

Usar el plugin QGIS deforisk para elaborar y comparar mapas de riesgo de deforestación



Ghislain VIEILLEDENT¹ Thomas ARSOUZE¹ Equipo FAO²

[1] Cirad UMR AMAP, [2] FAO Roma y America Latina



Contorno

- 1 El plugin QGIS deforisk
 - Objetivo y especificidades
 - Página web y documentación
 - Instalación
- 2 Preparación de datos
 - Obtener variables
 - Datos sobre cambios en la cubierta forestal
 - Variables explicativas espaciales
- 3 Modelos y validación
 - Modelo de referencia
 - Modelos forestatrisk
 - Modelos de ventanas móviles
 - Validación
- 4 Utilización
 - Asignación de la deforestación
 - Jurisdicciones subnacionales
 - Datos del usuario
- 5 Conclusión
 - Programa del taller
 - Perspectivas

Outline

1 El plugin QGIS deforisk

- Objetivo y especificidades
- Página web y documentación
- Instalación

2 Preparación de datos

- Obtener variables
- Datos sobre cambios en la cubierta forestal
- Variables explicativas espaciales

3 Modelos y validación

- Modelo de referencia
- Modelos forestatrisk
- Modelos de ventanas móviles
- Validación

4 Utilización

- Asignación de la deforestación
- Jurisdicciones subnacionales
- Datos del usuario

5 Conclusión

- Programa del taller
- Perspectivas



cirad AIM Forests



Objetivos

- Proporcionar **una herramienta** para elaborar y comparar **mapas de riesgo de deforestación**.
 - Al nivel **jurisdictional**.
 - Siguiendo la **metodología de Verra** para la certificación.
 - **Asignar la deforestación** a proyectos dentro de la jurisdicción.

Especificidades

- De código abierto y basado en Python : transparencia, reproducibilidad.
 - Cálculos rápidos :
 - Procesamiento de rasters por bloques.
 - Ejecución de tareas en paralelo.
 - Independiente del sistema operativo : Windows, Linux, MacOS.
 - Debería funcionar en cualquier ordenador con un rendimiento medio.
 - Modelos estadísticos alternativos eficaces (iCAR).
 - Totalmente documentado y traducido (inglés, español, francés).
 - Ayuda en la preparación de datos.
 - Debería ser (relativamente) fácil de usar.

Echo con Python

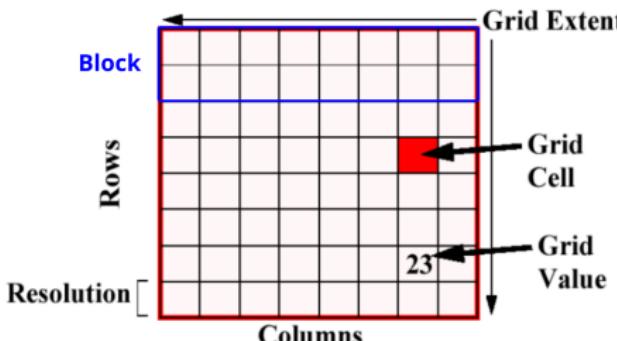
El plugin deforisk se basa en cuatro paquetes de Python desarrollados específicamente para modelar la deforestación :

- geefcc : realizar mapas de cambios en la cubierta forestal a partir de Google Earth Engine (GEE).
- pywdpa : descarga de áreas protegidas de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA).
- forestatrisk : modelizar la deforestación y predecir la deforestación espacial.
- riskmapjnr : mapas de riesgo según las metodologías Verra JNR.



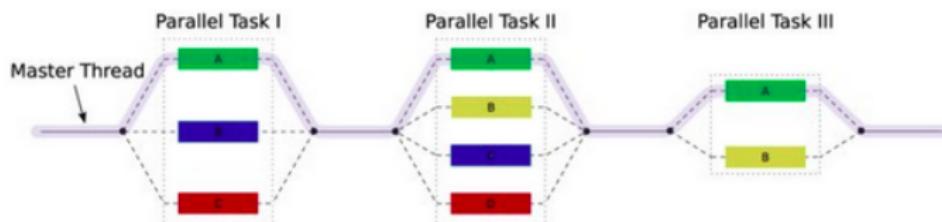
Procesar rasters por bloques

- Los archivos raster de cambio de cubierta forestal y las variables explicativas pueden ocupar un espacio de varios gigabytes en disco.
- El procesamiento en memoria de rasters tan grandes puede ser imposible en ordenadores con una memoria RAM limitada.
- Las funciones utilizadas en el plugin deforisk procesan grandes rásters por bloques de píxeles que representan subconjuntos de los datos ráster.
- Esto hace que el cálculo sea eficiente, con un bajo uso de memoria.



Ejecutar tareas en paralelo

- El enfoque más avanzado para seleccionar el mejor mapa de riesgos implica repetir tareas (modelo, periodos).
- Para ahorrar tiempo de cálculo, el plugin deforisk utiliza el gestor de tareas de QGIS.
- Permite ejecutar varios análisis en paralelo.

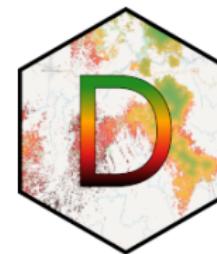


Sitio web y documentación

El sitio web incluye toda la documentación para utilizar el plugin :

- **Página de instalación** : ¿Cómo instalar el plugin ?
- **Página API del plugin** : ¿Cuál es el significado de cada parámetro ?
- **Get started page.** How to start using the plugin on a small area of interest ?
- **Página de artículos.** Cómo puedo utilizar el plugin para casos específicos (jurisdicciones subnacionales, datos del usuario) ?
- **Referencias** : Una página con documentos de referencia, incluidas presentaciones.

<https://deforisk-qgis-plugin.org>



Instalación

Bajo número de pasos para instalar el plugin :

- Instale QGIS y GDAL en su sistema (utilizando OSGeo4W en Windows).
- Instale los paquetes de Python `forestatrisk` y `riskmapjnr` utilizando pip.
- **Descargar** e instalar el plugin `deforisk` de QGIS.
- (Sólo sistemas tipo Unix : instalar herramientas OSM).

The screenshot shows the 'Installation' section of the deforisk QGIS plugin website. At the top, there's a navigation bar with links for Home, Installation (which is underlined), Get started, Articles, Plugin API, and More. To the right of the navigation are search and filter icons. Below the navigation, the word 'Installation' is followed by a back arrow and the text 'Home > Installation'. On the left, there's a sidebar with a note icon and the heading 'Installation'. The main content area has a blue header 'Note' and a paragraph of text about dependencies. To the right of the main content, there's a sidebar titled 'On this page' with links to 'On Windows', 'On Unix-like systems (Linux and macOS)', 'Access to GEE and WOPA', and 'Installing the deforisk plugin in QGIS'.

Note

Dependencies: [QGIS](#) and [GDAL](#) must be installed on your system before using the `deforisk` plugin. On Unix-like systems, you must also install `osmconvert` and `osmfilter`. On Windows systems, these dependencies are already included in the plugin as binary `.exe` files so you don't need to install them. Then, the `forestatrisk` and `riskmapjnr` Python packages must be installed on your system. Follow the instructions below to install these dependencies.

On this page

On Windows

On Unix-like systems (Linux and macOS)

Access to GEE and WOPA

Installing the `deforisk` plugin in QGIS

Outline

1 El plugin QGIS deforisk

- Objetivo y especificidades
- Página web y documentación
- Instalación

2 Preparación de datos

- Obtener variables
- Datos sobre cambios en la cubierta forestal
- Variables explicativas espaciales

3 Modelos y validación

- Modelo de referencia
- Modelos forestatrisk
- Modelos de ventanas móviles
- Validación

4 Utilización

- Asignación de la deforestación
- Jurisdicciones subnacionales
- Datos del usuario

5 Conclusión

- Programa del taller
- Perspectivas



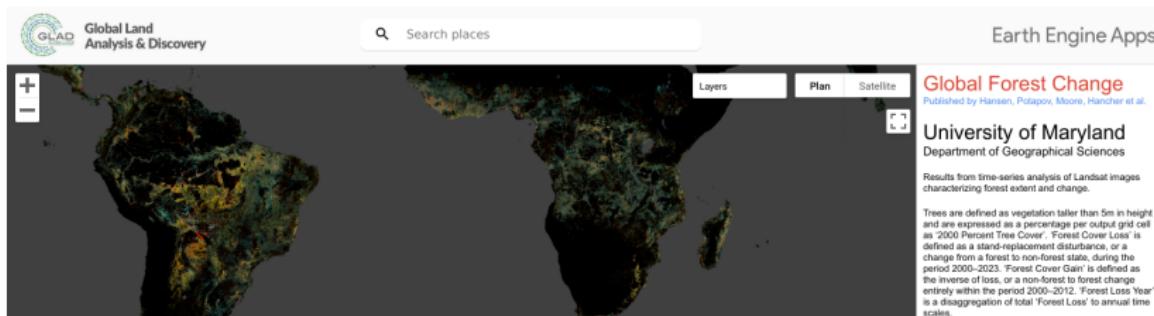
Obtener variables

- Funciones que ayudan a preparar los datos para la modelización de la deforestación.
- Dos fuentes diferentes para **cambio en la cubierta forestal** (GFC o TMF).
- Variables explicativas espaciales que describen la **accesibilidad a los bosques** y la **tenencia de la tierra** (altitud, pendiente, distancia a carreteras, zonas protegidas, etc.).



Datos GFC

- Hansen et al. 2013.
- Conjunto de datos global que abarca todos los tipos de bosque.
- Cubierta arbórea y pérdida anual de cubierta arbórea.
- Resolución de 30 m, a partir de 2000.
- Datos : <https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change>



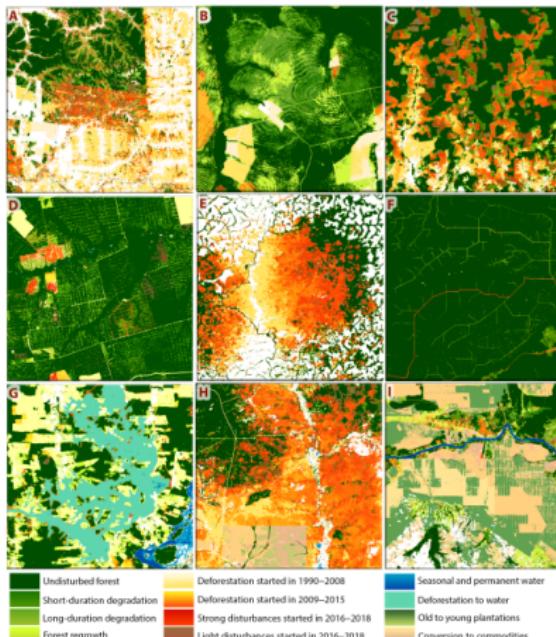
Datos TMF

- Vancutsem et al. 2021. Bosques húmedos tropicales (bosque perennifolio, no hay bosques caducifolios secos).
- Resolución de 30 m, a partir de 1990.
- La deforestación tropical se subestimó (-33% en 2000–2012, Hansen et al. 2013), especialmente en África.
- Datos : <https://forobs.jrc.ec.europa.eu/TMF/>.



TMF dataset

- Suficientemente precisos para identificar visualmente las causas de la deforestación (tala, incendios, agricultura).

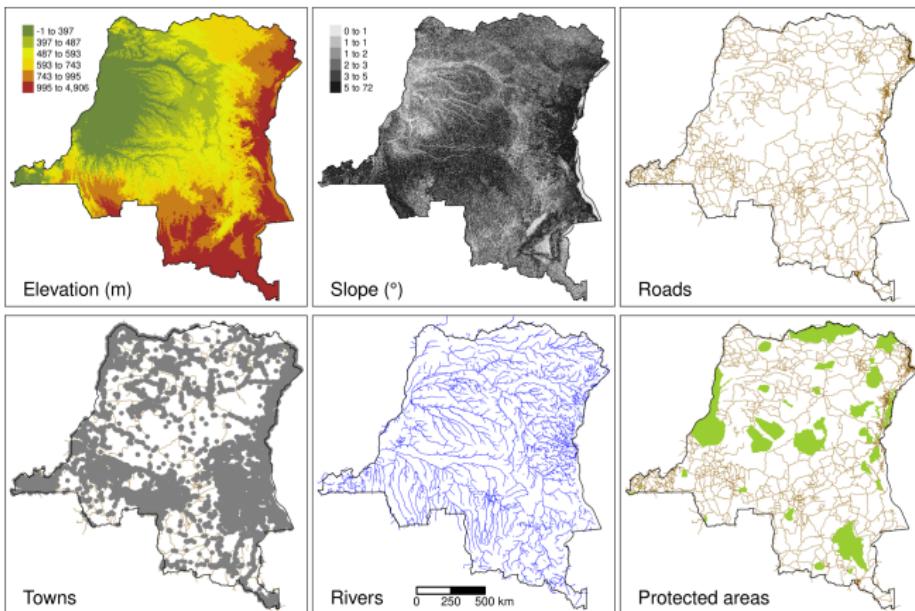


Spatial variables

The plugin helps computing eight explanatory variables.

Product	Source	Variable derived	Unit	Resolution (m)	Date
Forest maps (2000-2010-2020)	Vancutsem et al. 2021	distance to forest edge	m	30	–
		distance to past deforestation	m	30	–
Digital Elevation Model	SRTM v4.1 CSI-CGIAR	elevation	m	90	–
Highways	OSM-Geofabrik	slope	degree	90	–
Places		distance to road	m	150	March 2021
Waterways		distance to town	m	150	March 2021
Protected areas	WDPA	distance to river	m	150	March 2021
		presence of protected area	–	30	March 2021

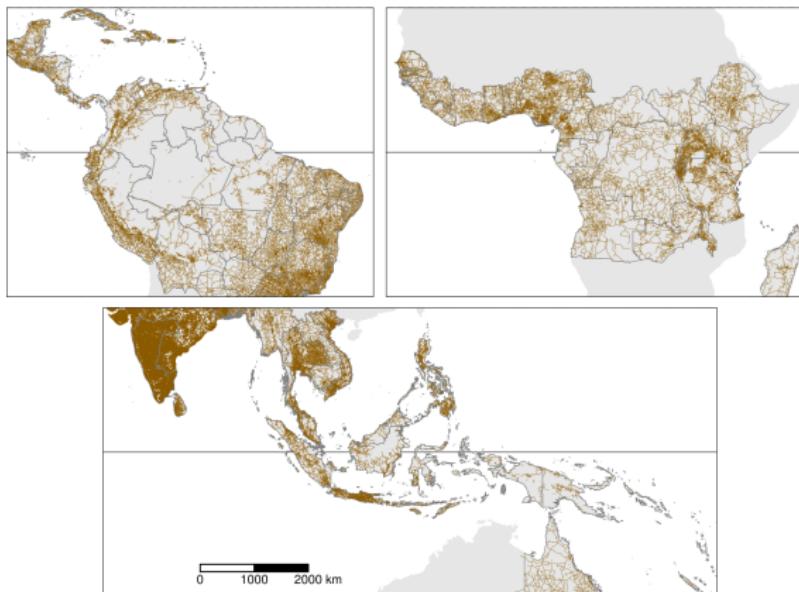
Spatial variables



Variables explicativas espaciales en la RDC

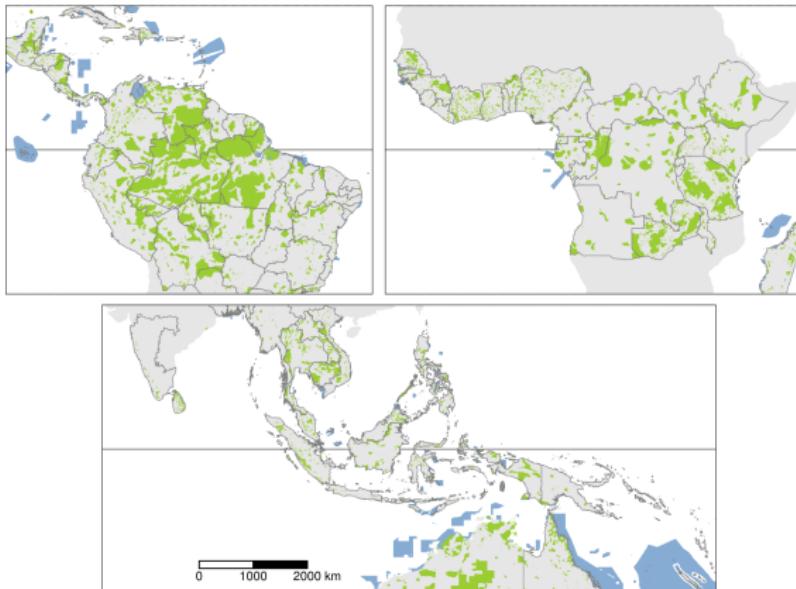
Roads

- OpenStreetMap (OSM)
- “motorway”, “trunk”, “primary”, “secondary” y “tertiary” carreteras
- 3,6 millones de carreteras de OSM



Protected areas

- Estado de la AP : "Designada", "Inscrita", "Establecida" o "Propuesta".
- 85.000 zonas protegidas de la WDPA.



Outline

1 El plugin QGIS deforisk

- Objetivo y especificidades
- Página web y documentación
- Instalación

2 Preparación de datos

- Obtener variables
- Datos sobre cambios en la cubierta forestal
- Variables explicativas espaciales

3 Modelos y validación

- Modelo de referencia
- Modelos forestatrisk
- Modelos de ventanas móviles
- Validación

4 Utilización

- Asignación de la deforestación
- Jurisdicciones subnacionales
- Datos del usuario

5 Conclusión

- Programa del taller
- Perspectivas



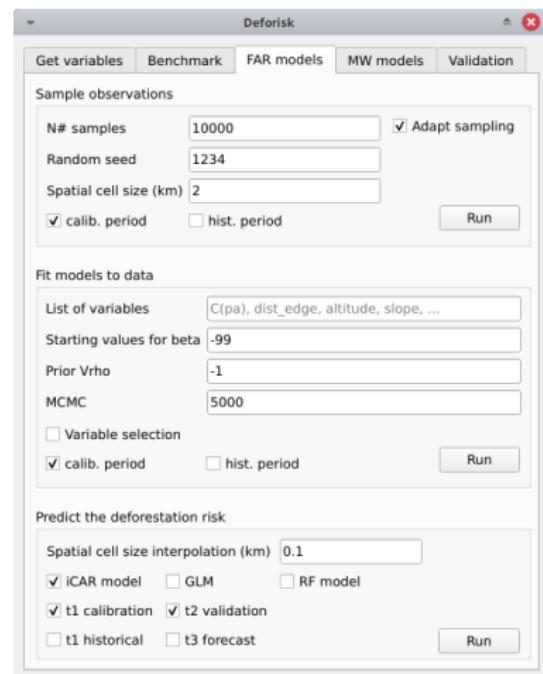
Benchmark model

- Modelo de referencia.
- Un modelo de deforestación razonablemente bueno (mejor que un modelo nulo).
- Asumiendo una *disminución de la deforestación con la distancia al borde del bosque* (comúnmente admitido).
- Y un *modelo diferente entre subjurisdicciones* (variabilidad regional).
- Ver presentación **Cirad y FAO**.
2024. **Mapas de riesgo jurisdiccional para la asignación de la deforestación**.



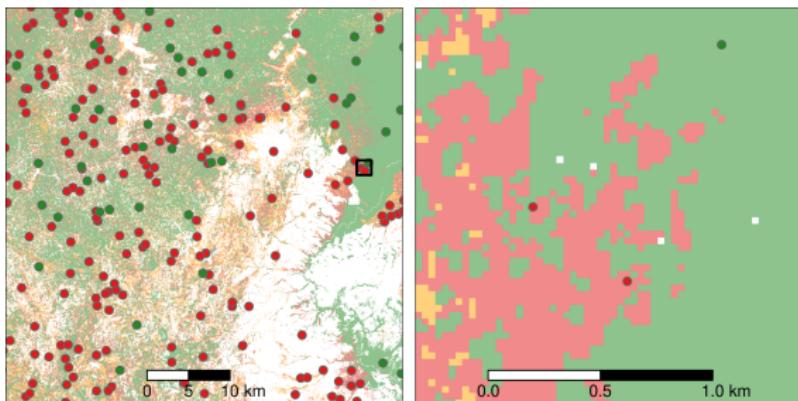
Forestatrisk models

- Tres modelos estadísticos : iCAR, GLM, RF.
 - iCAR : Regresión logística con efectos aleatorios espaciales (proceso iCAR).
 - MLG : Modelo lineal generalizado, regresión logística simple (sin efectos aleatorios).
 - Modelo Random Forest : árboles de regresión aleatorios.
 - Modelos estadísticos basados en una muestra de las observaciones.



Sampling for FAR models

- Consideramos el cambio de cubierta forestal entre t y $t + 1$.
 - Muestreo estratificado entre píxeles deforestados/no deforestados.
 - Número total de puntos proporcional a la cubierta forestal (de 20.000 a 100.000 puntos por zona de estudio).



iCAR model

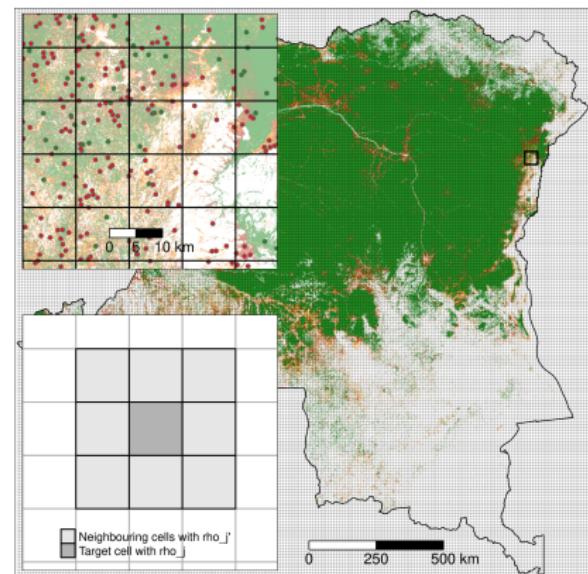
Un modelo de regresión logística con proceso iCAR :

$$y_i \sim \text{Bernoulli}(\theta_i)$$

$$\text{logit}(\theta_i) = \alpha + X_i\beta + \rho_{j(i)}$$

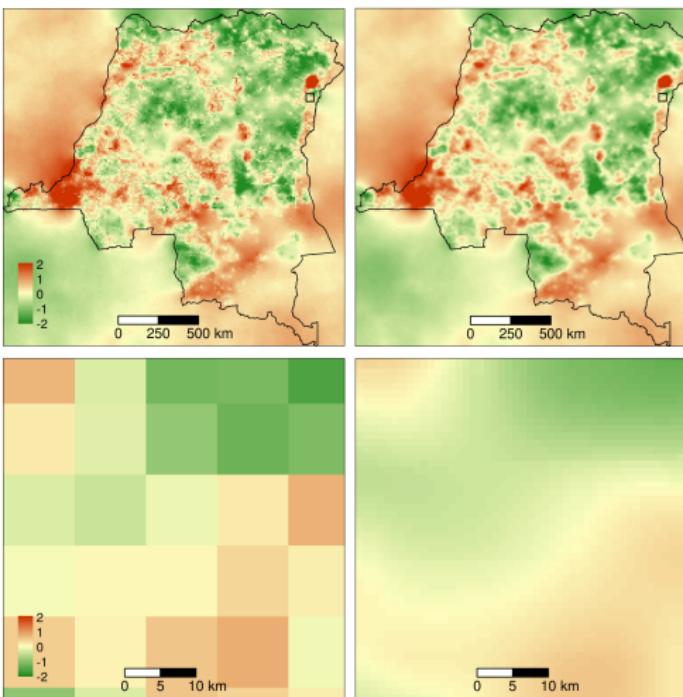
$$\rho_{j(i)} \sim \mathcal{N}ormal\left(\sum_{j'} \rho_{j'}/n_j, V_\rho/n_j\right)$$

Los efectos aleatorios $\rho_{j(i)}$ permiten dar cuenta de la variación espacial residual no tenida en cuenta por las variables del modelo X_i .



Cuadrícula cuadrada de 10 km sobre la RDC

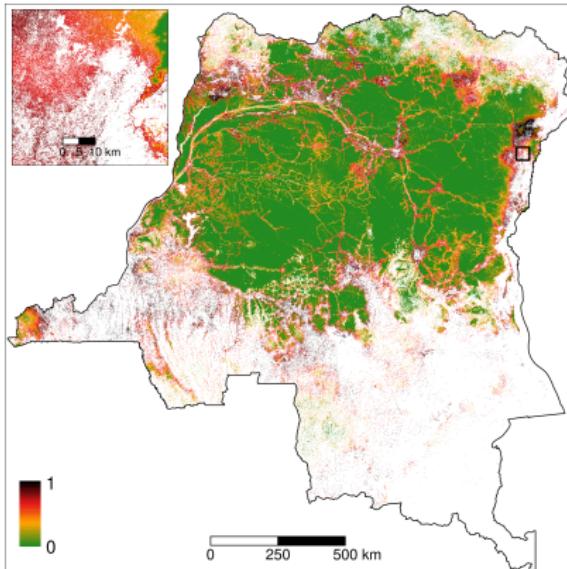
Spatial random effects



Interpolación de efectos aleatorios espaciales a 1 km en la RDC

Spatial probability of deforestation

- Utilizamos el modelo ajustado para calcular la probabilidad espacial de deforestación
- Las probabilidades en $[0, 1]$ se transforman en clases [1, 65535].



Probabilidad espacial relativa de deforestación en la RDC

El plugin QGIS deforisk
oooooooo

Preparación de datos
oooooooooooo

Modelos y validación
oooooooo●oooooooo

Utilización
oooooo

Conclusión
oooo

GLM model

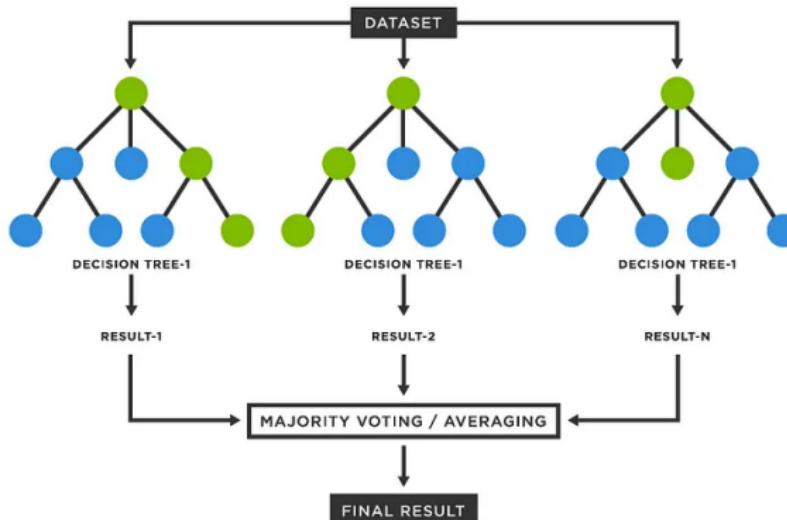
A simple logistic regression model without random effects :

$$y_i \sim \text{Bernoulli}(\theta_i)$$
$$\text{logit}(\theta_i) = \alpha + X_i\beta$$

Fácil de comparar con iCAR para ver el impacto de los efectos aleatorios espaciales.

Random Forest model

- Random Forest es un algoritmo de aprendizaje automático por conjuntos.
- Combina varios árboles de decisión para crear un modelo predictivo más sólido y preciso.



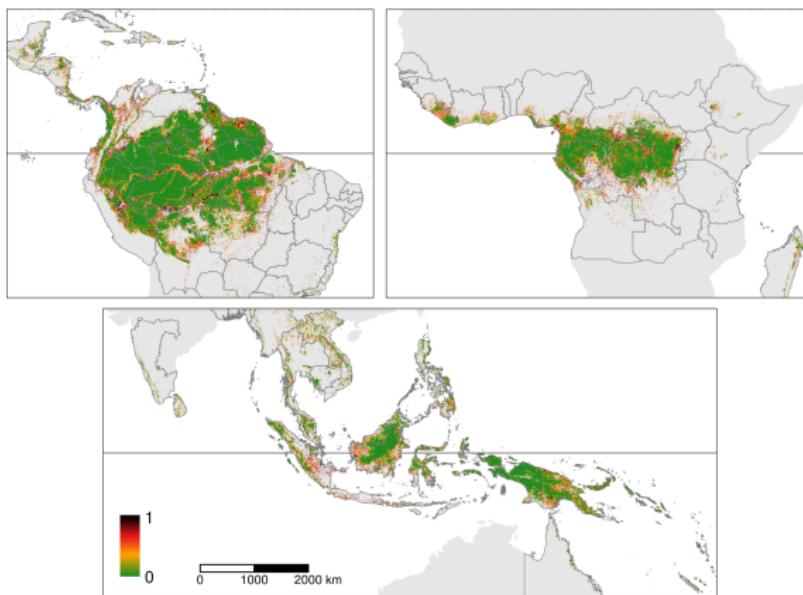
ForestAtRisk in the tropics

- i. Considerar el bosque húmedo tropical en **92** países (119 áreas de estudio).
- ii. Estimar la tasa de deforestación actual y la incertidumbre en cada país
- iii. Modelizar el riesgo espacial de deforestación a partir de factores medioambientales
- iv. Previsión de la deforestación suponiendo un escenario sin cambios
- v. Consecuencias en términos de emisiones de carbono



Las 119 zonas de estudio en los 3 continentes

ForestAtRisk in the tropics



Mapa pantropical de la probabilidad espacial de deforestación
Artículo en revisión : 10.1101/2022.03.22.485306
<https://forestatrisk.cirad.fr/maps.html>

Moving window models

- Modelo propuesto por la anterior metodología de Verra.
- Encontrar un umbral de distancia para definir la clase 1 para el riesgo de deforestación (lo mismo que para el modelo de referencia).

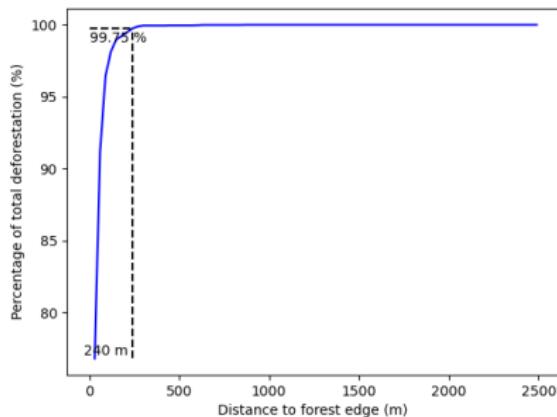


Figure – Deforestación acumulada en función de la distancia al borde del bosque.

Moving window models

- Calcular un riesgo local de deforestación a nivel de píxel utilizando una ventana móvil.
- La ventana móvil puede ser de distintos tamaños.
- Las tasas de deforestación en $[0, 1]$ se convierten a $[2, 65535]$.

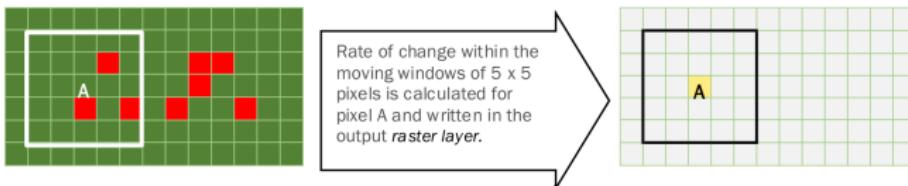
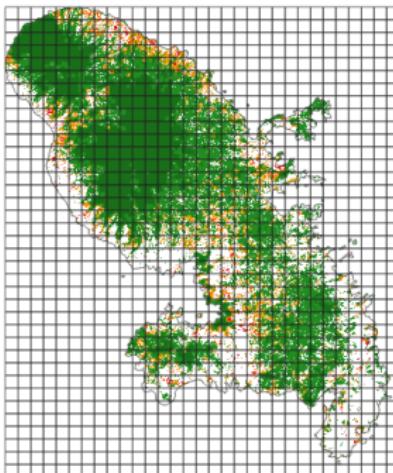


Figure – Ventana móvil.

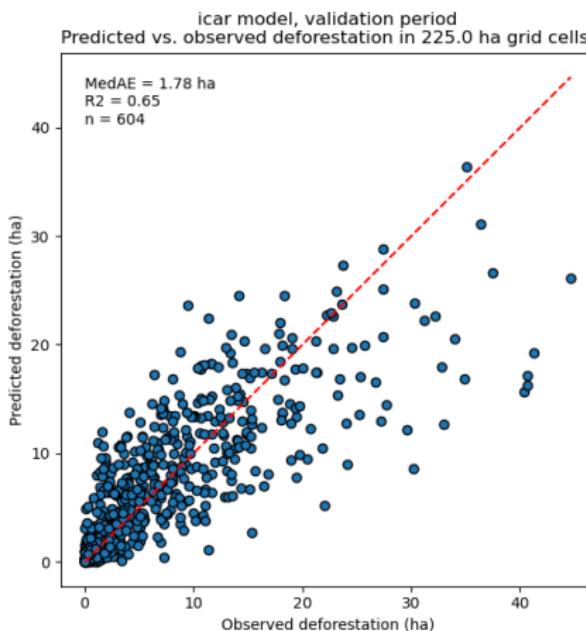
Validation

- Comparación de la deforestación prevista frente a la observada (en ha) para cada celda de una cuadrícula gruesa.
- Durante un periodo de tiempo determinado.



Validation

- Índices de rendimiento : R^2 , y mediana del error absoluto (MedAE).
- Calculados para cada modelo y cada periodo (calibración, validación, histórico).



Outline

1 El plugin QGIS deforisk

- Objetivo y especificidades
- Página web y documentación
- Instalación

2 Preparación de datos

- Obtener variables
- Datos sobre cambios en la cubierta forestal
- Variables explicativas espaciales

3 Modelos y validación

- Modelo de referencia
- Modelos forestatrisk
- Modelos de ventanas móviles
- Validación

4 Utilización

- Asignación de la deforestación
- Jurisdicciones subnacionales
- Datos del usuario

5 Conclusión

- Programa del taller
- Perspectivas



Allocating deforestation

For the best model, we obtain at t3 :

- Mapa jurisdiccional con clases de riesgo de deforestación.
- Una tabla con las tasas relativas de deforestación de cada clase.

Table – Tasas de deforestación en t3 para cada clase de riesgo de deforestación (cifras truncadas a tres dígitos decimales).

cat	n_i	d_i	$\theta_{m,i}$	$\theta_{a,i}$	T	A	δ_i
1	137575	–	1.000e-06	–	–	0.09	–
2	5425	–	1.625e-05	–	–	0.09	–
3	3523	–	3.151e-05	–	–	0.09	–
4	2458	–	4.677e-05	–	–	0.09	–
5	2078	–	6.203	–	–	0.09	–

Allocating deforestation

Table – Tasas de deforestación en t3 para cada clase de riesgo de deforestación (cifras truncadas a tres dígitos decimales).

cat	n_i	d_i	$\theta_{m,i}$	$\theta_{a,i}$	T	A	δ_i
1	137575	–	1.000e-06	–	–	0.09	–

- Considerando un total de **deforestación** D (en ha) para los próximos Y **años** a nivel jurisdiccional.
- **Factor de ajuste** es $\rho = D / (A \sum_i n_i \theta_{m,i})$, siendo A el área del píxel en ha.
- **Tasa absoluta** es $\theta_{a,i} = \rho \theta_{m,i}$: de modo que deforestación total = deforestación prevista por los datos de actividad.
- **Densidad de deforestación** es $\delta_i = \theta_{a,i} \times A / Y$. Se utiliza para predecir la cantidad de deforestación (en ha/año) de cada píxel forestal.

Allocating deforestation

Deforestation density is δ_i (in ha/yr) is used to predict the amount of deforestation for each forest pixel.

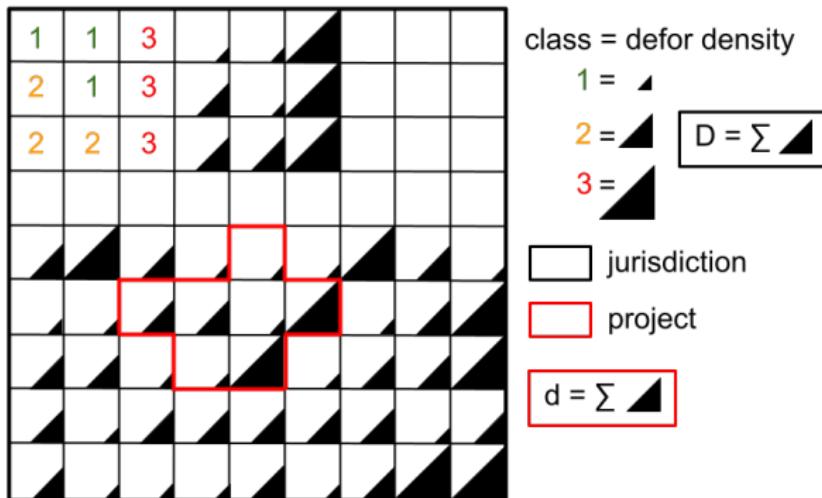
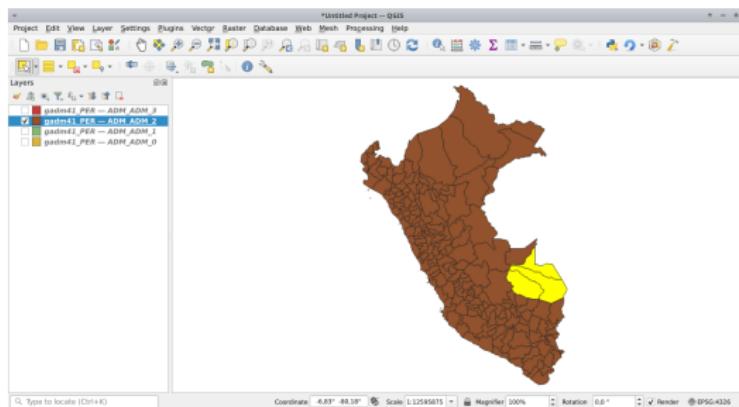


Figure – Asignación de la deforestación a proyectos dentro de la jurisdicción.

Subnational jurisdictions

- Posibilidad de trabajar con jurisdicciones subnacionales.
- Archivo GPKG llamado aoi_latlon.gpkg con dos capas llamadas aoi para la jurisdicción y subj para las subjurisdicciones.
- Este archivo se puede utilizar con el plugin deforisk para definir el área de interés (AOI).
- Más información en la página web [Jurisdicciones subnacionales](#).



User's data

- Posibilidad de utilizar datos del usuario : mapa nacional de cambios en la cubierta forestal, otras variables explicativas (por ejemplo, concesiones mineras).
- Pasos manuales por el momento.
- Los archivos de la carpeta data deben ser reemplazados por los datos del usuario.
- Se pueden añadir variables raster adicionales a la carpeta data.
- Deben existir enlaces simbólicos en las carpetas data_*.
- Más detalles en la página web **Datos del usuario**.

Outline

1 El plugin QGIS deforisk

- Objetivo y especificidades
- Página web y documentación
- Instalación

2 Preparación de datos

- Obtener variables
- Datos sobre cambios en la cubierta forestal
- Variables explicativas espaciales

3 Modelos y validación

- Modelo de referencia
- Modelos forestatrisk
- Modelos de ventanas móviles
- Validación

4 Utilización

- Asignación de la deforestación
- Jurisdicciones subnacionales
- Datos del usuario

5 Conclusión

- Programa del taller
- Perspectivas

Workshop agenda

Four practical sessions :

- Instalar el software y ejecutar el tutorial Get Started.
- Elegir una jurisdicción subnacional pequeña y seleccione el mejor mapa de riesgos.
- Derivar el mejor mapa de riesgos para una gran jurisdicción (por ejemplo, a nivel nacional).
- Ejercicios :
 - Cambiar los parámetros del modelo para ver su comportamiento (por ejemplo, el tamaño de las celdas espaciales para el modelo iCAR).
 - Utilizar datos del país (por ejemplo, mapa nacional de cambios en la cubierta forestal).
 - Asignar la deforestación futura a un proyecto.

Perspectives

- Plugin reciente (primera versión en julio de 2024).
- Se esperan mejoras :
 - Aumentar la velocidad de cálculo (para predicciones sobre grandes superficies).
 - Añadir más modelos alternativos (MLP).
- Modificaciones a partir de los comentarios de los usuarios.



... Gracias por su atención ...

<https://deforisk-qgis-plugin.org>

> Artículos > Referencias > Presentaciones

