaraz durante el año 2015. ....	33
Ilustración 4: Extensión de la cobertura urbana y vegetal del Distrito de Huaraz durante el año 2020. ....	34
Ilustración 5: Extensión de la cobertura urbana y vegetal del Distrito de Huaraz durante el año 2022. ....	35
Ilustración 6: Pérdida de la cobertura vegetal en relación a los años 2010 a 2022 .....	37
Ilustración 7: Expansión urbana entre los años 2010 a 2022 .....	38
Ilustración 8: Variación anual de las variables superficie urbana y cobertura vegetal.....	39
Ilustración 9: Análisis espacial de cobertura vegetal y expansión urbana desde 2010-2022. ....	41
Ilustración 10: Diagrama de dispersión de puntos superficie urbanizada y cobertura vegetal .....	44

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Formula para la determinación del NDVI .....	24
Ecuación 2: Cálculo estándar de radiancia espectral para cada píxel (L) .....	25
Ecuación 3: Cálculo del NVDI.....	27
Ecuación 4: Tasa de cambio anual de la cobertura vegetal .....	27

## RESUMEN

El cambio y deterioro de la cobertura vegetal es causado por factores naturales, climáticos y antrópicos, siendo este último el más importante en territorios urbanos. Principalmente se origina por el crecimiento urbano no planificado. Por ello, la investigación tuvo como objetivo analizar la pérdida de la cobertura vegetal como efecto del crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash durante los años 2010 y 2022. Se basó en un enfoque tipo cuantitativo, debido a que los datos numéricos y estadísticos comprobarían la relación que existe entre las variables. Se empleó la técnica de teledetección, recopilación y procesamiento de imágenes satelitales en el software de información geográfica ArcGIS 10.5. Se determinó que existe una correlación positiva alta entre la pérdida de cobertura vegetal y el crecimiento urbano. Durante el periodo 2022 se evidenció un mayor crecimiento urbano y desde el año 2020 hacia adelante, la pérdida de cobertura vegetal presenta una tendencia negativa; la influencia del crecimiento urbano sobre la pérdida de cobertura vegetal es directamente proporcional, con un grado de correlación del 72%. Se concluye que durante el paso de los años la ciudad de Huaraz va desarrollando un crecimiento urbano significativo mientras que la cobertura vegetal mantiene un descenso continuo.

**Palabras claves:** Pérdida de cobertura vegetal, crecimiento urbano, teledetección.

## CAPITULO I: INTRODUCCION

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día, se viene experimentando la mayor ola de crecimiento urbano de la historia, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y se estima que para el 2030 este número alcance los 5000 millones. Gran parte de la urbanización tendrá lugar en África y Asia, lo que generará una transformación económica, social y ambiental. La urbanización tiene el potencial de marcar el comienzo de una nueva era de bienestar, eficiencia de los recursos y crecimiento económico (UNFPA, 2014).

Hoy en día, la pérdida de cobertura vegetal se ha convertido en un problema global, sobre todo para aquellos países que tienen una gran variedad de flora y fauna, según el informe de evaluación de los recursos forestales mundiales, elaborado por la FAO, entre los años 1990-2015 se perdieron un total de 129 millones de hectáreas correspondientes a superficie vegetal. Del mismo modo, los países de América Latina han perdido el 50% de su cobertura vegetal y se estima que para el año 2030 la pérdida en esas regiones supere el 80 % a nivel mundial. Por otro lado, la explosión demográfica está causando que las ciudades se extiendan cada vez más sobre el territorio urbano y absorban parte del territorio rural, en la actualidad, las áreas urbanas y edificadas ocupan más de 471 millones de hectáreas, lo cual representa el 4% de la superficie terrestre. La expansión urbana genera consigo la destrucción de superficies vegetales y sobre todo genera zonas calificadas como riesgosas para el desarrollo urbano (FAO, 2016).

Desde los 2500 millones de personas estimadas en 1950, la población mundial alcanzó los 8000 millones a mediados de noviembre de 2022, se añadieron 1000 millones desde el 2010 y 200 millones desde 1998. Se estima que en los próximos 30 años la población mundial llegará hasta 2000 millones de personas, pasando de los 8000 millones actuales a los 9700 millones en 2050, llegando a un pico de 10.400 millones para mediados de 2080 (ONU, 2022).

Según (ONU, 2022), desde el siglo XX, el mundo ha presenciado un crecimiento demográfico exponencial. La población mundial se triplicó entre 1950 y 2020. La tasa de crecimiento poblacional alcanzó su punto máximo entre 1965 y 1970, cuando el número de seres humanos aumentaba en promedio un 2,1% anualmente. Durante el 2000 a 2020, la

población mundial presentó una tasa de crecimiento media anual de 1,2%; no obstante, 48 países o áreas duplicaron dicho crecimiento.

El Perú es uno de los países de América Latina que cuenta con grandes extensiones de superficie vegetal, teniendo un total de 57.3 % de su superficie cubierta de vegetación, lo cual representa una extensión de 72 millones de hectáreas. No obstante, la expansión urbana ha generado que las superficies vegetales se reduzcan, debido a que se busca mejorar la calidad de vida de la población mediante la construcción de infraestructuras que ayuden a cumplir con dicho objetivo, según el mapa de deforestación, durante el año 2000 se perdieron un total de 7 millones de hectáreas de cobertura vegetal, esto se atribuye a factores antrópicos entre los cuales se encuentra la expansión urbana (Torres, 2019; Rodríguez, 2012; Miyasiro y Ortiz, 2016).

En los últimos años se ha evidenciado que la pérdida de cobertura vegetal se encuentra en un rango anual de 0.2% a 0.6%; lo cual corresponde a matorrales bosques, pastizales y agricultura (Sahagún y Reyes, 2018). El departamento de Lima presenta impactos en la cobertura vegetal generados por el crecimiento poblacional; según el INEI, el Perú cuenta con 29 381 884 habitantes, siendo la provincia de Lima la más representativa con un total de 29.2% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

La ciudad de Huaraz se caracteriza por ser una zona andina que presenta un clima variado, en la cual podemos encontrar grandes extensiones de cobertura vegetal. El crecimiento urbano descontrolado durante los últimos 12 años es una situación que hasta hoy en día se viene dando debido a la falta de una adecuada administración y control urbano. Los sectores urbanos que se encuentran expuestos a desastres naturales no se toman en cuenta, por lo cual generan altos grados de vulnerabilidad y riesgos, estos se incrementan debido a la escasos controles y gestión de riesgos al momento de ejecutar las edificaciones (Mejía, 2022).

Al hablar de cobertura vegetal debemos entender que es toda vegetación que se encuentra dentro de un ecosistema, comprende tanto especies exóticas o nativas que en muchos de los casos se encuentran en peligro de extinción; cumple roles muy importantes tales como, el almacenamiento de energía, refugio de la fauna y evita la erosión del suelo (Murillo, 2017). Un factor importante para determinar la superficie de cobertura vegetal es el índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI) este índice refleja la interacción

que tiene la materia con los espectros de luz, especialmente aquel espectro el cual es sensible a la cubierta vegetal, es el índice de vegetación más usado y sirve para determinar la calidad, cantidad y desarrollo de la vegetación, su función es realzar la cubierta vegetal y atenuar los componentes como el suelo, nubosidad, iluminación, etc. (Manchego, 2017).

Uno de los factores que más influencia tiene sobre la pérdida de cobertura vegetal es la expansión urbana que como sabemos es el crecimiento espacial y geográfico de una ciudad que se genera de manera controlada e incontrolada. Así como la expansión urbana en muchos de los casos tiene aspectos positivos como tratar de mejorar la calidad de vida de la población, también tiene aspectos negativos tales como, generar el deterioro del medio ambiente y la fragmentación de los ecosistemas; muchas veces la expansión urbana se da de forma desordenada, lo cual genera que se pierdan superficies con una gran cobertura vegetal (Alonzo y González, 2010).

Ante los problemas que se evidencian debido al crecimiento urbano/poblacional es necesario comprender la dinámica población/cobertura vegetal; para ello, se necesita realizar estudios en base a tiempo y espacio (Siddiqui, et al., 2018). Un factor clave para tener un mejor entendimiento es el uso de imágenes satelitales, ya que, representan datos espaciales en diferentes lapsos de tiempo, lo cual permite observar, cuantificar y caracterizar las superficies territoriales (Palacios, Zárate, Minaya, Martín, y Benavides, 2020).

El trabajar mediante el uso de imágenes satelitales en la actualidad, se da con mayor facilidad, puesto que existen diversos programas como el QGIS, QField y ArcGIS (Palacios, et al., 2020); además, para la determinación de la cobertura vegetal es necesario emplear índices de vegetación como el NDVI; el cual, está fundamentado en operaciones algebraicas de estas imágenes satelitales, las cuales son trabajadas en los programas anteriormente mencionados (Maldonado, Alatorre, y Torres, 2015).

Para comprender el patrón de cobertura vegetal en la cuenca del río amarillo en China, utilizaron datos de 11 años, para caracterizar la distribución espacial de NDVI. Se encontró que algunos tipos de vegetación, como bosques y cultivos tenían valores altos de NDVI, mientras que los pastos tenían valores bajos. Posteriormente proporcionaron una descripción general de la cubierta vegetal dentro de la cuenca, señalando que las áreas con elevaciones altas, tenían valores más altos de NDVI, mientras que las áreas con elevaciones bajas tenían lo contrario. Mencionaron que el valor promedio de NDVI para toda la cuenca durante el

periodo de estudio (2000 a 2010) varió entre 0.3 a 0.4 (Yuan, Wang, Cao, Zhang, & Shen, 2015).

Gonzales & Alonzo (2010), el propósito de este documento fue analizar el uso del suelo destinado para el desarrollo urbano y la pérdida de cobertura vegetal; mediante el análisis de imágenes de satélite en Google Earth, donde se dibujaron polígonos que representan áreas verdes, suelo urbanizado y en proceso de urbanización, etc. Se pudo apreciar que la vegetación se encontraba expuesta al uso urbano, y que los instrumentos de regulación del suelo, indicaban reservas de crecimiento susceptibles a ser modificadas. Por esta razón, los modelos de urbanización han surgido como herramientas y conceptos utilizados en la legislación, lo cual confirma que el suelo cambia con el desarrollo de nuevos asentamientos, proyectos urbanísticos o infraestructura teniendo como resultado cambios en la vegetación.

Soares, de Morais, Alves, & Martins (2020), realizaron un estudio para evaluar el espacio temporal en áreas urbanas. Para este propósito, utilizaron la técnica de teledetección durante un periodo de 27 años; además, utilizaron el NDVI para calcular la expansión del área agrícola y forestal, se utilizaron criterios de selección en las imágenes satelitales; tales como, nubosidad, temporada del año, corrección de imágenes, entre otros; para el análisis del uso del suelo las imágenes satelitales fueron sujetas a una clasificación no supervisada. Los resultados muestran que durante el periodo de estudio de 1986 – 2011, el área boscosa en toda su extensión perdió un 74.56%; mientras que, el área de cultivo aumento un 50.03%. La disminución de la superficie boscosa se debe a la urbanización y el aumento de sus principales actividades.

Gomez (2018), realizaron un estudio para determinar los cambios en la cobertura vegetal durante un periodo de 27 años, centrándose en el crecimiento urbano. Para ello, utilizo la técnica de teledetección mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 y Landsat 5; así mismo, analizo las firmas espectrales para clasificar las cubiertas más representativas; la clasificación empleada fue de tipo supervisada. Los datos estadísticos recopilados de la base INDEC se utilizaron para el analizar el crecimiento de la población. El estudio encontró que la cobertura vegetal disminuyo en 329.49 hectáreas y el crecimiento poblacional aumento en 459.99 habitantes en el área de estudio. Así, la capacidad de la cobertura vegetal se vio afectada por la densidad poblacional.

Mendoza (2020), tuvo como propósito identificar los índices de área verde y cobertura vegetal, en áreas urbanas. Con este fin, utilizó la técnica de detección remota mediante imágenes multiespectrales; aplicó el índice de diferencia normalizada NDVI para la identificación de coberturas vegetales y clasificarlas en árboles y arbustos. Asimismo, el software SIG se utilizó para comprender los tipos de vegetación que se encuentran en áreas públicas o privadas. El estudio encontró que la vegetación arbórea constituía el 7.3 % en espacios privados, el 29.2 % en espacios públicos y la vegetación arbustiva constituía un 31.9 % de los espacios públicos y privados.

(Rojas, et al., 2019) Realizaron una investigación con el objetivo de evaluar los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo. Para ello, se utilizaron técnicas de teledetección aplicando correcciones atmosféricas, radiométricas y geométricas a las imágenes satelitales landsat; además utilizaron el método de clasificación supervisada, basado en firmas espectrales. La investigación reveló que durante el periodo de estudio de 1987 – 2016, se perdieron un total de 918,59 km<sup>2</sup> de cobertura boscosa. Esto se ha traducido en pérdidas por actividades agrícolas, ganaderas y el crecimiento migratorio.

Merlotto et al. (2012) hicieron uso de la técnica de teledetección, para lo cual utilizaron fotografías e imágenes aéreas y así, determinar que desde el año 1967 al 2004 el espacio urbano en los municipios de Necochea y Quequén de la ciudad de Buenos Aires, aumento de 21.95% a 28.44% teniendo como principal causante al crecimiento poblacional. De manera similar, García (2008) utilizó sensores remotos, matrices de Markov y la cartografía de usos del suelo y vegetación; sugiriendo que la expansión urbana y la pérdida de cobertura vegetal están directamente relacionadas. Indicó que la pérdida de la cubierta vegetal se debe principalmente a una mala planificación urbana y que las zonas más afectadas se encuentran cercanas a las áreas en las cuales se desarrollan grandes obras de infraestructura.

Actualmente, las imágenes satelitales se pueden manipular más fácilmente utilizando varios programas como el ArcGIS (Palacios, et al., 2020); además, es necesario utilizar índices de vegetación como el NDVI para determinar con precisión la cobertura vegetal; la cual se basa en operaciones algebraicas de imágenes satelitales (Maldonado, Alatorre, y Torres, 2015).

En cuanto Alonzo et al., (2010) muestran que el crecimiento urbano está estrechamente relacionado con la pérdida de cobertura vegetal; también que diversas zonas son adquiridas para ser comercializadas y generar mayor desarrollo; todo esto se realizó gracias a la teledetección, cartografía del área en estudio, informes de crecimiento poblacional e imágenes satelitales del periodo de estudio. Paralelamente, Carranza et al., (2020) utilizaron el método de análisis multitemporal de imágenes satelitales y la técnica de clasificación supervisada mediante el software ArcGIS, se determinó que la pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Morales región San Martín entre 1987-2017 se debió principalmente al crecimiento urbano. Así mismo, indicaron que se ha perdido un total de 1089.51 hectáreas de cobertura durante los últimos años y que el crecimiento urbano va en aumento.

Por otra parte, Manchego (2017). Hizo uso de la técnica de teledetección y el índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI para evaluar la variabilidad de espacio-tiempo de la vegetación en la cuenca Quilca-Chili; gracias a ello, llegó a la conclusión que la pérdida de vegetación se encuentra influenciada por el clima y los factores antrópicos, del mismo modo, dio a conocer que la vegetación tiende a disminuir y aumentar periódicamente, siendo el periodo 2005-2006 el cual evidenció mayor cobertura vegetal 843.35 km<sup>2</sup> debido a que la precipitación fue alta; mientras que el periodo 2012-2014 esta se redujo en 300 km<sup>2</sup> debido a la escases de lluvias en la cuenca Quilca.

Palacios, et al. (2020), llevaron a cabo un estudio para determinar los escenarios proyectados de pérdida de bosques. Por lo cual, utilizaron imágenes satelitales Landsat 5 y 8 del USGS, para su posterior procesamiento en la plataforma Google Earth Engine. El cálculo y la clasificación del NDVI se realizaron mediante rasters de reflectancia. El estudio encontró que el área urbana aumento en 1.29 km<sup>2</sup> /año y el área forestal disminuyó en 0.87 km<sup>2</sup> /año entre 1999 – 2018; y las proyecciones para el 2029, muestran que la cubierta vegetal seguirá desapareciendo a causa de las actividades primarias. Así mismo, descubrió que la cobertura vegetal ha disminuido y continuara disminuyendo de acuerdo con las proyecciones presentadas, mientras que el crecimiento urbano no sea regulado ni planificado.

## **1.2. Bases teóricas.**

### **1.2.1. Pérdida de cobertura vegetal.**

La cobertura vegetal está representada por las plantas, ya sea en su periodo vegetativo o como restos de cosecha; así mismo, el crecimiento de las diversas especies vegetales, depende de los factores edáficos ya que estas influyen en todos los procesos que se producen en el suelo. Por otro lado, al hablar de pérdida de cobertura vegetal debemos saber que es la reducción o eliminación total o parcial de las especies vegetales, debido a las actividades antrópicas, las consecuencias generadas por la pérdida de cobertura vegetal es el proceso de división del hábitad y deterioro de la diversidad biológica (Carranza & Montalván, 2020).

### **1.2.2. Índice de vegetación.**

Instrumento que permite determinar la cobertura vegetal de un determinado territorio en base del análisis de datos satelitales, que detalla la reflectancia de la cobertura vegetal. Estos índices son determinados a partir de la combinación de bandas espectrales provenientes de imágenes satelitales (Gonzaga, 2015).

### **1.2.3. Índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI).**

Los índices de vegetación han sido utilizados durante los últimos años con el objetivo de analizar el tipo de cobertura, variación temporal y estado en el cual se encuentran los cultivos. El NDVI aplica diferentes bandas espectrales, tanto visibles e infrarrojas cercanos, con la finalidad de separar la vegetación del brillo que produce el suelo, en base al comportamiento de la vegetación y el proceso fotosintético; con el fin de evaluar la cantidad vegetativa en una determinada zona de estudio (Díaz, 2015).

### **1.2.4. Expansión urbana.**

Es una variación más significativa que se produce en nuestro país; generando variaciones en el uso del suelo y la disminución de más espacios vegetales, esto buscando el desarrollo urbano (Graciana, 2017). La expansión urbana es considerada como un patrón en el suelo, un proceso o como el cambio de las ciudades en el tiempo, debido a la demanda para la localización de viviendas, esta se produce hacia las periferias de las ciudades y es un proceso descoordinado en el cual no se tiene en consideración los daños sociales y medioambientales que puede generar (Cerdeña, 2007).

### **1.2.5. Teledetección.**

Es un procedimiento que ayuda a obtener información a distancia de los objetos ubicados en la superficie terrestre en base al uso de sensores aéreos o espaciales, los elemento que se considera fundamental de la teledetección; es el sensor, el objeto observado y el flujo energético, permitiendo detectar el objeto (Olave, 2011).

### **1.2.6. Imágenes satelitales.**

Es el resultado que tiene valores de reflectancia de la cobertura terrestre, la información que contienen estas imágenes provienen de los sensores remotos (Mieza, Kovac, y Martínez, 2012).

La selección de imágenes se puede obtener por la resolución espacial, estas brindan información que son herramienta de monitoreo de las características de la tierra (Dellepiane, 2017).

### **1.2.7. Valores P-value**

El valor de P-value es la fiabilidad de la investigación, cuyo resultado será más confiable cuanto menor sea la P. Una  $P < 0,05$  significa que la hipótesis nula es falsa y una  $P > 0,05$  que la hipótesis nula es verdadera. (Arias, 2017)

### **1.2.8. Tasa de cambio anual de la cobertura vegetal.**

Tiene como función determinar los cambios en la superficie vegetativa de un determinado lugar y en un determinado periodo de estudio, para ello es necesario determinar la superficie inicial, superficie final y el periodo analizado (años que se desean analizar) (MINAM, 2016).

### **1.2.9. Corrección atmosférica.**

Método que involucra la remoción de componentes atmosféricos como los aerosoles y vapor de agua, para que se pueda percibir la reflectancia de un objeto en estudio como los cuerpos de agua, superficies continentales y superficies vegetales (Souza, et al., 2017); además, este proceso se antepone a actividades cuantitativas (Hagolle, Huc, Villa, y Dedieu, 2015).

### **1.2.10. Corrección geométrica.**

Este proceso corrige los errores geométricos presentes en una imagen, causados por la inclinación del sensor, topografía y errores sistemáticos. Esta parte del proceso es importante; ya que, determinara la posición precisa de las imágenes satelitales en el área de análisis (Santos, et al., 2011). Según Ambrosio, González y Arévalo (2016), estas correcciones son aplicadas a las coordenadas de los píxeles de la imagen errónea; para ello, requiere de una imagen referenciada o puntos de control.

### **1.2.11. Corrección radiométrica.**

Es un proceso para tratar los valores de píxel de una imagen satelital a valores de intensidad homogéneos (Ambrosio, et al., 2016), también se considera la corrección de las imperfecciones presentes en los píxeles originados de las fallas de los sensores; además, la corrección se da con ayuda de los pixeles vecinos (Montes, 2019).

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo será la pérdida de cobertura vegetal debido al efecto del crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022?

### **1.3.2. Problemas Específicos.**

- ¿Cuál será el nivel de crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022?
- ¿Cuál será el grado de pérdida de cobertura vegetal en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022?
- ¿Cuál es el grado de correlación entre la pérdida de la cobertura vegetal y el crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Analizar la pérdida de cobertura vegetal debido al efecto del crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar el nivel de crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022.
- Determinar la pérdida de cobertura vegetal generado en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022.
- Evaluar el grado de correlación entre la pérdida de cobertura vegetal y el crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz-Ancash entre los años 2010-2022

## **1.5. Hipótesis General**

### **1.5.1. Hipótesis General.**

H<sub>0</sub>: La pérdida de la cobertura vegetal no es generada por efecto del crecimiento demográfico en la ciudad de Huaraz entre los años 2010 al 2022.

H<sub>a</sub>: La pérdida de la cobertura vegetal es generada por efecto del crecimiento demográfico en la ciudad de Huaraz entre los años 2010 al 2022.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La presente investigación estuvo basada en un enfoque de tipo cuantitativo, debido a que los datos numéricos y estadísticos comprobaran la relación que existe entre las variables. De acuerdo con Sampieri (2014), este enfoque utiliza la información de los datos numéricos y estadísticos con el fin de comprobar las hipótesis y medir el comportamiento de las variables.

Por otro lado, es de tipo descriptivo-correlacional-no experimental. Descriptivo debido a que se realizará un análisis espacio-temporal de las variables en estudio; correlacional porque buscará el efecto y el grado de relación y no experimental debido a que no se manipulará las variables en un determinado periodo de tiempo (Alegre, 2017; Sampieri 2014).

### **2.2. Población**

#### **2.2.1. Población**

Según Díaz (2016), la población está compuesta por todos los elementos presentes en el problema de investigación, del mismo modo, (Gómez et al., 2016) indica que existen diversos tipos de población, siendo la denominada diana, aquella que abarca a todo el grupo u objetos de estudio, por ello se presenta como población diana a toda la superficie de la Provincia de Huaraz; la cual, tiene un área de 423 km<sup>2</sup> / 42 300 hectárea (Distrito.pe, 2022).

#### **2.2.2. Muestra**

La muestra se puede definir como un sub grupo de la población en el que todos los elementos de ésta, tienen la misma posibilidad de ser elegidos (Hernández et al., 2014). La muestra quedo definida por las áreas del distrito de Huaraz, presentando una mayor tasa de crecimiento poblacional y se encuentra afectada por diversa condiciones medioambientales, políticas y sociales de manera abierta e incontrolada, además, es categorizada como un territorio urbano (Distrito.pe, 2022).

## 2.3. Materiales, Instrumentos y métodos

### 2.3.1. Materiales

Los materiales que se tuvieron en cuenta fueron necesarios para poder desarrollar el proceso de recolección, procesamiento de datos y muestra de resultados.

**Tabla 1: Materiales empleados en la investigación**

MATERIALES DE ESCRITORIO	MATERIALES DIGITALES
	ArcGIS 10.5
Laptop Intel Core i5	Envi
Memoria RAM 8 GB	WinRAR
Bolígrafos	Imágenes Satelitales Landsat 7 & 8
Block de notas	Microsoft Excel 2019
Resaltadores	Microsoft Word 2019
USB	SPSS
	Shapes file distrito, provincia y departamento.

### 2.3.2. Instrumentos.

#### a) Instrumentos de Recolección de datos

Se trabajó con datos extraídos de la institución internacional “Science for a Changing World” (USGS) para la obtención de imágenes satelitales Landsat 7 & 8 y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para la recopilación de datos poblacionales, correspondientes a los últimos censos (2007-2017).

#### b) Instrumentos de Análisis de datos

Se empleó el software de información geográfica ArcGIS 10.5, debido a que es un sistema completo que permite analizar y administrar información geográfica de la superficie terrestre, así como interpretar y manipular las imágenes satelitales. (Vicuña y Naranjo, 2008). Microsoft Excel 2019 para el manejo de los datos poblacionales y la herramienta “Statistical Package for the Social Sciences” versión 25 (SPSS) para la prueba de hipótesis y prueba correlacional.

### 2.3.3. Métodos de investigación

#### a) Técnica de teledetección

La teledetección consiste en captar características físicas de la superficie terrestre, en base a las mediciones de radiación reflejada o emitida de cada componente de la superficie terrestre, la cual sirve para la localización de espacios geográficos, la observación de fenómenos y las condiciones climáticas (López, 2021).

#### b) Técnica del NDVI

Esta técnica consiste en determinar la cobertura vegetal de un determinado territorio de manera espacial; para ello se utiliza una ecuación de bandas (Da Silva, et al., 2019). La banda infrarrojo cercano y la banda roja (Choubin, et al., 2019).

Esta está expresada en la siguiente ecuación:

**Ecuación 1:** Formula para la determinación del NDVI

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (1)$$

Donde:

NIR: Infrarrojo cercano

R: Rojo (luz visible)

#### c) Método de clasificación no supervisada

Según López, Martínez y Fernández (2015), refiere que dicho método nos ayuda a explorar diferentes tipos de atributos por medio del análisis estadístico multivariado e identifica valores de cada pixel en una imagen raster. Asimismo, es considerado eficaz al momento que se requiere datos de cobertura vegetal, ya que nos presenta datos más sintetizados con valores de (-1 a 1).

**Tabla 2:** Clasificación de los valores de NDVI

Clasificación	Valor	Tipo
Vegetación aparente	< 0.1	Sin cobertura vegetal
Vegetación Ligera	0.1 – 0.2	
Vegetación Media	0.2 – 0.4	Con cobertura vegetal
Vegetación Densa	0.2 – 0.4	

**d) Método FLAASH para corrección atmosférica**

El método Fast Line-of-Sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (FLAASH) es un método de corrección atmosférica, basada en el algoritmo de transferencia de radiación MODTRAN4 desarrollado por Spectral Sciences Inc (Aguilar, Mora, y Vargas, 2015).

**Ecuación 2:** Cálculo estándar de radiancia espectral para cada píxel (L)

$$L = \left( \frac{A \times P}{1 - P_e \times S} \right) + \left( \frac{B \times P_e}{1 - P_e \times S} \right) + L_a \tag{2}$$

Donde:

P = Pixel de la superficie en reflectancia.

Pe = Valor medio de la superficie en reflectancia asignado a un pixel.

S = Albedo atmosférico.

La = Radiancia dispersada por la atmósfera.

A y B = Coeficientes dependientes de la geometría y de la atmósfera.

**e) Método de correlación de Pearson.**

Establece la correlación entre dos variables; siempre y cuando los datos faciliten valores paramétricos. Los valores que muestra este método varía entre **-1 a 1** (Hernández, et al., 2018). Cada valor presenta un significado específico y los rangos facilitan la interpretación del grado de relación que existe entre las variables (Gonzáles, 2009).

**Tabla 3:** Escala de valores del coeficiente de correlación

Valor	Significado
<b>-1</b>	Correlación negativa grande y perfecta
<b>-0.9 a -0.99</b>	Correlación negativa muy alta
<b>-0.7 a -0.89</b>	Correlación negativa alta
<b>-0.4 a -0.69</b>	Correlación negativa moderada
<b>-0.2 a -0.39</b>	Correlación negativa baja
<b>-0.01 a -0.19</b>	Correlación negativa muy baja
<b>0</b>	Correlación nula
<b>0.01 a 0.19</b>	Correlación positiva muy baja
<b>0.2 a 0.39</b>	Correlación positiva baja

<b>0.4 a 0.69</b>	Correlación positiva moderada
<b>0.7 a 0.89</b>	Correlación positiva alta
<b>0.9 a 0.99</b>	Correlación positiva muy alta
<b>1</b>	Correlación positiva grande y perfecta

## 2.4. Procedimiento

### 2.4.1. Obtención de las imágenes satelitales.

Para el análisis entre la expansión urbana y la pérdida de cobertura vegetal se utilizaron imágenes satelitales, dichas imágenes fueron descargadas de la base de datos del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos). Se tuvo en consideración que las imágenes satelitales no presenten un alto grado de nubosidad y se encuentren en el mismo periodo de meses para cada año (julio, agosto y septiembre) es por ello que se hizo uso de los satelitales Landsat 7 el cual brinda información hasta el año 2013 y Landsat 8 que brinda información desde el año 2013 hasta la actualidad.

### 2.4.2. Procesamiento de las imágenes satelitales.

Re-proyectamos las imágenes satelitales mediante la herramienta Project Raster debido a que se encontraban en el sistema de coordenadas WGS-84 UTM-Zona 18-N mientras que nuestro ámbito de estudio se encuentra en las coordenadas WGS-84 UTM-Zona 18-S. Paralelamente, procedimos a realizar las correcciones atmosféricas a nuestras imágenes satelitales, esto con el fin de eliminar las distorsiones que son ocasionadas por la nubosidad, para ello utilizamos la herramienta Reflectance with atmospheric correction.

### 2.4.3. Delimitación del área de estudio

Para delimitar el ámbito de análisis se utilizó cada shape files de los límites distritales, provinciales y departamentales, que fueron extraídos de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se cargó los shape files al software ArcGis 10.5, seleccionamos la opción Query que nos ayuda a seleccionar nuestro ámbito de estudio, seguidamente haremos uso de la opción Edit para seleccionar toda el área de la ciudad de Huaraz con sus respectivas zonas adyacentes.

#### 2.4.4. Cálculo del NDVI

Una vez que las imágenes satelitales fueron re proyectadas y teniendo nuestro ámbito de estudio delimitado, se procedió a calcular el índice de vegetación por diferencia normalizado. De acuerdo con Cervigón (2015), es el más conocido y usado debido a que se basa en la actividad fotosintética y la estructura foliar.

Para calcular el NDVI se hizo uso de la ecuación 1, donde utilizamos las bandas cercanas al infrarrojo (5) y las bandas rojas (4). Este procedimiento se realizó mediante la opción Raster Calculator que se encuentra en el software de información geográfica ArcGis 10.5.

**Ecuación 3:** Cálculo del NDVI

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Banda infrarrojo cercano} - \text{Banda rojo}}{\text{Banda infrarrojo cercano} + \text{Banda rojo}} \quad (3)$$

#### 2.4.5. Cálculo de la tasa de cambio anual de la cobertura vegetal

Una vez obtenida la información de cobertura vegetal del periodo en estudio, se consideró la guía de procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de análisis de los cambios de cobertura y uso de la tierra MINAM (2016), del cual obtuvimos la fórmula para realizar el cálculo de la tasa de cambio anual de la cobertura vegetal para un periodo de 12 años.

**Ecuación 4:** Tasa de cambio anual de la cobertura vegetal

$$\text{TC} = \left( 1 - \frac{\text{Ti} - \text{Tf}}{\text{Ti}} \right)^{\frac{1}{\text{T}}} - 1 \quad (4)$$

**TC:** tasa de cambio

**Ti:** superficie inicial

**Tf:** superficie final

**T:** periodo analizado

#### 2.4.6. Cálculo de la superficie urbanizada

Para determinar la expansión urbana durante los años en estudio aplicamos la técnica de clasificación supervisada mediante puntos de control, esta técnica hace uso de los

pixeles de las imágenes satelitales previamente re proyectadas y delimitadas, para la investigación se tomó un punto de control, siendo toda el área urbana de la ciudad de Huaraz. Se determinó el tamaño de los píxeles de dicha área y mediante la opción Maxium Likelihood Classification, buscamos aquellos píxeles con el mismo valor que nuestro punto de control, así logramos determinar la expansión urbana durante nuestros periodos en estudio.

#### 2.4.7. Análisis de datos

Se dieron a conocer las variables a correlacionar (Tabla 5); posteriormente, se utilizó el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), con el cual se realizaron las pruebas de correlación de Pearson (Restrepo y Gonzales, 2007).

Los valores de correlación van de **-1 a +1**, donde los valores cercanos a -1 indican que existe una correlación negativa perfecta, los valores cercanos a 0 indican que no existe una correlación y los valores cercanos a +1 indican una correlación positiva perfecta (Martínez, Rufino y Sivorichi, 2018).

**Tabla 4:** Variables a correlacionar dentro del límite de estudio

<b>Variab</b> les	Pérdida de cobertura vegetal	Expansión urbana
Pérdida de cobertura vegetal		<b>X</b>
Expansión urbana	<b>X</b>	

#### 2.4.8. Consideraciones éticas

La presente investigación basada en el análisis de la pérdida de cobertura vegetal como efecto del crecimiento urbano, tuvo en consideración la ética medioambiental debido a que está orientada a la protección del medio ambiente, respeta los derechos de autoría durante el proceso, ya que se hizo uso del servicio Geológico de EE. UU (USGS), del cual se obtuvieron imágenes satelitales y el Instituto Geográfico Nacional (IGN), para la obtención de la cartografía base. Por ello, se respetó los derechos de las instituciones y se aplicó la misma ética para todos los datos considerados como artículos científicos, libros y tesis.

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

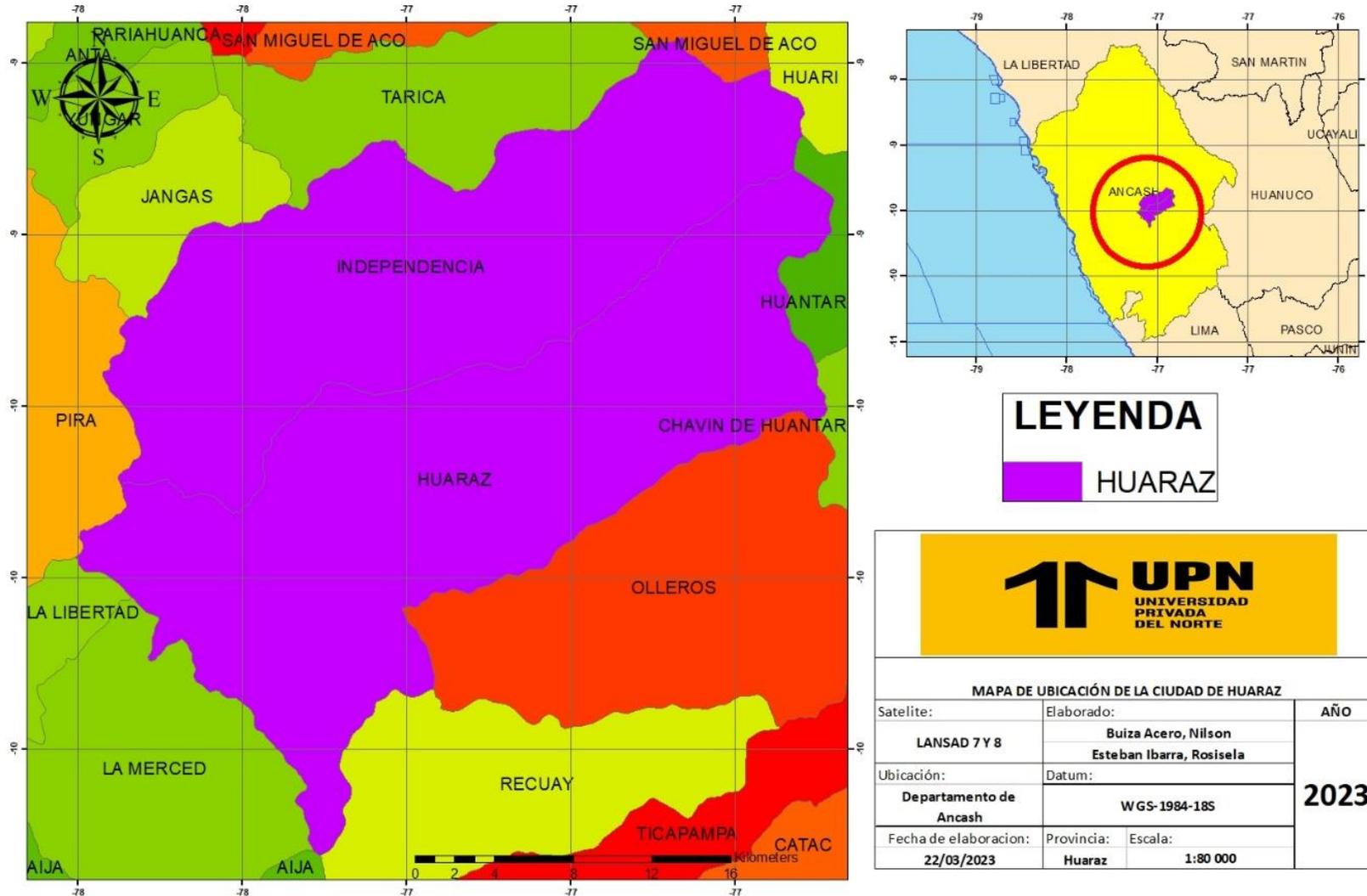
Durante el desarrollo de este capítulo se abordó los cambios de variables, como el crecimiento urbano y pérdida de la cobertura vegetal. Todo resultado obtenido del procesamiento cartográfico se evidenció mediante una gráfica de cambio anual y una tabla de las variaciones y mapas; las cuales nos permitió analizar los resultados obtenidos.

### **3.1. Características geográficas, climáticas y ecológicas de la ciudad de Huaraz**

La ciudad de Huaraz está ubicada en el departamento de Ancash, provincia de Huaraz y distrito del mismo nombre, posee un área aproximada de 9 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altitud media de 3050 m.s.n.m. Como afirma el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI (2020), el clima en la ciudad de Huaraz está severamente influenciado por las cordilleras blanca y negra.

Según las clasificaciones climáticas de Thornthwaite, la ciudad de Huaraz presenta un clima templado de montaña tropical, las temperaturas máximas se registran durante los meses de agosto, septiembre y octubre, mientras que las mínimas llegan en los meses de enero, febrero, marzo y abril. Por otro lado, la ciudad de Huaraz cuenta con un gran potencial de tierras y bosques con plantaciones forestales, entre los cuales destacan el eucalipto, pino, molle, sauce, quenuel e ichu (INDECI, 2003).

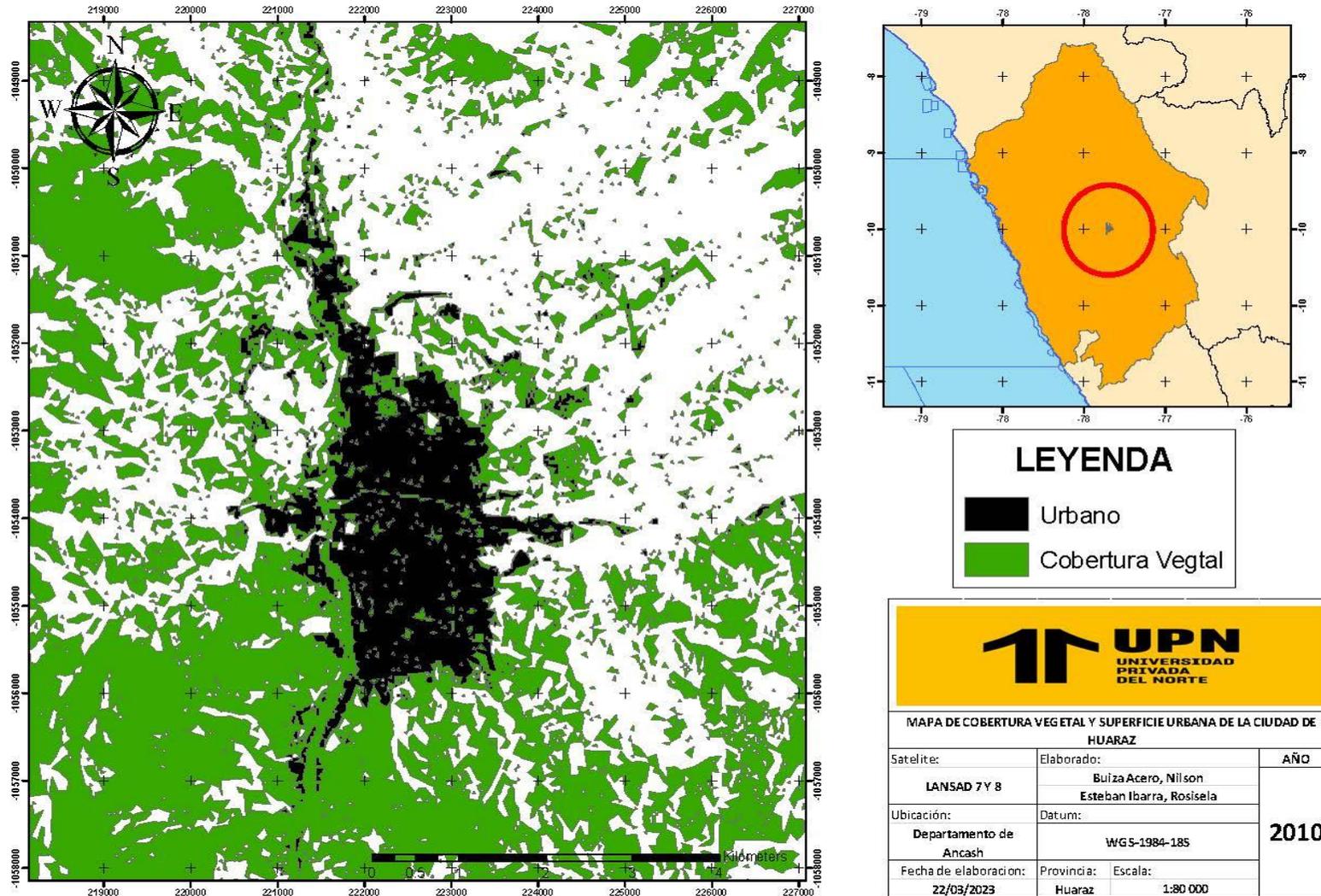
**Ilustración 1:** Ubicación geográfica de la ciudad de Huaraz-Ancash.



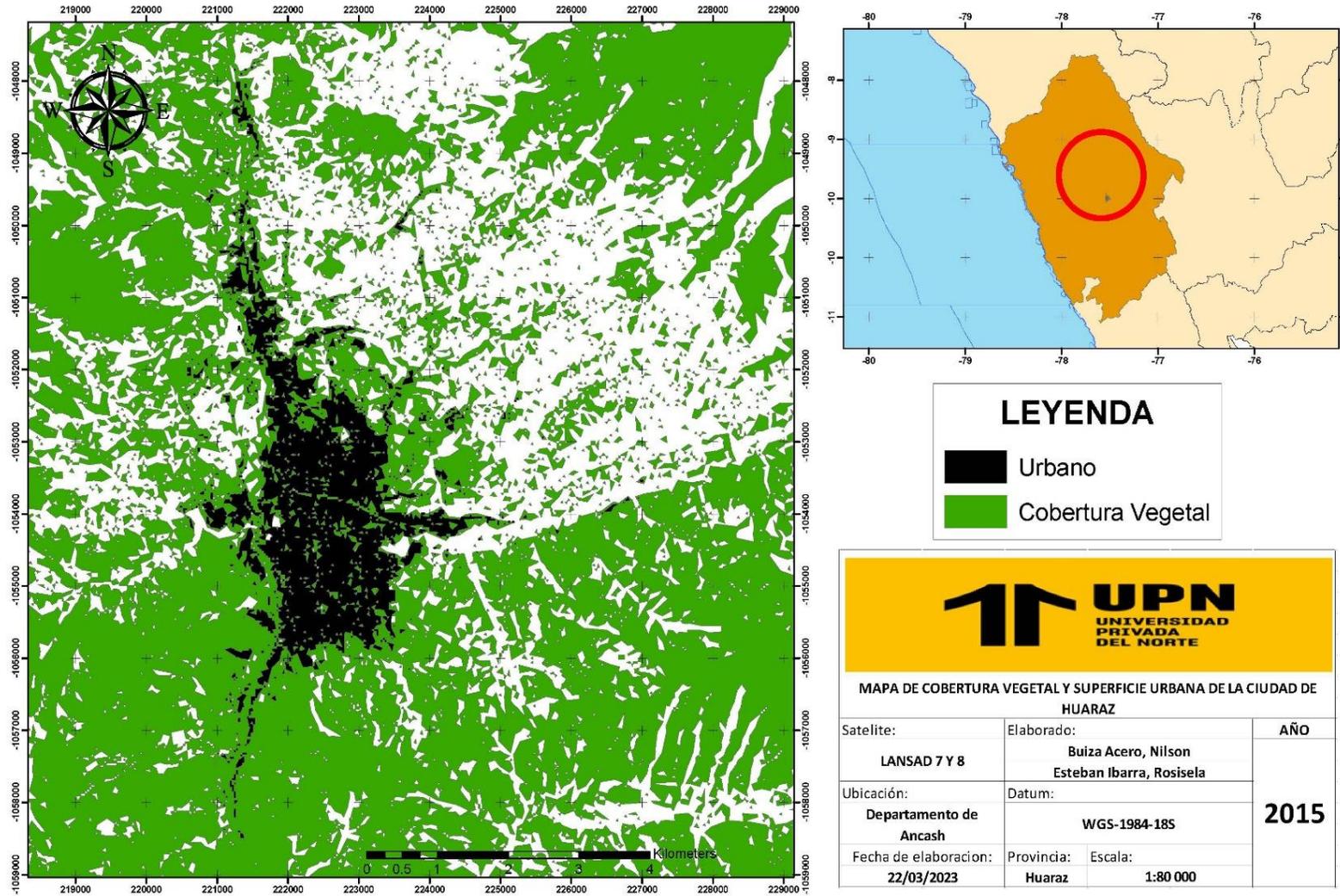
### **3.2. Análisis temporal de las variables expansión urbana y cobertura vegetal**

En la siguiente ilustración se pudo apreciar que durante el inicio de nuestro periodo de análisis 2010, la cobertura vegetal era más extensa, mientras que el desarrollo urbano ya presentaba rasgos de expansión hacia las zonas adyacentes. Durante el paso de los años se llegó a evidenciar el crecimiento de la expansión urbana de una manera más notoria, mientras que la cobertura vegetal presentó signos de disminución y aumento, tal es el caso de los años 2015 y 2022 donde se observó mayores rasgos de la expansión urbana. Para el año 2022 teniendo como límite el análisis de estudio, se pudo observar que la expansión urbana tuvo una extensión más notoria en relación al año 2010.

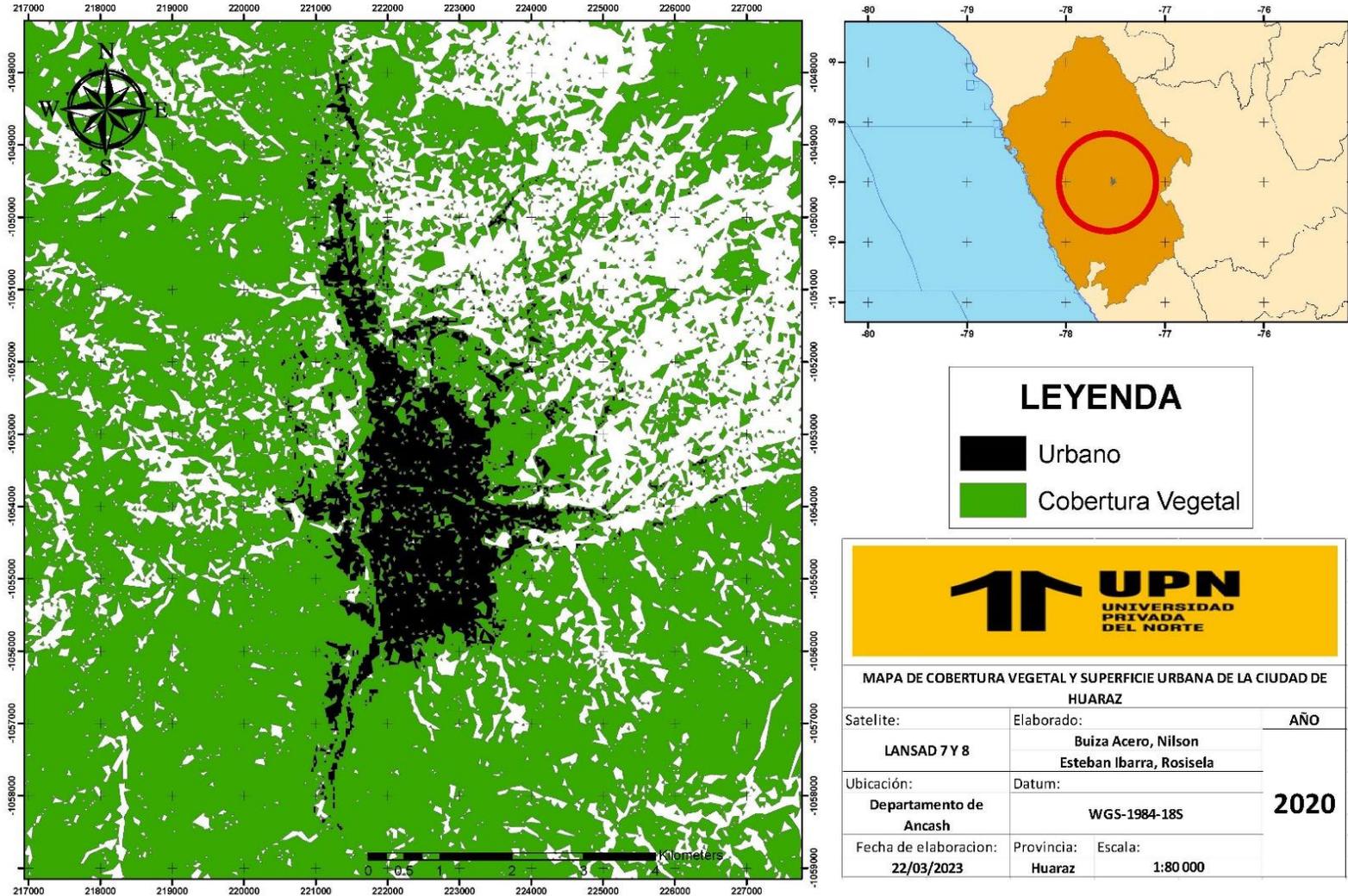
**Ilustración 2:** Extensión de la cobertura urbana y vegetal de la ciudad de Huaraz durante el año 2010.



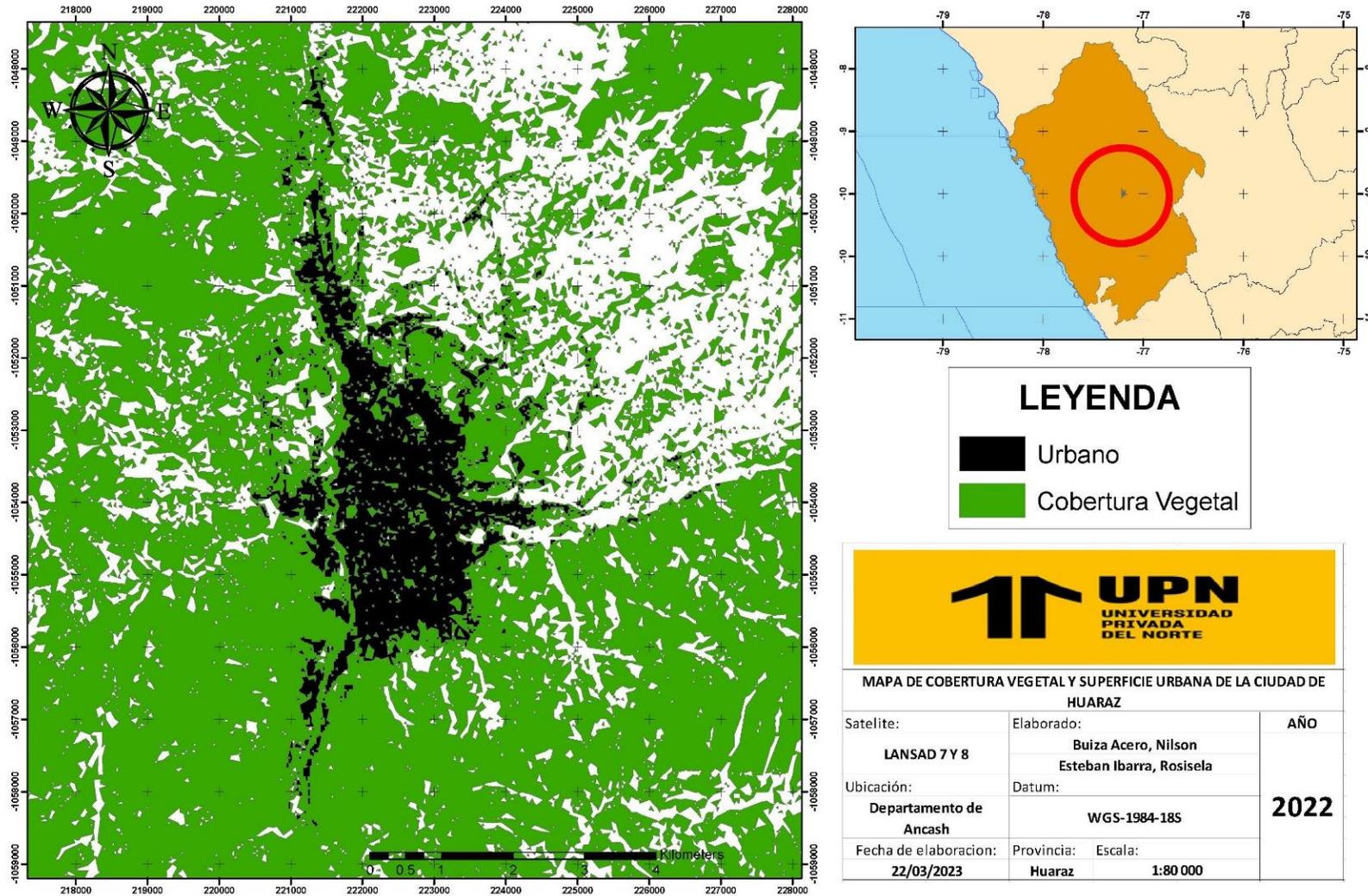
**Ilustración 3:** Extensión de la cobertura urbana y vegetal de la ciudad de Huaraz durante el año 2015.



**Ilustración 4:** Extensión de la cobertura urbana y vegetal del Distrito de Huaraz durante el año 2020.



**Ilustración 5:** Extensión de la cobertura urbana y vegetal del Distrito de Huaraz durante el año 2022.



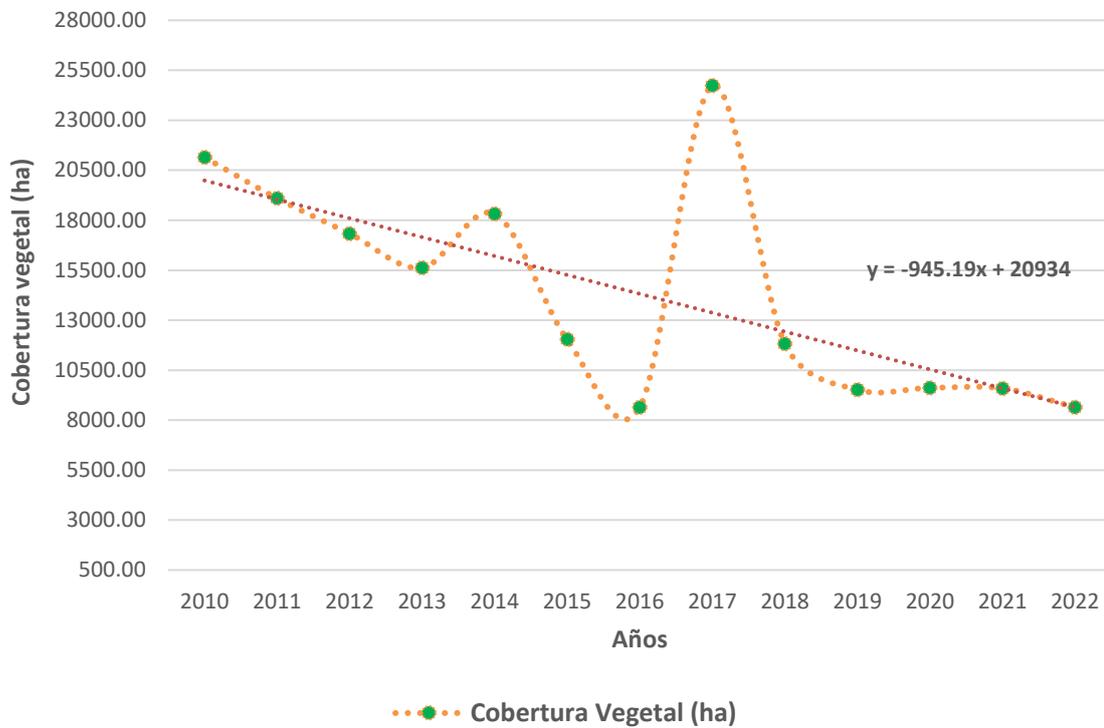
### 3.3. Pérdida de la cobertura vegetal en la ciudad de Huaraz entre 2010 a 2022.

En la siguiente tabla podemos distinguir que la tasa de cambio anual de la cobertura vegetal presentó una variación negativa de (-0.5218) durante el año 2018, este valor negativo indica que durante ese año se perdió gran parte de la cubierta vegetal. Por otro lado, para el año 2020 la variación fue positiva, llegando a un total de (0.010) lo cual indica que hay un incremento en la extensión de dicha variable para finalmente en el año 2022 tener una variación negativa de (-0.072) lo cual como mencionamos anteriormente indica pérdidas vegetales.

**Tabla 5:** Tasa de cambio anual de la cobertura vegetal.

Año	Cobertura Vegetal (ha)	Tasa de cambio anual (ha)
2010	21146.71	0.000
2011	19097.34	-0.097
2012	17334.44	-0.092
2013	15622.61	-0.099
2014	18317.18	0.172
2015	12038.55	-0.343
2016	8644.12	-0.282
2017	24729.94	1.861
2018	11824.60	-0.522
2019	9519.48	-0.195
2020	9612.49	0.010
2021	9591.38	-0.069
2022	8646.19	-0.072

**Ilustración 6:** Pérdida de la cobertura vegetal en relación a los años 2010 a 2022



### 3.4. Expansión urbana en la ciudad de Huaraz entre 2010 a 2022.

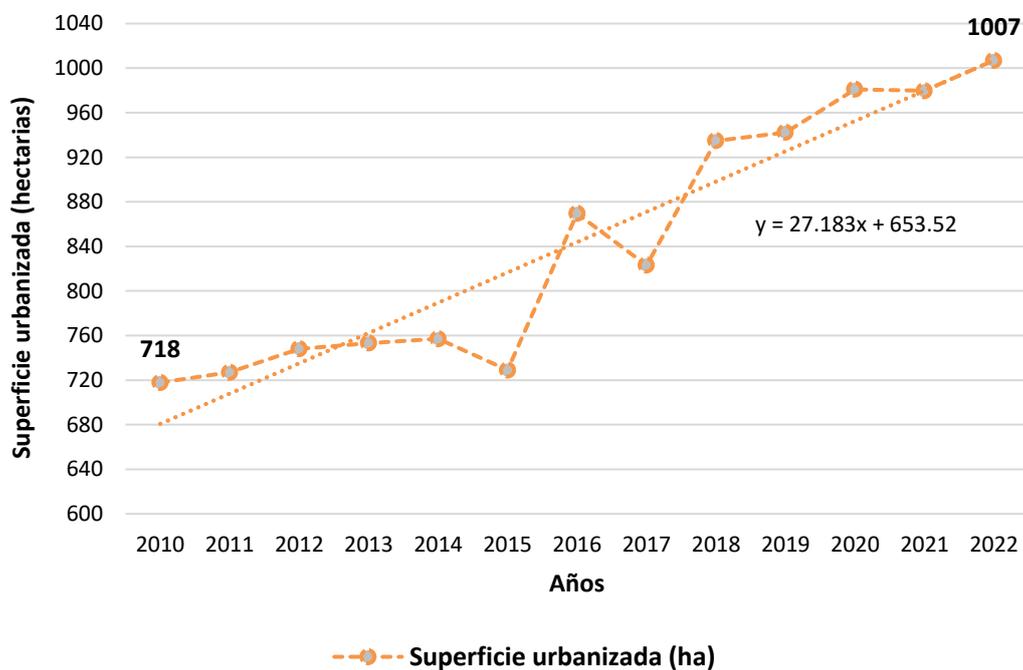
La siguiente tabla muestra que la variable expansión urbana viene extendiéndose a lo largo del territorio. En el año 2010 la superficie urbana constaba de 717.79 hectáreas. Posteriormente, en el año 2015 se expandió hasta alcanzar 728.96 hectáreas y finalizó el año 2022 con una expansión total de 1006.90 hectáreas en su superficie urbana.

**Tabla 6:** Superficie urbana de la ciudad de Huaraz.

Año	Superficie urbanizada (ha)
2010	717.79
2011	726.98
2012	748.03
2013	753.23
2014	757.05
2015	728.96

2016	869.49
2017	823.11
2018	934.86
2019	942.31
2020	981.01
2021	979.72
2022	1006.90

**Ilustración 7:** Expansión urbana entre los años 2010 a 2022



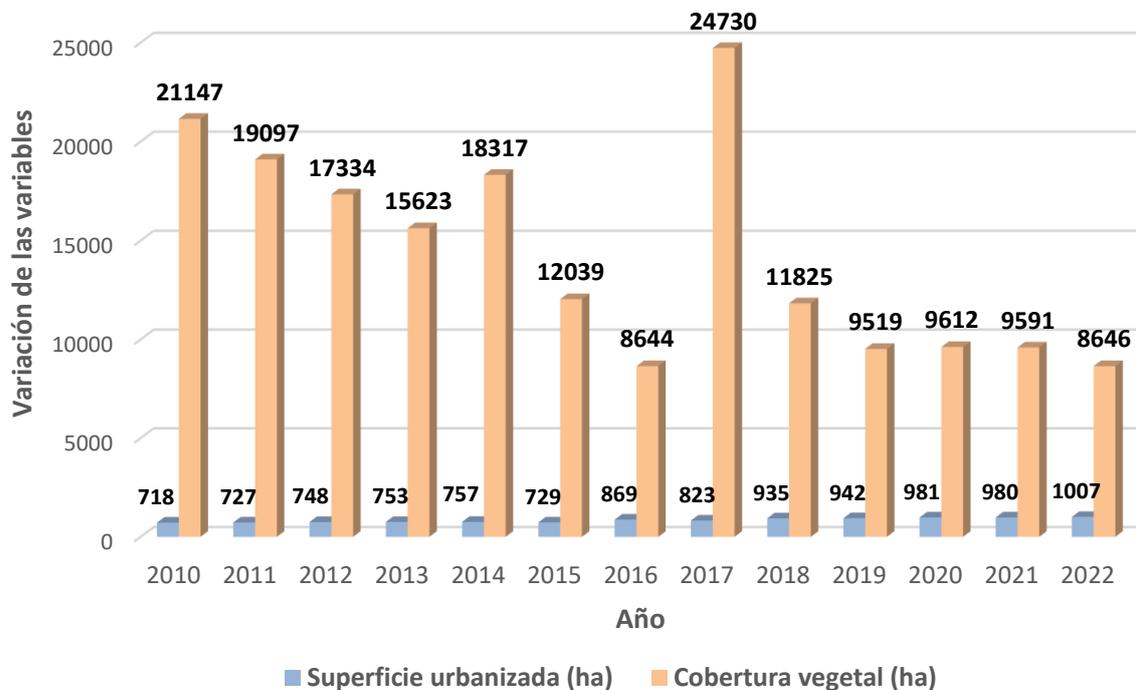
### 3.5. Relación entre la expansión urbana y la cobertura vegetal entre 2010 a 2022.

La siguiente tabla refleja el área con la cual cuenta la superficie urbanizada respecto a la cobertura vegetal, en ella podemos apreciar que durante el transcurso del año 2016 la superficie urbana llegó a ocupar 10.05 % menor de territorio que la cobertura vegetal. Asimismo, durante el año 2017 la extensión de la superficie urbana fue de 3.32 % menor que la cobertura vegetal, dando como resultado que durante esos años la superficie urbana ocupó menor territorio que la cobertura vegetal, finalmente en el año 2022 la expansión urbana gana territorios, ocupando un 11.64% de mayor territorio que la cobertura vegetal, siendo el año con mayor crecimiento urbano.

**Tabla 7:** Índice de superficie urbanizada con respecto a la cobertura vegetal

Año	Superficie urbanizada (ha)	Cobertura vegetal (ha)	Índice de superficie urbanizada/cobertura vegetal
2010	717.79	21146.71	3.39 %
2011	726.98	19097.34	3.73 %
2012	748.03	17334.44	3.93 %
2013	753.23	15622.61	4.82 %
2014	757.05	18317.18	4.13 %
2015	728.96	12038.55	6.05 %
2016	869.49	8644.12	10.05 %
2017	823.11	24729.94	3.32 %
2018	934.86	11824.60	7.90 %
2019	942.31	9519.48	8.93 %
2020	981.01	9612.49	9.07 %
2021	979.72	9591.38	10.21 %
2022	1006.90	8646.19	11.64 %

**Ilustración 8:** Variación anual de las variables superficie urbana y cobertura vegetal



### 3.6. Relación entre el crecimiento poblacional y tasa de crecimiento promedio anual.

Se obtuvo los datos de los cuatro últimos censos realizados por el Instituto de estadística e informática INEI, en los cuales dan a conocer que el departamento de Áncash presentó un crecimiento poblacional en varias de sus ciudades, tal es el caso de la ciudad de Huaraz, ya que, durante el año 2007 la población de dicha ciudad era de 147,463 mientras que en el año 2017 se reflejó que llegó a un total de 163,936 habitantes (15.1%) siendo la segunda provincia con mayor población y una tasa de crecimiento promedio anual de 1,1 (Instituto nacional de estadística e informática - INEI).

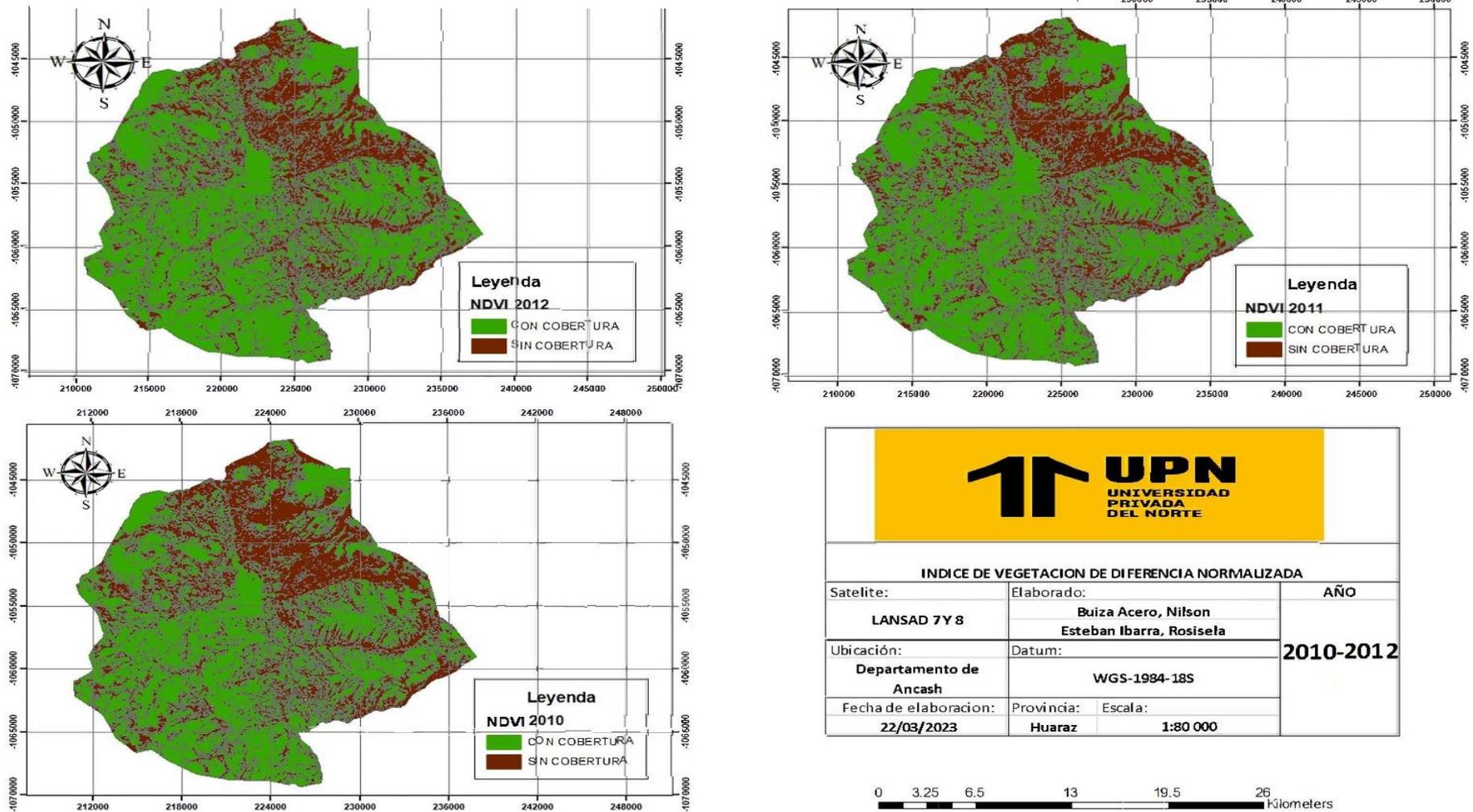
**Tabla 8:** Crecimiento poblacional de la ciudad de Huaraz.

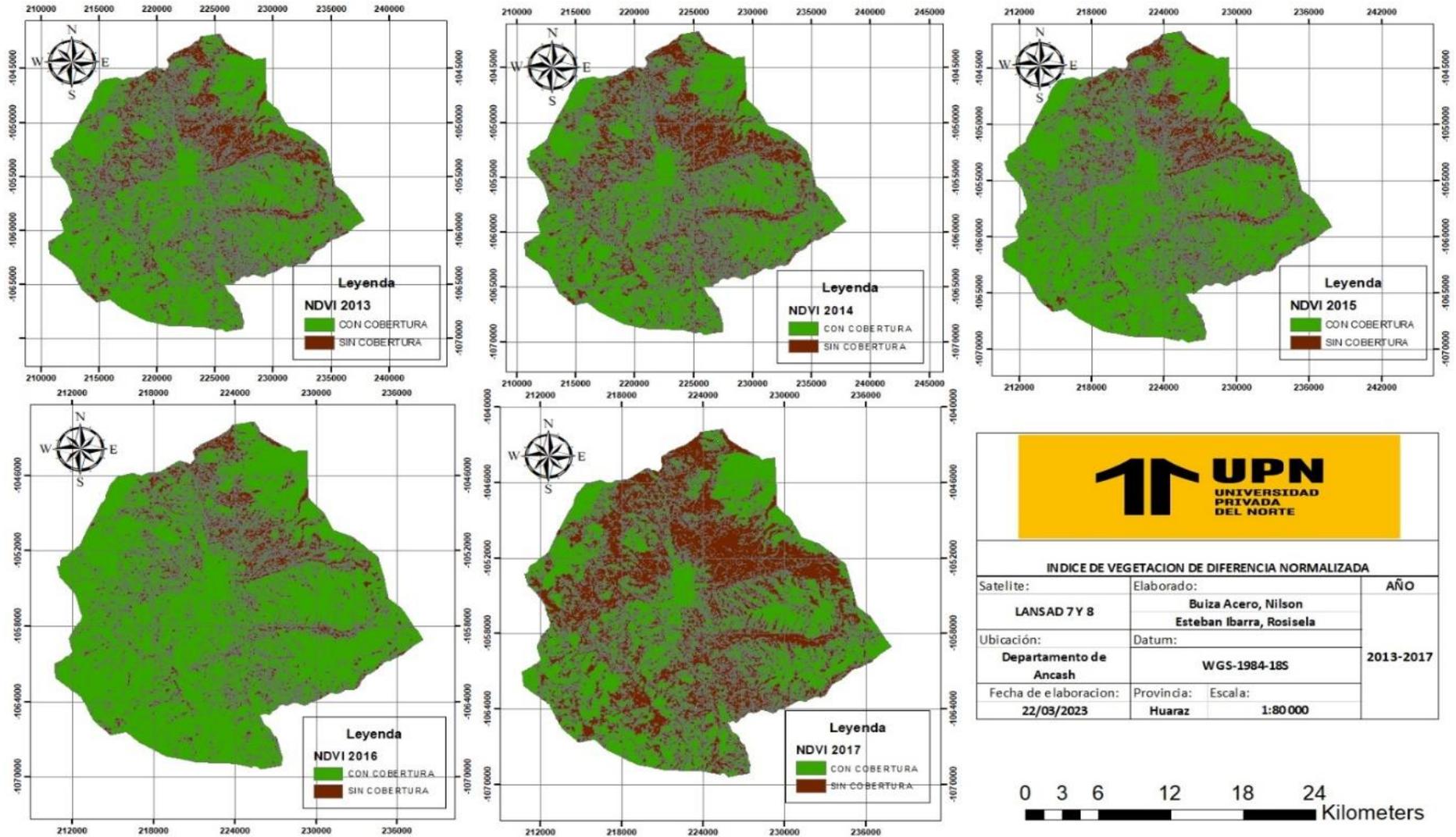
<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento promedio anual</b>
<b>1981</b>	97,167	1.8
<b>1993</b>	121,028	1.4
<b>2007</b>	147,463	0,8
<b>2017</b>	163,936	1,1

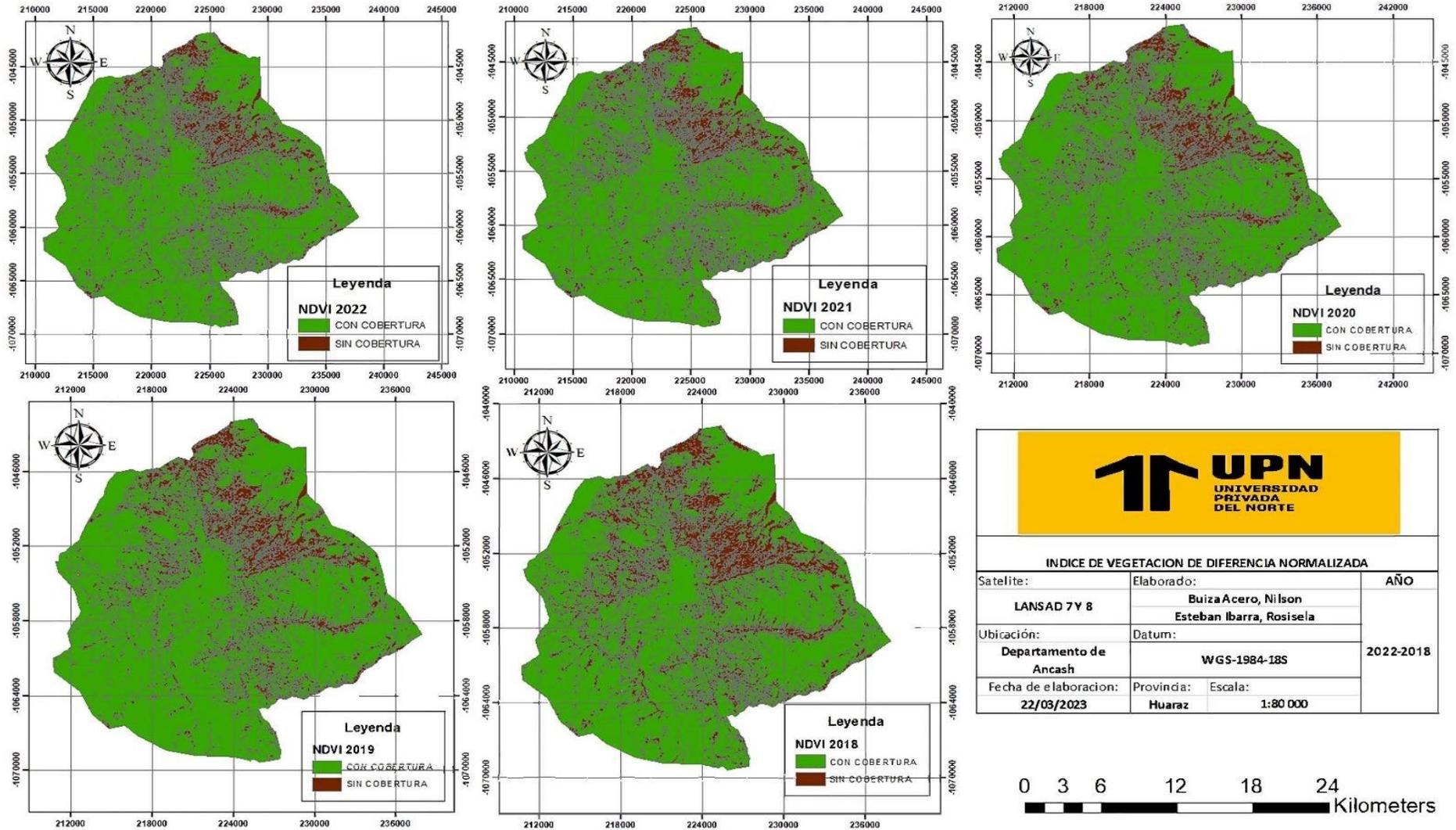
### 3.7. Análisis espacial mediante uso cartográfico

Con respecto a la detección y análisis espacial, se utilizó la cartografía como herramienta visual geográfica. En los siguientes mapas NVDI se observa la evolución del índice de vegetación de diferencia normalizado, los cuales dan a conocer el aumento y descenso de la superficie vegetal a través de los años

**Ilustración 9:** Análisis espacial de cobertura vegetal y expansión urbana desde 2010 al 2022.







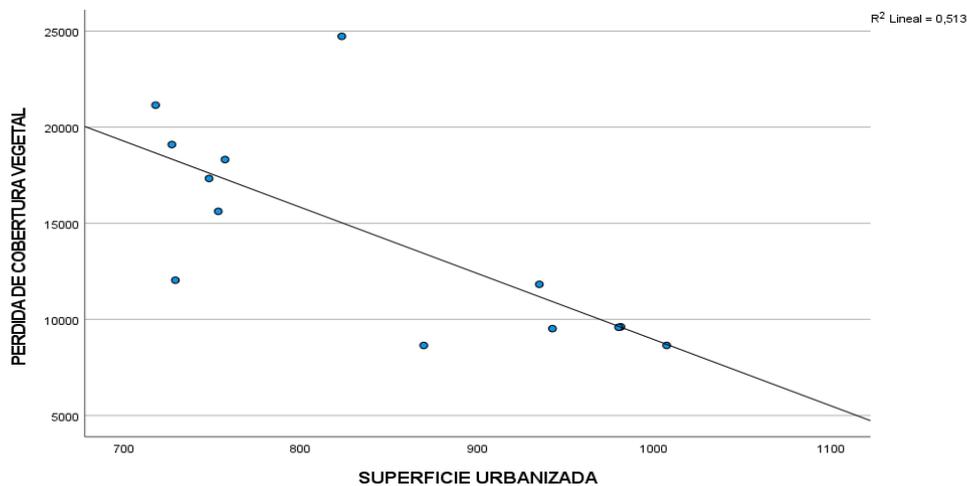
### 3.8. Coeficiente de correlación de Pearson

En base a la correlación, las variables muestran una alta correlación positiva; lo que demuestra, que la expansión urbana contribuye directamente a la reducción de la cubierta vegetal en la ciudad de Huaraz con una proporción del 72%. De manera similar, la significancia bilateral fue inferior a 0.05; es decir, existe una estrecha relación entre las variables.

**Tabla 9:** Correlación Pearson superficie urbanizada y cobertura vegetal

		Superficie urbanizada	Cobertura Vegetal
<b>Superficie urbanizada</b>	Correlación de Pearson	1	0,72
	Significancia (bilateral)	0	0,006
	N (datos)	13	13
<b>Cobertura Vegetal</b>	Correlación de Pearson	0,72	1
	Significancia (bilateral)	0,006	0
	N (datos)	13	13

**Ilustración 10:** Diagrama de dispersión de puntos superficie urbanizada y cobertura vegetal



La correlación anteriormente mencionada entre el área urbanizada y pérdida de cobertura vegetal, se muestra al separar los datos en un plano cartesiano mediante la dispersión de datos, en la cual se observa una relación negativa; es decir, dependencia de tipo directamente proporcional.

### 3.9. Contrastación de hipótesis

La significancia bilateral que se evidencia en la tabla 10 demostró el análisis de la hipótesis en relación a la **superficie urbanizada y la pérdida de cobertura vegetal**. Se analiza el p-valué de las variables, en la cual se aceptó la hipótesis alterna (Ha) y se rechazó la hipótesis nula (Ho), considerando que el p-valué tiene un valor de 0.05 (Arias, 2017).

**Tabla 11:** Análisis P-valué

Valores P valué		Resultado P valué	Hipótesis
P<0.05	Aceptamos la Ha y rechazamos la H0	<b>0,006</b>	Ha: La pérdida de la cobertura vegetal es generada por efecto del crecimiento demográfico en la ciudad de Huaraz entre los años 2010 al 2022.
	Rechazamos la Ha aceptamos la H0		H0: La pérdida de la cobertura vegetal no es generada por efecto del crecimiento demográfico en la ciudad de Huaraz entre los años 2010 al 2022.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

La pérdida de cobertura vegetal en la ciudad de Huaraz, guarda una relación del 72% con la expansión urbana (Tabla 10) estas variables presentan una dependencia del tipo directamente proporcional, lo cual indica que, al haber un mayor crecimiento urbano, habrá mayores áreas cubiertas por vegetación. Se conoce que el crecimiento poblacional es el causante de la expansión de las ciudades y que la superficie vegetal es uno de los indicadores para medir la sustentabilidad de una región (Alonzo & Gonzales, 2010). En los últimos años la provincia de Huaraz ha venido creciendo paulatinamente, tal es el caso del año 1981, en el cual la población urbana comprendía el 53.6% mientras que, durante el año 2017 llegó a un total de 79.3% evidenciándose un crecimiento constante, evidentemente el crecimiento urbano en la ciudad de Huaraz es caótico y carece de una adecuada planificación, lo que conlleva a la pérdida de áreas protegidas y zonas con una extensa cubierta vegetal. (Villanueva, 2021).

Los picos de descenso en la superficie urbana en el distrito de Huaraz fueron durante los años 2015 y 2017 (Ilustración 7), causados por el evento climatológico denominado el niño y a la deforestación de los bosques, ya que, en el año 2016 y 2017 la región Ancash, perdió un total de 8 mil hectáreas de cobertura vegetal tanto por incendios forestales y tala indiscriminada (SERFOR, 2017), el fenómeno del niño afectó a las costas y las zonas andinas de la región, teniendo un total de 155 ha de tierras urbanas perdidas en la provincia de Huaraz (Butrich, 2018), mientras que en la ciudad de Huaraz se perdieron un total de 94.15 ha correspondientes a superficie urbana debido al movimiento de masas, los cuales pudieron haber sido evitados ya que los bosques tienden a regular el agua y evitar la erosión del suelo (REDFOR, 2020) por otro lado, la deficiencia y el deterioro de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, genera un alto grado de vulnerabilidad, ya que, el 50% de las edificaciones se realiza con materiales altamente vulnerables (adobe) los cuales no son adecuados debido a las condiciones atmosféricas, lo cual conlleva al derrumbe o caída de las viviendas en un corto periodo de tiempo (Villanueva, 2021).

En el transcurso de los años 2010-2022 la ciudad de Huaraz, presentó un descenso de 8.25% de cubierta vegetal, lo cual corresponde a 12,500.52 hectáreas perdidas (Tabla 6). Este descenso podría deberse a diversos factores tanto naturales y antrópicos, como la variabilidad climática y expansión urbana (Gómez, 2019). Durante los años 2001-2019 uno de los principales causantes de los cambios en la cobertura vegetal fue la expansión urbana, debido a las actividades industriales y desarrollo de obras civiles 22.7 % (Bejarano & Bernal, 2018). Así mismo, la ciudad de Huaraz cuenta con una gran diversidad florística y diversos usos de suelo en la cual podemos encontrar suelos agrícolas, suelo de uso urbano y minero, sin embargo, en los últimos años, los alrededores de la ciudad de Huaraz presentan contaminación tanto por residuos sólidos orgánicos, inorgánicos y lixiviados que son vertidos desde las minerías lo cual origina la pérdida y cambio en los usos del suelo. (Villafani, 2017).

Durante los años en estudio la superficie urbana se incrementó en un total de 289.11 ha lo cual corresponde a un total de 8.25% de aumento en su superficie; por lo que se estima que, en el año 2025, el 75% de la población se asentara en las ciudades, esto debido a la presión inmobiliaria (Rivadeneira, 2014). La ciudad de Huaraz ocupa un área de 1044.5 ha, de las cuales el 57% es de uso residencial y el 6% se destina al uso comercial (Rivas, 2018). Existen factores directos e indirectos que influyen en la expansión urbana, tal es el caso de la minería informal, la cual genera la reducción de la superficie vegetal pero el crecimiento de la superficie urbana, así mismo, el sobrepastoreo que compacta el suelo y evita la recuperación de la superficie vegetal, teniendo como resultado el cambio del uso de suelos (Villafani, 2017).

El estudio demostró que el crecimiento poblacional generados desde el 2010 al 2022 interviene de manera directa en la disminución de la cobertura vegetal con una relación del 72 % en el distrito de Huaraz (Tabla 10). Según (ONU, 2022), desde el siglo XX, el mundo ha presenciado un crecimiento demográfico exponencial. La población mundial se triplicó entre 1950 y 2020. La tasa de crecimiento poblacional alcanzó su punto máximo entre 1965 y 1970, cuando el número de seres humanos aumentaba en promedio un 2,1% anualmente. Durante el 2000 a 2020, la población mundial presentó una tasa de crecimiento media anual de 1,2%; no obstante, 48 países o áreas duplicaron dicho crecimiento. La (FAO, 2016), menciona entre los años 1990-2015 se perdieron un total de 129 millones de hectáreas

correspondientes a superficie vegetal. Del mismo modo, los países de América Latina han perdido el 50% de su cobertura vegetal y se estima que para el año 2030 la pérdida en esas regiones supere el 80% a nivel mundial.

La magnitud de la relación entre el crecimiento poblacional y la pérdida de cobertura vegetal, presentaron una relación negativa; es decir, se tiene una dependencia de tipo directamente proporcional; existiendo una relación estrechamente entre las variables. Por ello, uno de los factores que más influencia tiene sobre la pérdida de cobertura vegetal es la expansión urbana que como sabemos es el crecimiento espacial y geográfico de una ciudad que se genera de manera controlada e incontrolada. Así como la expansión urbana en muchos de los casos tiene aspectos positivos como tratar de mejorar la calidad de vida de la población, también tiene aspectos negativos tales como, generar el deterioro del medio ambiente y la fragmentación de los ecosistemas; muchas veces la expansión urbana se da de forma desordenada, lo cual genera que se pierdan superficies con una gran cobertura vegetal (Alonzo y González, 2010).

Las implicancias del presente trabajo fueron de forma académicas, donde la revisión y análisis de información bibliográfica, nos permitió realizar una integración de la literatura en todo el análisis de estudio, abordando la problemática del crecimiento demográfico, pérdida de cobertura vegetal y la generación de huella de carbono. Por otro lado, es de forma práctica, ya que la investigación desarrollada brindará información tanto a estudiantes, profesionales, entidades públicas y privadas con respecto a las variables de estudio, que podrá ser tomada como referencia para el desarrollo de otras investigaciones y/o ampliación de estudio.

Las limitaciones encontradas en el estudio están relacionadas a la obtención de información en base a los datos numéricos correspondiente a las emisiones de GEI (huella de carbono) generadas en la ciudad de Huaraz; esto debido a que no existen estudios nacionales y/o locales recientes acerca de las variables.

## 4.2. Conclusiones

La pérdida de cobertura vegetal y el crecimiento urbano presentan una correlación positiva alta, debido a que la tasa de cambio anual de la cobertura vegetal presentó una variación negativa de (-0.5218) durante el año 2018, este valor negativo indica que durante ese año se perdió gran parte de la cubierta vegetal, obteniendo un valor de 934.86 hectáreas de superficie urbanizada. Por otro lado, para el año 2022 se tuvo una variación negativa de (-0.072) lo cual refiere que, a mayores pérdidas vegetales mayor será la superficie urbanizada (1006.90 hectáreas). Podemos concluir que la superficie urbanizada para dicho año presenta el 11.64% de mayor superficie urbanizada. El crecimiento urbano ira presentando una tendencia creciente durante el transcurso de los años y una pérdida de cobertura vegetal, ya que durante el periodo estudiado la superficie se expandió en 289.11 hectáreas.

El crecimiento urbano viene extendiéndose a lo largo del territorio, evidenciando que en el año 2010 la superficie urbana tuvo un valor de 717.79 hectáreas. Posteriormente, en el año 2015 se expandió hasta alcanzar 728.96 hectáreas y finalizó el año 2022 con una expansión total de 1006.90 hectáreas en su superficie urbana.

Los cambios que genera el crecimiento urbano sobre la cobertura vegetal, se ven reflejados en la tabla 8, la cual indica que durante el año 2010 se obtuvo un valor de 21146.71 hectáreas. Para los siguientes años, como es el caso del año 2016 se obtuvo un valor 8644.12 hectáreas de cobertura vegetal, en el cual se evidencio un mayor crecimiento urbano; este crecimiento constante y sostenido, se le atribuye en gran parte al aumento de la población en dicha ciudad; por otro lado, se evidencio que la pérdida de cobertura vegetal presento su descenso máximo en el transcurso del año 2016. Para el año 2022, se obtuvo un valor de 8646.19 hectáreas de cobertura vegetal; lo que refleja que la pérdida de cobertura vegetal presenta una tendencia hacia la baja, es decir que cada año se va perdiendo una mayor extensión compuesta por cobertura vegetal.

El análisis estadístico dio como resultado una correlación positiva de 0.72, lo cual demuestra la influencia que tiene la pérdida de cobertura vegetal como efecto del crecimiento urbano, definiéndose como una del tipo directamente proporcional, es decir que, a mayor expansión urbana en la ciudad de Huaraz, mayor será la pérdida de la cobertura vegetal, la cual presenta una influencia directa del 72% sobre la variable pérdida de cobertura vegetal, es decir que ambas se encuentran estrechamente relacionadas.

## REFERENCIAS

- Aldas, P. (2013). Estudio de variación de la cobertura vegetal y estado actual del Cerro Imbabura aplicando herramientas GIS con fines de declaración de área protegida (tesis de postgrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Alegre, V. (2017). Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Alonzo, L., y Gonzales, M., (2010). Pérdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chetumal, Quintana Roo. *Quivera*, 12(2), 1-19.
- Apedjinou, K. (2019). Impacto del crecimiento urbano en la alteración y degradación del ecosistema de las lomas de Villa María del Triunfo (tesis de maestría). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Arias, M. (2017). Qué significa realmente el valor de p. ScieELO.
- Arias Gómez, J; Villasís Keever, M; Miranda Novales, M. (2016). El protocolo de investigación III (63) 2, 201-206.
- Álvarez, J., y Agreda, G., (2013). Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales). *Revista Luna Azul*, 37: 30-48.
- Butrich, M. (2018) El impacto del niño costero (2016/2017) en los suelos agrícolas de la parte baja del valle del río Huarmey, Ancash (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Calvo, V. (2016). Marco conceptual y metodológico para estimar el estado de salud de bofedales de alta montaña (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Carranza, J., y Tasilla, E., (2020). Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Morales, San Martín, Perú (periodo 1987 – 2017). *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 6(1), 1-11.

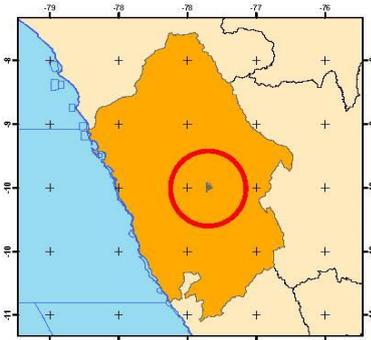
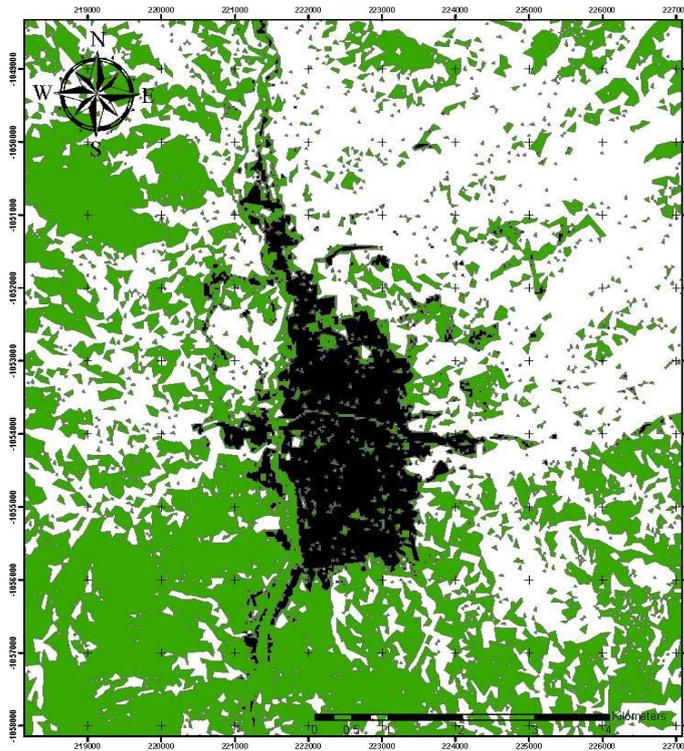
- Cervigón, J. (2015). Estudio de índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión (tesis de maestría). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Díaz, N. (2016). Técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de México, Toluca, México.
- Distrito.pe. (03 de Abril de 2022). Obtenido de Distrito.pe: <https://www.districto.pe/districto-huaraz.html>
- FAO. (25 de Junio de 2016). Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9722en>
- García, J. (2008). El proceso de expansión urbana y su impacto en el uso de suelo y vegetación del municipio de Juárez, Chihuahua (tesis de maestría). El colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México.
- Gomez, L. F. (2018). Cambios de usos de suelo en paso de los libres, corrientes, argentina entre 1990 Y 2016 - Impacto del Proceso de Expansión Urbana. Revista Geográfica Digital.
- Gonzaga, C. (2015). Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales para análisis de coberturas vegetales en la provincia de Loja, Ecuador. Cedamaz, 12. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/43/41>
- Gonzales, M., & Alonzo, L. (2010). Pérdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en chetumal,. Redalyc.org, 19.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2017). Evaluación geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región Ancash. Recuperado de [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/814/1/A6763-Evaluacion\\_geologica\\_Ni%c3%b1o\\_Costero\\_2017\\_region\\_Ancash.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/814/1/A6763-Evaluacion_geologica_Ni%c3%b1o_Costero_2017_region_Ancash.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Gob.pe. Obtenido de Gob.pe: <https://www.gob.pe/institucion/inei/tema/censos>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2003). Plan de prevención ante desastres: usos del suelo y medidas de mitigación ciudad de Huaraz.

- Manchego, G. (2017). Variabilidad espacio-temporal de la vegetación en la cuenca quilchili durante el periodo 2005-2015 (tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Martínez, M., Rufino, A., Rufino, N., y Sivirichi, Y. (2007). Correlación entre felicidad y rotación de personal en una empresa minera (tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Manzano, F. A., & Velazquez, G. A. (2015). La evolución de las ciudades intermedias en la argentina. *Geo uerj*.
- Mejía, J. A. (2022). Huaraz a 52 años del terremoto de 1970: lecciones no aprendidas. *SciELO - Scientific Electronic Library Online*.
- Merlotto, A., Piccolo, C., y Bértola, G. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/ cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53: 159-176.
- Ministerio del Ambiente. (2016) Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del "estudio especializado de análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra. recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-procedimiento-tecnico-metodologico-elaboracion-estudio-0>.
- Miyasiro, M., y Ortiz, M. (2016). Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera 1986-2014 (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Murillo, A. (2017). Análisis de cambios de cobertura y uso actual de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Llacanora, periodo 2001-2016 (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Ocaña, V. (2017). Análisis situacional del bofedal de origen glaciario en la quebrada de Santa Cruz, una mirada desde el INAIGEM Huaraz 2016 (tesis de maestría). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

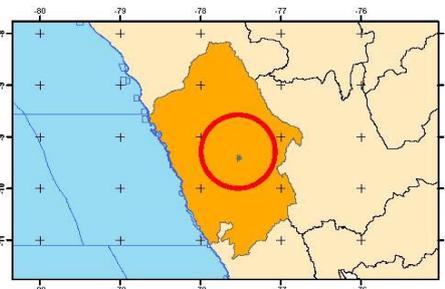
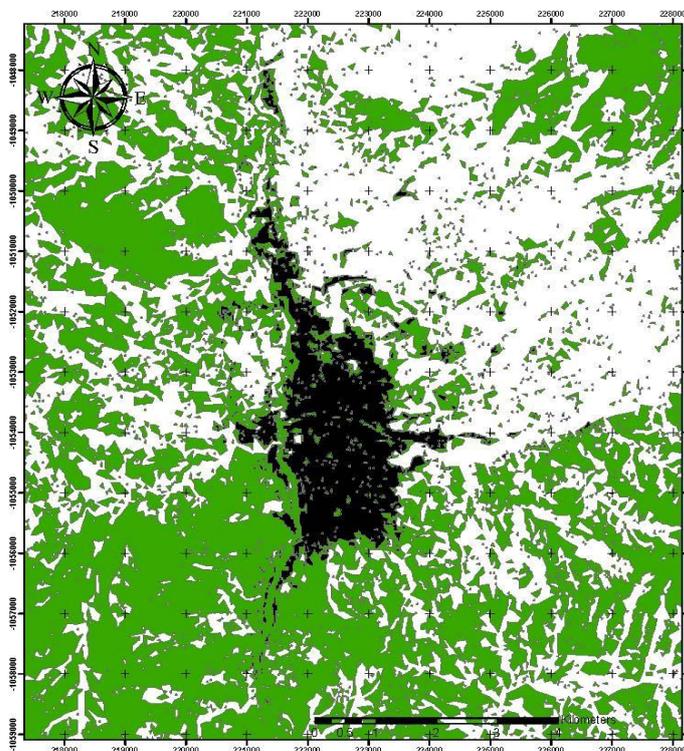
- ONU, O. d. (Noviembre de 2022). Paz, dignidad e igualdad. Obtenido de Paz, dignidad e igualdad: <https://www.un.org/es/globalissues/population#:~:text=Una%20poblaci%C3%B3n%20en%20crecimiento,y%202000%20millones%20desde%201998>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i4808s/i4808s.pdf>
- Palomino, S. (2019). Expansión urbana y su impacto ambiental en el uso del suelo de la ciudad de Abancay – Perú. (tesis doctoral). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Pérez, M. (2011). Aplicaciones de la teledetección y SIG en la caracterización de humedales en la reserva de la biosfera de la mancha húmeda (tesis de maestría). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Restrepo, B., y González, L., (2007). De Pearson a Spearman. Revista colombiana de ciencias pecuarias, 20(2), 183-192.
- Rodríguez, R. (2012). Dinámica de cambios en la cobertura vegetal 1975-2005 (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras.
- Rojas, N., Castillo, E., Maicelo, J., Oliva, S., & Salas, R. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. Boletín de la Asociación española de geografía, <https://doi.org/10.21138/bage.2538a>.
- Salazar, S. (2019). Expansión urbana y su impacto ambiental en el uso del suelo de la ciudad de Abancay – Perú (tesis doctoral). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Sampieri, H. (2014). Metodología de la investigación. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2020). Climas del Perú, mapa de clasificación climática nacional.
- Soares, J., de Moraes, V. H., Alves, O., & Martins, L. (2020). Estudo da dinâmica espaço-temporal do NDVI no Município de Sorriso-MT. Revista Brasileira de Geografia Física, 08.

- Tamayo, G. (2015). Diseños muestrales en la investigación. Medellín, Colombia.
- Torres, D. (2019). Determinación del periodo óptimo para el análisis de deforestación del Valle Pichis- departamento de Pasco (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- UNFPA. (2014). Fondo de Población de las Naciones Unidas. Obtenido de <https://www.unfpa.org/es/urbanizaci%C3%B3n#readmore-expand>
- Vicuña, E., y Naranjo, O., (2008). Detección y georreferenciación de llamadas de emergencia para el Benemérito cuerpo de bomberos de Azogues (tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Villanueva, R. (2021). Influencia del crecimiento urbano de la ciudad de Huaraz en el nivel de riesgo frente a peligros de origen glaciar (tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Yuan, W. J., Wang, W., Cao, R., Zhang, Y., & Shen, W. (2015). Spatio-temporal analysis of vegetation variation in the Yellow River Basin. ScienceDirect, 117-126.
- Rivas, J. (2018). Lineamientos de desarrollo urbano-social para la ciudad de Huaraz al 2025 (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Villafani, I. (2017). Modelamiento geoespacial para la caracterización físico, biótico y socioeconómico de la cuenca alta del río Santa- Ancash (tesis de postgrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Villanueva, R. (2021). Influencia del crecimiento urbano de la ciudad de Huaraz en el nivel de riesgo frente a peligros de origen glaciar (tesis de postgrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

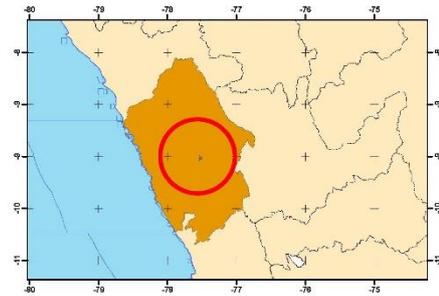
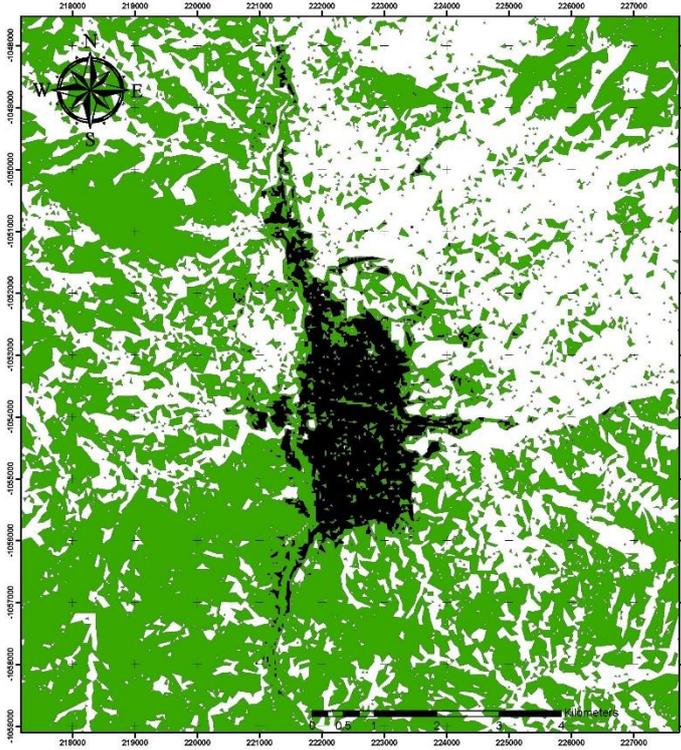
**ANEXOS**



<b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
<b>MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ</b>		
Satélite:	Elaborado:	<b>AÑO</b>  <b>2010</b>
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	
Ubicación:	Datum:	
Departamento de Ancash	WGS-1984-185	
Fecha de elaboración:	Provincia:	Escala:
22/03/2023	Huaraz	1:80 000



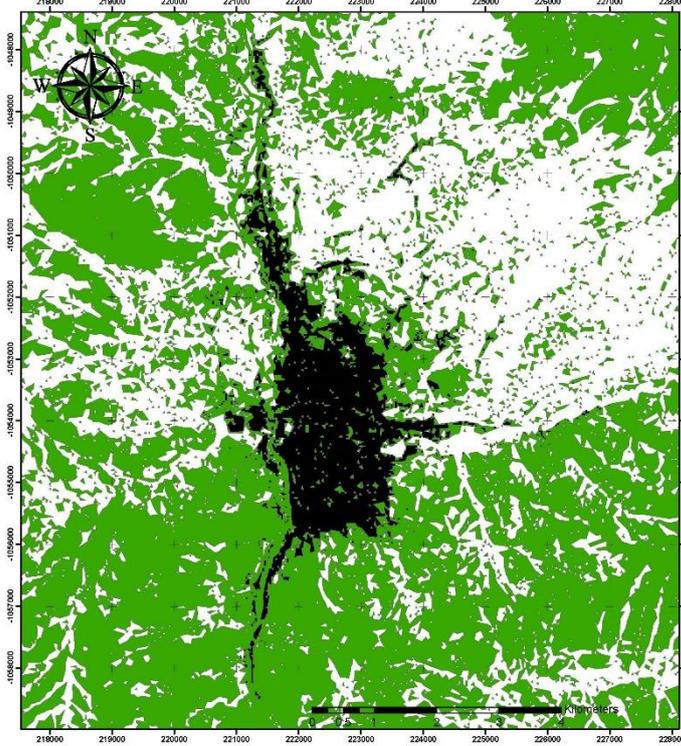
<b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
<b>MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ</b>		
Satélite:	Elaborado:	<b>AÑO</b>  <b>2011</b>
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	
Ubicación:	Datum:	
Departamento de Ancash	WGS-1984-185	
Fecha de elaboración:	Provincia:	Escala:
22/03/2023	Huaraz	1:80 000



**UPN**  
UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

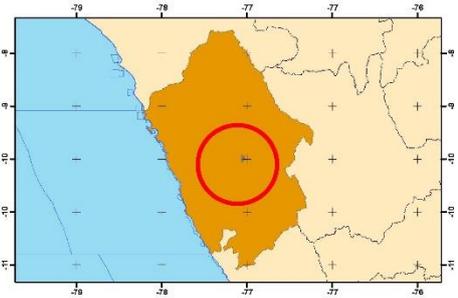
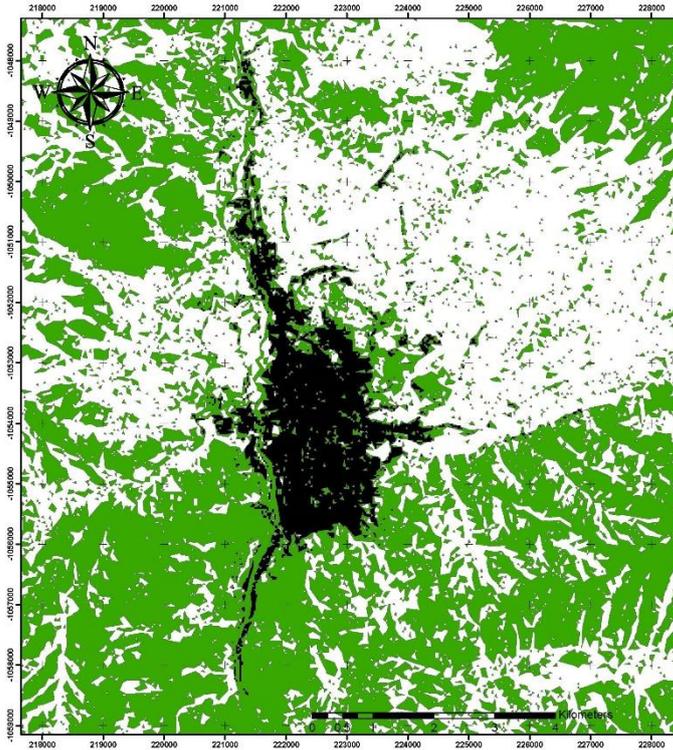
Satélite:	Elaborado:	AÑO
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	<b>2012</b>
Ubicación:	Datum:	
Departamento de Ancash	WGS-1984-18S	
Fecha de elaboración:	Provincia:	Escala:
22/03/2023	Huaraz	1:80 000



**UPN**  
UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

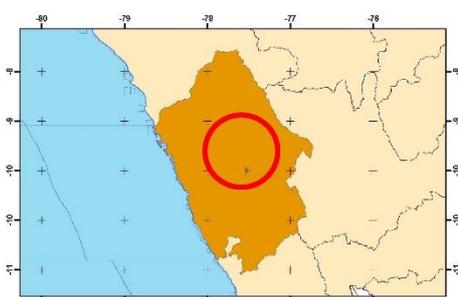
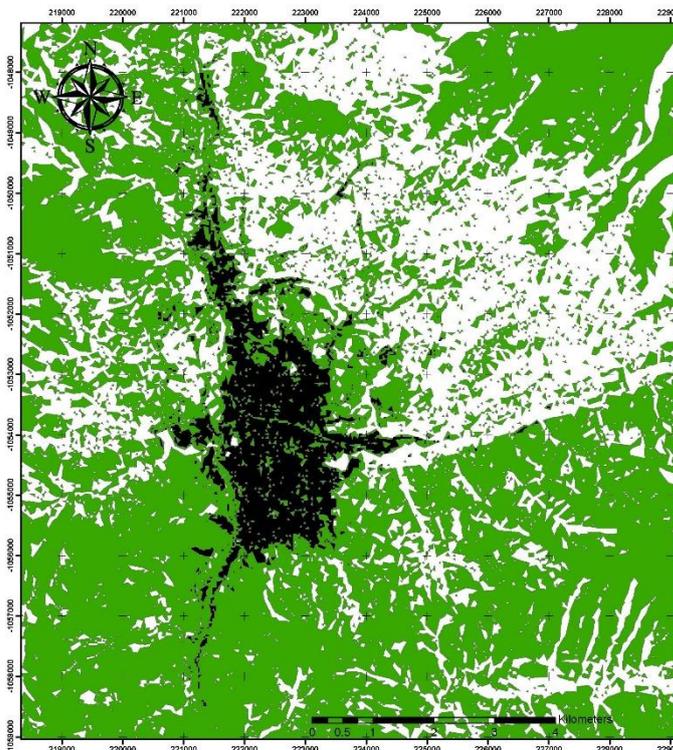
Satélite:	Elaborado:	AÑO
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	<b>2013</b>
Ubicación:	Datum:	
Departamento de Ancash	WGS-1984-18S	
Fecha de elaboración:	Provincia:	Escala:
22/03/2023	Huaraz	1:80 000



**UPN**  
UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

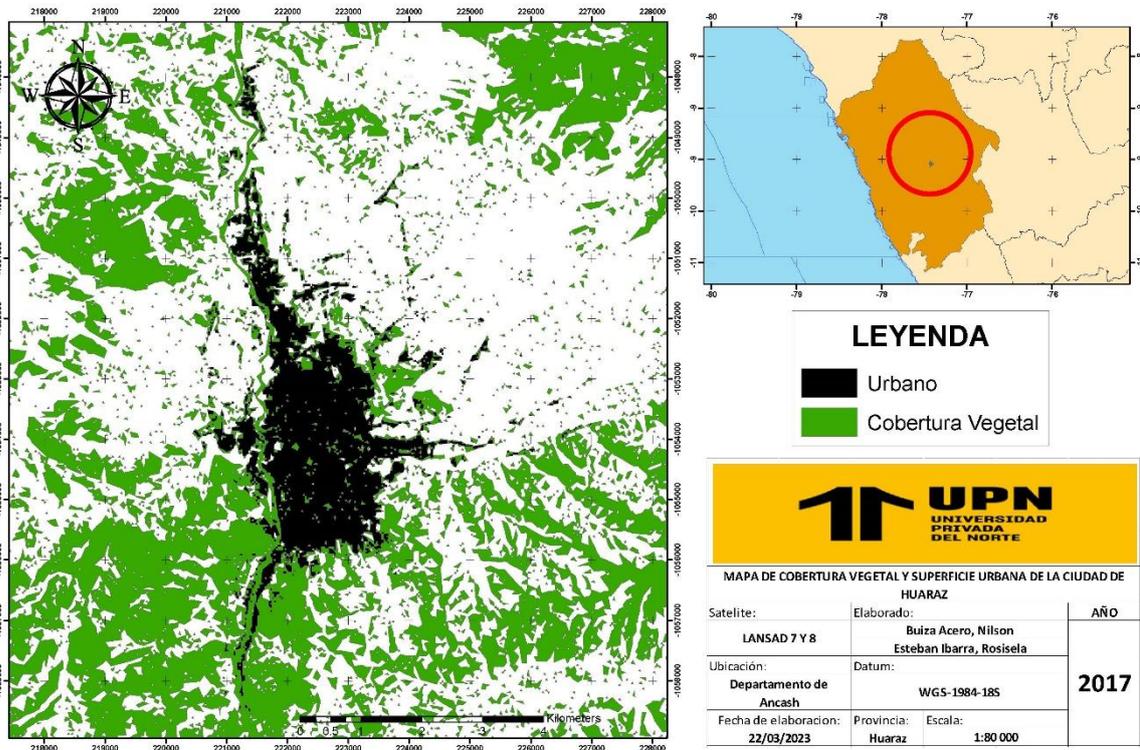
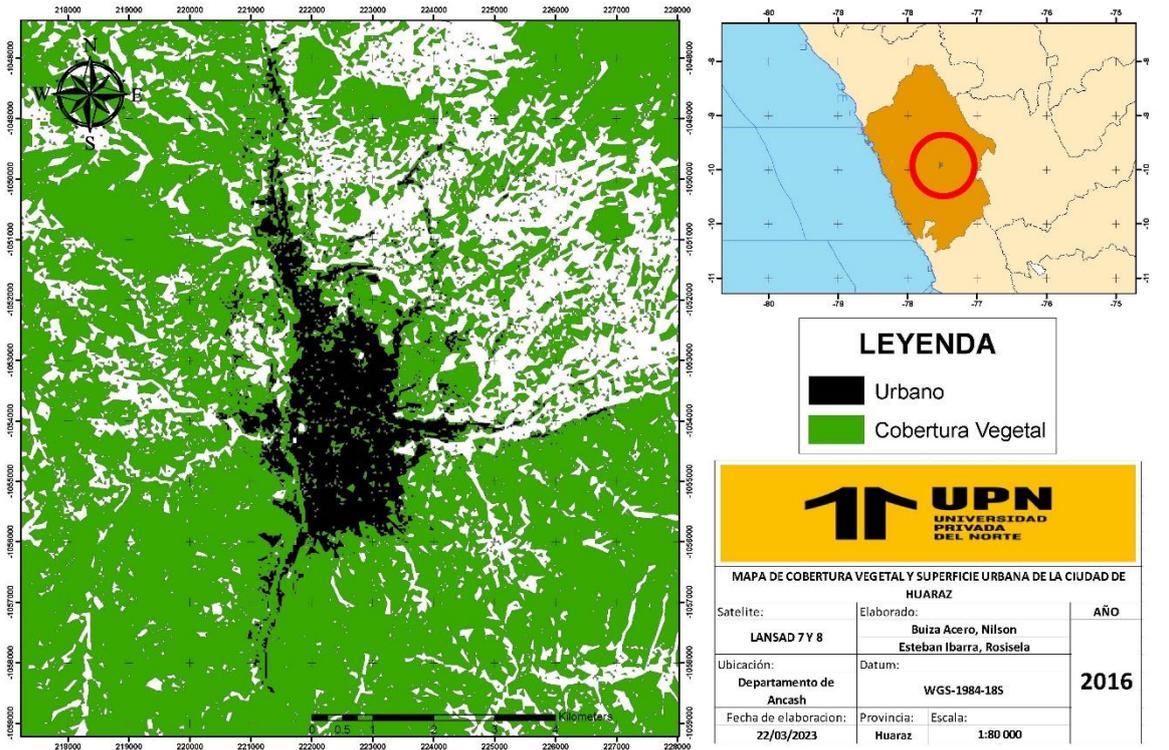
Satelite:	Elaborado:	AÑO
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	
Ubicación:	Datum:	2014
Departamento de Ancash	WGS-1984-185	
Fecha de elaboración:	Provincia: Escala:	
22/03/2023	Huaraz 1:80 000	

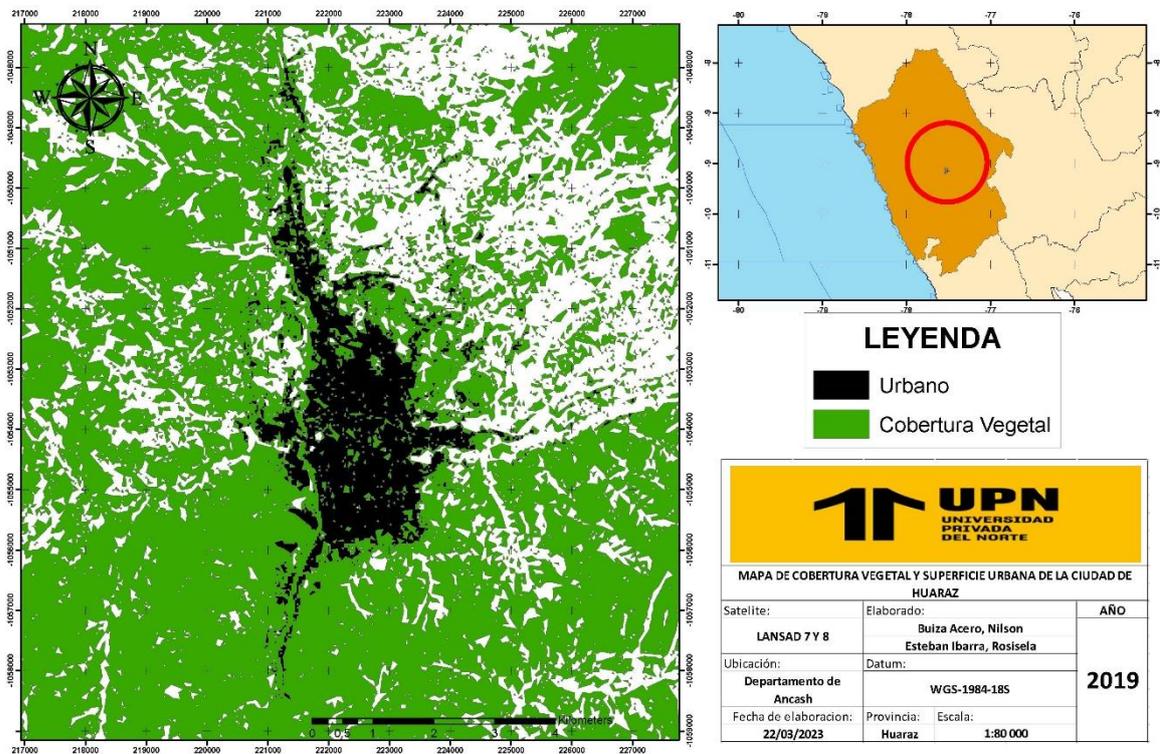
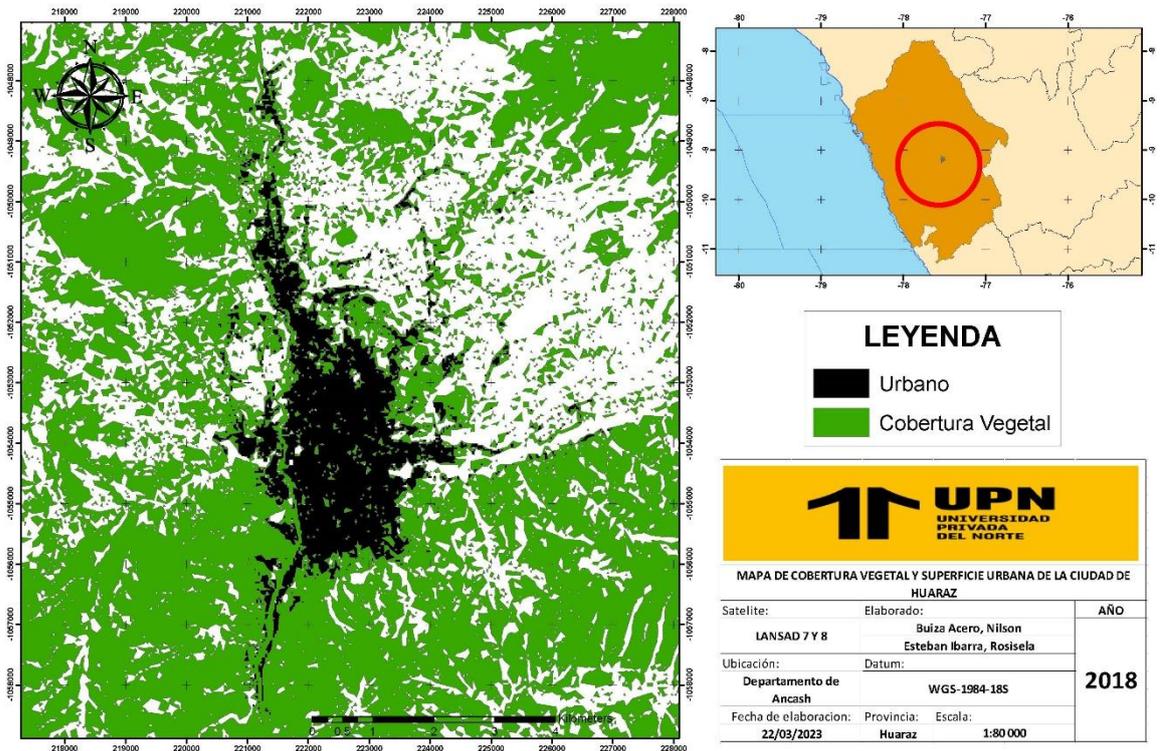


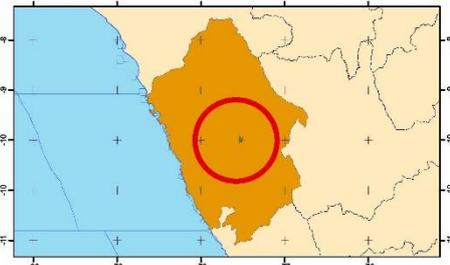
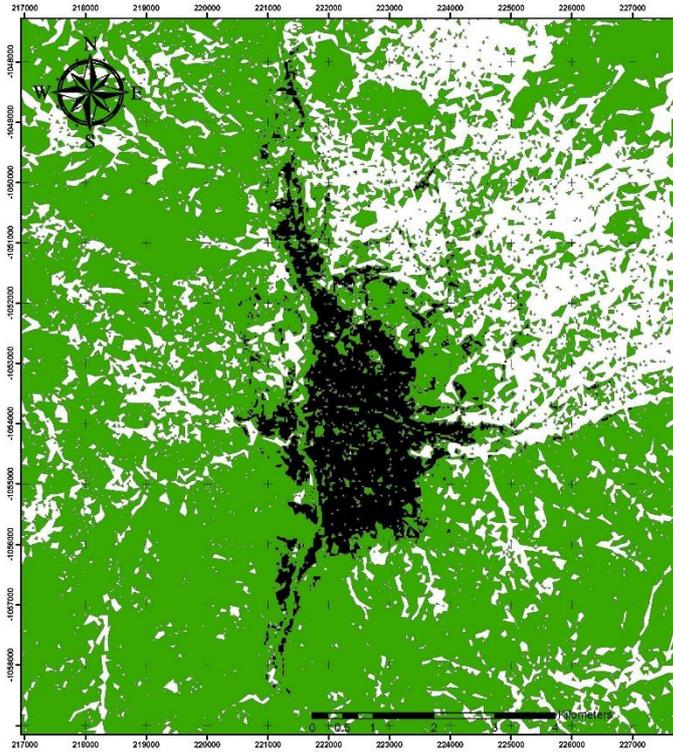
**UPN**  
UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

Satelite:	Elaborado:	AÑO
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	
Ubicación:	Datum:	2015
Departamento de Ancash	WGS-1984-185	
Fecha de elaboración:	Provincia: Escala:	
22/03/2023	Huaraz 1:80 000	







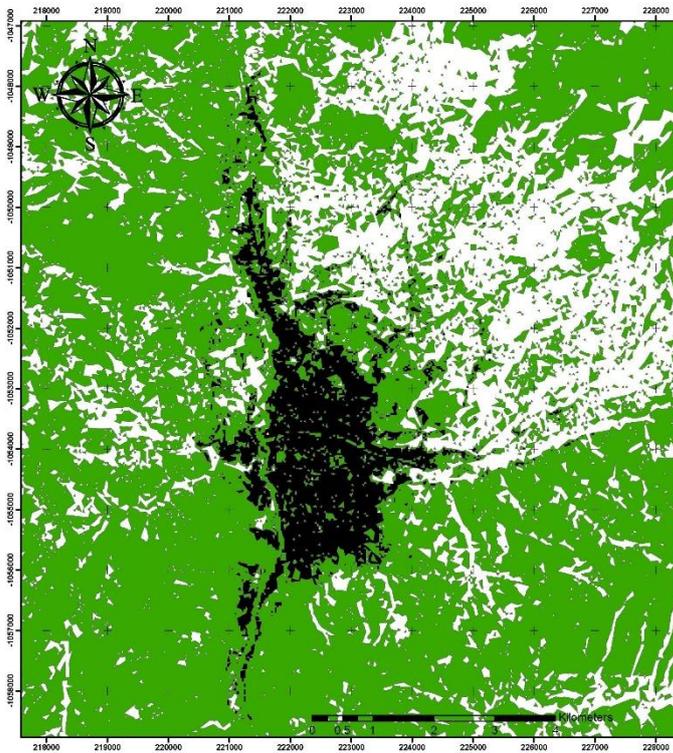
**LEYENDA**

- Urbano
- Cobertura Vegetal



**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

Satélite:	Elaborado:	<b>AÑO</b>
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	<b>2020</b>
Ubicación:	Datum:	
Departamento de Ancash	WGS-1984-18S	
Fecha de elaboración:	Provincia:	Escala:
22/03/2023	Huaraz	1:80 000



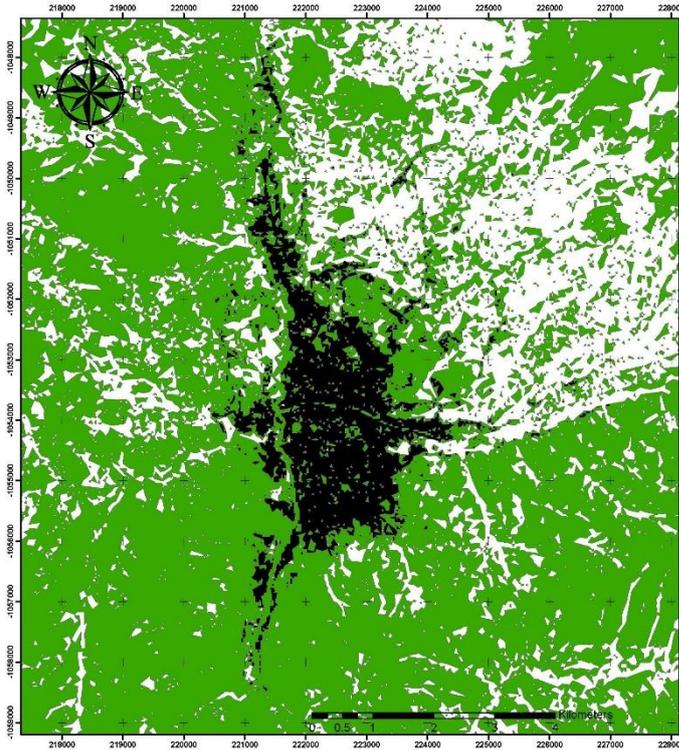
**LEYENDA**

- Urbano
- Cobertura Vegetal



**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

Satélite:	Elaborado:	<b>AÑO</b>
LANSAD 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	<b>2021</b>
Ubicación:	Datum:	
Departamento de Ancash	WGS-1984-18S	
Fecha de elaboración:	Provincia:	Escala:
22/03/2023	Huaraz	1:80 000



**LEYENDA**

- Urbano
- Cobertura Vegetal



**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y SUPERFICIE URBANA DE LA CIUDAD DE HUARAZ**

Elaborado:		AÑO
Satélite: LANSAT 7 Y 8	Buiza Acero, Nilson Esteban Ibarra, Rosisela	<b>2022</b>
Ubicación: Departamento de Ancash	Datum: WGS-1984-18S	
Fecha de elaboración: 22/03/2023	Provincia: Huaraz Escala: 1:80 000	