

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



Ghislain VIEILLEDENT<sup>1</sup> Thomas ARSOUZE<sup>1</sup> Equipo FAO<sup>2</sup>

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



UK Government

# 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

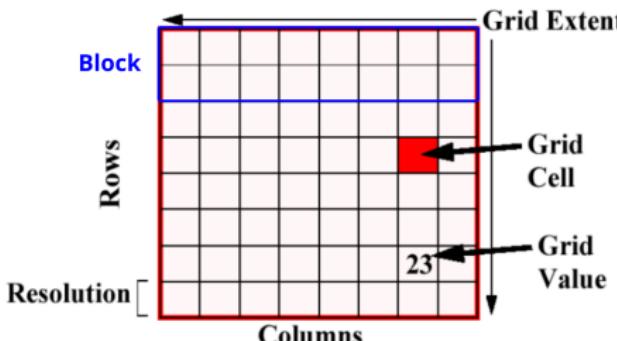
El plugin deforisk se basa en cuatro paquetes de Python desarrollados específicamente para modelar la deforestación :

- 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.



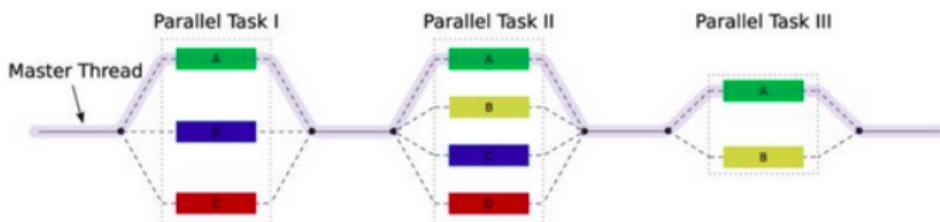
## Procesar rasters por bloques

- 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 ?
- **Página de inicio.** Cómo empezar a utilizar el plugin en una pequeña área de interés ?
- **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 a web page for the "deforisk QGIS plugin". The top navigation bar includes links for Home, Installation (which is underlined), Get started, Articles, Plugin API, and More. A search bar and a "ctrl + k" keyboard shortcut are also present. On the left, there's a sidebar with a "Note" section and a "Dependencies" paragraph. The main content area has a heading "Installation" and a "Dependencies" section. The "Dependencies" section contains text about installing QGIS, GDAL, forestatrisk, and riskmapjnr. 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".

deforisk QGIS plugin

Home Installation Get started Articles Plugin API More

Search ctrl + k

On this page

On Windows

On Unix-like systems (Linux and macOS)

Access to GEE and WOPA

Installing the `deforisk` plugin in QGIS

## Installation

**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.

# 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



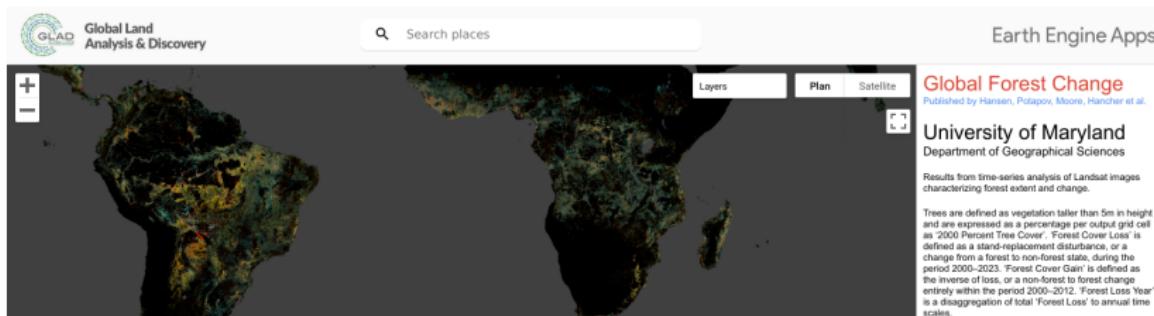
# Obtener variables

- 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>



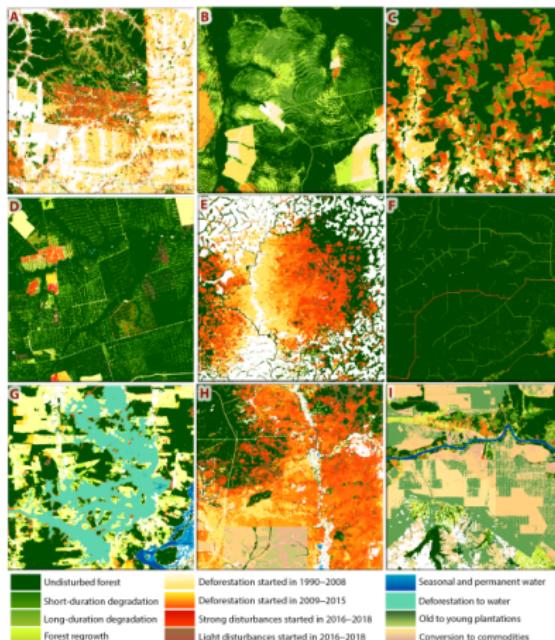
# Datos TMF

- 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/>.



# Datos TMF

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

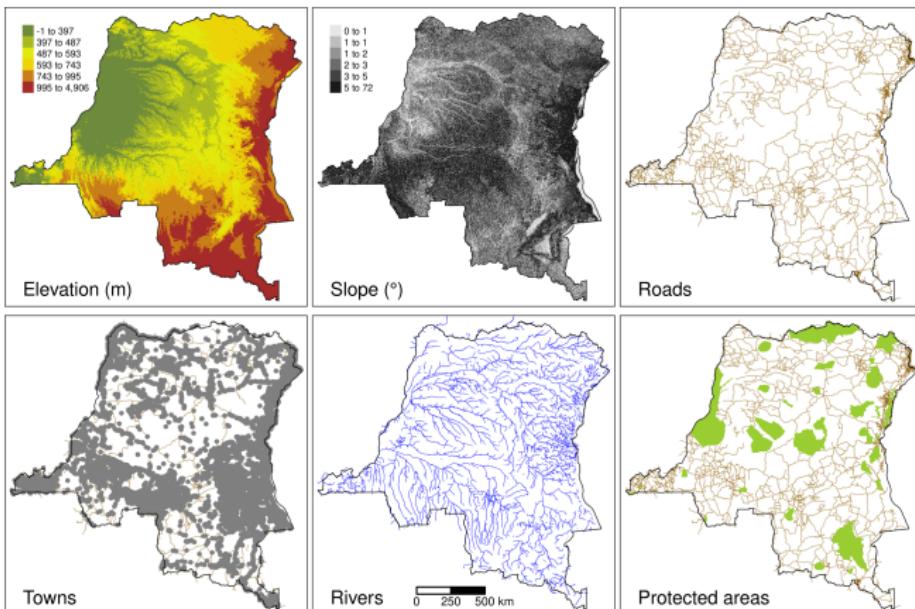


# Variables espaciales

El plugin ayuda a calcular ocho variables explicativas.

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

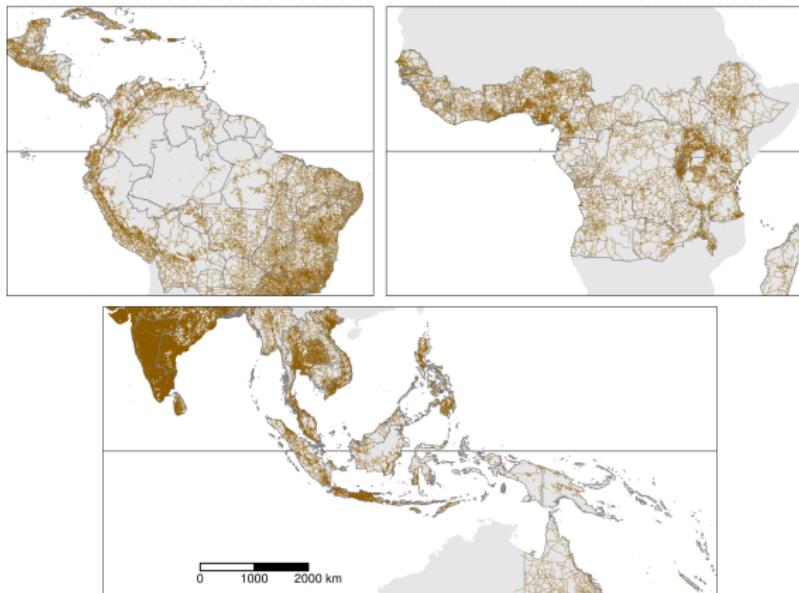
# Variables espaciales



**Variables explicativas espaciales en la RDC**

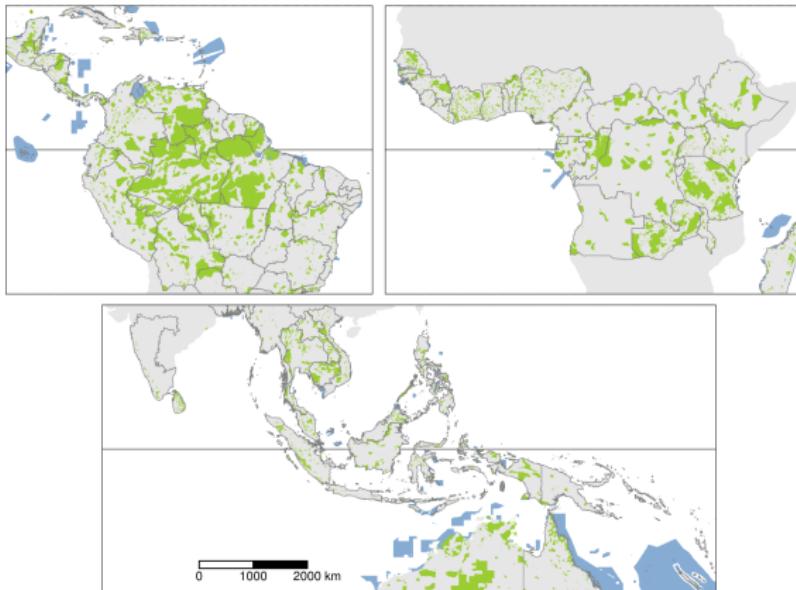
# Carreteras

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



# Áreas protegidas

- 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

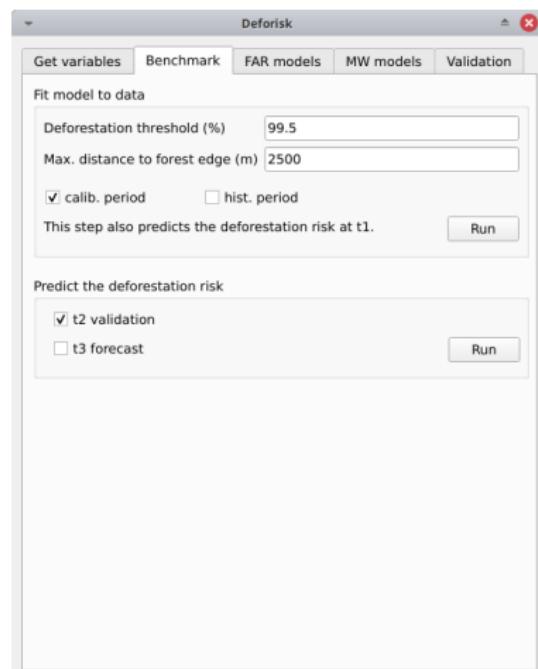
## 5 Conclusión

- Programa del taller
- Perspectivas



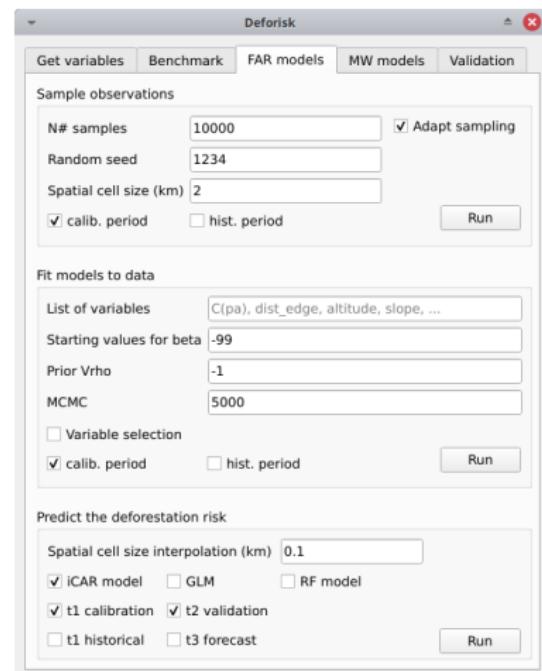
# Modelo de referencia

- 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**.



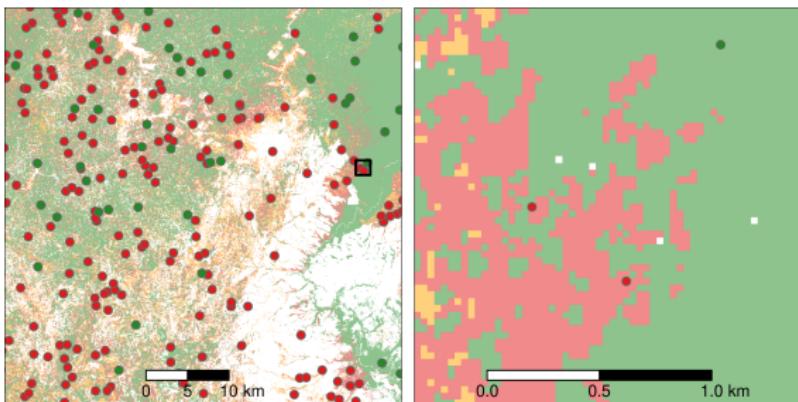
# Modelos forestatrisk

- 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.



## Muestreo para modelos FAR

- 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).



# Modelo iCAR

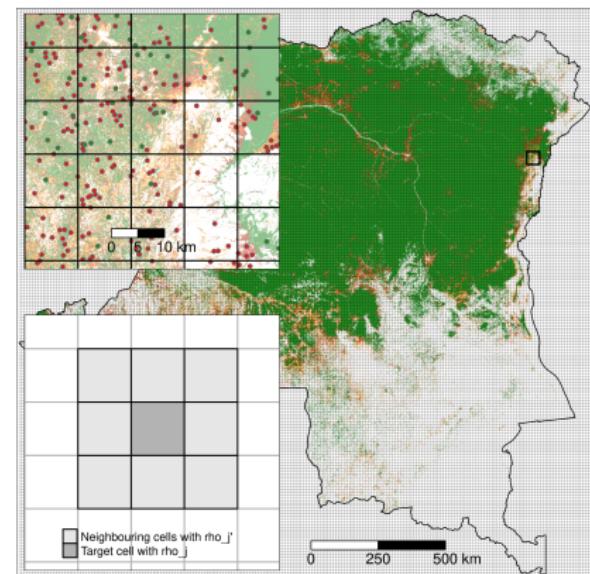
Un modelo de regresión logística con proceso iCAR :

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

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

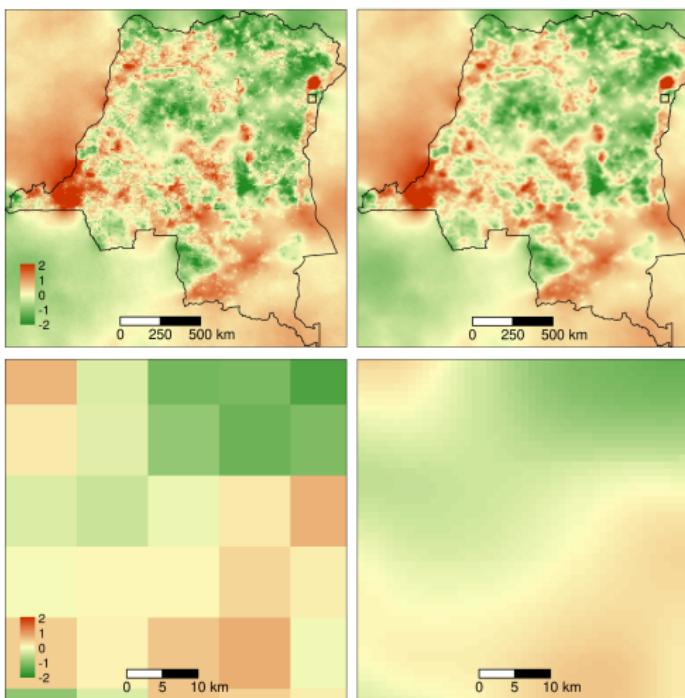
$$\rho_{j(i)} \sim \mathcal{N}ormal\left(\sum_{j'} \rho_{j'}/n_j, V_\rho/n_j\right)$$

**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**

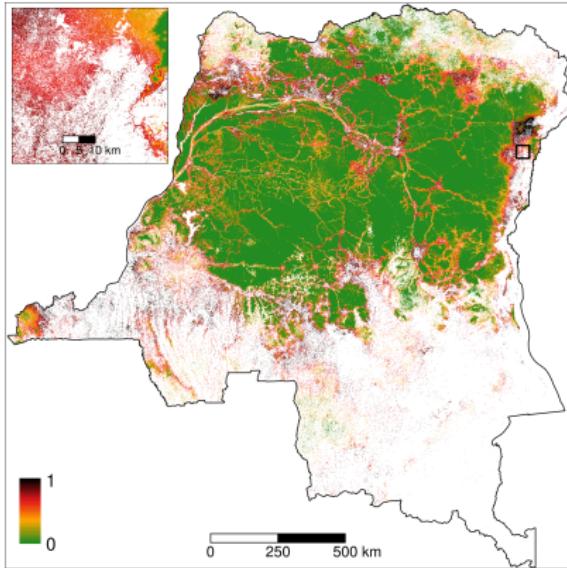
# Efectos aleatorios espaciales



Interpolación de efectos aleatorios espaciales a 1 km en la RDC

# Probabilidad espacial de deforestación

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



El plugin QGIS deforisk  
oooooooooo

Preparación de datos  
oooooooooooo

Modelos y validación  
oooooooo●oooooooooooo

Utilización  
oooooo

Conclusión  
oooo

# Modelo GLM

---

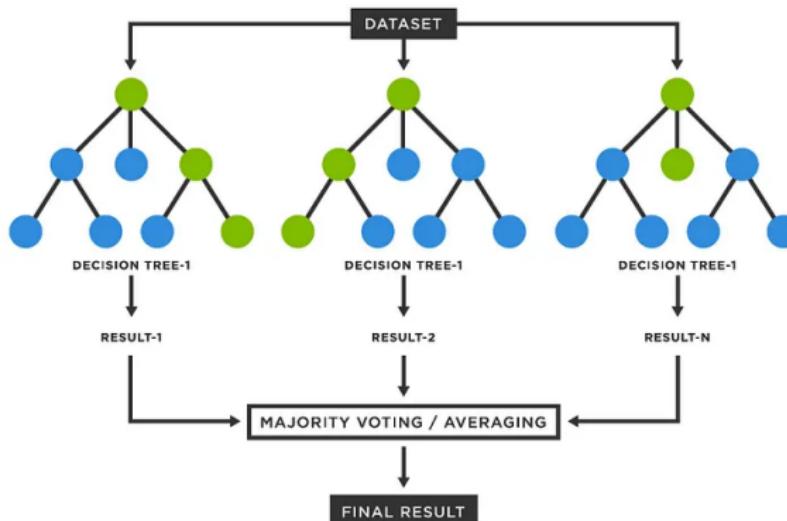
Un modelo de regresión logística simple sin efectos aleatorios :

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

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

# Modelo Random Forest

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



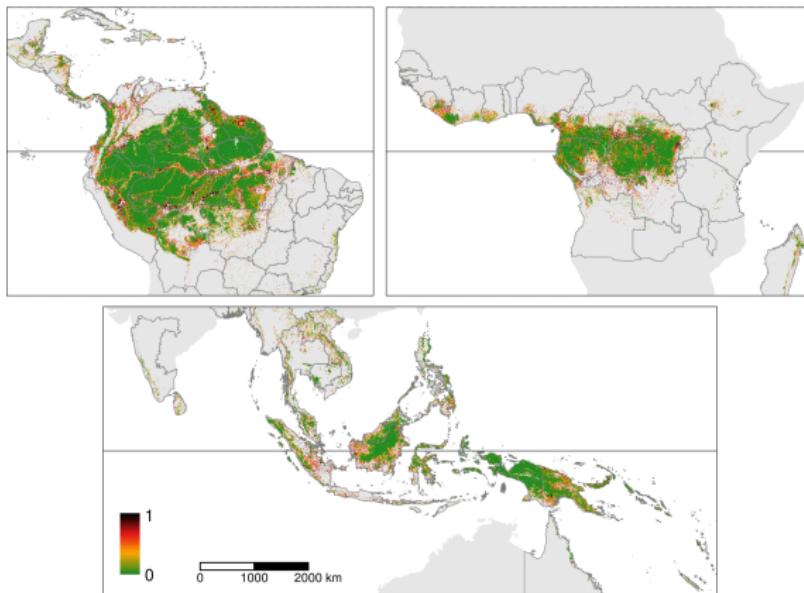
# ForestAtRisk en los trópicos

- 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 en los trópicos



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

# Modelos de ventanas móviles

- 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).

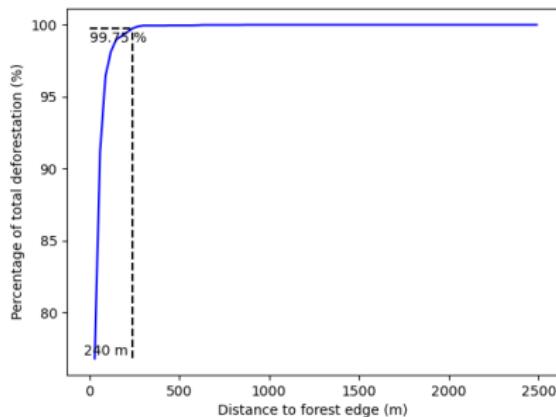


Figure – Deforestación acumulada en función de la distancia al borde del bosque.

# Modelos de ventanas móviles

- 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  $[2, 65535]$ .

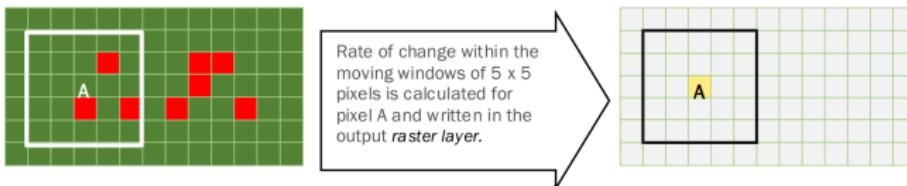
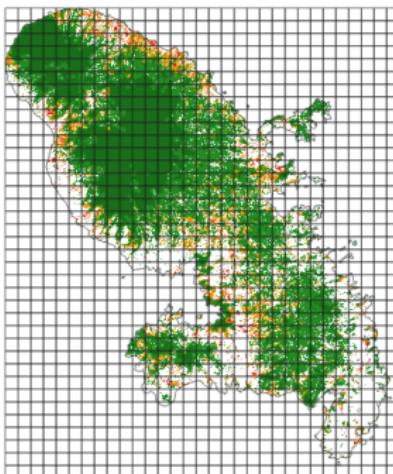


Figure – Ventana móvil.

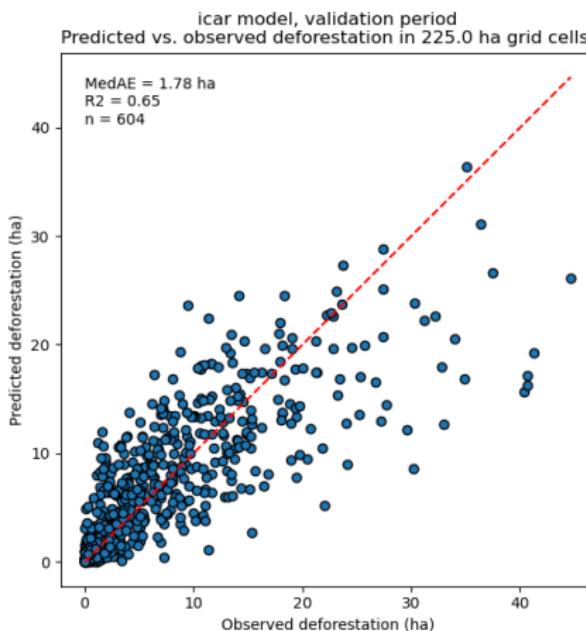
# Validación

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



# Validación

- 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



# Asignación de la deforestación

Para el mejor modelo, obtenemos en 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	$\delta_i$
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	–

# Asignar deforestación

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

cat	$n_i$	$d_i$	$\theta_{m,i}$	$\theta_{a,i}$	$T$	$A$	$\delta_i$
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.

# Asignación de la deforestación

**Densidad de deforestación** es  $\delta_i$  (en ha/año) se utiliza para predecir la cantidad de deforestación de cada píxel de bosque.

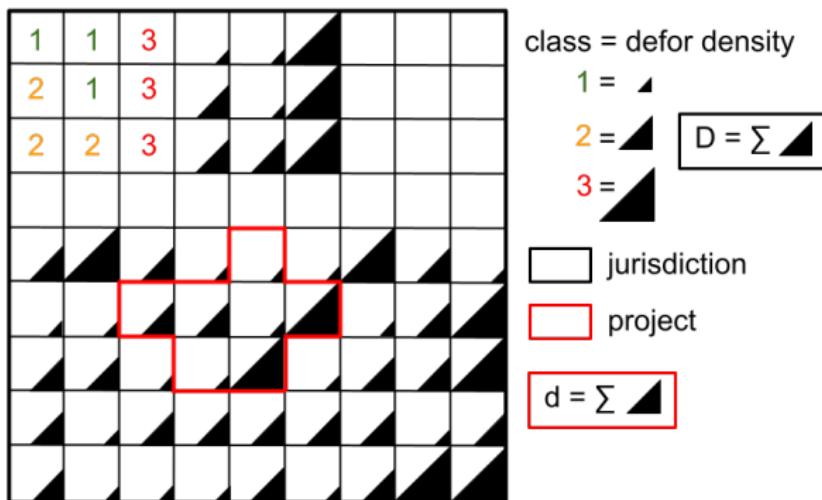
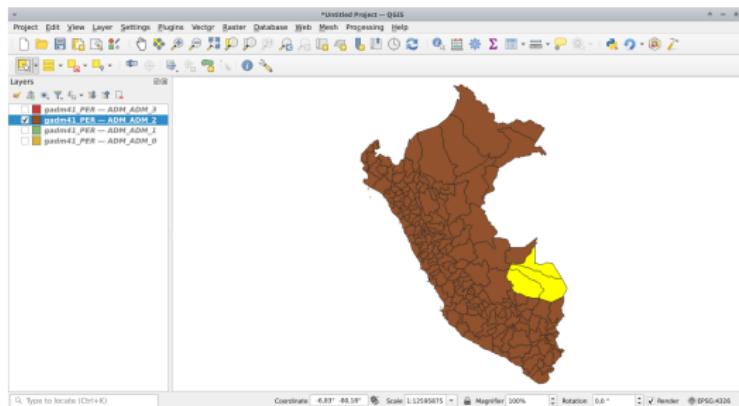


Figure – Asignación de la deforestación a proyectos dentro de la jurisdicción.

# Jurisdicciones subnacionales

- 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](#).



## Datos del usuario

---

- 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

# Programa del taller

---

Cuatro sesiones prácticas :

- 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.

# Perspectivas

---

- 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

