

# Manual para generación de los mapas de Huella Humana para Perú



UNIVERSITY OF NORTHERN BRITISH COLUMBIA

CONSERVATION SOLUTIONS LAB

JOSE ARAGON-OSEJO, PHD CANDIDATE: [ARAGON@UNBC.CA](mailto:ARAGON@UNBC.CA),

[JOSE.LUIS.ARAGON.EC@GMAIL.COM](mailto:JOSE.LUIS.ARAGON.EC@GMAIL.COM)

OSCAR VENTER, ASSOC. PROF.: [OSCAR.VENTER@UNBC.CA](mailto:OSCAR.VENTER@UNBC.CA)

2022 05 19-27

## TABLA DE CONTENIDOS

Introducción .....	3
Instalación.....	4
Anaconda .....	4
Instalación de un ambiente .....	4
Base de datos y scripts .....	5
SIG para visualización .....	5
Manual de Uso.....	5
Aproximación general .....	5
Recordatorios importantes sobre la herramienta.....	6
Organización de carpetas y archivos .....	6
Scripts.....	8
HF_main .....	8
HF_settings .....	9
HF_layers .....	9
HF_tasks.....	10
HF_scores.....	14
HF_spatial .....	16
Actualización de la huella humana.....	17
Nuevas coberturas .....	17
Actualización de configuraciones.....	18
Referencias .....	20

## INTRODUCCIÓN

El proyecto Vida Sobre la Tierra (“Life on Land”) financiado por la NASA busca apoyar a Perú y Ecuador (con Colombia) en el reporte del Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 (ODS 15). Este indicador busca “Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de la tierra y detener la pérdida de biodiversidad”. Una de las herramientas para apoyar a este ODS es la Huella Humana (HH).

La HH es un índice espacial de presiones acumulativas sobre los ecosistemas. Expresa la suma de presiones como un continuo de la influencia humana sobre la naturaleza. Esta geografía de la influencia humana es aproximadamente la inversa de la geografía de los procesos naturales (Sanderson et al., 2002) y está relacionado con la integridad ecológica. El modelo de HH se ha utilizado, por ejemplo, para evaluar ecosistemas terrestres intactos y áreas silvestres (Riggio et al., 2020; Watson et al., 2016; Williams et al., 2020), riesgo de extinción de especies (Di Marco, Venter, Possingham, & Watson, 2018; Pillay et al., 2021), efectividad global de las áreas protegidas (Jones et al., 2018).

En el caso de Perú no se ha encontrado ejemplos de mapas de acumulación de presiones a escala nacional o local sino solamente a escala gruesa para la planificación de la conservación local (Woolmer et al., 2008). Williams et al. (2020) crearon los últimos mapas globales de HH para los años 2000, 2005, 2010 y 2013 utilizando conjuntos de datos globales. En cuanto a los países que integran al proyecto, en Ecuador Tapia-Armijos, Homeier, & Draper Munt (2017) desarrollaron un mapa de HH para una parte del sur y Lessmann et al. (2019) desarrollaron un mapa de presiones acumulativas (mapas de amenazas antropogénicas) para una porción de la Amazonía. Cueva Ortiz et al. (2019) desarrollaron un índice de presión humana para un área en Ecuador y Perú. En Colombia, Correa Ayram et al. (2020) crearon el Índice de Huella Humana Ajustada por Legado, agregando el tiempo de intervención al modelo de HH.

Los mapas de HH dependen de dos aspectos para respaldar los informes del ODS 15: deben cubrir todo el país (mapas nacionales de HH) y deben seguir configuraciones técnicas. Las configuraciones técnicas dependen del propósito, que en este caso es el reporte del ODS 15, por lo que los mapas de HH deben ser oficiales y multitemporales. Estas características guiaron la selección de las fuentes de las presiones utilizadas.

La generación de mapas de huella humana requiere de una etapa intensiva de operaciones espaciales para preparar las presiones y conseguir los resultados más adecuados. Las operaciones espaciales son la base del proceso, y este script automatiza esta carga. Sin embargo, se debe destinar el tiempo necesario para entender los insumos, el proceso y los resultados.

Con estas consideraciones, el script desarrollado permite:

- Automatizar la generación de los mapas de huella humana.
- Hacer pruebas con diferentes áreas de estudio y diferentes presiones.
- Comprobar los resultados y las etapas intermedias.
- Actualizar los mapas de huella humana.

Todos los paquetes usados para la creación de los mapas son de código abierto, y el sistema se probó con el sistema operativo Windows 10 dado que es el más común actualmente. Se seleccionó la plataforma Anaconda como entorno de programación, donde se creó un script en Python 3.7. En la siguiente sección se explica la instalación de los programas y las bases de datos. Después se explica el funcionamiento del script.

## INSTALACIÓN

Para correr la herramienta se requiere instalar Anaconda, luego instalar un ambiente de desarrollo dentro de Anaconda, descargar la base de datos y los scripts. Adicionalmente, se requiere de un SIG para visualización de las coberturas espaciales.

### ANACONDA

*Anaconda* es una distribución gratuita de *Python* y *R* para Computación científica. Usa el sistema de manejo de paquetes *conda*. Permite la fácil instalación de entornos de desarrollo minimizando la posibilidad de conflictos entre diferentes paquetes.

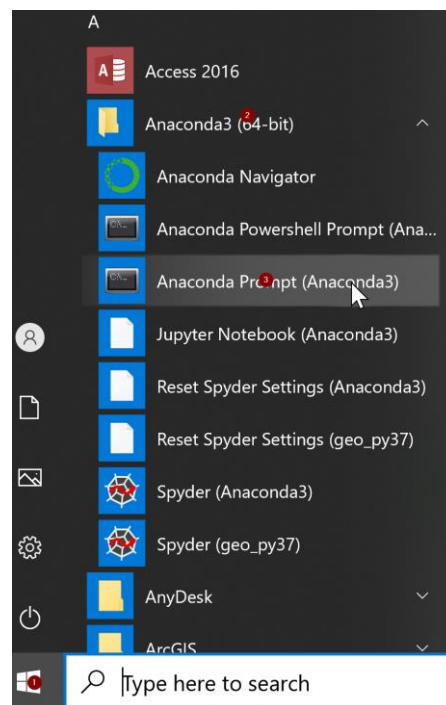
Se descarga libremente desde el sitio correspondiente<sup>1</sup>. El proceso de instalación es guiado y se pueden aceptar las configuraciones por defecto, sin embargo, se debe considerar lo siguiente:

- El espacio para la instalación y para las coberturas.
- Si existen versiones anteriores de Anaconda ya instaladas, ciertas configuraciones pueden crear conflictos con la instalación que se propone en este manual. Se puede probar actualizar Anaconda o reinstalar Anaconda.

Con Anaconda ya instalado, se procede a instalar un ambiente donde estarán los paquetes que se necesitan.

### INSTALACIÓN DE UN AMBIENTE

Abrir un *Prompt* de Anaconda como se indica en la siguiente figura.



---

<sup>1</sup> <https://www.anaconda.com/products/individual>

Copiar el siguiente código en el nuevo *Prompt*:

```
conda config --add channels conda-forge
```

El anterior comando agrega el canal donde está alojada la versión 3.3.2 de GDAL. Después copiar:

```
conda create --name hh_py37 python=3.7 gdal=3.3.2 spyder matplotlib seaborn pandas Affine
```

Este comando instala un ambiente llamado “hh\_py37” donde la versión de Python es 3.7. Además, se instalan GDAL 3.3.2 para las operaciones espaciales, *pandas* para manejo de tablas, *affine* para transformaciones, *matplotlib* y *seaborn* se usan para gráficos y *Spyder* es un ambiente de desarrollo integrado<sup>2</sup>. Se debe aceptar para que se complete la instalación:



Los paquetes se comienzan a instalar. Antes de usarse, el ambiente se debe activar.

```
conda activate hh_py37
```

## BASE DE DATOS Y SCRIPTS

Además de Anaconda, el proceso requiere una base de datos previamente preparada y el código de Python para funcionar. Para este entrenamiento, la base de datos y los scripts se encuentran [aquí](#).

Este entrenamiento se hace antes de la publicación de los resultados finales, por lo que se espera que el script y la base de datos cambien. En el futuro se recomienda contactar con el autor para consultar sobre actualizaciones.

## SIG PARA VISUALIZACIÓN

El ambiente de desarrollo no está configurado para visualizar los insumos o los resultados, por lo tanto, es necesario instalar un Sistema de Información Geográfica. Se requieren funciones básicas como abrir y crear *shapefiles*, abrir y cambiar la simbología de un ráster. Una opción gratuita y ampliamente utilizada es QGIS<sup>3</sup>.

## MANUAL DE USO

### APROXIMACIÓN GENERAL

Un mapa nacional de huella humana (HH) es un modelo de presiones acumulativas. Su finalidad es mostrar la distribución de la influencia humana dentro de un territorio nacional como Perú. Para esto, *proxies* espaciales de diferentes presiones (e.g. uso del suelo, luces nocturnas, ductos) se convierten a rásters de influencia humana. Estos últimos se suman, conformando un índice espacial que es el mapa de HH.

El script que se explica aquí realiza el siguiente proceso general: 1) genera un ráster de base que servirá de molde (resolución, sistemas de coordenadas, etc.), 2) prepara las coberturas originales de presiones obteniendo rásters

---

<sup>2</sup> Este manual usó el IDE spyder que cuenta con un editor de código, consolas, opciones de exploración y edición de variables, opciones de depuración, entre otras.

<sup>3</sup> <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>

similares, 3) califica los rásters preparados según un esquema de influencia humana, y 4) agrega estas presiones para el mapa de HH final.

El script ha sido diseñado para usarse intensivamente. Permite realizar pruebas en áreas piloto, hacer cambios al esquema de calificación y a las funciones de calificación, seleccionar las presiones y conjuntos de datos a procesar, seleccionar el nivel de procesamiento.

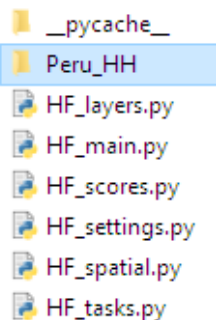
## RECORDATORIOS IMPORTANTES SOBRE LA HERRAMIENTA

A continuación, se mencionan varias consideraciones y limitaciones de la herramienta, de las cuales depende su adecuado uso.

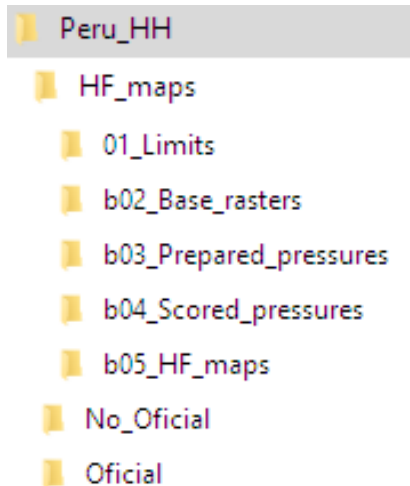
- Errores pueden ocurrir durante el proceso. Se tiene que comprobar los resultados.
- En esta versión, la herramienta está configurada para crear rásters en formato *Tiff* y vectores en formato *Shapefile*.
- Si un *shapefile* es 3D, se debe transformar previamente a 2D. Los *shapefiles* deben ser ogr.wkbPoint, ogr.wkbLineString, ogr.wkbPolygon, ogr.wkbMultiPoint, ogr.wkbMultiLineString, ogr.wkbMultiPolygon.
- Se debe realizar previamente una reparación de errores de geometría para *shapefiles* (por ejemplo, *Repair Geometry* en *ArcGIS Pro*).
- Los límites a usar (nacionales o para zonas específicas) determinan la proyección para el estudio. Para Ecuador se usó UTM17S y para Perú UTM18S, ambas en WGS84.
- El código prioriza la practicidad y el control sobre el proceso, a veces a expensas de la eficiencia o del espacio en el disco.
- Esta herramienta ha sido probada en Windows 10.
- Mantener la sintaxis del lenguaje Python es un requisito estricto, por lo que se requiere de conocimiento intermedio del lenguaje Python 3.x. Se usan estructuras comunes (diccionarios, listas, clases, funciones, etc.).
- La herramienta requiere de una etapa de aprendizaje antes de que su uso sea eficiente.
- El script contiene todo el código necesario para repetir los mapas de ser necesario, por lo que las carpetas de procesamiento se pueden borrar.

## ORGANIZACIÓN DE CARPETAS Y ARCHIVOS

La herramienta está integrada por un conjunto de scripts (archivos \*.py) con el código y una base de datos con la información cartográfica de presiones. Es necesario mantener la estructura que se explica a continuación para que el script encuentre y organice la información correctamente.



En el ejemplo arriba, los archivos \*.py corresponden al script, \_\_pycache\_\_ es una carpeta requerida para la ejecución de Python (se crea y actualiza automáticamente) y Peru\_HH contendrá la base de datos y las carpetas de trabajo y resultados (ver abajo).



La carpeta Peru\_HH se llama *main\_folder* en el script. HF\_maps tiene la información espacial del proceso. Dentro de HF\_maps, las carpetas que empiezan por “b” se pueden borrar y el script las creará de nuevo al igual que su contenido, sin embargo, algunas operaciones espaciales pueden durar varias horas cada vez. Se explica el contenido de las carpetas a continuación.

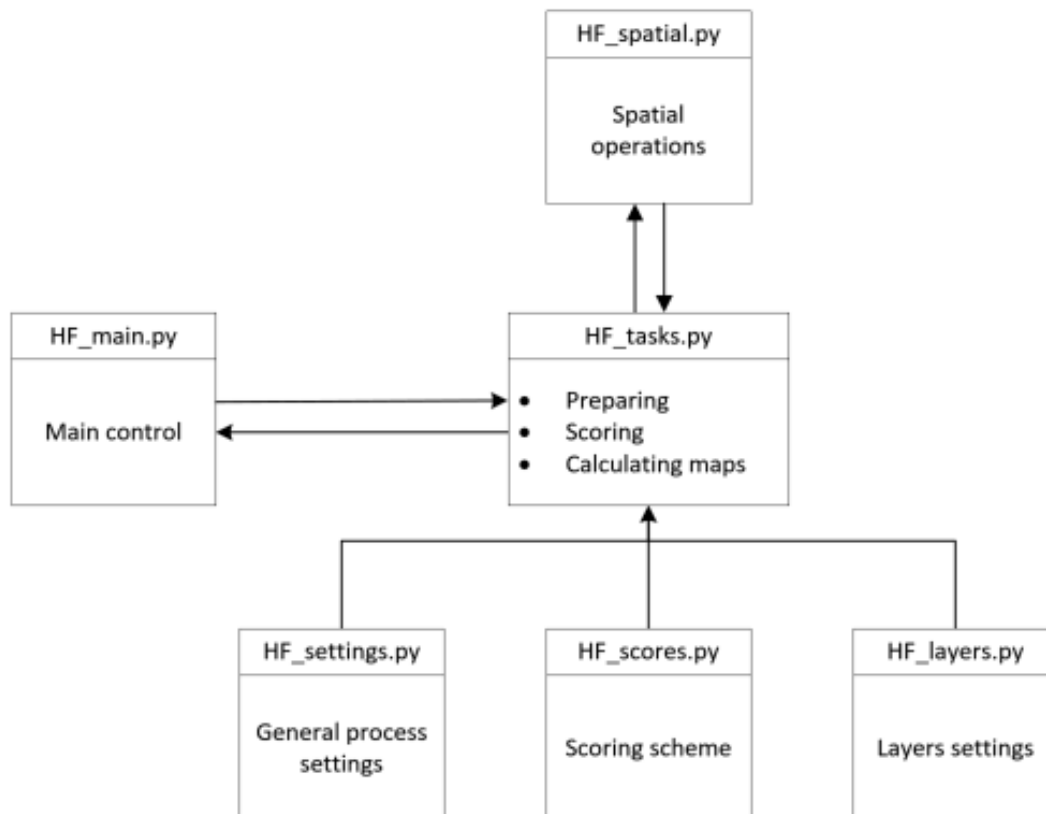
- 01\_Limits: límites en shapefile del área de estudio. La proyección y extensión se mantendrá para todo el proceso. Por ejemplo, límite nacional del Perú. Puede tener polígonos para pruebas.
- b02\_Base\_rasters: Rásters correspondientes al área de estudio, que servirán de molde para el resto de coberturas. Por ejemplo, ráster del límite nacional del Perú.
- b03\_Prepared\_pressures: contiene los rásters y archivos de trabajo de las presiones. Debido a la diversidad de formatos y esquemas de calificación, el script prepara las coberturas de presiones mediante operaciones espaciales para conseguir un ráster con el molde del ráster de base, antes de asignarse valores de influencia humana. Estos archivos tienen el formato “bui\_Pe\_pob\_indig\_MinCul\_20\_Peru\_01\_GHF\_300m\_prepared.tif”, donde “bui\_Pe\_pob\_indig\_MinCul\_20” es el nombre de la cobertura, “Peru\_01” es el nombre del área de estudio, “GHF” es el nombre del esquema de calificación (adaptado desde el Global Human Footprint), y “prepared” indica que este es el archivo a usar en la siguiente etapa.
- b04\_Scored\_pressures: tiene las coberturas luego de asignárseles una calificación de huella humana. Por ejemplo “bui\_Pe\_pob\_indig\_MinCul\_20\_2015\_Peru\_01\_GHF\_300m\_scored.tif” es el resultado de asignar una calificación de huella humana a “bui\_Pe\_pob\_indig\_MinCul\_20\_Peru\_01\_GHF\_300m\_prepared.tif”. El nombre sigue el mismo esquema anterior, cambiando por “scored” la parte final.
- b05\_HF\_maps: tiene carpetas con los mapas de huellas humanas, mapas de las presiones individuales y una copia de los scripts como respaldo. Se va a crear una carpeta cada vez donde el nombre indica información general de la versión del mapa y la fecha de ejecución.

Las carpetas Oficial y No\_Oficial tienen la información de las presiones o insumos. En la carpeta No\_Oficial están las coberturas de presiones que no vienen de fuentes oficiales, por ejemplo, luces nocturnas de VIIRS. En la carpeta

Oficial están las coberturas de presiones que sí vienen de fuentes oficiales, por ejemplo, la cobertura agrícola de MIDAGRI.

## SCRIPTS

Esta sección explica el rol de cada archivo \*.py. El esquema a continuación muestra cómo se comparte la información entre cada componente del script. *Main* es el único que se ejecuta y esta llama a *Tasks*. Este controla internamente el flujo de preparación, calificación y cálculo de mapas, para lo cual requiere de las configuraciones de *Settings*, *Scores*, *Layers*, y de las funciones espaciales de *Spatial*.



---

## HF\_MAIN

Se explica el funcionamiento del script con el ejemplo de la cobertura de ambientes construidos. La primera sección (HF\_main) es el punto de partida para llamar al resto de funciones y clases. Tiene las configuraciones de nivel más alto. Desde aquí se controlan:

- el propósito del mapa (*purpose* en el script). Por ejemplo, si el propósito es el reporte de ODS15, este se indica como “SDG15”.
- las tareas a realizar. Se pueden “prender” o “apagar” tareas o *tasks*. Por ejemplo, se puede desactivar (dejando como comentario en el código) el cálculo de los mapas y solo preparar las presiones.
- el nombre de la carpeta principal. En este caso es “/Peru\_HH/”. Los *slash* “/” son necesarios para el código.



- las coberturas auxiliares. Si se activa “remove\_aux = True”, se eliminan las coberturas no comprimidas durante el proceso.

---

## HF\_SETTINGS

Aquí se indican las configuraciones básicas para el propósito del mapa. El propósito “SDG15” está diseñado para el reporte de ODS15, es decir, para un rango de tiempo adecuado (al menos desde 2015) y priorizando las coberturas oficiales. Se indica la ruta al *shapefile* del área de estudio, el esquema de calificación (“GHF”), resolución de los mapas y los años que se procesarán.

La imagen a continuación muestra que el propósito “SDG15” va a procesar dos presiones para el año 2018. La primera presión es Ambientes construidos (*Built environments*), donde se procesará solo Ambientes construidos desde del GHSBUILT (*bui\_HGS\_BUILT\_18*) pero no botaderos dado que esta línea está comentada (“#” al inicio y en gris). La segunda presión es Densidad de población, con un solo conjunto de datos (*Pe\_pob\_Facebook\_18*).

```
'Current': {
  'years': [2018],

  'pressures': {

    'Built_Environments': [
      'bui_GHS_BUILT_18', # Current
      # BoTADEROS #
    ],

    'Population_Density': [
      'Pe_pob_Facebook_18', # Current
    ],
  }
}
```

---

## HF\_LAYERS

Hay dos partes aquí: una lista de multitemporalidad y las configuraciones para todas las coberturas. La lista de multitemporalidad se llama “multitemporal\_layers”. Aquí se indican cuáles conjuntos de datos tienen más de una cobertura en el tiempo.

```
'bui_ESA': {
  'datasets': (
    "bui_ESA_92",
    "bui_ESA_00",
    "bui_ESA_10",
    "bui_ESA_15",
    "bui_ESA_18",
    "bui_ESA_19",
  ),
}
```

En el ejemplo arriba se indica que la cobertura de ambientes construidos de ESA (*bui\_ESA*) existe para los años 1992, 2000, 2010, 2015, 2018 y 2019.

En la sección siguiente de “layers\_settings” se incluyen las configuraciones para todas las coberturas.

```
"bui_ESA_15": {'path': ["No_Oficial/Land_use/ESA-LC/ESACCI-....2.0.7.tif"],
               'scoring': 'bui_ESA_scores',
               'year': 2015,
               'units': '*units*',
               'offi': 'med',
               },
```

En esta imagen se muestra un ejemplo. Se indica la ruta (“No\_oficial/.../...2.0.4.tif”), el esquema de calificación (“bui\_ESA\_scores”), opcionalmente el campo para usar en la calificación (“cat\_field”), el año de la cobertura (2015) además de información de las unidades (aquí categorías). Otras coberturas pueden tener diferente información según sea necesario:

units	Unidades de la cobertura. Si la calificación se hace por proximidad, se indica a metros. Si son categorías, se indica “categorical”.
purp_scores, offi, finer, years_datasets	Información para calificación de propósitos de los mapas de huella humana. No influyen en los mapas.
no_data	Valor correspondiente a No data.
patch	Configuraciones para “parchar” un ráster. Por ejemplo, eliminar zonas de islas clasificadas como áreas construidas.
threshold_divide	Rangos para dividir un ráster.
cat_field	Campo que tiene las categorías a calificarse. Por ejemplo, uso de suelo.
sett_dist, navi_dist	Distancias para calificación de ríos. “sett_dist” es la distancia máxima de un poblado a un río, y “navi_dist” es la distancia navegable en el río.

---

## HF\_TASKS

---

### FUNCIONES DE PREPARACIÓN

Desde aquí se ejecutan las funciones principales de preparación, calificación y cálculo de mapas. Se deben configurar las funciones de preparación y calificación correspondientes a cada cobertura.

```
elif scoring_method in ('Luc_MAAE_scores', 'bui_MAAE_scores',
                       'veg_MINAM_scores', 'mining_MINAM_scores',
                       'agr_MINAGRI_scores',):

    # Create categorical raster from vector layer
    create_categorical_raster(layer, settings, base_path, pressure_uncompressed_path,
                             main_folder, scoring_template)
```


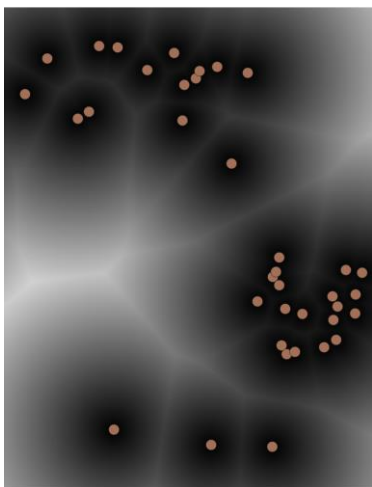
En la imagen arriba se muestra que el método de calificación “mining\_MINAM\_scores” (“scoring” en HF\_layers) será preparado según la función “create\_categorical\_raster”.

Las funciones de preparación son:

- warp\_raster: modifica la resolución, la extensión de un ráster (lo corta al área de estudio) y lo alinea con el ráster de base.

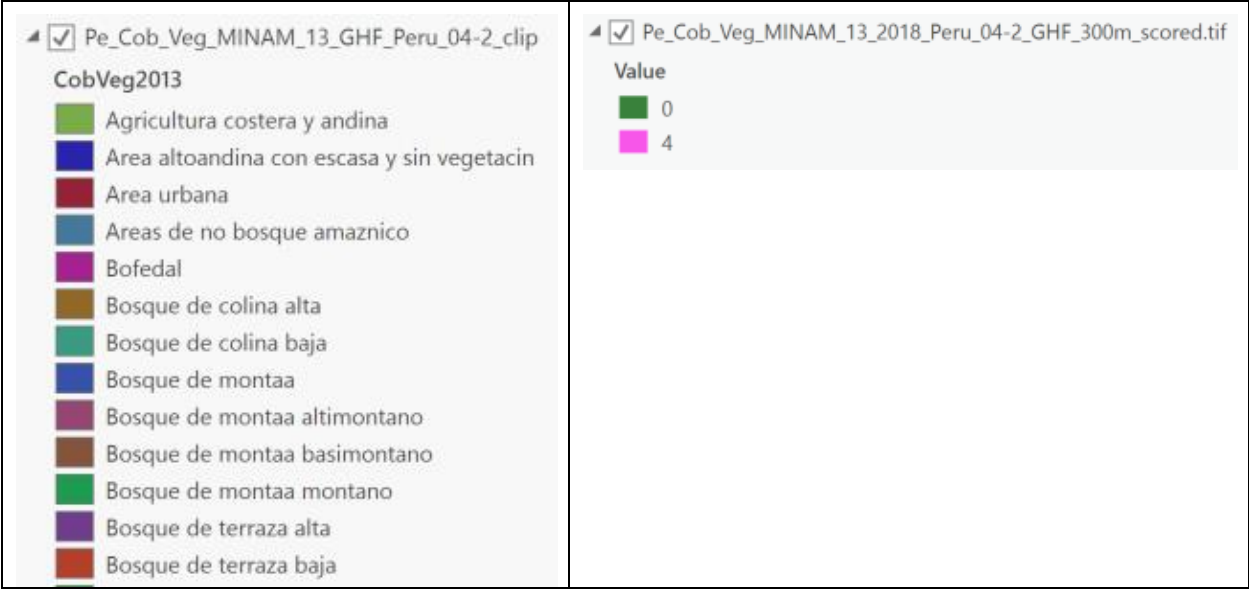
Insumo con resolución y extensión originales	Resultado cortado por área de prueba y con nuevo tamaño de píxel
	

- `create_proximity_raster`: Empieza con un vector, y genera una superficie de proximidad.

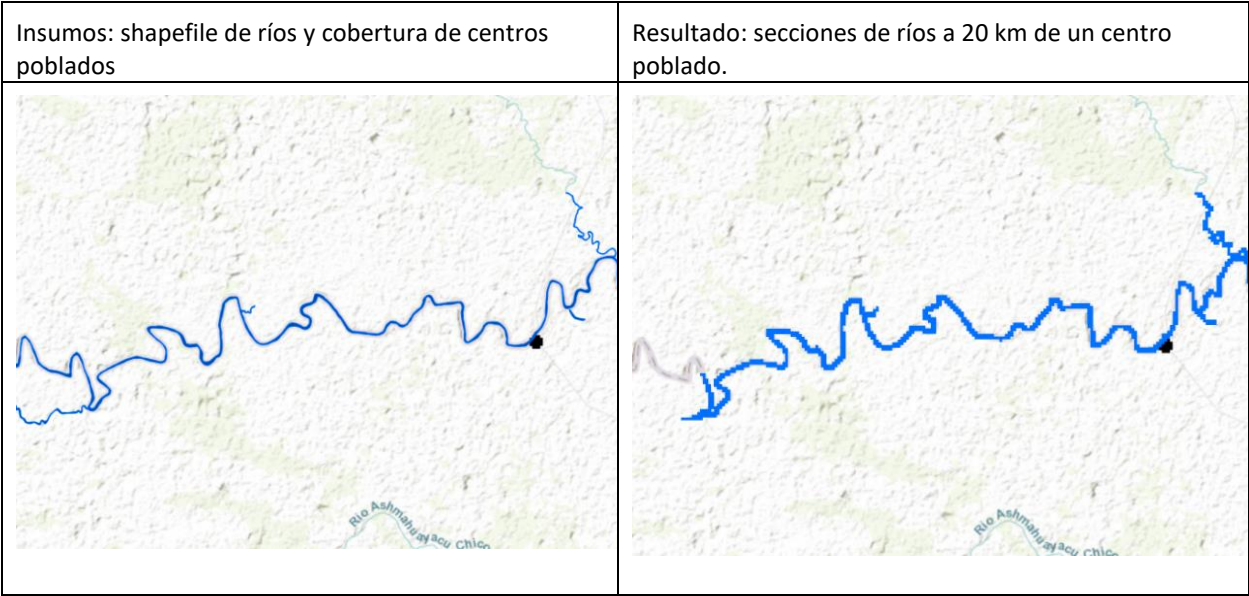
Insumo por ejemplo de puntos	Resultado de un ráster de proximidad en metros
	

- `create_categorical_raster`: Empieza con un vector de categorías y lo transforma a un ráster de valores.

Insumo de categorías	Resultado de un valor de acuerdo a las categorías. Estos ya son valores de influencia humana.
----------------------	---


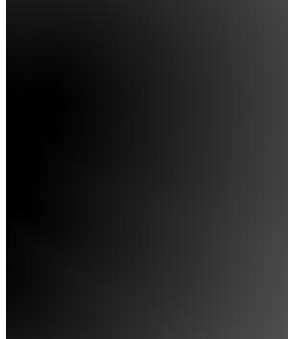
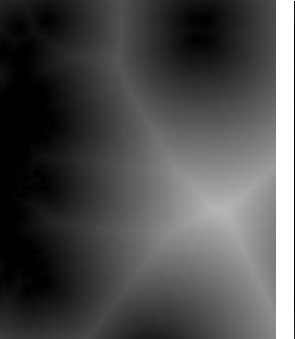



- create\_proximity\_raster\_from\_pixels: Esta funci3n es para los r3os. Requiere que los centros poblados est3n activados.



-

- La cobertura de densidad de población de Facebook requiere de superficies de proximidad, pero para su calificación se reclasifican los valores originales.

Insumos: cobertura de densidad de población	Superficie de proximidad de acuerdo a una reclasificación de densidades		
			

## FUNCIONES DE CALIFICACIÓN

Así mismo, en HF\_tasks se configuran las funciones de calificación. A continuación, se indican las opciones existentes.

Función	Descripción
scores_from_bins	Califica por rangos de proximidad. Por ejemplo, calificación de 10 si la distancia es 0, calificación de 6 si la distancia es inferior a 500 m, y 0 en adelante.
scores_from_category	Transforma un ráster de categorías en un ráster de calificaciones.
scores_remain	Si el ráster preparado ya tiene las calificaciones de influencia humana, estas se mantienen.
scores_log10_function	<p>Calcula el logaritmo de los valores de acuerdo a la siguiente función:</p> <pre> return_value = self.mult_factor * np.log10((value/self.scaling_factor) + 1) # print('x', value, 'return', return_value) if return_value &gt; self.max_score:     return self.max_score else:     return return_value </pre> <p>Se usa para las coberturas de densidad de la población.</p>
exp_function	<p>Usa una función exponencial para la calificación.</p> <pre> if value &gt; self.max_dist:     # print(value, self.max_dist, 0)     return 0 elif value == 0:     # print(value, 0, self.max_score)     return self.max_score else:     # print(f' {value} else')     if self.units in ('meters', 'hab/pixel'):         # print(' ', value, self.max_score_exp * np.exp(-(value / 1000)) + self         return self.max_score_exp * np.exp(-(value / 1000)) + self.min_score_exp </pre>

---

## HF\_SCORES

Las funciones de calificación van a tomar los valores para los respectivos cálculos desde HF\_scores. Aquí se indican los valores de huella humana que serán “aplicados” a la cobertura preparada.

En los casos en los que existe la etiqueta “resampling\_method”, esta se usa al momento de preparación de la cobertura durante el *warping*.

---

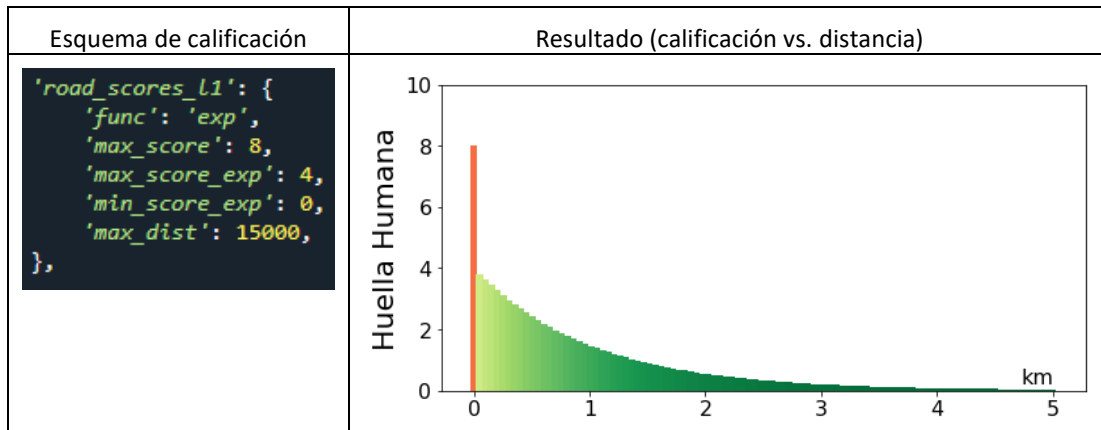
## CATEGORÍAS

```
'veg_MINAM_scores': {
  'func': 'categories',
  'scores_by_categories': {
    'Forest': (0, ('Bofedal',
                  'Bosque de colina alta', 'Bosque de colina alta con paca',
                  'Bosque de colina alta del Divisor', 'Bosque de colina baja',
                  'Bosque de colina baja con castaa', 'Bosque de colina baja con paca',
                  'Bosque de colina baja con shiringa', 'Bosque de llanura mendrica',
                  'Bosque semideciduo de montaa', 'Bosque subhmedo de montaa',
                  'Bosque xrico interandino', 'Cardonal', 'Herbazal hidroftico',
                  'Matorral esclerfilo de montaa montano', 'Pacal', 'Pajonal andino',
                  'Pramo', 'Sabana hidroftica con palmeras', 'Sabana xrica interandina',
                  'Tillandsial', 'Vegetacin esclerfila de arena blanca')),
    'Crops': (4, ('Agricultura costera y andina', 'Areas de no bosque amaznico')),
    'Forestry': (4, ('Plantacin Forestal')),
    'Natural vegetation': (0, ('Area altoandina con escasa y sin vegetacin',
                              'Desierto costero', 'Humedal costero',
                              'Albfera', 'Vegetacin de isla')),
    'Water, Other': (0, ('Banco de arena', 'Glaciar', 'Ro', 'Estero',
                        'Lagunas, lagos y cochas', 'Canal internacional',
                        'Estuario de virilla')),
    'Human water': (4, ('Represa')),
    'Built': (0, ('Area urbana')),
    'Mining': (0, ('Centro minero')),
    'Infrastructure': (0, ('Infraestructura')),
  },
},
```

En la imagen arriba se indica que si la categoría de un polígono está incluida en la lista de *Crops* ('Agricultura...', ...), *Forestry* (Plantacin Forestal) o *Human Water* ('Represa'), el valor de huella humana será 4.

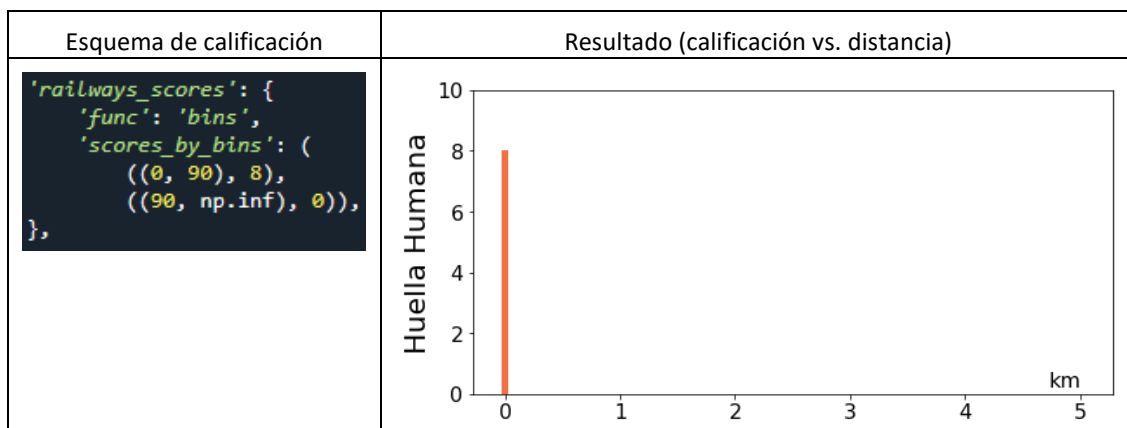
## EXPONENCIAL

Aquí se indica que la influencia directa es 8, la influencia indirecta empieza en 4 y decae exponencialmente hasta los 15 km.



## RANGOS

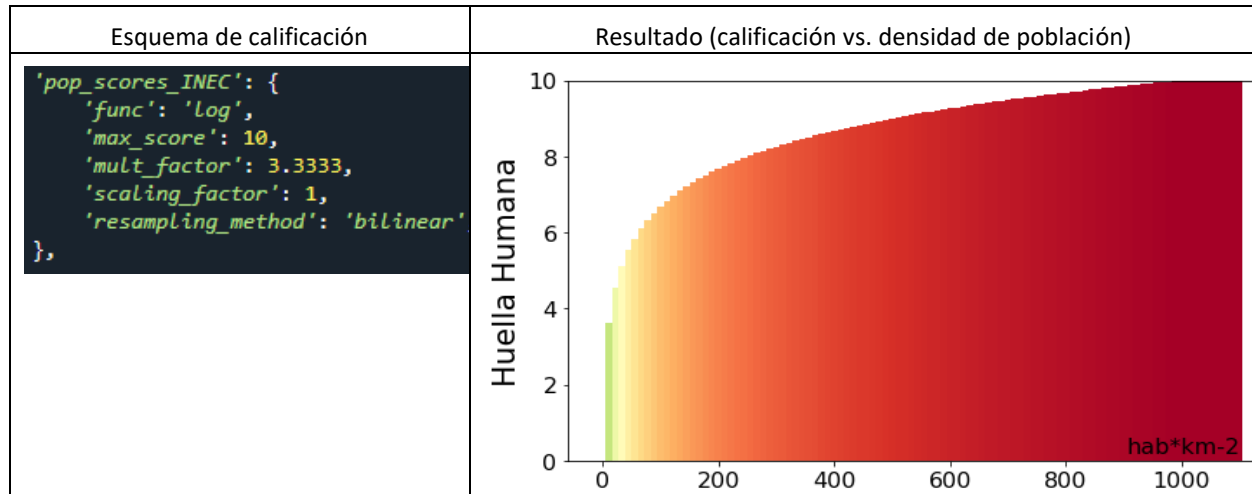
Los rásters de proximidad se califican por rangos de distancias. En el ejemplo a continuación, el rango de 0 a 90 m (en este caso el tamaño del píxel) va a tener una calificación de 8, y de 90 m en adelante la calificación es 0.



---

## LOGARÍTMICA

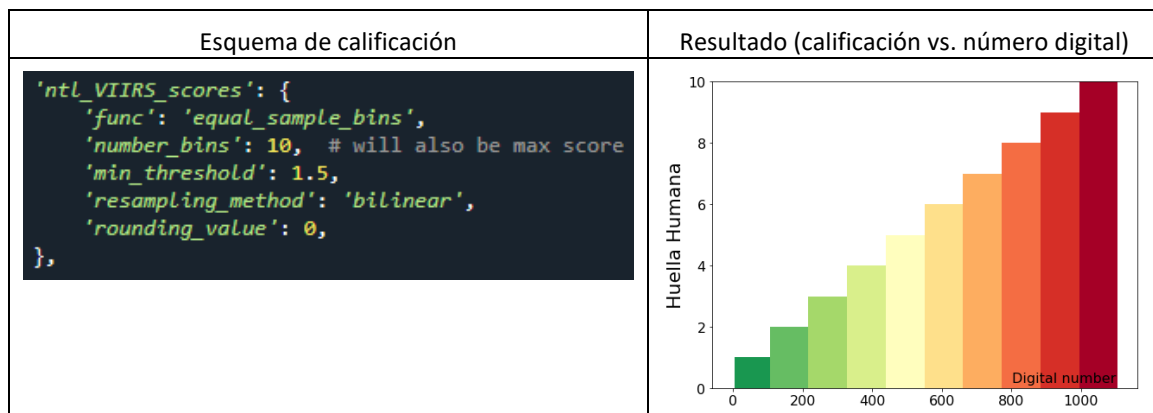
Para las coberturas de densidad de población por unidades administrativas se usa la función logarítmica. Las unidades son habitantes / km<sup>2</sup>. Abajo se indica que el valor máximo es de 10, que los valores de densidad se multiplicarán por 3.3333.



---

## CUANTILES IGUALES

Los valores de luces nocturnas (LN) se califican 1) filtrando los valores menores a DN=1.5 del ráster de LN para minimizar el ruido, 2) dividiendo los píxeles restantes en 10 cuantiles donde cada cuantil tiene el mismo número de píxeles, 3) asignando el valor de 1 al primer cuantil, 2 al siguiente y así hasta 10.



---

## HF\_SPATIAL

No se espera que el usuario interactúe con esta sección. Es la más extensa dado que tiene todas las funciones y clases para las operaciones espaciales.



## ACTUALIZACIÓN DE LA HUELLA HUMANA

La herramienta está diseñada para crear con relativa facilidad una actualización para la huella humana. La primera parte es agregar las nuevas coberturas al script, y la segunda parte será actualizar las configuraciones.

### NUEVAS COBERTURAS

Hay varios pasos para agregar una nueva cobertura al script. Cada cobertura tendrá un nombre que será el identificador para todo el proceso. Se hace una distinción entre coberturas estáticas (1.1: no existen actualizaciones, solo una versión en el tiempo) y dinámicas (1.2: es multitemporal).

1.1	<p>Cobertura estática:</p> <p>Agregar la cobertura a <code>HF_layers.py</code> en la sección <code>"layers_settings"</code>.</p> <p>Indicar la ruta de la cobertura, el método de calificación (<code>"agr_MINAGRI_scores"</code>) y el resto de parámetros necesarios.</p>	<pre>"Lc_ESA_18": {'path': ["No_Oficial/Land_use/ESA-LC/C3S-LC-18"],                'scoring': 'Luc_ESA_scores',                'year': 2018,                'units': 'categorical',                'offi': 'med',                # 'finer': 9,                },</pre>
1.2	<p>Cobertura dinámica:</p> <p>Agregar la cobertura a <code>HF_layers</code> tanto en 1) la sección <code>"multitemporal_layers"</code> como en 2) <code>"layers_settings"</code>.</p>	<p>1)</p> <pre>'Lc_ESA': {     'datasets': (         "Lc_ESA_92",         "Lc_ESA_00",         "Lc_ESA_10",         "Lc_ESA_15",         "Lc_ESA_18",         "Lc_ESA_19",     ), }</pre> <p>2)</p> <pre>"Lc_ESA_15": {'path': ["No_Oficial/Land_use/ESA-LC/ESACCI-15"],                'scoring': 'Luc_ESA_scores',                'year': 2015,                'units': 'categorical',                'offi': 'med',                # 'finer': 9,                }, "Lc_ESA_18": {'path': ["No_Oficial/Land_use/ESA-LC/C3S-LC-18"],                'scoring': 'Luc_ESA_scores',                'year': 2018,                'units': 'categorical',                'offi': 'med',                # 'finer': 9,                },</pre>
2	<p>Agregar la cobertura a <code>HF_settings.py</code> por medio del identificador. Este dataset debe estar dentro de una presión.</p>	<pre>'Land_Cover': [     # 'Pe_Cob_Veg_MINAM',     # 'Pe_Censo_Agr_MIDA',     "Lc_ESA", # Multite</pre>

3	En <i>HF_tasks.py</i> : Agregar el método de calificación a la función de <b>preparación</b> correspondiente.	<pre> if scoring_method in (     'pop_scores_INEC', 'GHS_BUILT_scores',     'ntl_VIIRS_scores',     'ntl_VIIRS_gas_flares_scores',     'ntl_Harmonized_scores',     'Luc_ESA_scores', 'bui_ESA_scores',     'Luc_MAAE_RS_scores', 'bui_MAAE_RS_scores', ):      # Warp raster     warp_raster(layer, settings, base_path, pressure_uncompressed_path,                 scoring_template, scoring_method, main_folder) </pre>
4	En <i>HF_tasks.py</i> : Agregar el método de calificación a la función de <b>calificación</b> correspondiente.	<pre> elif scoring_method in ('Luc_ESA_scores', 'bui_ESA_scores',     'agr_MINAGRI_scores',     'Luc_MAAE_RS_scores', 'bui_MAAE_RS_scores',):     vecfunc = np.vectorize(self.scores_from_category) </pre>
5	Crear el esquema de calificación en <i>scores</i>	<pre> 'Luc_ESA_scores': {     'func': 'categories',     'scores_by_categories': {         'No data, Bare areas, Water, ice': (0, (0, 200, 201, 202, 210, 220)),         'Tree or herbaceous cover, shrubs': (0, (50, 60, 61, 62, 70, 71, 72,             80, 81, 82, 90, 160, 170, 180)),         'Sparse vegetation, Lichens and mosses': (0, (100, 110, 120, 121, 122,             140, 150, 151, 152, 153)),         'Grassland': (0, [130]),         'Mosaic cropland and natural vegetation': (4, (30, 40)),         'Cropland': (4, (10, 11, 12, 20)),         'Urban areas': (0, [190]),     },     'resampling_method': 'mode', }, </pre>

Si una cobertura pasa de ser estática a dinámica, se debe agregar a la lista de multitemporalidad (“multitemporal\_layers”) en “HF\_Layers”. También se debe actualizar los conjuntos de datos y presiones en *Settings*.

## ACTUALIZACIÓN DE CONFIGURACIONES

Las actualizaciones de la HH se darían cuando existan actualizaciones de las presiones. A continuación, se muestra cómo actualizar el mapa de HH. La versión a actualizar es la de ODS15 (“SDG15” en el script), para la cual ya existían los mapas de 2012, 2015 y 2018.

1	Agregar el nuevo año en <i>Settings</i> , como se muestra en la imagen a continuación.	<pre> self.purpose_layers = {     'SDG15': {         'years': [2012, 2015, 2018, 2022],         # 'years': [2022], </pre>
2.1	HF_layers: En el caso de una cobertura dinámica, se incluye la nueva cobertura en <i>datasets</i> . Además, actualizar el año.	<pre> 'Luc_ESA': {     'datasets': (         "Luc_ESA_92",         "Luc_ESA_00",         "Luc_ESA_10",         "Luc_ESA_15",         "Luc_ESA_18",         "Luc_ESA_19",         "Luc_ESA_22",     ), </pre>

2.2	<p>HF_layers:</p> <p>Tanto para presiones estáticas como dinámicas, incluir la presión en <i>layers_settings</i>.</p>	<pre>"lc_ESA_22": { 'path': ["No_Oficial/Land_use/ESA-LC/...2022-v2.1.1.tif"],                'scoring': 'luc_ESA_scores',                'year': 2022,                'units': 'categorical',                'offi': 'med',                # 'finer': 9,              },</pre>
-----	---	---

En el caso de las coberturas dinámicas, el script va a buscar la versión más cercana al año del nuevo mapa, en este caso 2022. Si la cobertura es estática, se utilizará la que existe.

En una etapa de pruebas se puede configurar las coberturas y el script únicamente para el año 2022. Sin embargo, para tener la versión final, se deben correr todos los años. Esto debido a que las calificaciones de luces nocturnas se hacen en base al año inicial.

## REFERENCIAS

- Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., & Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117(April), 106630. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>
- Cueva Ortiz, J., Espinosa, C. I., Quiroz Dahik, C., Aguirre Mendoza, Z., Cueva Ortiz, E., Gusmán, E., ... Hildebrandt, P. (2019). Influence of Anthropogenic Factors on the Diversity and Structure of a Dry Forest in the Central Part of the Tumbesian Region (Ecuador–Perú). *Forests*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.3390/f10010031>
- Di Marco, M., Venter, O., Possingham, H. P., & Watson, J. E. M. (2018). Changes in human footprint drive changes in species extinction risk. *Nature Communications*, 9(1), 4621. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07049-5>
- Jones, K. R., Venter, O., Fuller, R. A., Allan, J. R., Maxwell, S. L., Negret, P. J., & Watson, J. E. M. (2018). One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*, 360(6390), 788–791. <https://doi.org/10.1126/science.aap9565>
- Lessmann, J., Troya, M. J., Flecker, A. S., Funk, W. C., Guayasamin, J. M., Ochoa-Herrera, V., ... Encalada, A. C. (2019). Validating anthropogenic threat maps as a tool for assessing river ecological integrity in Andean–Amazon basins. *PeerJ*, 7(November), e8060. <https://doi.org/10.7717/peerj.8060>
- Pillay, R., Watson, J. E. M., Hansen, A. J., Aragon-Osejo, J., Armenteras, D., Atkinson, S. C., ... Venter, O. (2021). Forest quality mitigates extinction risk in humid tropical vertebrates. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-199037/V1>
- Riggio, J., Baillie, J. E. M., Brumby, S., Ellis, E., Kennedy, C. M., Oakleaf, J. R., ... Jacobson, A. P. (2020). Global human influence maps reveal clear opportunities in conserving Earth’s remaining intact terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 26(8), 4344–4356. <https://doi.org/10.1111/gcb.15109>
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The Human Footprint and the Last of the Wild. *BioScience*, 52(10), 891. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0891:THFATL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2)
- Tapia-Armijos, M. F., Homeier, J., & Draper Munt, D. (2017). Spatio-temporal analysis of the human footprint in South Ecuador: Influence of human pressure on ecosystems and effectiveness of protected areas. *Applied Geography*, 78, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.10.007>
- Watson, J. E. M., Shanahan, D. F., Di Marco, M., Allan, J., Laurance, W. F., Sanderson, E. W., ... Venter, O. (2016). Catastrophic Declines in Wilderness Areas Undermine Global Environment Targets. *Current Biology*, 26(21), 2929–2934. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.08.049>
- Williams, B. A., Venter, O., Allan, J. R., Atkinson, S. C., Rehbein, J. A., Ward, M., ... Watson, J. E. M. (2020). Change in Terrestrial Human Footprint Drives Continued Loss of Intact Ecosystems. *One Earth*, 3(3), 371–382. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.009>
- Woolmer, G., Trombulak, S. C., Ray, J. C., Doran, P. J., Anderson, M. G., Baldwin, R. F., ... Sanderson, E. W. (2008). Rescaling the Human Footprint: A tool for conservation planning at an ecoregional scale. *Landscape and Urban Planning*, 87(1), 42–53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.04.005>