

RESUMEN FEGA

UPM

INDICE DE CONTENIDO

1. FEGAPP

1. ESQUEMA
2. MEJORAS
3. TABLAS DE USO
4. INTERFAZ

2. Resoluciones

1. ESQUEMA
2. SELECCION DE ZONA DE ESTUDIO
 1. REGIONES GEOCLIMATICAS
 2. TILES SELECCIONADOS
3. METODOLOGIAS DE ESTADISTICAS ZONALES
4. PROCESADO DE LAS SERIES DE TIEMPO
5. ANALISIS DE SUPERFIES
6. EFECTO SEÑAL-RUIDO
7. COMPARATIVA ENTRE LAS RESOLUCIONES

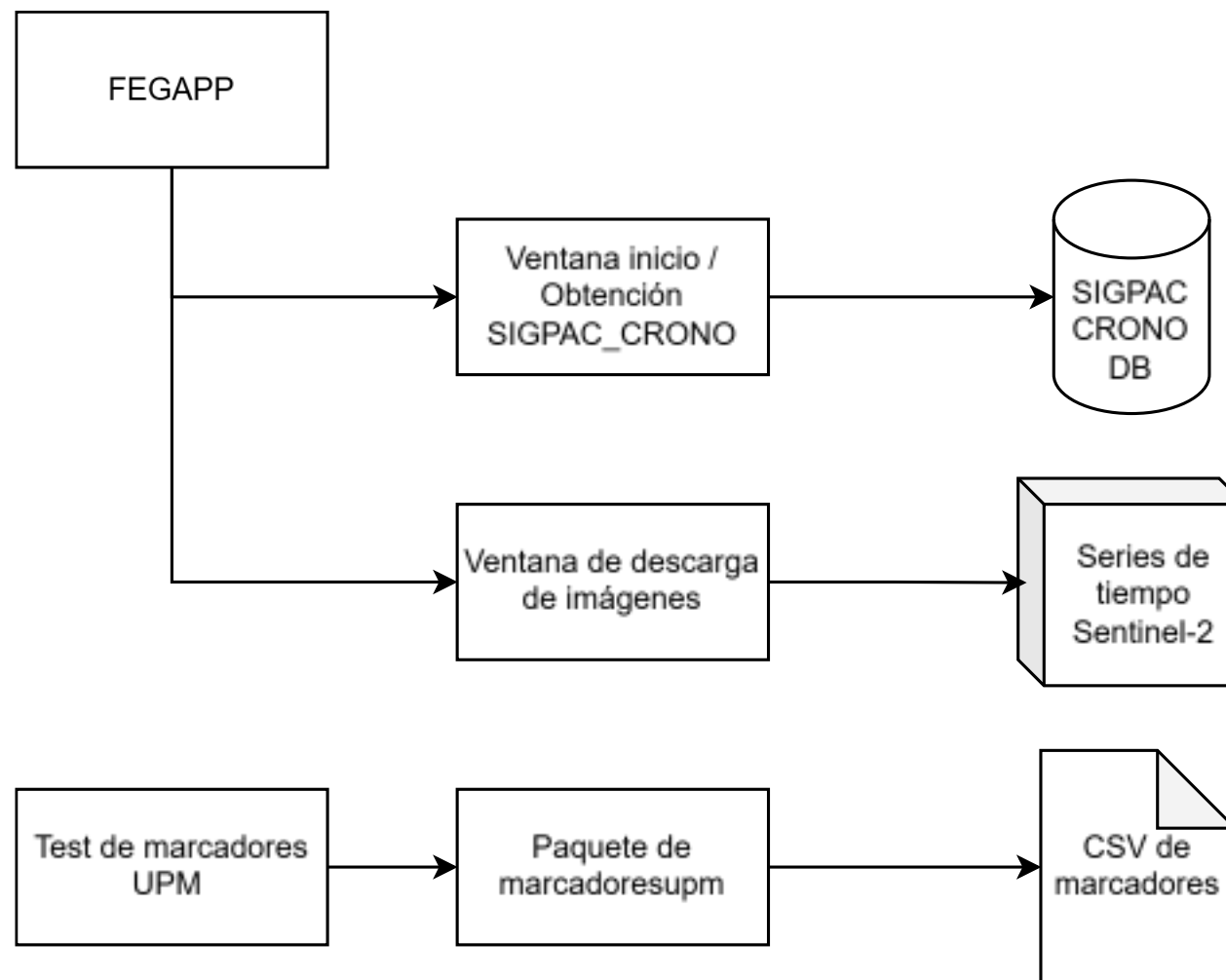
3. MARCADORES UPM

1. INDICES DE FORMA ESPECTRAL
2. MARCADORES
3. ARBOL DE DECISION
4. MARCADORES ABANDONOS TRAGSATEC
5. MARCADORES RECINTOS POR PROVINCIA
6. CALCULO DE VALORES UMBRALES
7. ESTABILIDAD DE RECINTOS POR PROVINCIA
8. MODULO PARA TRAGSATEC
9. MARCADORES PASTOS BADAJOZ
10. MARCADORES ALGODÓN SEVILLA
11. INDICES PERIODOGRAMA

4. CONCLUSIONES

5. LINEAS FUTURAS

ESQUEMA FEGAPP



MEJORAS FEGAPP

Se han realizado diferentes mejoras en FEGAPP para que sea transferible

ENTORNO VIRTUAL

- Objetivo: Gestionar variables sensibles de conexión a bases de datos.
- Variables necesarias:
 - **MYUSER:** Usuario de la BD
 - **MYPASSWORD:** Contraseña de usuario
 - **MYHOST:** Dirección IP del servidor
 - **MYPORT:** Puerto específico abierto
- Automatización:
 - Generado automáticamente si no existe.
 - Solicita información en tiempo real.

CSV_CONFIG

- Ubicación: `src/config/CSV\_CONFIG.csv`
- Información contenida:
 - Fechas de inicio para campañas SIGPAC (2020-2024).
 - Bases de datos asociadas por comunidad autónoma.
- Columnas esenciales:
 - `Comunidad\_autonoma`, años `2020-2024`,
`Nombre\_base\_datos`
- Beneficio: Facilita consultas rápidas, automatización eficiente y evita errores.

TABLAS DE USO EN FEGAPP

Base de datos del SigPAC

Tabla de Recintos (t\$recinto_ex)

Atributo	Tipo	Descripción
dn_oid	Entero	Es un número único para todas las entidades relacionadas entre sí.
dn_geom	WKT	Define las coordenadas de cada recinto para formar una entidad del tipo polígono o multipolígono
dn_initialdate	Fecha	Fecha inicial del recinto
dn_enddate	Fecha	Fecha final de la validez del recinto. Si el valor es NULL el recinto seguirá siendo valido
cap_prevalente	Entero	Define el coeficiente de admisibilidad de pastos
uso_sigpac	Texto	Define el Uso SIGPAC utilizando la codificación definida por el SIGPAC
incidencias	Texto	Define las incidencias que se producen en el recinto
provincia	Entero	Define el numero asociado a la provincia que pertenece
municipio	Entero	Define el numero asociado al municipio que pertenece
agregado	Entero	Define el numero asociado al agregado que pertenece
zona	Entero	Define el numero asociado a la zona que pertenece
polígono	Entero	Define el numero asociado al polígono que pertenece
parcela	Entero	Define el numero asociado a la parcela que pertenece
recinto	Entero	Define el numero asociado al recinto que pertenece

Tabla de líneas de declaración (t\$linea_declaracion)

Atributo	Tipo	Descripción
Id.dn_pk	Entero	Identificador único para la línea de declaración
Id.parc_producto	Entero	Código del producto declarado
Id.dn_oid	Entero	Numero único que relaciona la línea de declaración con
Id.dn_surface	Flotante	Superficie que ocupa la línea de declaración
Id.dn_initialdate	Fecha	Fecha inicial de la línea de declaración
Id.dn_enddate	Fecha	Fecha final de la validez de la línea de declaración. Si el valor es NULL el recinto seguirá siendo valido
dn_geom	WKT	Define las coordenadas de cada recinto para formar una entidad del tipo polígono o multipolígono
provincia	Entero	Define el numero asociado a la provincia que pertenece
municipio	Entero	Define el numero asociado a la municipio que pertenece
agregado	Entero	Define el numero asociado a la agregado que pertenece
zona	Entero	Define el numero asociado a la zona que pertenece
polígono	Entero	Define el numero asociado a la polígono que pertenece
parcela	Entero	Define el numero asociado a la parcela que pertenece
recinto	Entero	Define el numero asociado a la recinto que pertenece

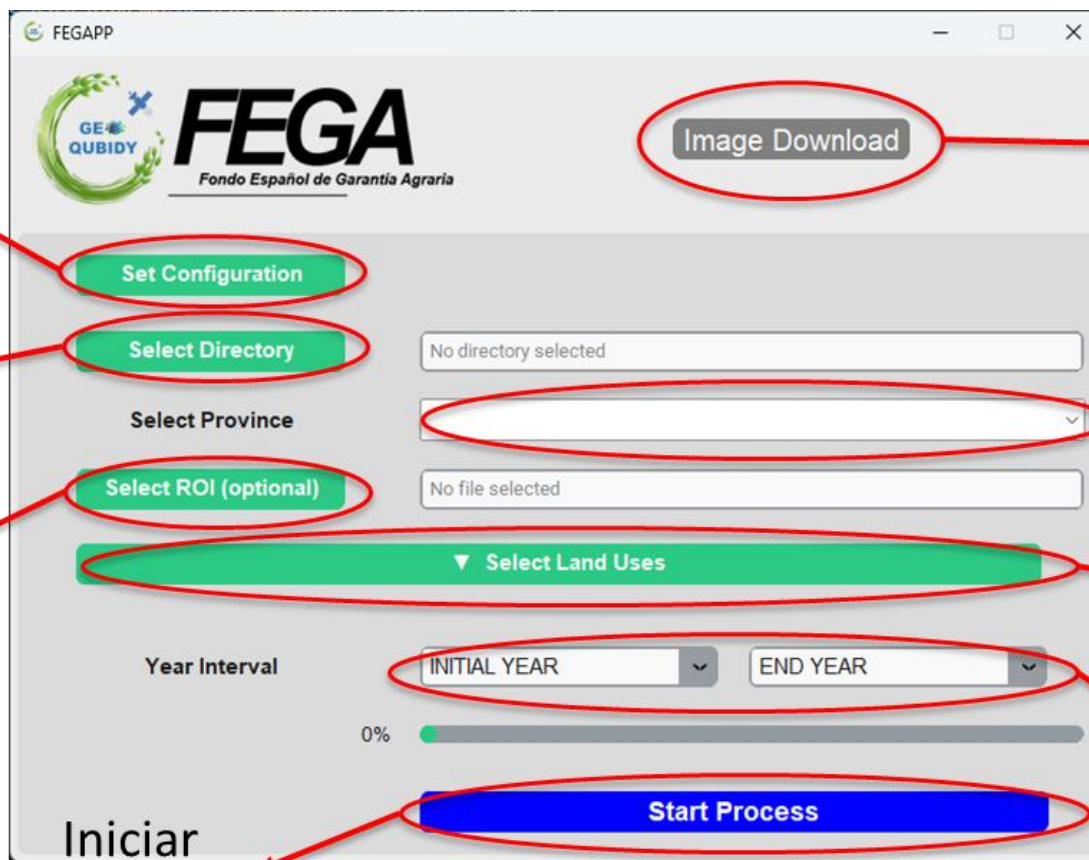
INTERFAZ FEGAPP

Obtención del SIGPAC-CRONO

Introducir
configuración de
sesión de bbdd

Selección de
directorio
de salida

Selección
opcional de
capa de zona
de interés



The screenshot shows the FEGAPP web interface. The header includes the FEGA logo and the text 'Fondo Español de Garantía Agraria'. The main content area contains several interactive elements: a 'Set Configuration' button, a 'Select Directory' button, a 'Select Province' dropdown menu, a 'Select ROI (optional)' button, a 'Select Land Uses' dropdown menu, a 'Year Interval' section with 'INITIAL YEAR' and 'END YEAR' dropdowns, a progress bar showing 0%, and a 'Start Process' button. A red circle highlights the 'Image Download' button in the top right corner. Red arrows point from the text labels on the left and right to their corresponding elements in the interface.

Abrir interfaz de
descarga de
imágenes

Desplegable de
provincias

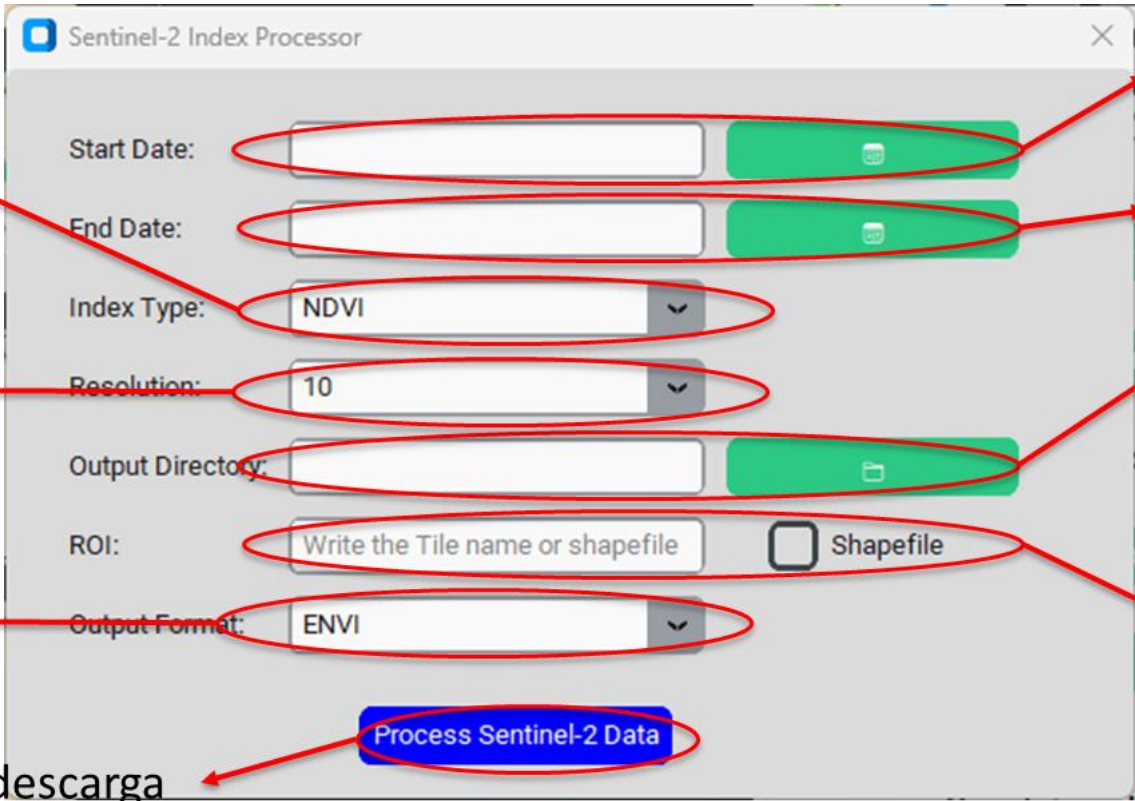
Desplegable
de usos del
suelo

Selección
de intervalo
de estudio

Iniciar
proceso

INTERFAZ FEGAPP

Descarga de series de tiempo de Sentinel-2

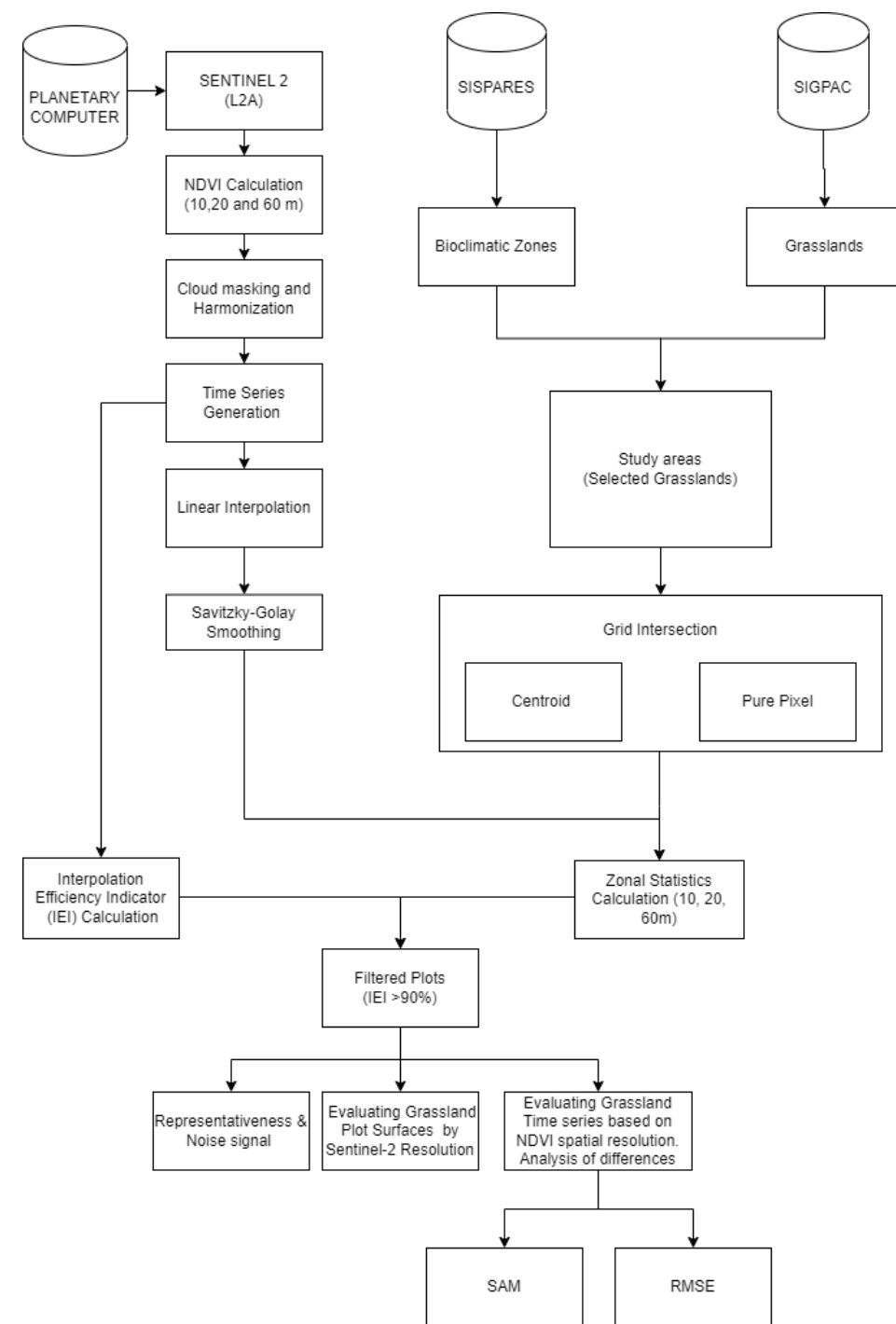


The screenshot shows the 'Sentinel-2 Index Processor' window with the following fields and annotations:

- Selector de índices espectrales y bandas:** Points to the 'Index Type' dropdown menu, which is currently set to 'NDVI'.
- Fecha de inicio:** Points to the 'Start Date' input field.
- Fecha final:** Points to the 'End Date' input field.
- Resolución espacial:** Points to the 'Resolution' dropdown menu, which is currently set to '10'.
- Directorio de salida:** Points to the 'Output Directory' input field.
- Introducir nombre del Tile o shape de la zona a descargar:** Points to the 'ROI' input field, which contains the text 'Write the Tile name or shapefile'.
- Formato de salida:** Points to the 'Output Format' dropdown menu, which is currently set to 'ENVI'.
- Iniciar la descarga:** Points to the 'Process Sentinel-2 Data' button.

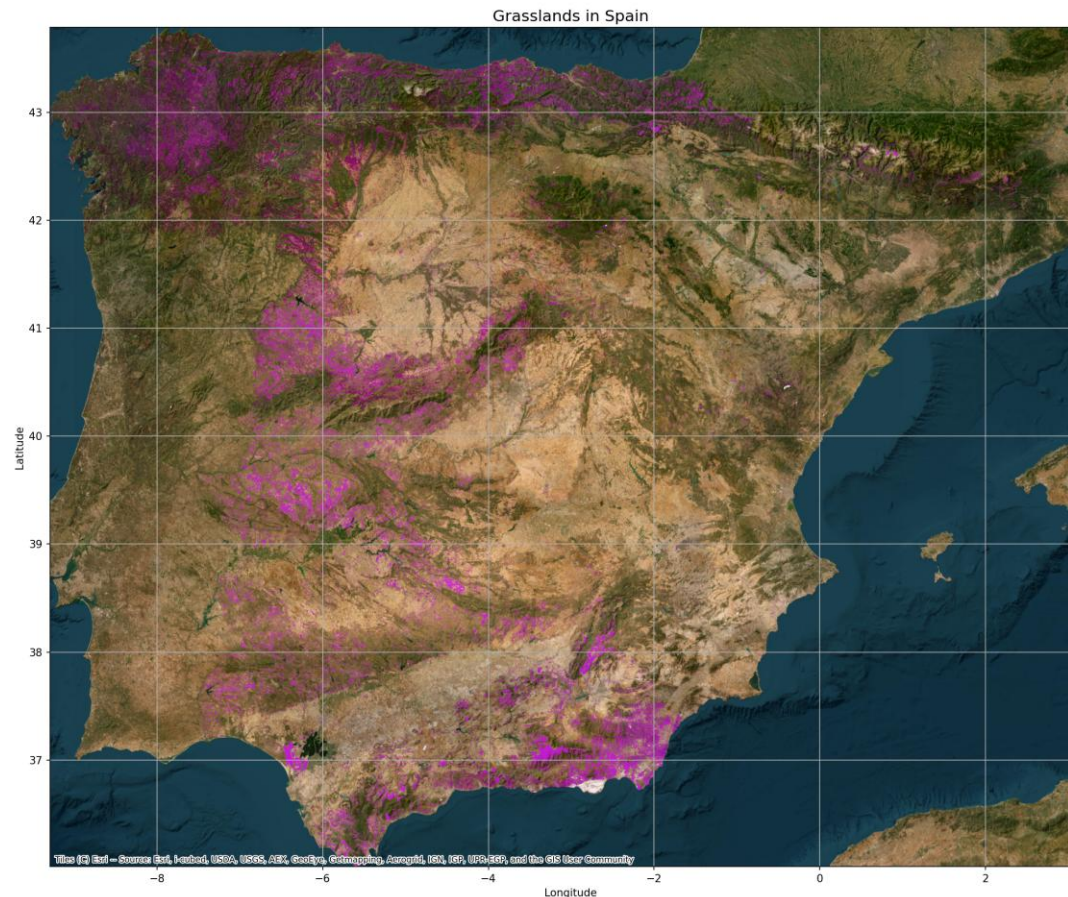
RESOLUCIONES

METODOLOGÍA LLEVADA A CABO



RESOLUCIONES

PASTOS SEGÚN SIGPAC Y DECLARACIONES (2018-2023)

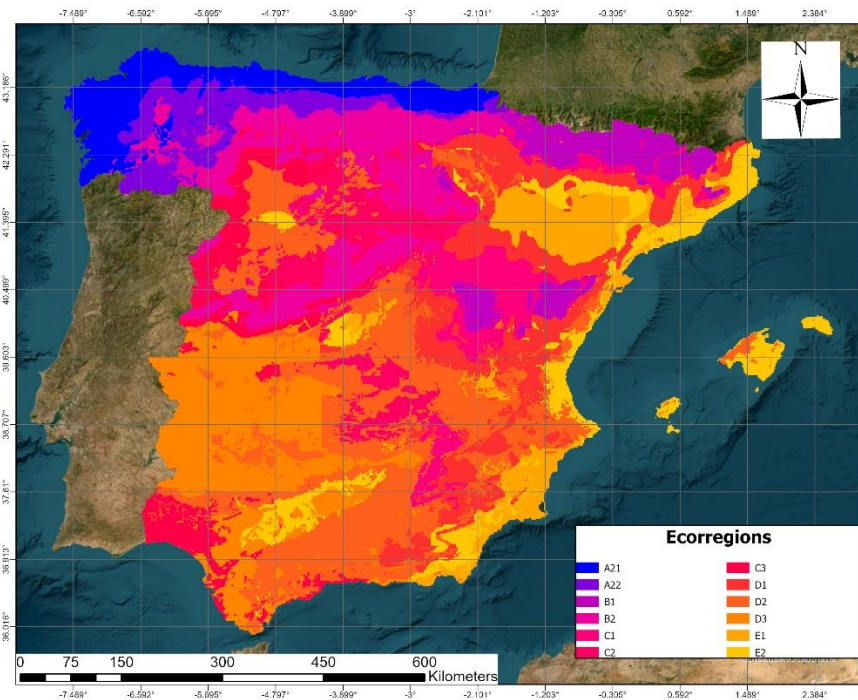


Para el análisis de selecciones se han seleccionado los pastos declarados durante todos los años o que tenga su uso SIGPAC todos los años de estudio.

RESOLUCIONES

Para abarcar toda la variabilidad ecológica de los pastos se han intersecado con la capa de estratos geoclimáticos propuesto por SISPARES. Abarcando la variabilidad climática y litológica.

ESTRATOS GEOCLIMÁTICOS

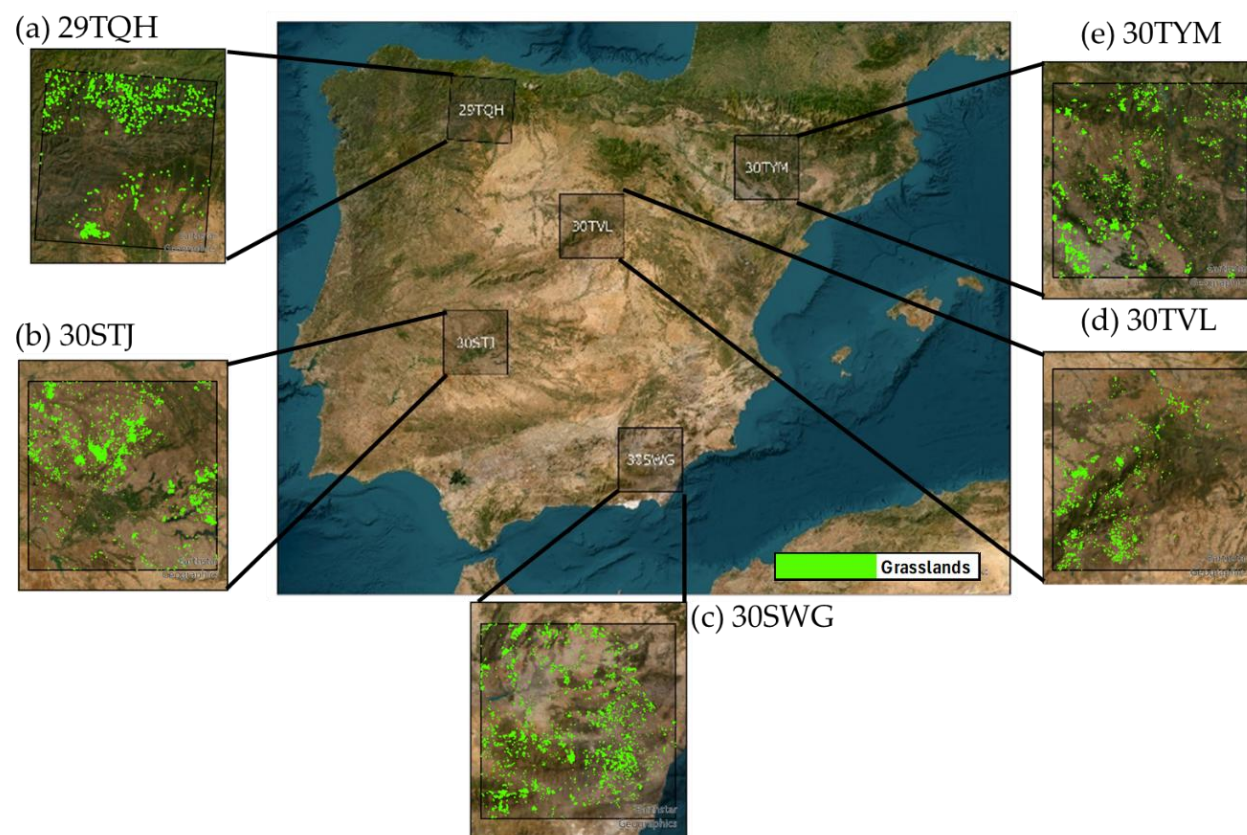


ESTRATOS CLIMÁTICOS	
Estrato A	Estrato Húmedo
Estrato B	Estrato Subhúmedo
Estrato C	Estrato Subárido
Estrato D	Estrato Árido
Estrato E	Estrato Hiperárido

ESTRATOS LITOLÓGICOS	
Estrato 1	Estrato Ácido
Estrato 2	Estrato Neutro o Transicional
Estrato 3	Estrato Calizo

RESOLUCIONES

Se han seleccionado los tiles de Sentinel 2 por su representatividad dentro de la España peninsular

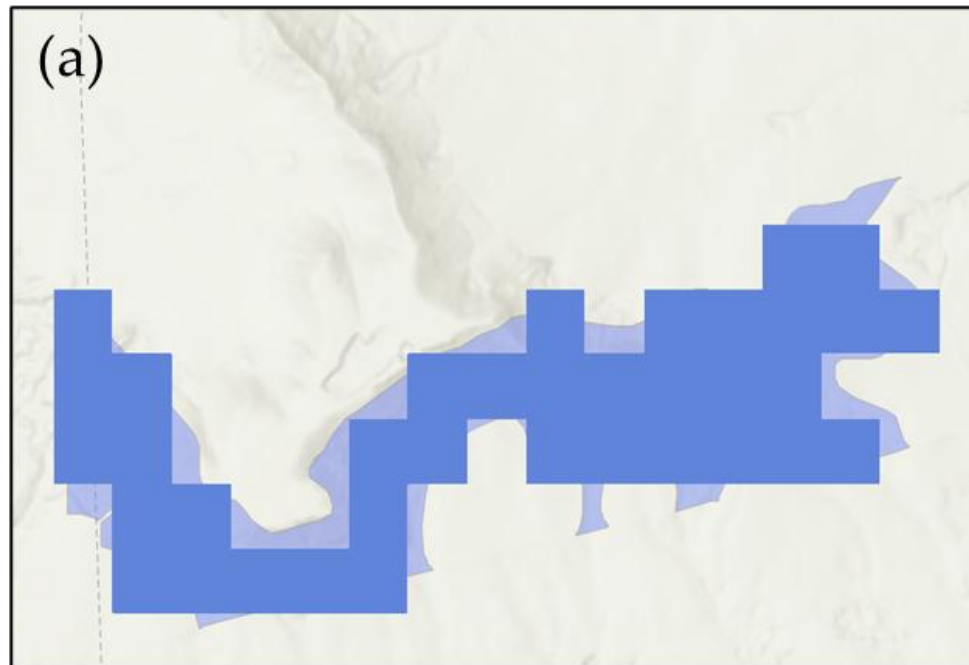


	Total de recintos de pastos	Total de superficie de pastos (ha)
29TQH	1053	2661.27
30STJ	4077	23810.9
30SWG	3105	22804.68
30TVL	2078	7501.81
30TYM	2032	15192.22

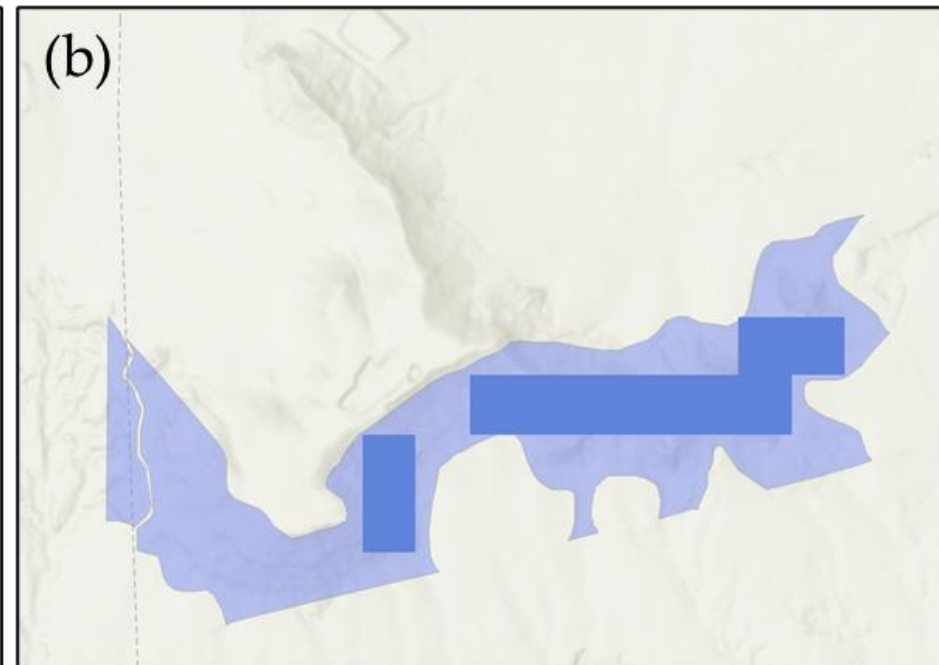
RESOLUCIONES

METODOLOGIAS DE CALCULO DE ESTÁDISTICAS ZONALES

Centroide (centroide dentro de la parcela)



Puros (píxel completamente dentro de la parcela)

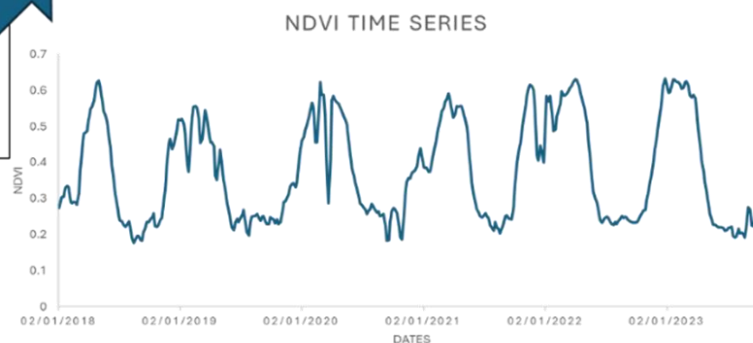
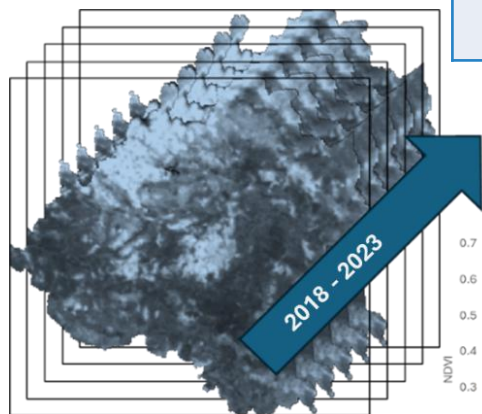


RESOLUCIONES

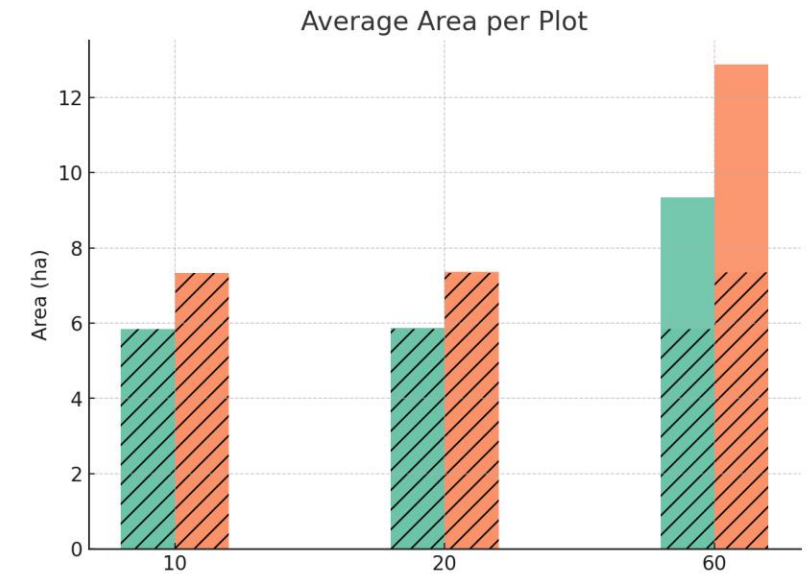
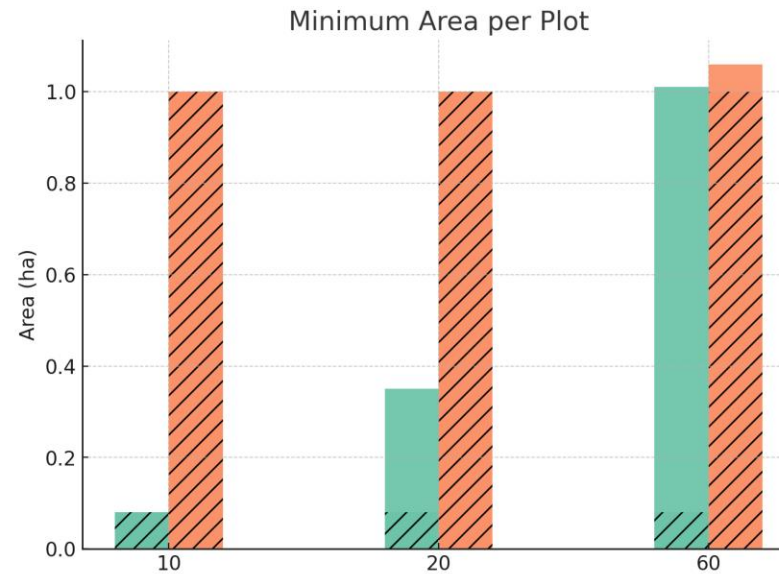
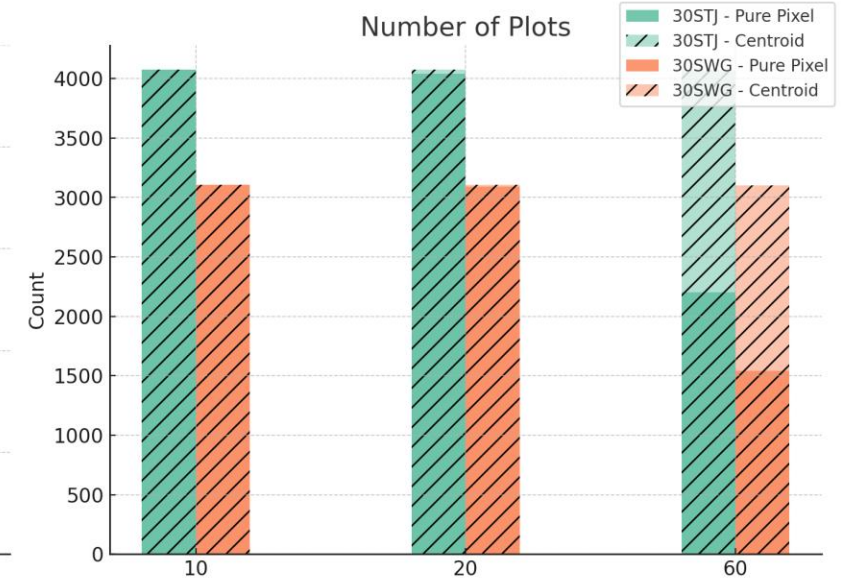
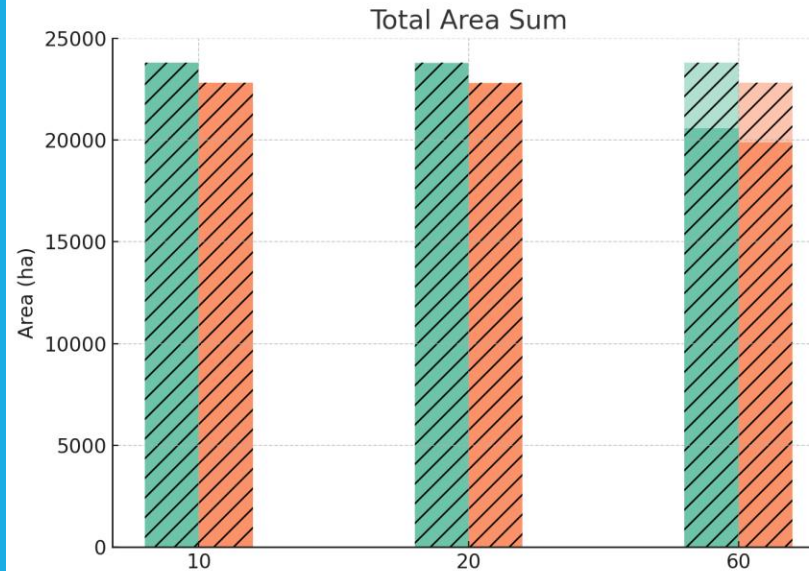
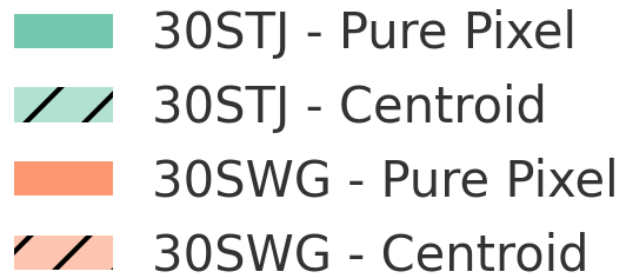
Se han generado las series de tiempo interpoladas y filtradas mediante el filtro de Savitzky-Golay desde 2018 hasta 2023.

Bandas utilizadas para el cálculo de las series de tiempo de NDVI

Banda	Resolución (m)	Centro de banda (μm)	Ancho completo medio máximo (μm)
B4	10	0.665	0.045
B8	10	0.842	0.145
B8A	20 y 60	0.865	0.033

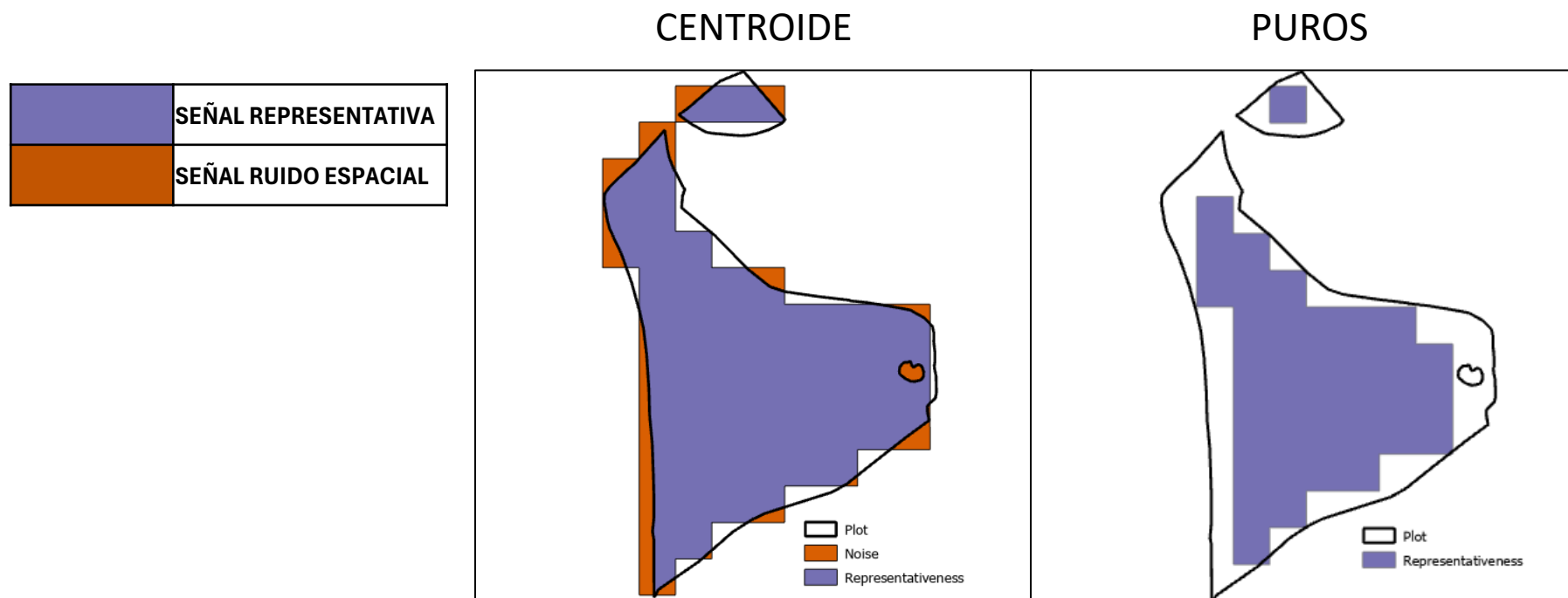


RESOLUCIONES



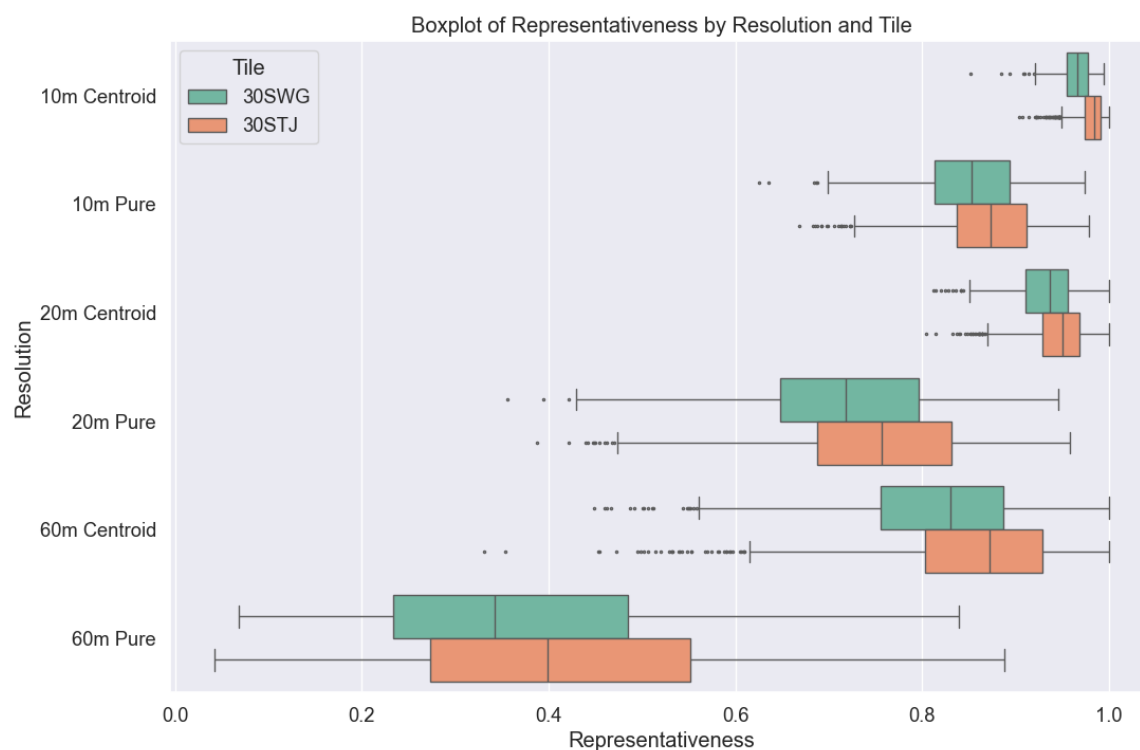
RESOLUCIONES

Se analiza el efecto ruido espacial mediante el calculo de señal ruido y la representatividad como el área que se encuentra dentro del recinto respecto al área total del recinto

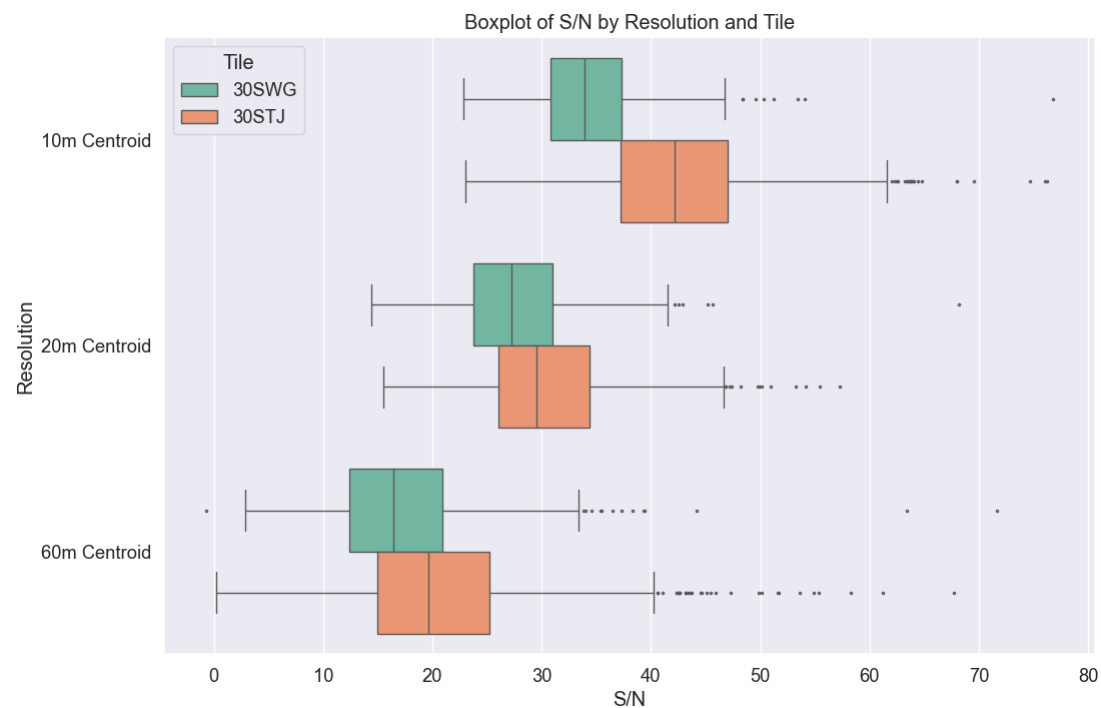


RESOLUCIONES

SEÑAL REPRESENTATIVA



SEÑAL RUIDO ESPACIAL ($10 * \log_{10}(\text{señal} / \text{ruido})$)



RESOLUCIONES

Para el análisis entre resoluciones se ha tomado los datos obtenidos a 10 puros como el método más verídico. Las comparaciones se han realizado se muestran en la tabla:

		Centroid			Pure		
		10	20	60	10	20	60
Pure	10	X	X	X		X	X

Para el análisis de las diferencias entre las resoluciones se han realizado los cálculos de las

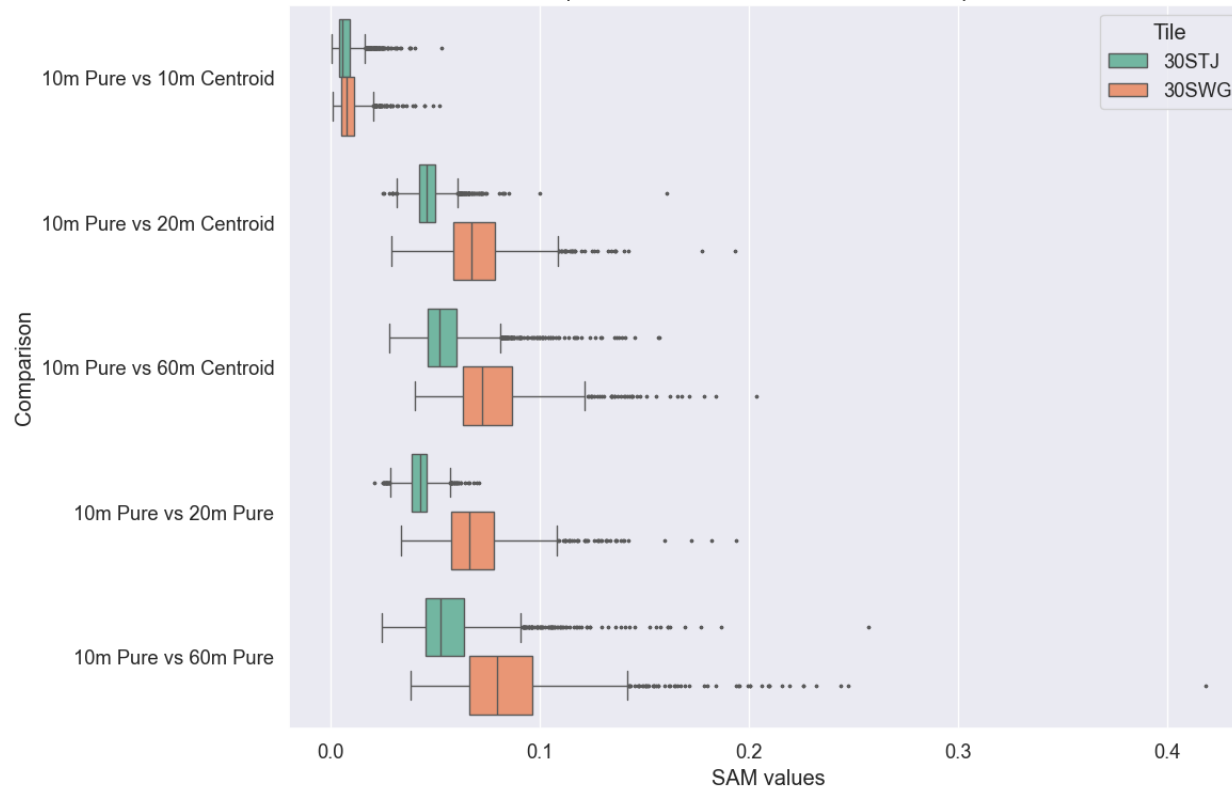
- $SAM_{x,y} = \cos^{-1} \left(\frac{\sum(ts_x \times ts_y)}{|ts_x| \cdot |ts_y|} \right) \rightarrow$ Analiza la diferencia de las series calculando el modulo de la diferencia angular entre ellas, las diferencias que se muestran se presentan en radianes
- $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2}{N}}$ $\rightarrow$ Analiza la diferencia de las series calculando la diferencia del sumatorio del valor de la comparación de la serie al cuadrado dando una diferencia en términos de NDVI

RESOLUCIONES

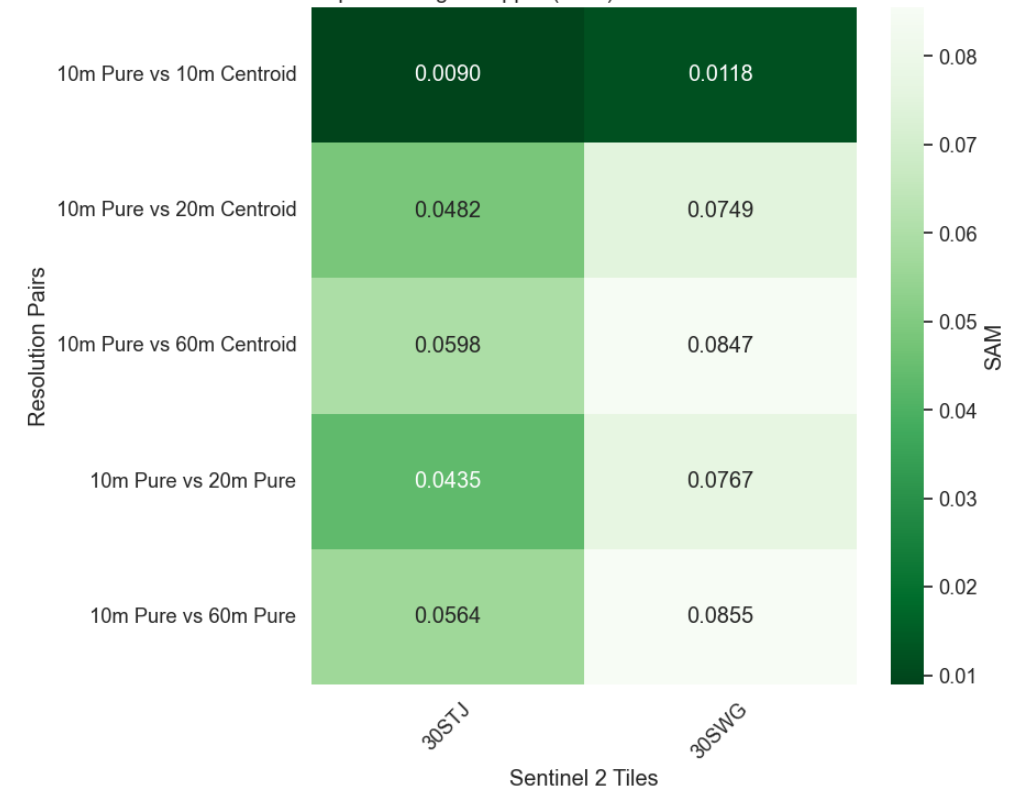
RESULTADOS DEL CALCULO DE DIFERENCIAS MEDIANTE TAM

DIFERENCIA DE FORMA TEMPORAL (TAM)

Boxplot of SAM values for different resolution pairs



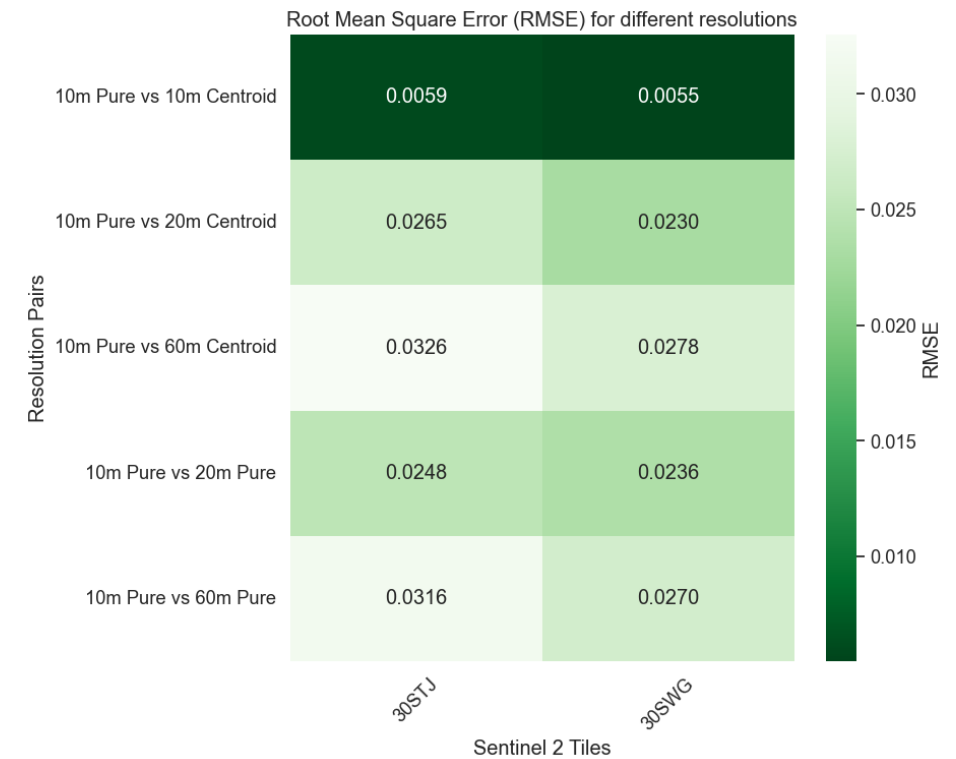
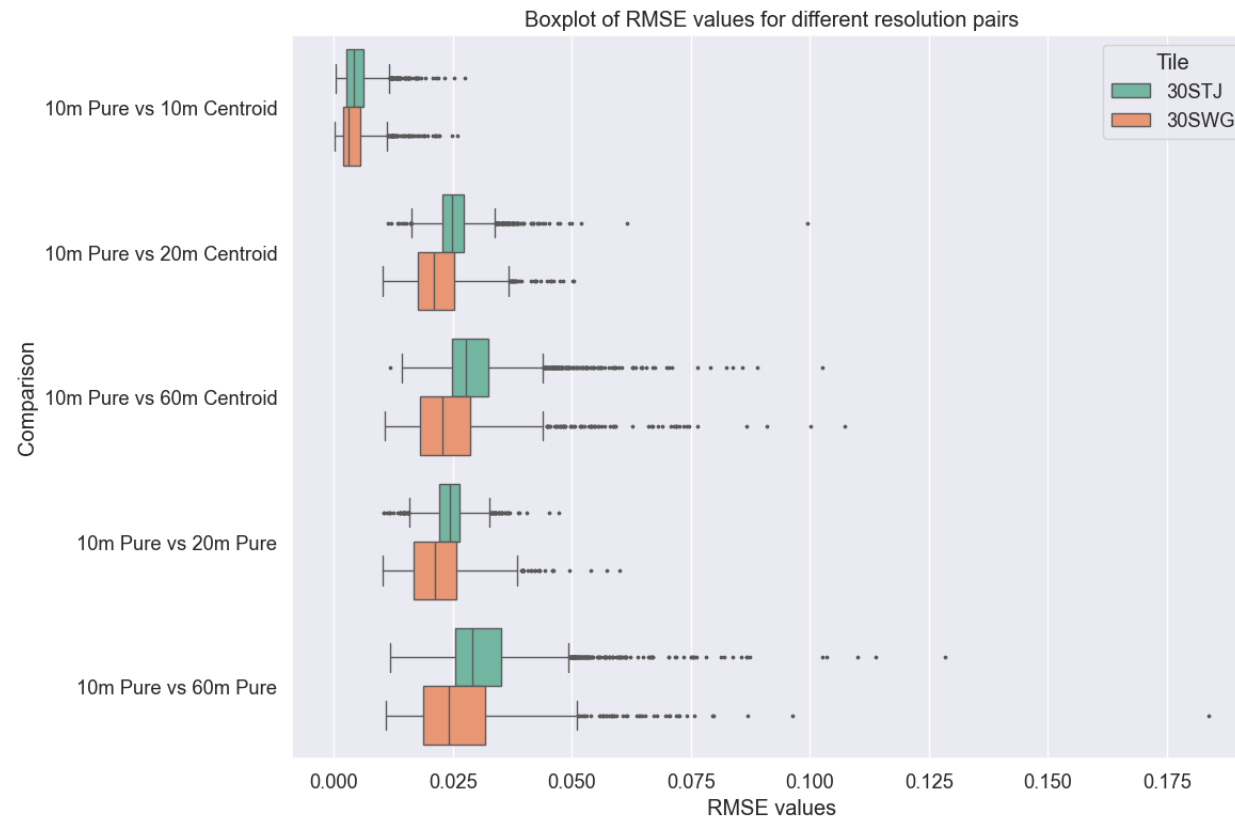
Spectral Angle Mapper (SAM) for different resolutions



RESOLUCIONES

RESULTADOS DEL CALCULO DE DIFERENCIAS MEDIANTE RMSE

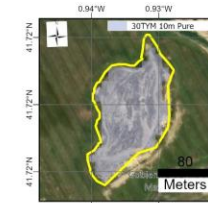
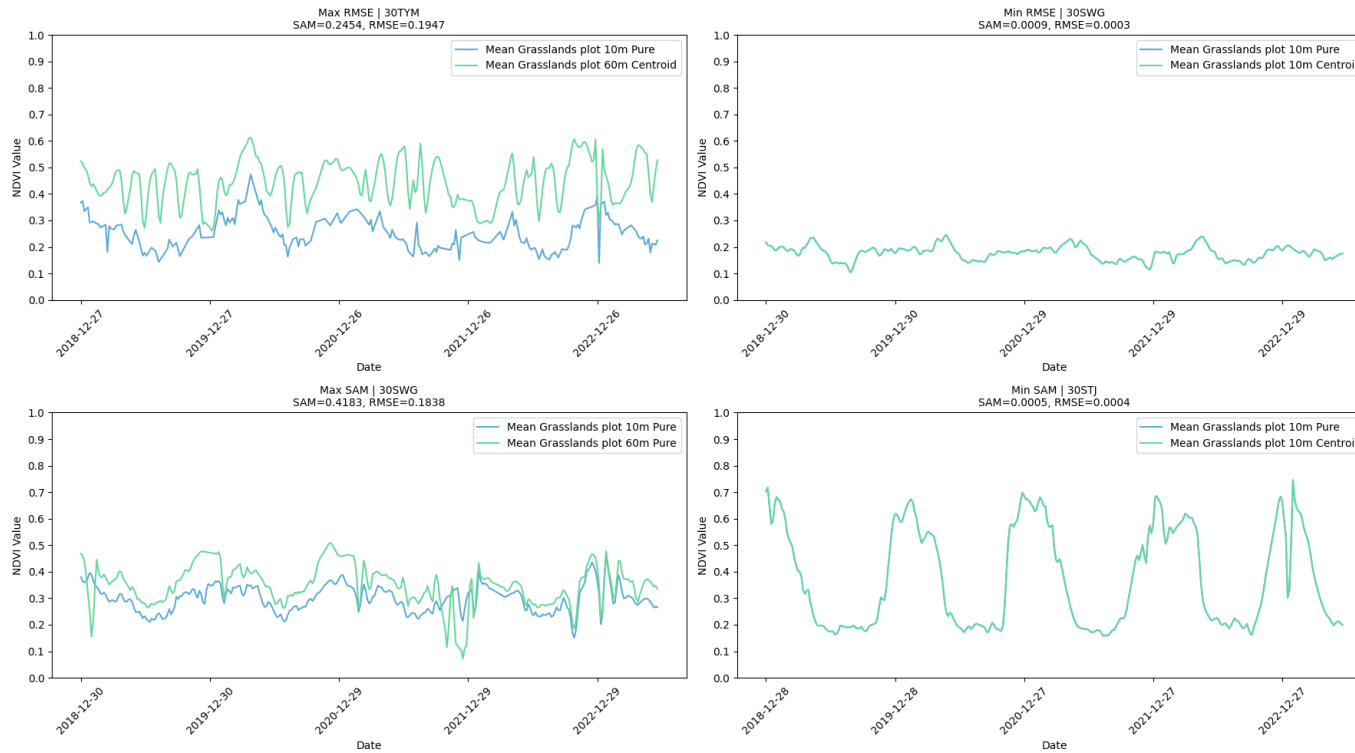
DIFERENCIA CUADRÁTICA MEDIA (RMSE)



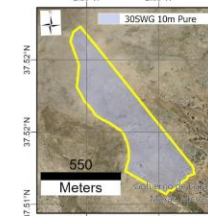
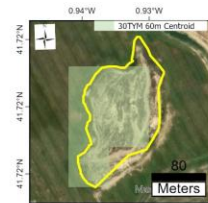
RESOLUCIONES

Ejemplo de las series máximas y mínimas tanto de SAM como de RMSE

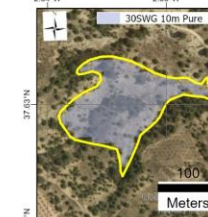
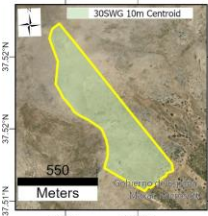
Comparison of NDVI time series for each metric



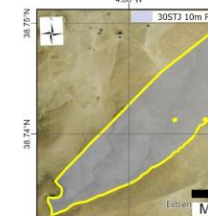
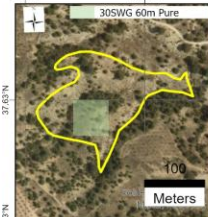
MAX RMSE



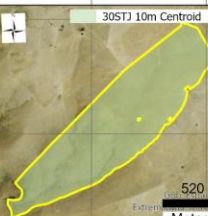
MIN RMSE



MAX SAM

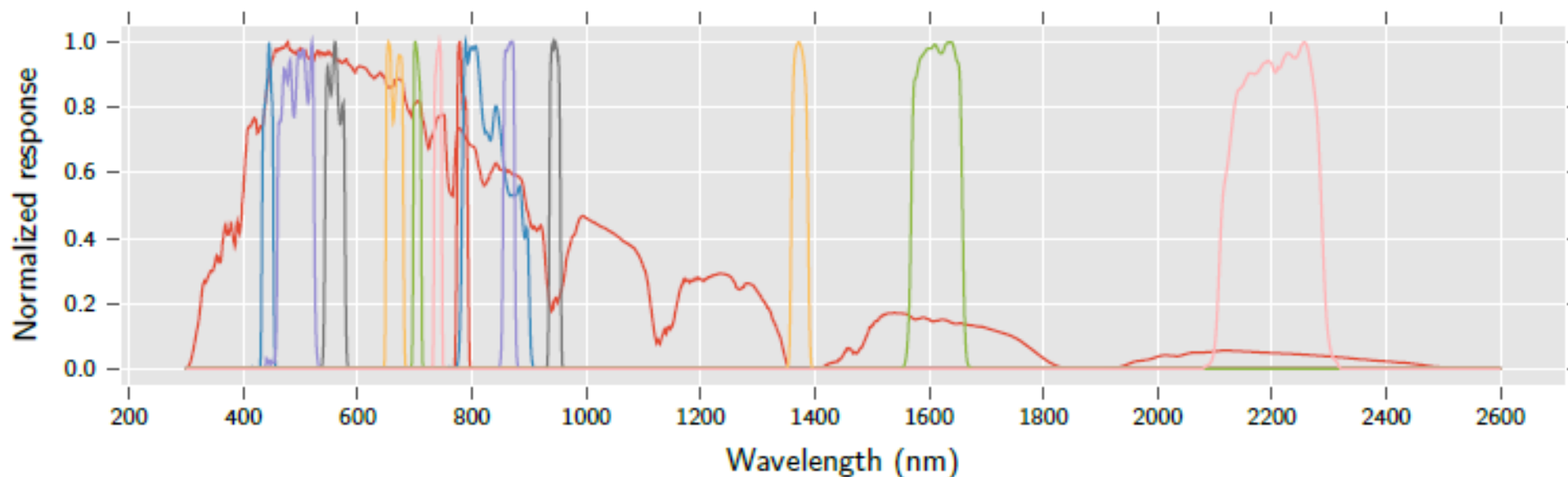


MIN SAM



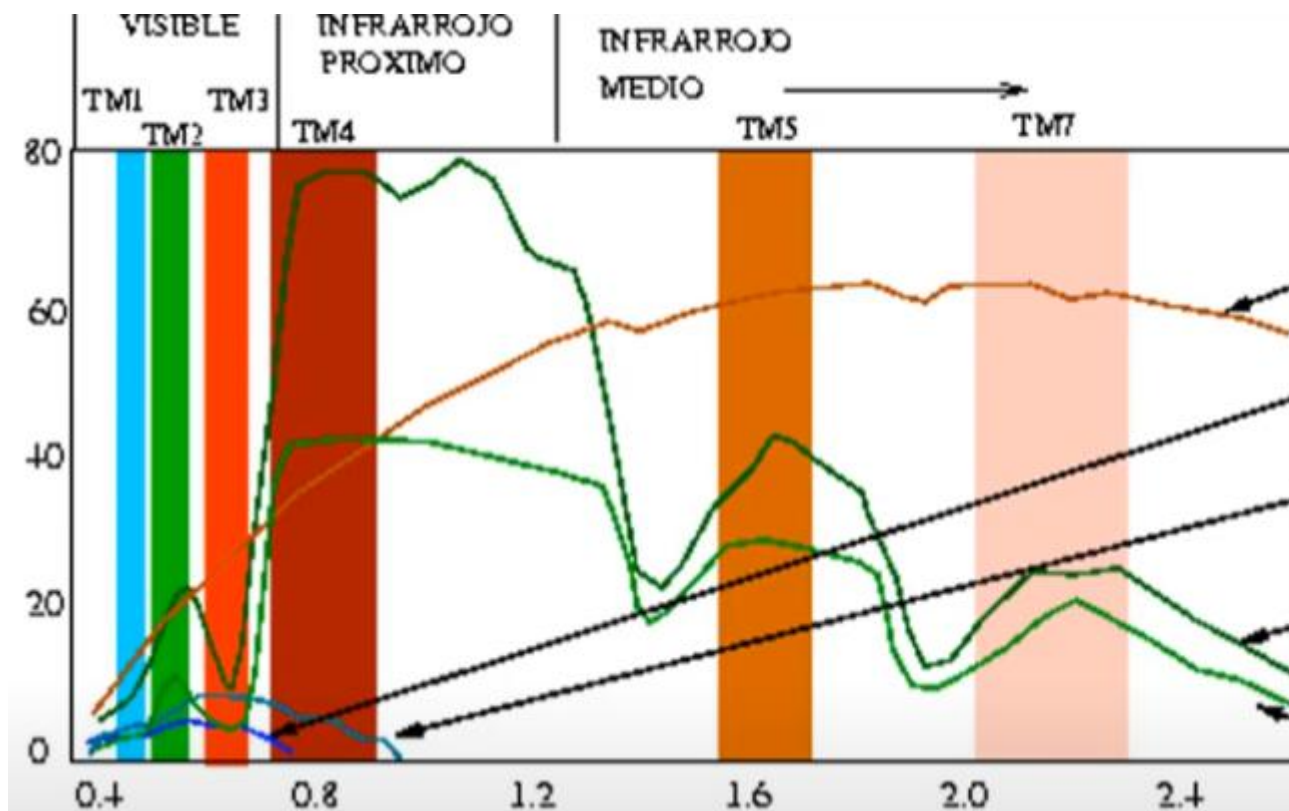
ÍNDICES DE FORMA ESPECTRAL

Bandas de Sentinel-2 con sus respectivas resoluciones nativas y sus longitudes de onda central



— Solar irradiance	— B1 (60 m, 443 nm)	— B2 (10 m, 492 nm)
— B3 (10 m, 560 nm)	— B4 (10 m, 665 nm)	— B5 (20 m, 704 nm)
— B6 (20 m, 741 nm)	— B7 (20 m, 783 nm)	— B8 (10 m, 833 nm)
— B8A (20 m, 865 nm)	— B9 (60 m, 945 nm)	— B10 (60 m, 1374 nm)
— B11 (20 m, 1614 nm)	— B12 (20 m, 2202 nm)	

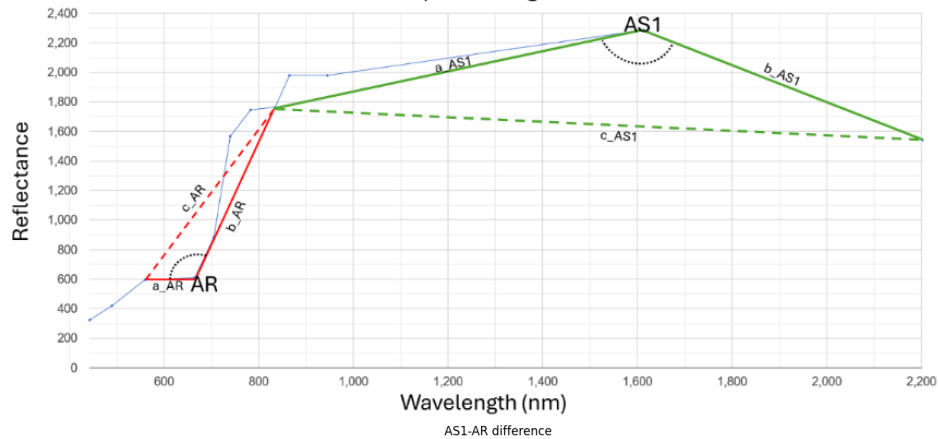
ÍNDICES DE FORMA ESPECTRAL



	Suelo
	Agua clara
	Agua turbia
	Vegetación sana
	Vegetación enferma

ÍNDICES DE FORMA ESPECTRAL

S2 Spectral Sign



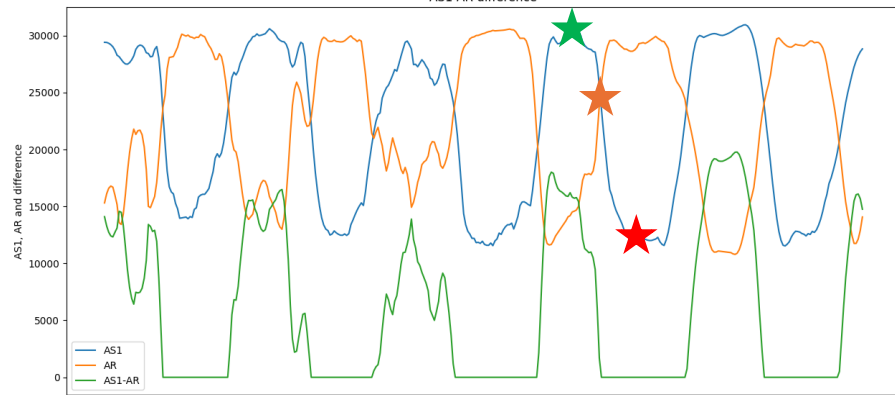
15-04-2022 - VERDE



25-05-2022 - MIXTO



15-07-2022 - SECO

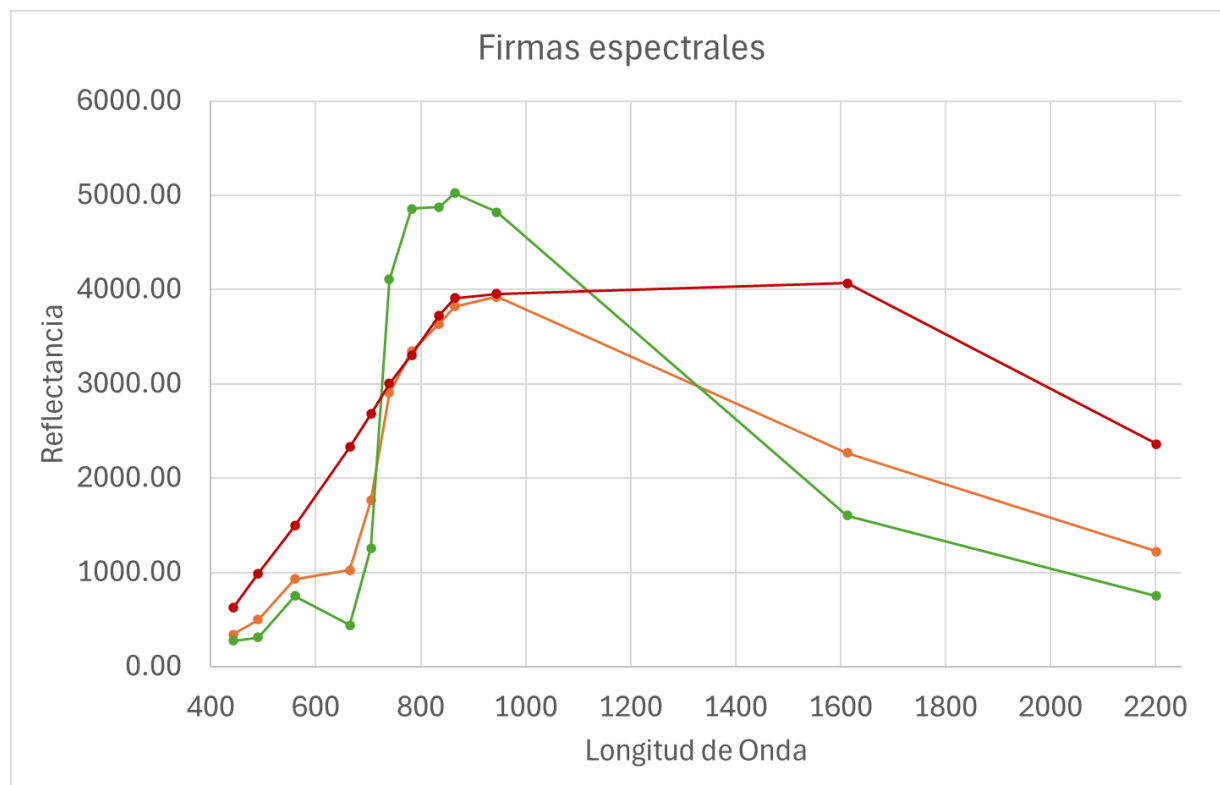


AS1	AS1
AR	AR
AS1-AR	AS1-AR

06-01-2020

31-12-2024

ÍNDICES DE FORMA ESPECTRAL



	VERDE
	MIXTO
	SECO



MARCADORES

TAM (Temporal Angle Mapper)

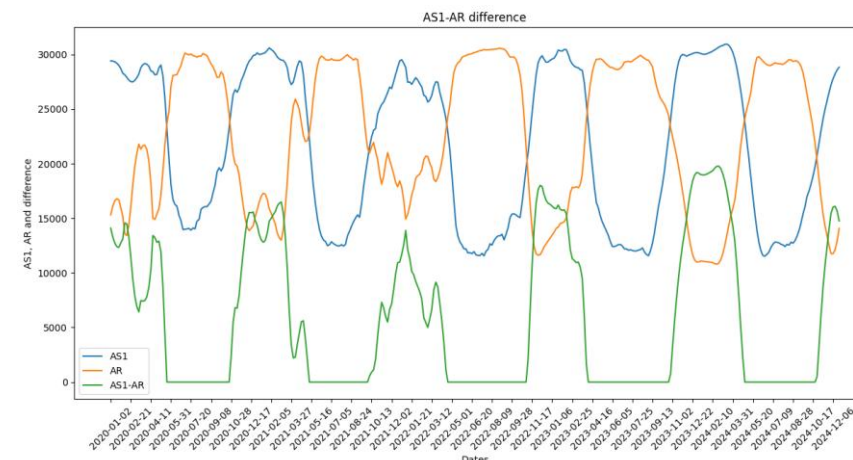
- **Diferencia** de forma de series de **NDVI** de cada año respecto a los demás.
- Indicador de estabilidad → Máx. TAM > valor umbral

$$TAM_{x,y} = \cos^{-1} \left(\frac{\sum (ts_x ts_y)}{|ts_x| \bullet |ts_y|} \right)$$

- x : primer año de comparación
- y : segundo año de comparación
- ts : serie de tiempo asociada a cada año
- $|a|$: modulo del vector

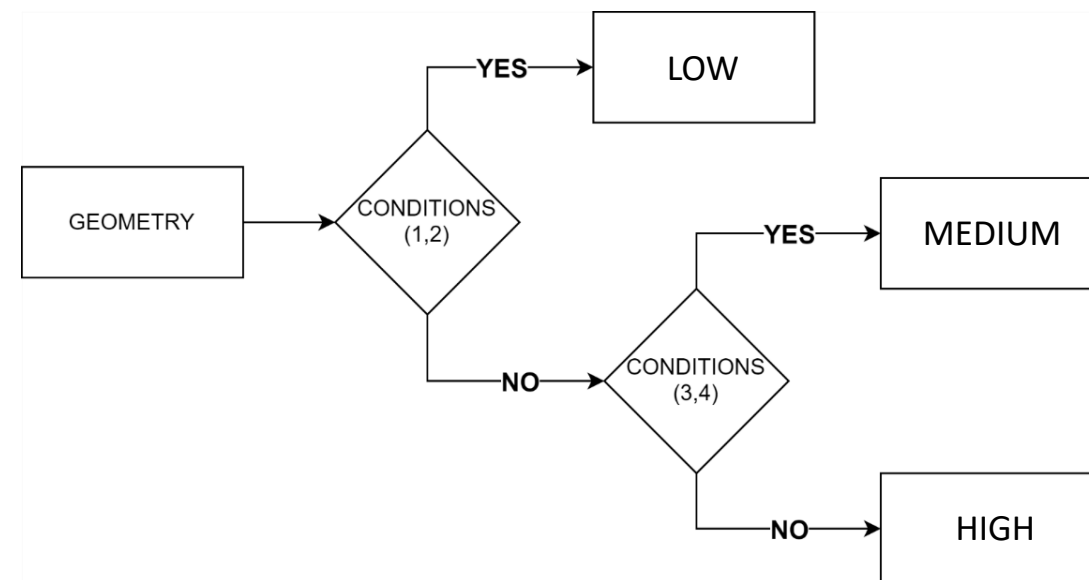
Número de ciclos

- Se calcula la **diferencia** entre el **AS1** y el **AR**, eliminando valores negativos.
- Obtención de **intervalos** no cero de la diferencia.
- Evaluar el **número de días** del intervalo y el máximo de **productividad**.
- Concatenar ciclos anuales para generar el marcador de ciclos.



ÁRBOL DE DECISIÓN

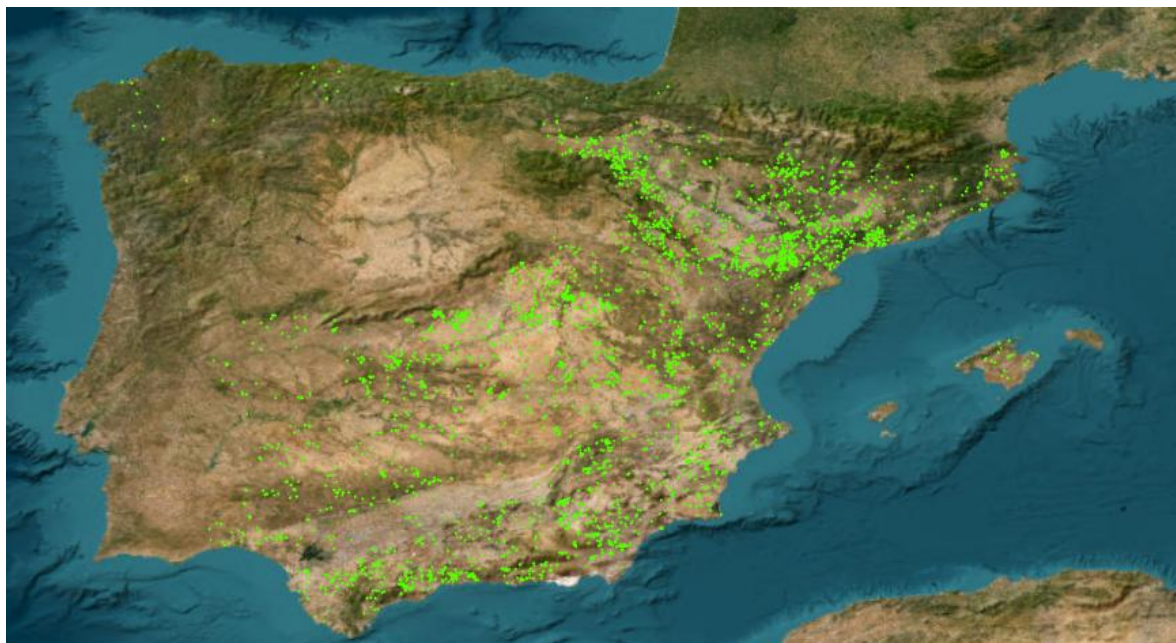
id	Condición	Clase de estabilidad
1	El marcador de ciclos contiene todo '0's	LOW
2	La mitad de los años o mas no tienen ciclo y tiene el flag del TAM a 1.	LOW
3	El marcador de ciclos termina en '0'.	MEDIUM
4	El marcador de ciclos contiene más de un '0'.	MEDIUM
5	Si ninguna condición se ha cumplido.	HIGH



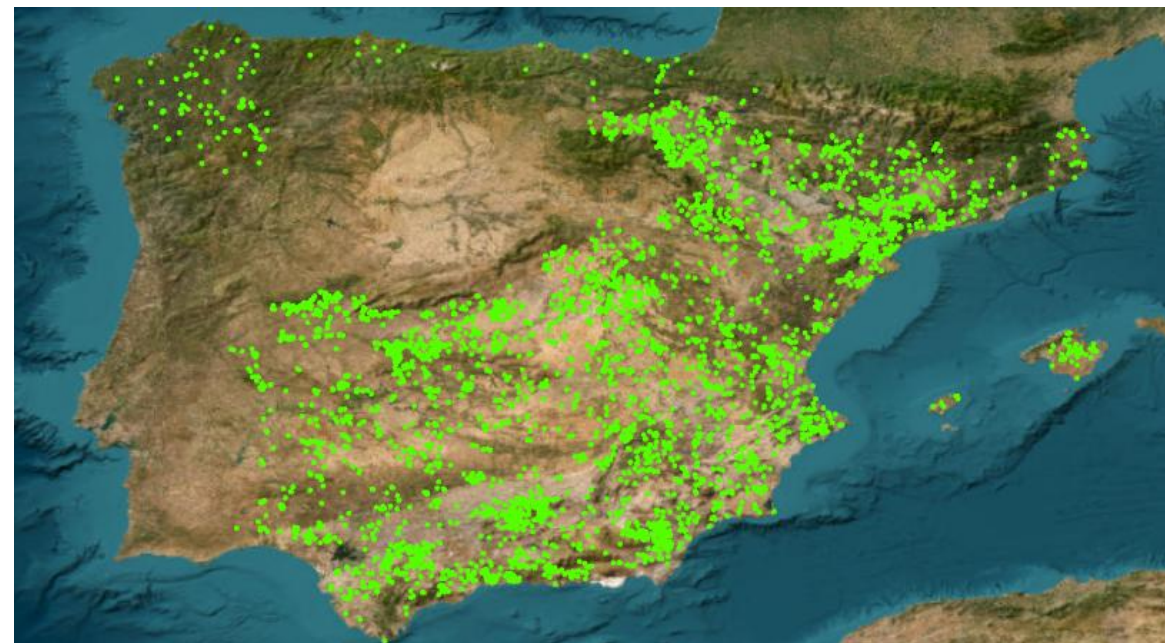
MARCADORES ABANDONOS TRAGSA

Se obtuvieron de TRAGSATEC dos capas procedentes de recintos de abandono, para poder hacer análisis mas consistentes ya que son confirmados en campo.

2022



2023



MARCADORES ABANDONOS TRAGSA

Capa completa clasificada:

- Mezcla de usos
- Primer acercamiento a los valores y árbol de decisión.
- Tendencia al ROJO

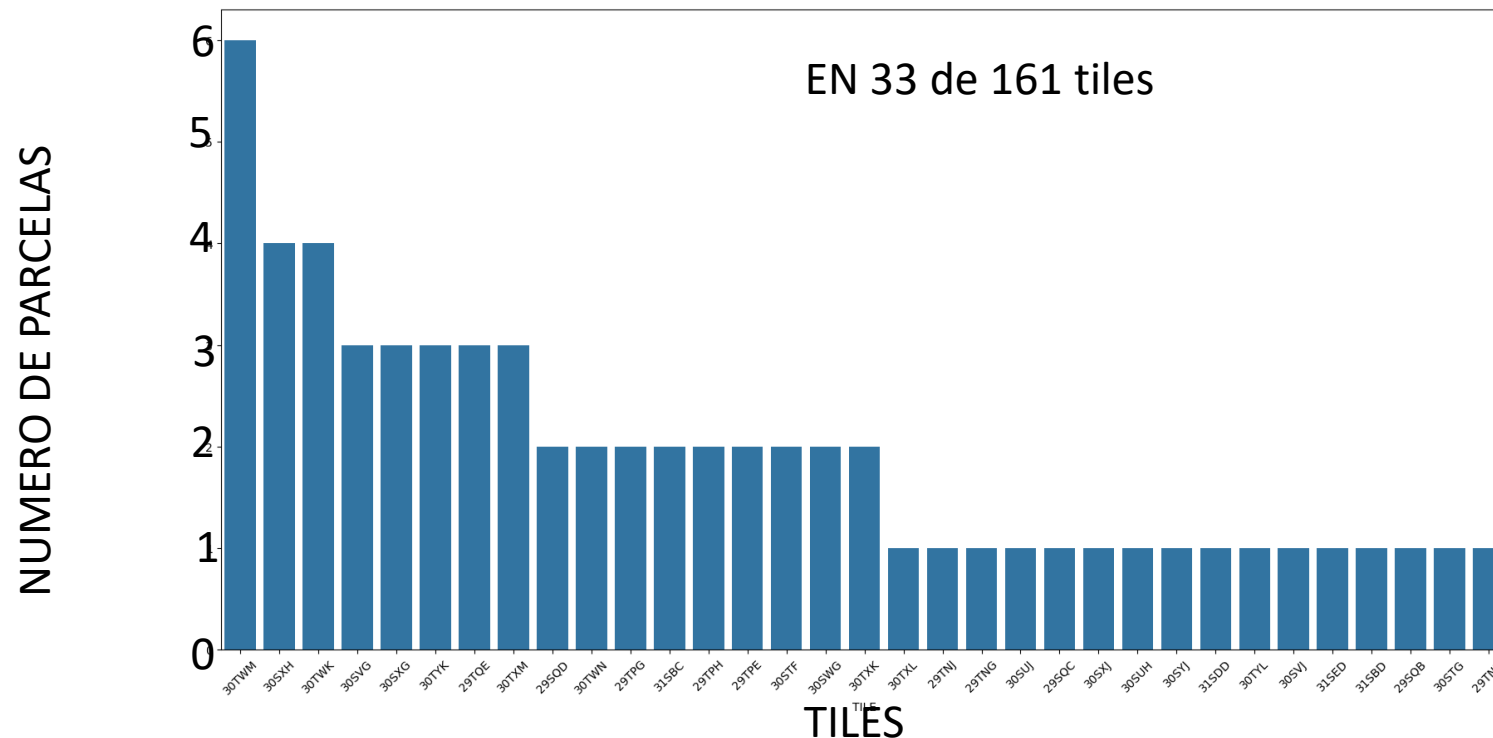
Clasificación de estabilidad (primeras versiones de los marcadores)

CLASE	RECuento
ROJO (HIGH)	4595
NARANJA (MEDIUM)	1025
VERDE (LOW)	485

MARCADORES ABANDONOS TRAGSATEC

Pastos abandonados (capa de abandonos de 2023):

- Distribución de pastos por tiles de Sentinel-2
- Ciclos de vegetación suelo (4 años)



Numero de ciclos
(primera aproximación del marcador)

ANUAL_CYCLE	Recuento
0000	33
1110	5
1111	4
1000	3
0010	2
1100	2
0111	2
0100	2
1101	1
0011	1
0001	1
0101	1
0110	1
1010	1

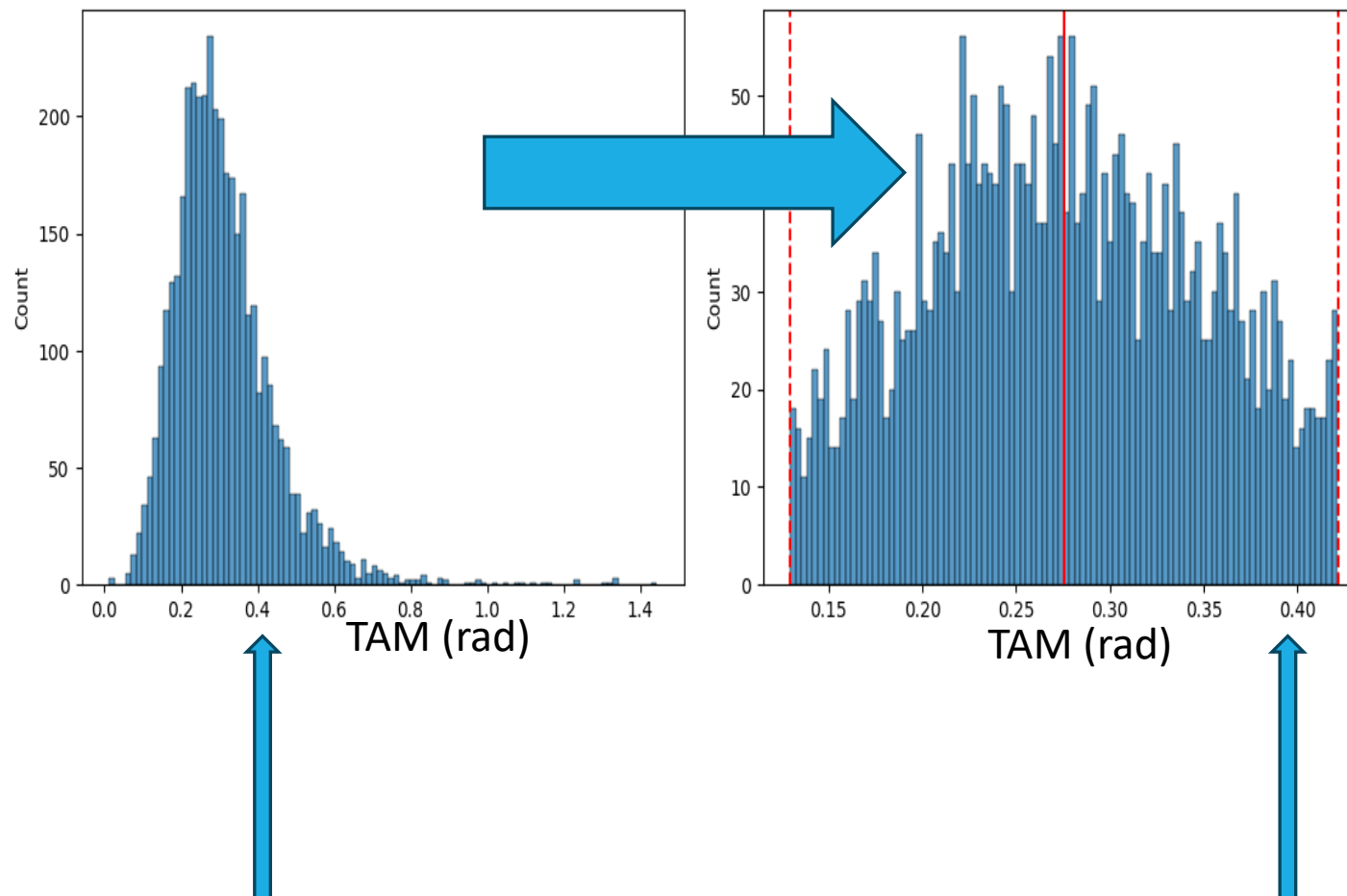
MARCADORES RECINTOS POR PROVINCIA

1. Zona de estudio nueva:
 1. 47 provincias: 10 recintos de pastos por provincia → 470 recintos.
2. Procesado de series de tiempo (Python) en el módulo desarrollado para Tragsatec.
3. Cálculo de los valores umbrales de los marcadores (parámetros), usando filtros Gaussianos.
4. Resultados: Estado de estabilidad de las parcelas con los marcadores calculados con el módulo para Tragsatec.

CALCULO DE LOS VALORES UMBRALES

TAM:

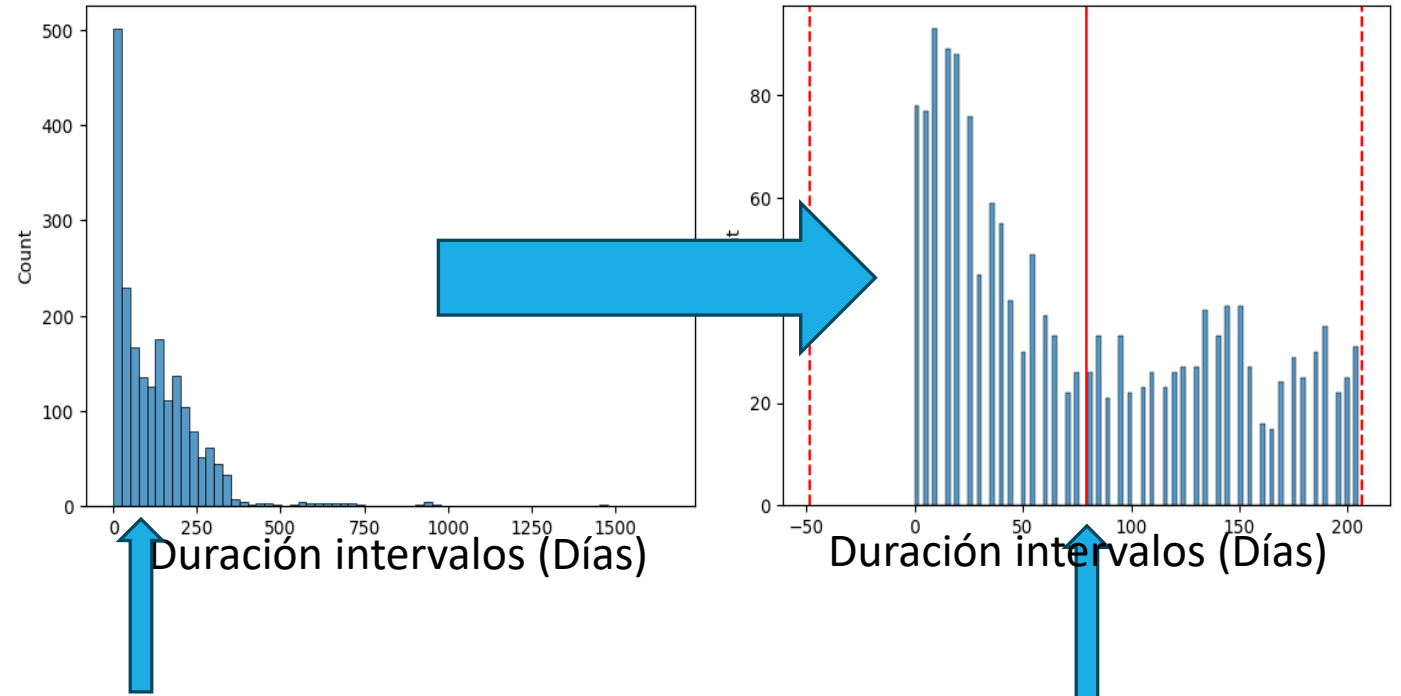
- Una vez calculados los TAMs de las series de las parcelas, se unen para ver si siguen algún tipo de distribución.
- Distribución normal $\rightarrow$ filtro gaussiano permite seleccionar una muestra de la que no se eliminan elementos al aplicar el intervalo de confianza.
- Valor umbral = 0,4 siendo el límite derecho de la muestra final.



CALCULO DE LOS VALORES UMBRALES

Cálculo del número de días para cada intervalo identificado (Ciclo):

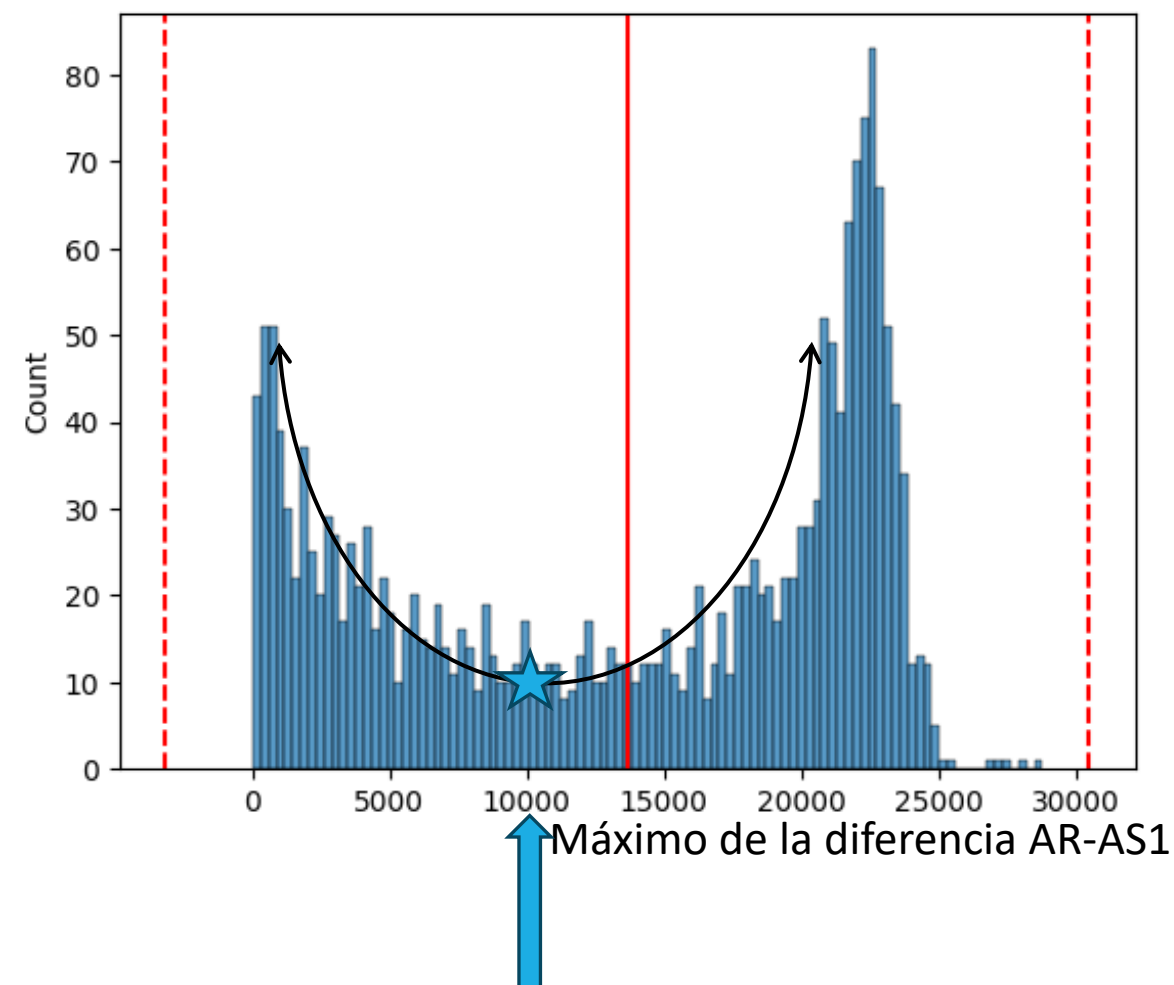
- Asumiendo una distribución normal aplicamos el filtro gaussiano.
- Valor umbral = 60 días, siendo la media de la muestra final.



CALCULO DE LOS VALORES UMBRALES

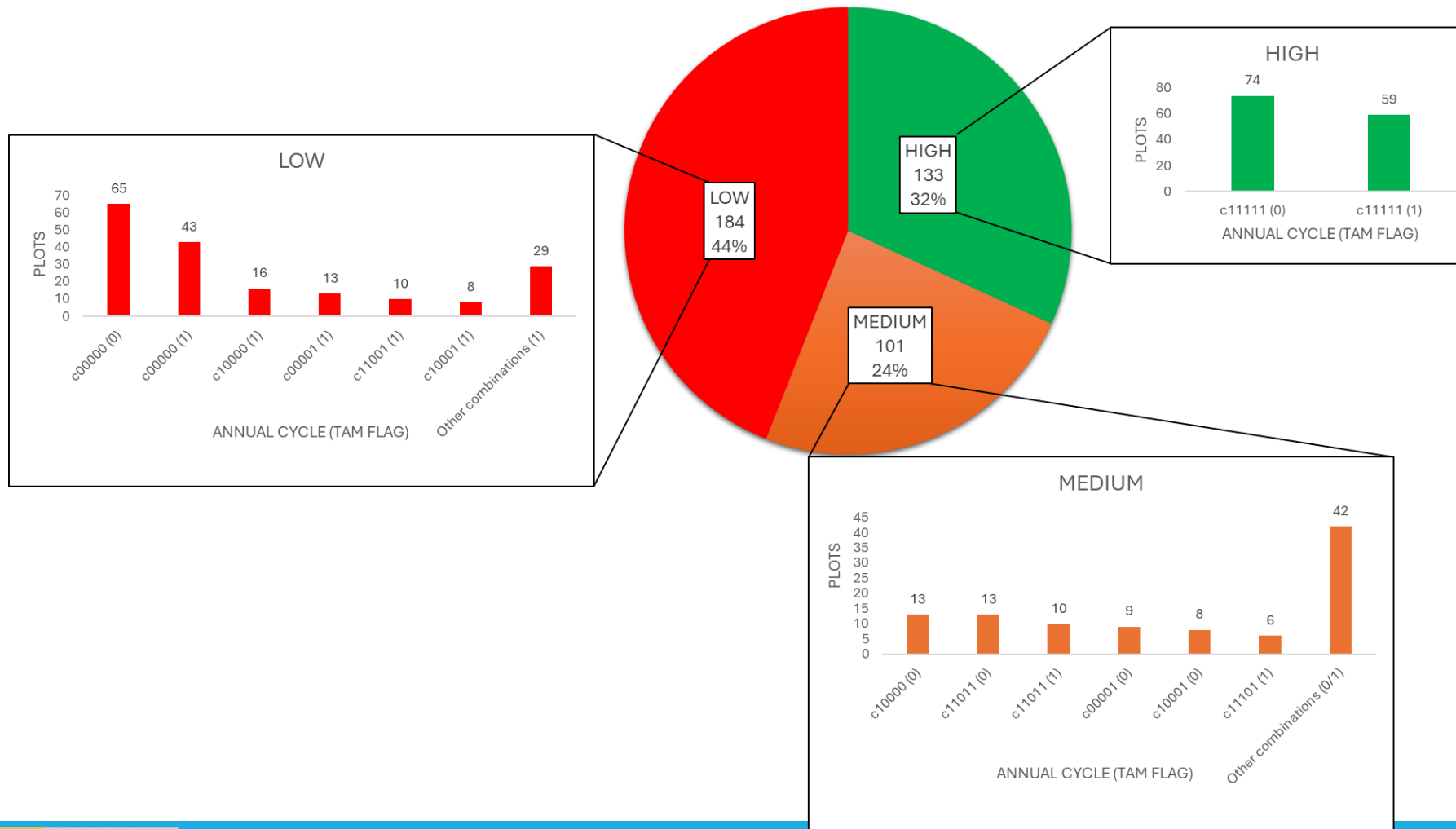
Productividad del ciclo:

- Se evalúa el máximo de productividad.
- Se observan dos poblaciones en la distribución.
- El valor seleccionado corresponde con el punto de división entre las dos poblaciones, siendo aproximadamente 10000.



ESTABILIDAD EN RECINTOS POR PROVINCIA

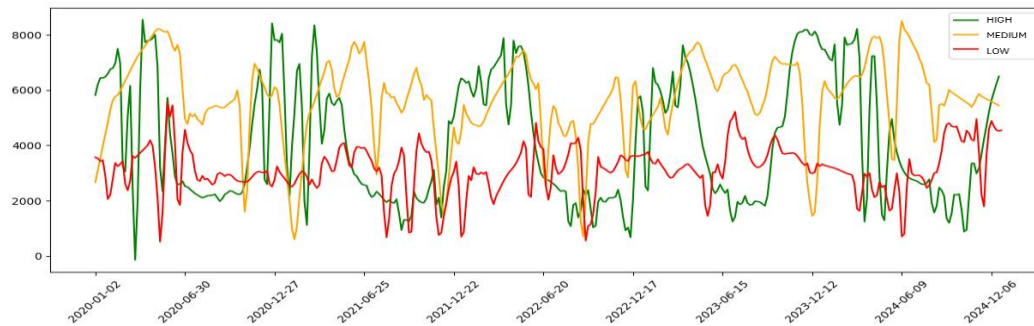
STABILITY STATUS DISTRIBUTION



ESTABILIDAD EN RECINTOS POR PROVINCIA

Ejemplos de series de tiempo para cada clase

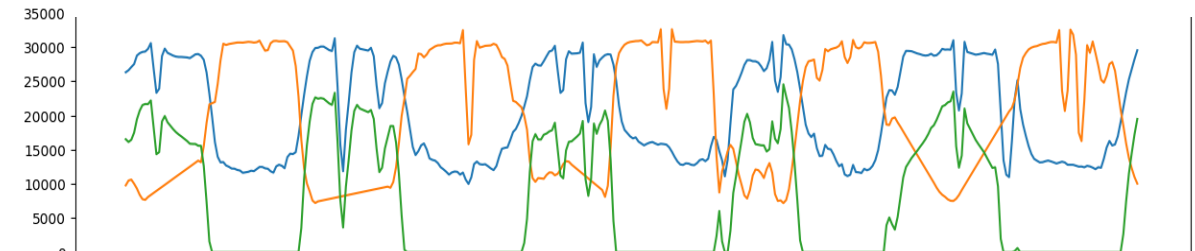
NDVI



	AS1
	AR
	AS1-AR

Diferencia AR-AS1

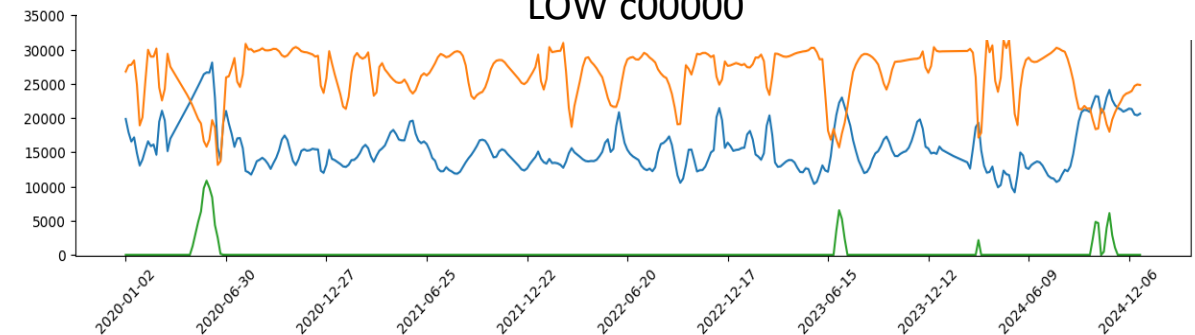
HIGH c11111



MEDIUM c10110



LOW c00000

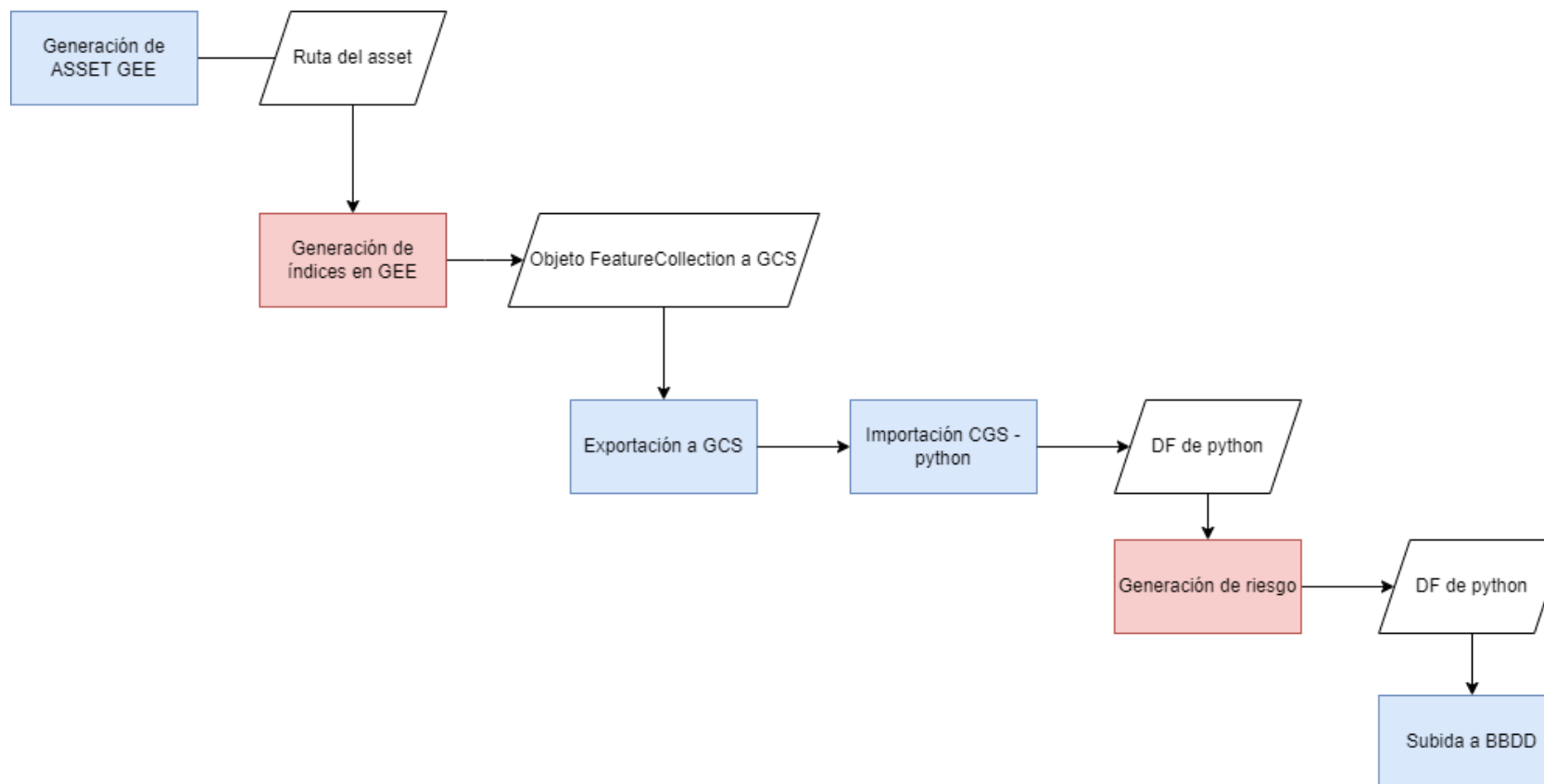


FECHAS

MODULO PARA TRAGSATEC

UPM

TTEC



MODULO PARA TRAGSATEC

GOOGLE EARTH ENGINE

1. Obtención de las imágenes por recinto
2. Cálculo de índices espectrales (NDVI, AR y AS1)
3. Calculas estadísticas zonales reduciendo la imagen a la geometría
4. Guardar columnas de los valores de los índices por fecha en la Feature
5. Retornar FeatureCollection con los índices calculados

PYTHON LOCAL

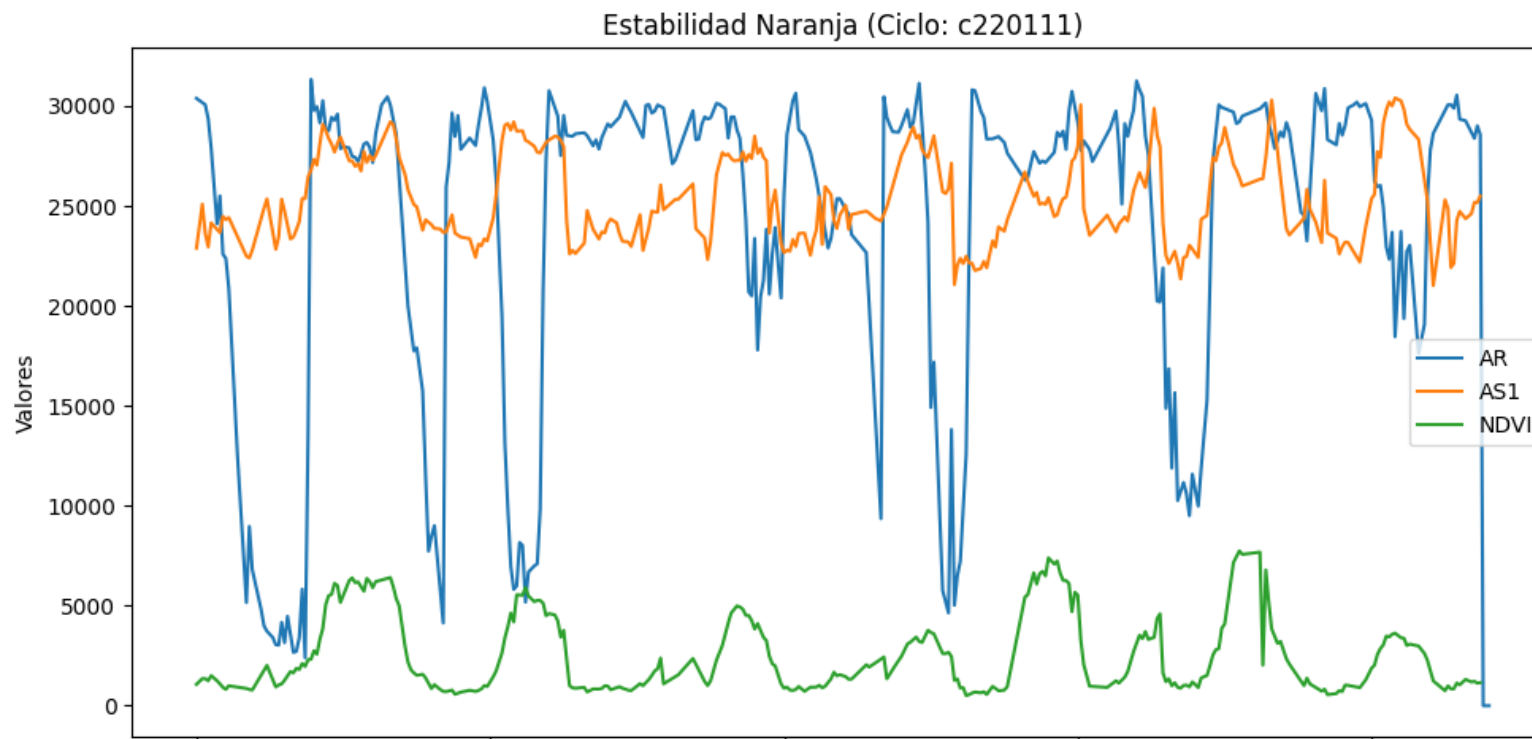
1. Obtención de DataFrame de Python resultante de la FeatureCollection
2. Generar las series de tiempo extrayendo las columnas de cada índice espectral
3. Preprocesar series (interpolar y filtrar)
4. Cálculo de marcadores
5. Retornar DataFrame de Python con los marcadores calculados

MEJORAS EN LOS MARCADORES

Marcador de ciclos → evaluación de ciclos intra-anales (Ej: Otoñada en pastos, rotación de cultivos dentro de un año).

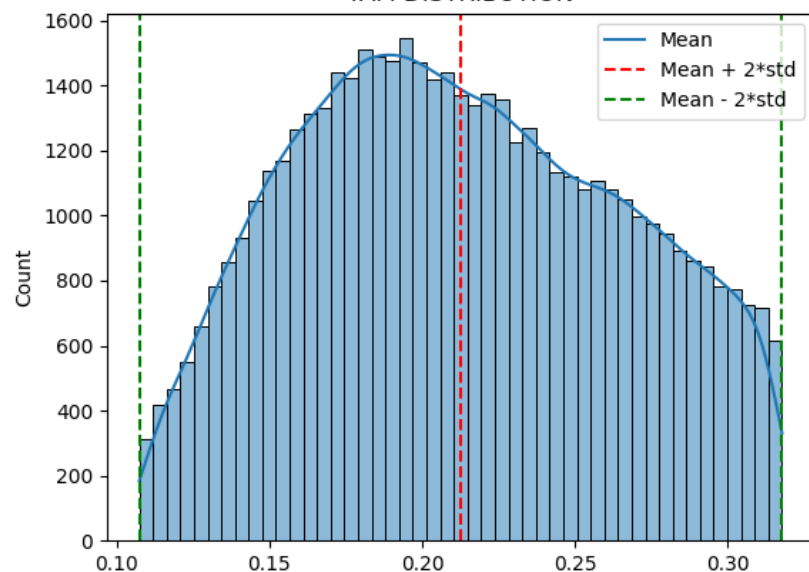
Marcador de ciclos anuales mas permisivo: el ciclo puede empezar o terminar fuera del año evaluado.

	AS1
	AR
	AS1-AR

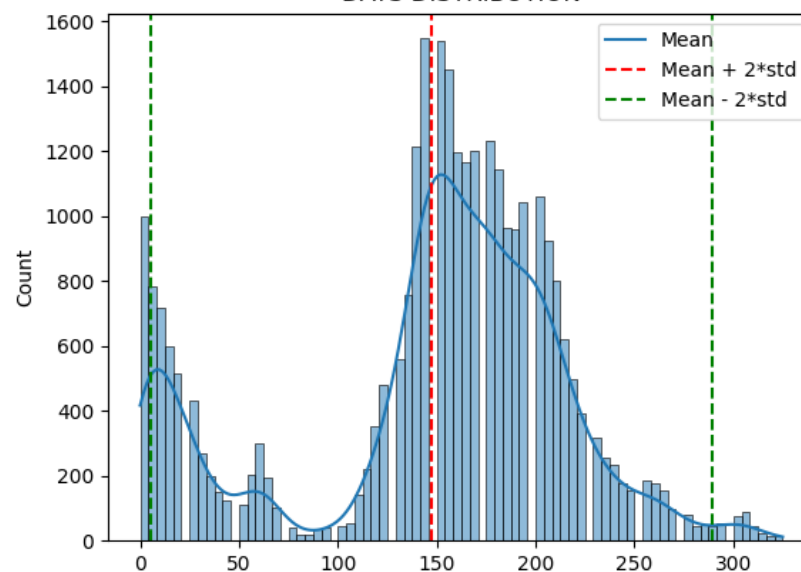


MARCADORES PASTOS BADAJOZ (30STJ)

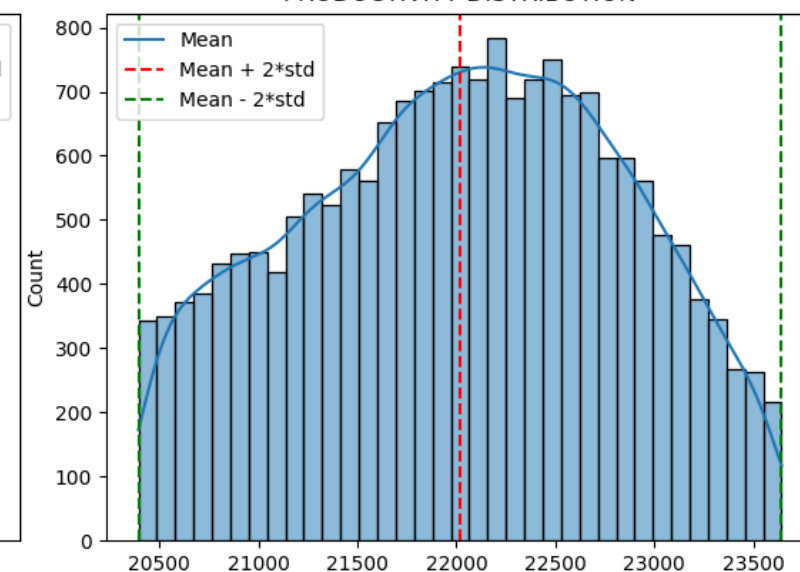
TAM DISTRIBUTION



DAYS DISTRIBUTION



PRODUCTIVITY DISTRIBUTION



MARCADORES PASTOS BADAJOZ (30STJ)

Clasificación con los umbrales derivados del cálculo local (30STJ).

TAM:0,32

Dias:147

Productividad:22018

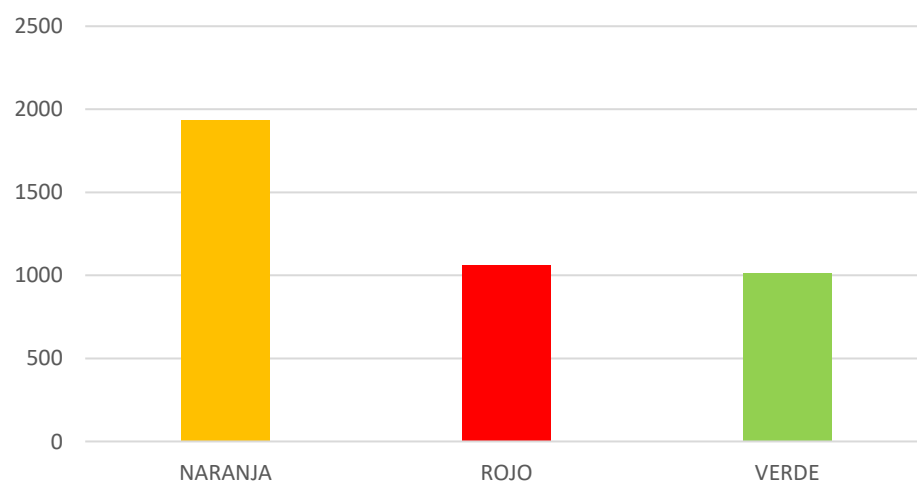
Clasificación con los umbrales derivados del cálculo nacional.

TAM:0,4

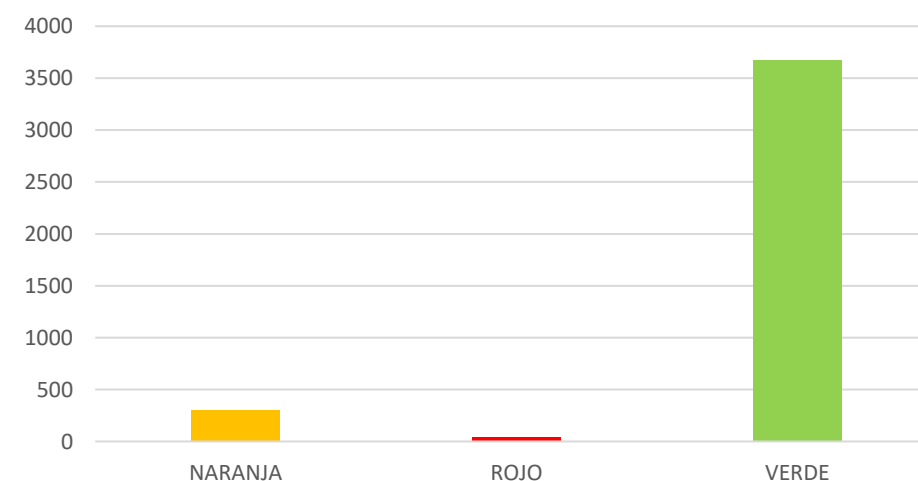
Dias:60

Productividad:10000

STABILITY_STATUS param 30STJ

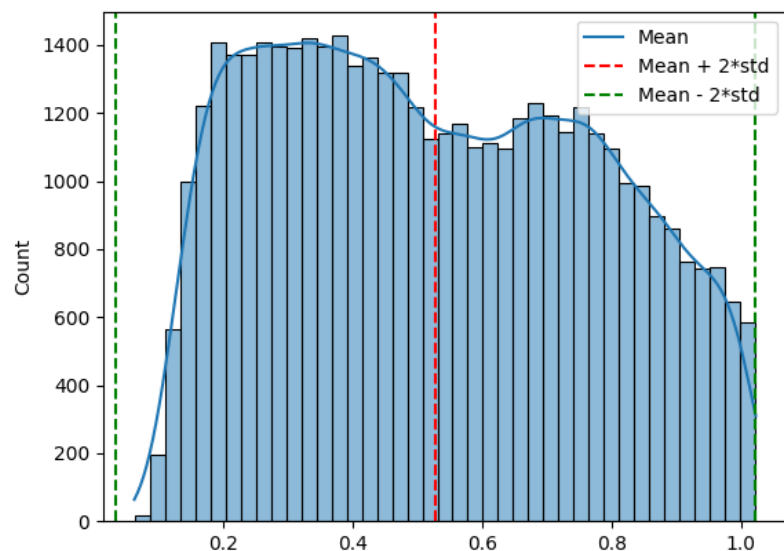


STABILITY_STATUS param Nacional

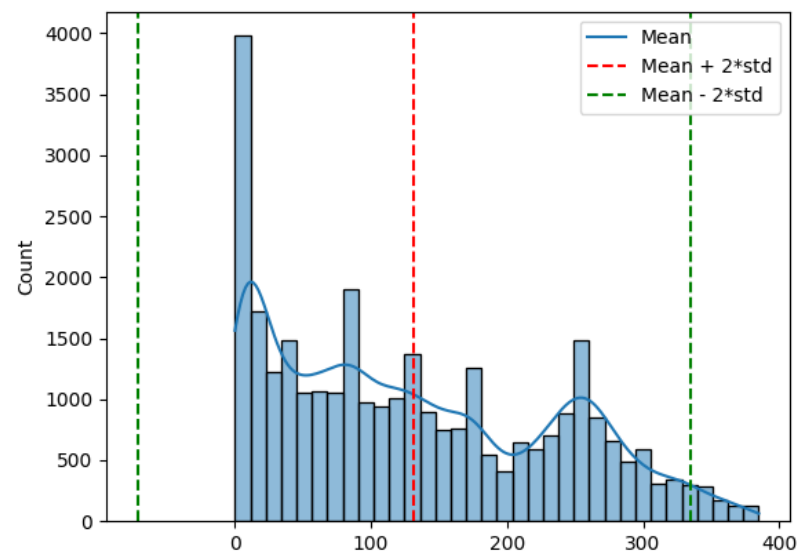


MARCADORES ALGODÓN SEVILLA (30STG)

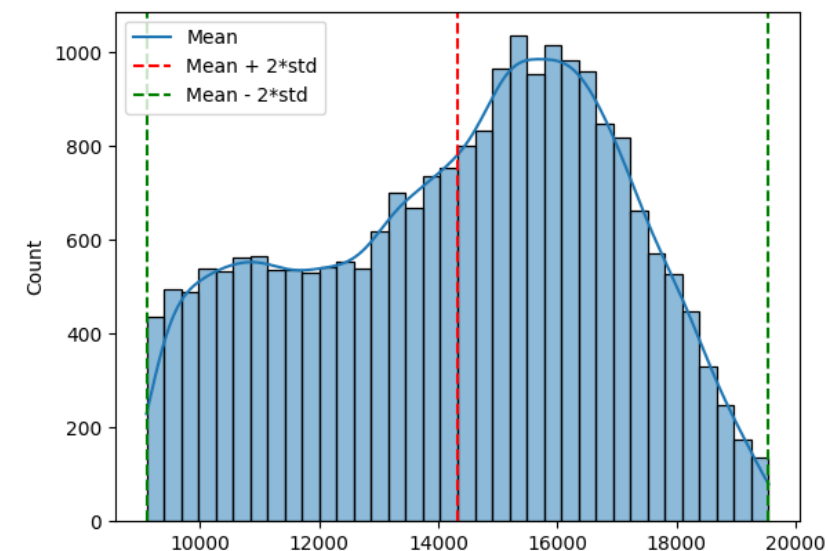
TAM DISTRIBUTION



DAYS DISTRIBUTION



PRODUCTIVITY DISTRIBUTION



MARCADORES ALGODÓN SEVILLA (30STG)

Clasificación con los umbrales derivados del cálculo local (30STG).

TAM:1,02

Dias:131

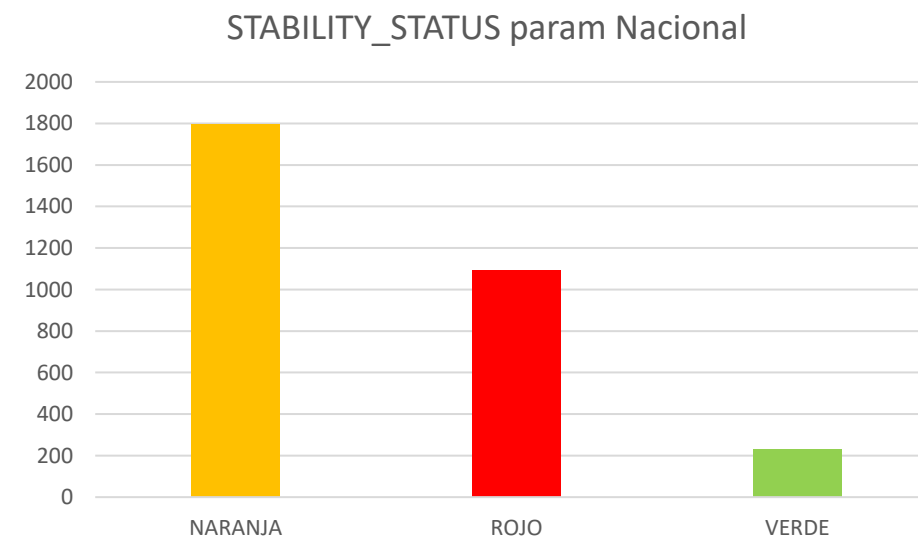
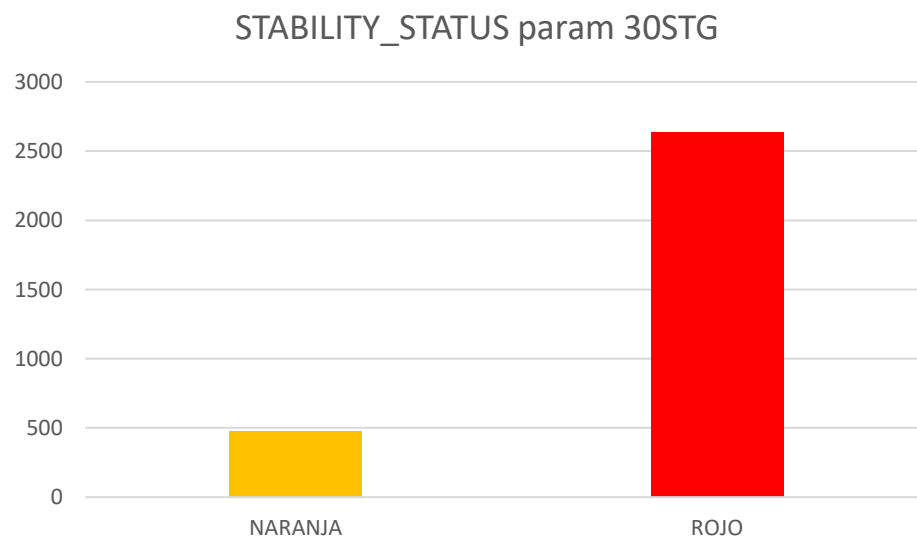
Productividad:14321

Clasificación con los umbrales derivados del cálculo nacional.

TAM:0,4

Dias:60

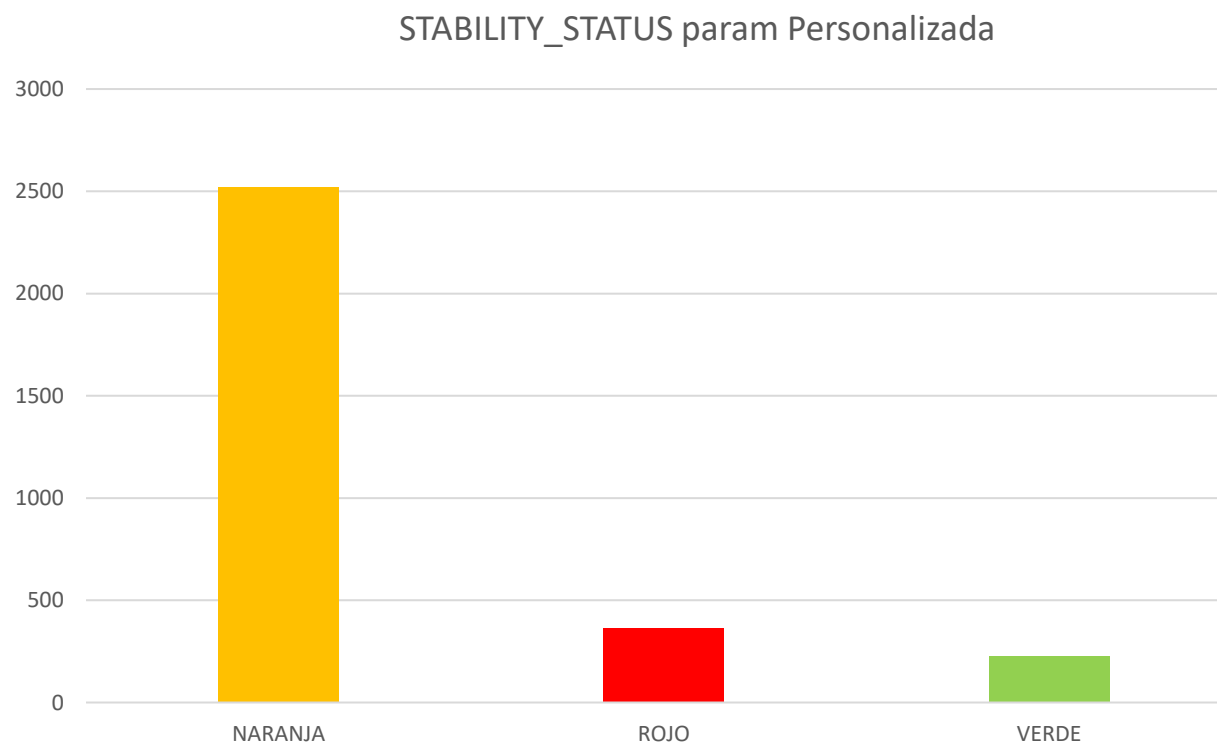
Productividad:10000



MARCADORES ALGODÓN SEVILLA (30STG)

Cálculo de los umbrales personalizados

TAM:1, Dias:60, Productividad:10000



INDICADORES PERIODOGRAMA

- **Modo estacional:** Es el periodo asociado al pico máximo en el periodograma
- **Fisher kappa:** contenido de información que contiene la serie
- **Estabilidad estacional:** Es la proporción de representatividad que tiene el modo estacional respecto al resto de frecuencias, cuanto mayor sea más estable será la parcela
- **Presencia de ciclos plurianuales:** Se infiere en determinar si existen otros ciclos dominantes en el periodograma además del modo.
- **Amplitud estacional:** Representa la ordenada máxima dentro de los periodos, valores altos muestran una amplia amplitud de ciclo de NDVI en el modo estacional

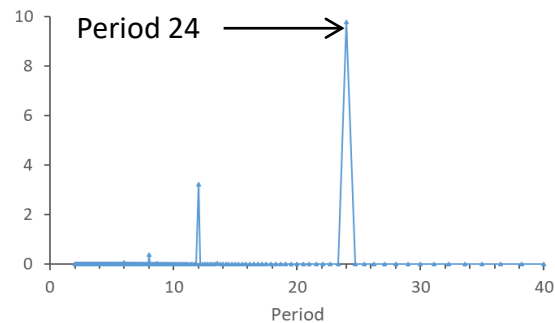


•Intra-annual cycles

Seasonality Mode (SM)

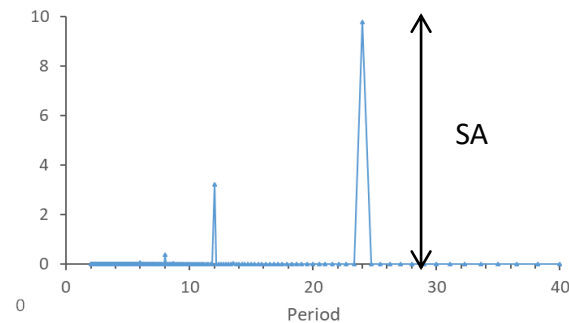
Maximum ordinate

Period 24 (one cycle), period 12 (two cycles), period 8 (three cycles)



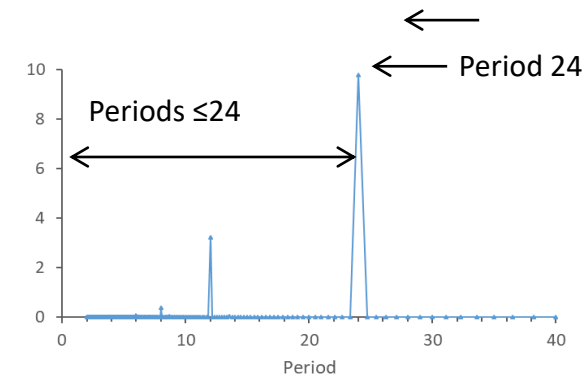
Seasonality Amplitude (SA)

Value of maximum ordinate
Range: 0-100



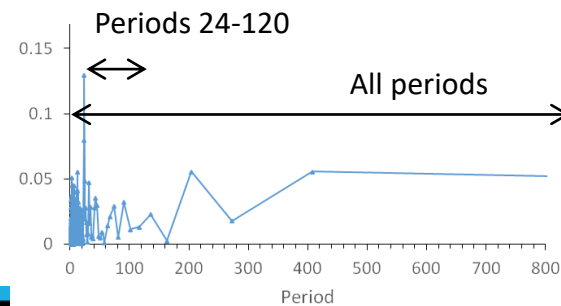
Seasonality Stability (SS)

Value $\max/\sum P \leq 24$
Range: 0-100



•Pluri-annual cycles (PC)

$\sum P_{24-120} / \sum \text{all}$
Range: 0 -100

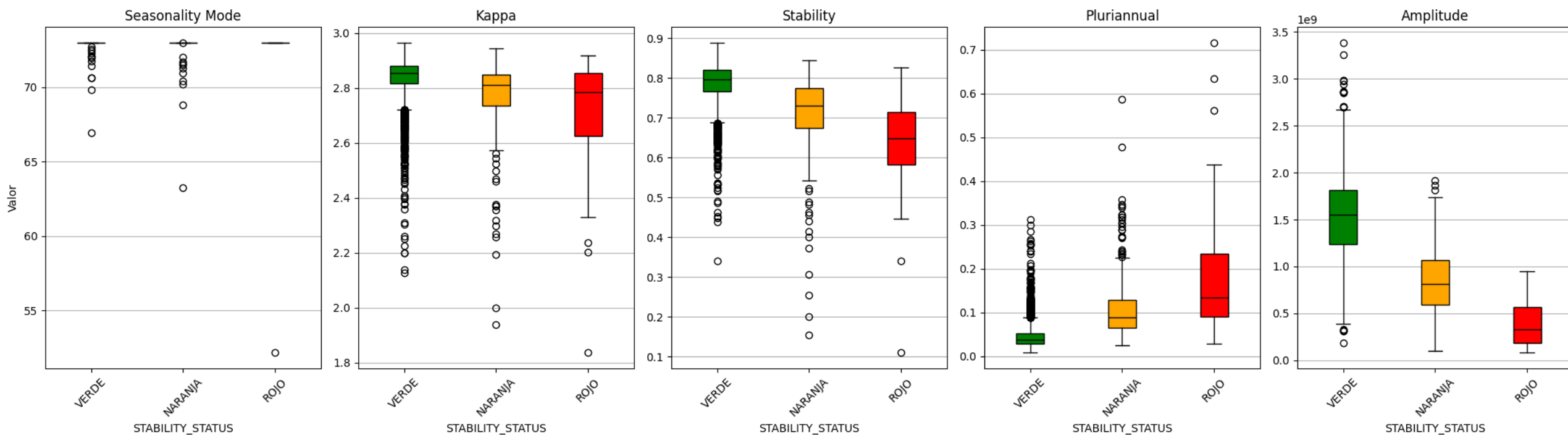


Recuero et al.

INDICADORES PERIODOGRAMA

30STJ Pastos Badajoz

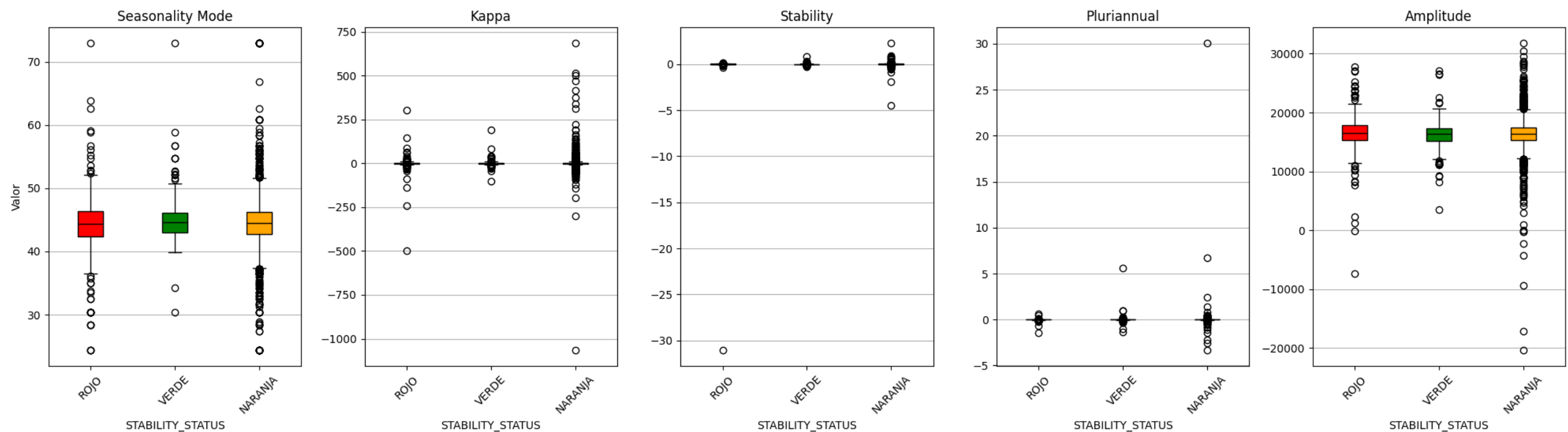
Intervalos de Confianza por STABILITY_STATUS



INDICADORES PERIODOGRAMA

30STG Algodón Sevilla

Intervalos de Confianza por STABILITY_STATUS



Líneas Futuras

FEGAPP

- Introducción del calculo de marcadores dentro de la interfaz gráfica
- Optimización de la descarga de recintos SIGPAC para el análisis de series de tiempo
- Optimización de la descarga de imágenes satélite y añadir nuevos satélites para realizar análisis de diversa índole

RESOLUCIONES

- Selección de las resoluciones más apropiada según la zona de estudio
- Parámetros para recomendación
- Análisis de patrones de forma de los recintos
- Análisis de la respuesta a diferentes usos

MARCADORES

- Nuevos marcadores añadiendo señal radar (S1)
- Realización de trabajo de campo para obtener una verdad terreno diversa y robusta
- Profundización en los modelos de IA que puedan explotar los marcadores/ información obtenida a través de imágenes satélite
- Análisis de las bandas del borde rojo para comprobar la información que estas proporcionan para el análisis de abandonos
- Profundizar sobre los marcadores de estabilidad en otros usos (ej: algodón)
- Añadir el año típico zonal para realizar comprobaciones respecto a un año típico y detectar las irregularidades...
- Profundizar sobre la forma espectral de distintos usos para analizar la mejor forma de detectar los valores outlayers