PAZ CIENCIA

Alianza Observa

INTA Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

AET

Jornada

Teledetección aplicada a la gestión de emergencias

27 de octubre de 2026

Tecnología SAR para la gestión de emergencias: capacidades y demostradores a través de PAZ Ciencia

María José González Bonilla
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

ÍNDICE

Tecnología SAR para la gestión de emergencias · Capacidades y demostradores

01 **Tecnología SAR para emergencias**
Observación día/noche · Amplitud y fase

02 **Movimiento del terreno e infraestructuras**
CTTC · EGMS · PAZ

03 **Deslizamientos e inestabilidad de laderas**
Universidad de Alicante · IGME-CSIC

04 **Vigilancia volcánica**
IGN · Sentinel-1 y PAZ

05 **Inundaciones y fenómenos hidrometeorológicos**
DANA de Valencia · IGME-CSIC

06 **Daños en cultivos por fenómenos extremos**
UPNA · Agroseguro · Sentinel-1 y Sentinel-2 · Proyecto DAMAGE

07 **Del conocimiento al apoyo operativo**
Lecciones aprendidas · UME · Colaboración

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Jornada
Teledetección aplicada a la gestión de emergencias

27 de octubre de 2026

María José González Bonilla

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
Centro Espacial INTA Torrejón

- Doctora en Teledetección
- Responsable de Centros de Procesado y Control del CEIT y Coordinadora de la Explotación Científica de PAZ
- Secretaria de la Asociación Española de Teledetección (AET) y Coordinadora del Grupo SAR de la AET
- Miembro del Comité Ejecutivo de la conexión EarthWatch-CSIC
- Investigadora Principal de la Red Estratégica de Observación de la Tierra por satélite, ALIANZA OBSERVA

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

TECNOLOGÍA SAR
PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS

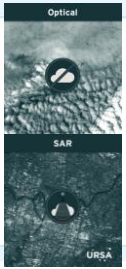
El radar de apertura sintética (SAR) ofrece capacidades únicas para adquirir imágenes y extraer información crítica en situaciones de emergencia.

DÍA Y NOCHE

Adquisición de imágenes en cualquier momento, independientemente de la iluminación solar.

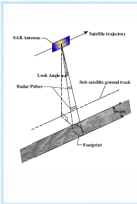
NUBES Y HUMO

Observación incluso en condiciones de nubosidad densa, lluvia y humo de incendios.



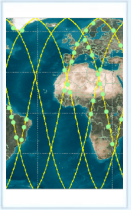
GRAN COBERTURA Y CONTINUIDAD

Adquisición de grandes extensiones en una sola pasada y posibilidad de series temporales para el seguimiento de la emergencia.



REPETITIVIDAD

Adquisiciones repetidas para analizar la evolución de la emergencia y apoyar las diferentes fases: preparación, respuesta y recuperación.



DOS FUENTES DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIAS EN UNA IMAGEN SAR

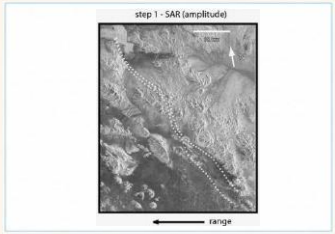
De una misma adquisición SAR podemos explotar la amplitud y la fase para obtener información diferente y complementaria.

AMPLITUD

Intensidad de la señal retrodispersada.

Caracterización de la superficie y detección de cambios

- Delimitación de zonas inundadas
- Coladas de lava en erupciones volcánicas
- Daños en infraestructuras y áreas afectadas
- Cambios en la superficie terrestre

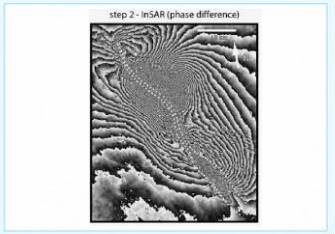


FASE

Información interferométrica entre adquisiciones.

Medida de deformaciones y movimientos del terreno

- Terremotos
- Actividad volcánica
- Deslizamientos de tierra
- Subsistencia y otros movimientos del terreno



ADQUISICIÓN EN CONDICIONES ADVERSAS
Imágenes cuando otros sensores no pueden.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
Amplitud y fase para caracterizar, detectar y medir.

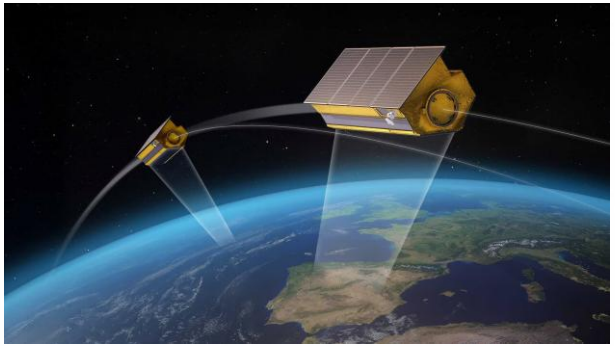
APOYO A LA TOMA DE DECISIONES
Delimitación de áreas afectadas, evaluación de impactos y seguimiento de la evolución.

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Capacidad SAR nacional

PAZ

PAZ-2



USUARIOS COMERCIALES

SEGURIDAD Y DEFENSA

CALIBRACIÓN

PAZ CIENCIA

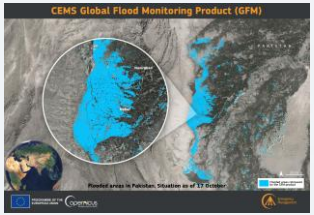
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Principales servicios SAR para emergencias

Servicios operacionales de referencia a nivel europeo e internacional

Copernicus Global Flood Monitoring (GFM)

Detección y seguimiento de inundaciones

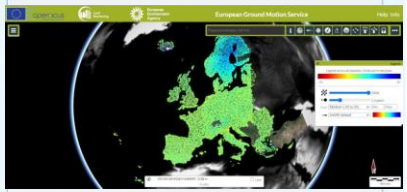


Copernicus Europe's eyes on Earth · GLOBAL FLOOD MONITORING

JRC · Comisión Europea

European Ground Motion Service (EGMS)

Vigilancia de movimientos del terreno



Copernicus Europe's eyes on Earth · Land Monitoring Service

Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)

Copernicus Emergency Management Service (CEMS)

Cartografía rápida tras una emergencia

Copernicus Europe's eyes on Earth · Emergency Management Service

JRC · Comisión Europea

International Charter Space and Major Disasters

Acceso rápido a imágenes y productos

International Charter Space & Major Disasters

Agencias espaciales y operadores participantes

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Valor añadido de servicios nacionales AD-HOC con datos de PAZ para la gestión de emergencias

Servicios genéricos Copernicus

- Cobertura **amplia y paneuropea**
- Productos **estandarizados**
- Respuesta a **múltiples usuarios y situaciones**
- Información de valor para la **respuesta inmediata**

Servicios nacionales AD-HOC con datos de PAZ

- **Laboratorio de emergencias:** zonas de estudio identificadas para desarrollar y validar servicios.
- **Uso de datos de la misión nacional PAZ** con acceso para organismos de seguridad y defensa (UME).
- Desarrollo de **demostradores y ensayos operativos** adaptados a necesidades nacionales.
- **Pruebas y entrenamiento de procedimientos** pre, durante y post evento.

Mayor preparación, autonomía y eficacia en la gestión de emergencias

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Aplicaciones SAR en la gestión de emergencias

Principales servicios operacionales de referencia

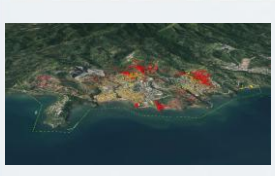
Inundaciones

- Delimitación de zonas inundadas
- Seguimiento de la evolución temporal
- Evaluación de daños
- Apoyo a la respuesta y planificación

Deslizamientos y movimientos del terreno

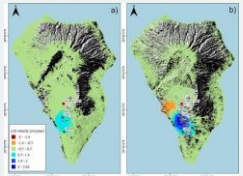
- Detección de movimientos del terreno
- Series temporales de deformaciones
- Identificación de zonas activas
- Evaluación de la estabilidad
- Apoyo a la respuesta y planificación

Infraestructuras críticas



- Detección de deformaciones y daños
- Seguimiento de puentes, carreteras, presas y edificios
- Evaluación de la estabilidad
- Identificación de accesos afectados
- Apoyo a la planificación y respuesta

Volcanes y terremotos



- Detección de deformaciones del terreno
- Monitorización de actividad volcánica
- Evaluación de daños tras terremotos
- Identificación de cambios en la superficie
- Apoyo a la respuesta y recuperación

Daños en cubiertas vegetales por fenómenos extremos

- Detección de daños en cubiertas vegetales
- Evaluación de la extensión y severidad de los daños
- Seguimiento de la evolución de la vegetación
- Identificación de zonas prioritarias de actuación
- Apoyo a la evaluación de impactos y recuperación

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

CTTC: SERVICIOS OPERACIONALES DE MONITORIZACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO

Del European Ground Motion Service (EGMS) a estudios específicos con datos de PAZ

Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya

European Ground Motion Service (EGMS)

Servicio europeo desarrollado en el marco de Copernicus, en el que el CTTC participa como uno de sus desarrolladores.

Utiliza interferometría de radar de apertura sintética (InSAR) con datos de Sentinel-1 para detectar y medir movimientos del terreno en toda Europa con precisión milimétrica.

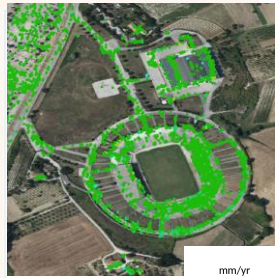
- Cobertura de toda Europa
- Series temporales de varios años
- Productos operacionales
- Soporte a la evaluación de riesgos naturales y a la planificación territorial

Estudios con datos de PAZ

El CTTC ha realizado estudios de monitorización del movimiento del terreno empleando datos de PAZ.

La mayor densidad de datos que proporcionan las imágenes de PAZ permite un análisis más detallado, especialmente adecuado para la monitorización de infraestructuras, carreteras, edificios y otras áreas de interés estratégico.

- Mayor densidad de adquisiciones que Sentinel-1
- Mayor detalle y precisión en zonas de interés
- Adecuado para infraestructuras críticas y entornos urbanos
- Complementario a los servicios operacionales



UTILIDAD PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS

ANTES
Prevención y preparación

- Identificación de deformaciones anómalas y zonas inestables.
- Detección de infraestructuras críticas expuestas.
- Mapa de peligrosidad y apoyo a la planificación del territorio.

DURANTE
Apoyo a la evaluación

- Información sobre deformaciones y cambios en las zonas afectadas.
- Priorización de áreas de mayor riesgo.
- Complemento a la información de campo y otros datos de emergencia.

DESPUÉS
Seguimiento y recuperación

- Evaluación de desplazamientos residuales.
- Control de la estabilización del terreno.
- Seguimiento de infraestructuras afectadas (presas, puentes, carreteras, edificios, etc.).

APLICACIONES RELEVANTES

Infraestructuras críticas | Carreteras y ferrocarriles | Edificios y áreas urbanas | Laderas y zonas montañosas | Áreas mineras | Áreas volcánicas | Zonas afectadas por terremotos

VALOR AÑADIDO DE PAZ

- Mayor densidad de datos y mejor resolución temporal.
- Mayor detalle en zonas de interés.
- Adecuado para la monitorización de infraestructuras, carreteras, edificios y entornos urbanos.

DE LA OBSERVACIÓN A LA ACCIÓN
Información operativa para reducir riesgos y apoyar la toma de decisiones.

SERVICIO OPERACIONAL EUROPEO
Desarrollado con el liderazgo científico y tecnológico del CTTC en el marco de Copernicus (EGMS).

VIGILANCIA CONTINUA DEL TERRITORIO
Identificación de peligros, evaluación de impactos y seguimiento de la estabilidad.

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

CTTC: SERVICIOS OPERACIONALES DE MONITORIZACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO

mm/yr
- > 18
- 14 to 18
- 10 to 14
- 6 to 10
- 2 to 6
- −2 to 2
- −6 to −2
- −10 to −6
- −14 to −10
- −18 to −14
- < −18

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PAZ: CARACTERIZACIÓN DE DESLIZAMIENTOS QUE AFECTAN A INFRAESTRUCTURAS

Información InSAR para la evaluación del peligro y la gestión de emergencias

Clasificación y evolución

- Análisis de las series temporales mediante **Análisis de Componentes Independientes (ICA).**
- Identificación de 3 patrones temporales de deformación:
  - Movimiento lineal alejándose del satélite.
  - Comportamiento no lineal (estable–acelerado–estable).
  - Movimiento lineal hacia el satélite.

Casos de estudio

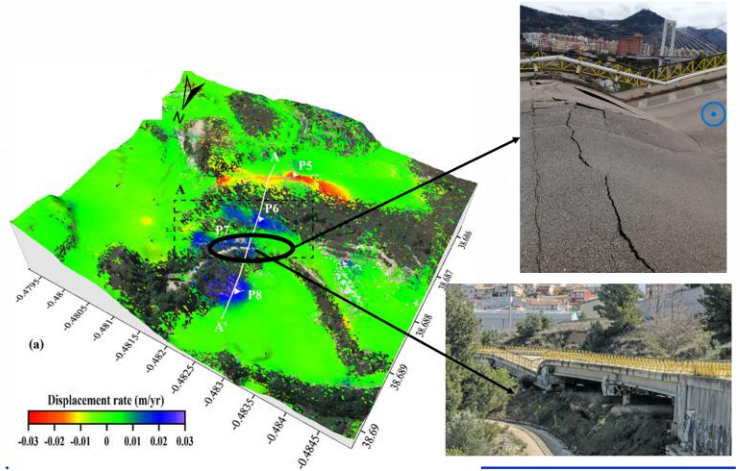
- **Deslizamiento 1:** rotacional que afectó a un puente de acceso a una zona industrial (recientemente demolido por daños severos).
- **Deslizamiento 2:** rotacional activo que afecta a una de las principales vías de entrada a la ciudad (N-340).
- Caracterización detallada de la deformación y su evolución temporal.

Resultados principales

- Detección y caracterización de deslizamientos con **movimientos milimétricos** mediante imágenes SAR de PAZ.
- Identificación de diferentes comportamientos temporales.
- Relación con precipitaciones intensas, procesos geotécnicos y afectación a infraestructuras críticas.

Relevancia para emergencias

- Información para la evaluación del peligro y la priorización de inspecciones de campo.
- Vigilancia de infraestructuras críticas (carreteras, puentes, áreas urbanas).
- Ayuda a la toma de decisiones en la gestión del riesgo de deslizamientos.



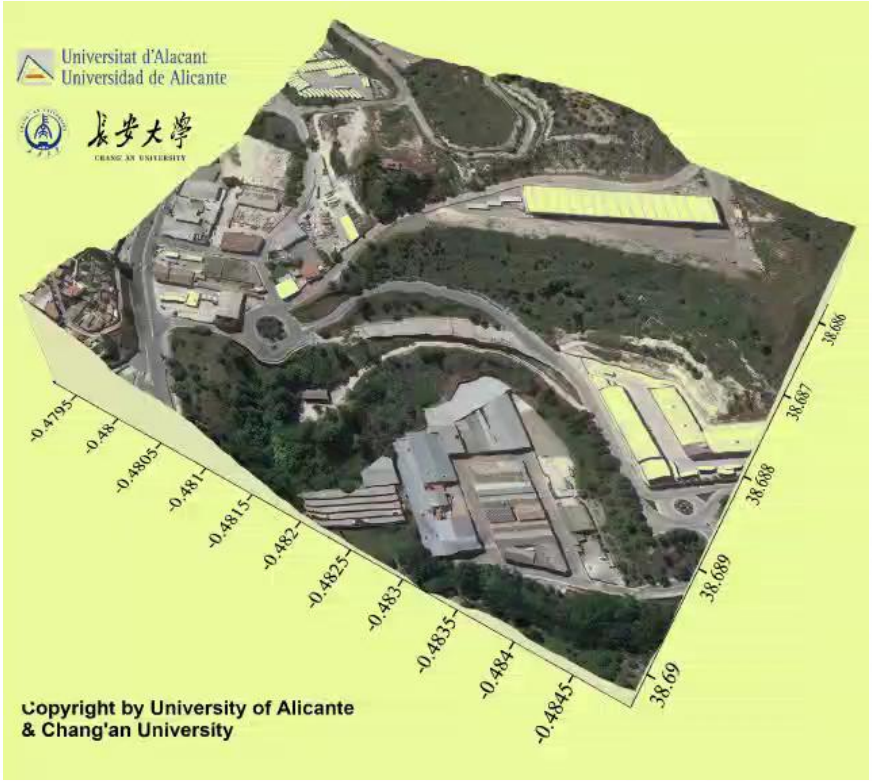
Trabajo realizado por:

1. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, Alicante, España. Roberto.tomas@ua.es; esteban.diaz@ua.es

2. Instituto Universitario de Investigación Informática, Universidad de Alicante, Alicante, España. Juanma.lopez@ua.es

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

PAZ: CARACTERIZACIÓN DE DESLIZAMIENTOS QUE AFECTAN A INFRAESTRUCTURAS



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

IGN: SERVICIO OPERACIONAL InSAR PARA VIGILANCIA VOLCÁNICA

Monitorización de deformaciones del terreno para la detección temprana de actividad volcánica

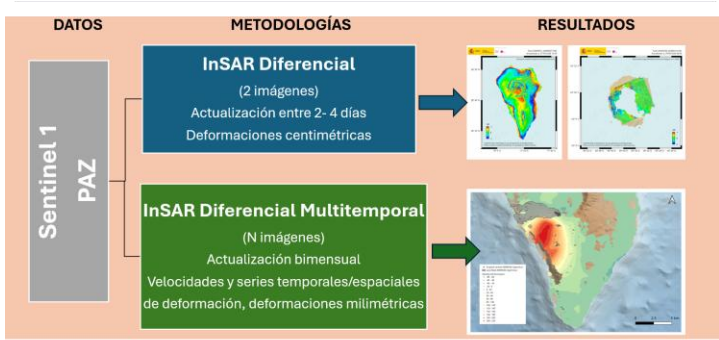
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

COMPETENCIA Y OBJETIVO

El IGN tiene la competencia de la planificación y gestión de los sistemas de vigilancia, comunicación y alerta a las instituciones de la actividad volcánica y determinación de los peligros asociados en territorio español y en el entorno de bases antárticas españolas, así como la realización de trabajos y estudios en el campo de la volcanología y de la alerta temprana de procesos eruptivos.

SERVICIO OPERACIONAL InSAR

El servicio InSAR del IGN está diseñado para monitorizar deformaciones del terreno en las áreas volcánicamente activas españolas: **Islas Canarias e Isla Decepción** (por la base antártica). Las deformaciones del terreno pueden ser precursoras de erupciones volcánicas, por lo que su monitorización es clave para la alerta temprana y para la caracterización de los sistemas volcánicos y su evolución.



Vigilancia volcánica - Instituto Geográfico Nacional

APLICACIONES EN LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS

ALERTA TEMPRANA
Detección de deformaciones precursoras de erupciones.

SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD
Caracterización de la evolución del sistema volcánico.

APOYO A LA PLANIFICACIÓN
Evaluación de peligros volcánicos y definición de escenarios.

ÁREAS DE INTERÉS
Islas Canarias e Isla Decepción (base antártica española).

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

IGME: APLICACIONES SAR EN EMERGENCIAS REALES (1/2)

Experiencias del Grupo de Teledetección del GADE-CSIC

DANA en Valencia (2024)

Activación y participación

- Primera gran activación del GADE para la DANA de octubre de 2024.
- Participación de alrededer de **150 expertos de 29 centros del CSIC.**

Capacidades movilizadas

- Movilización de capacidades muy distintas: drones y sensores aéreos del ICMAN-CSIC, evaluación estructural junto con la UME, análisis de materiales, hidrogeología, movimientos del terreno y teledetección satelital.

Aportación del grupo de teledetección

- **Identificación de movimientos previos** mediante productos **InSAR del EGMS.**
- **Análisis SAR** para apoyo a la evaluación de zonas afectadas.

Integración de la observación de la Tierra

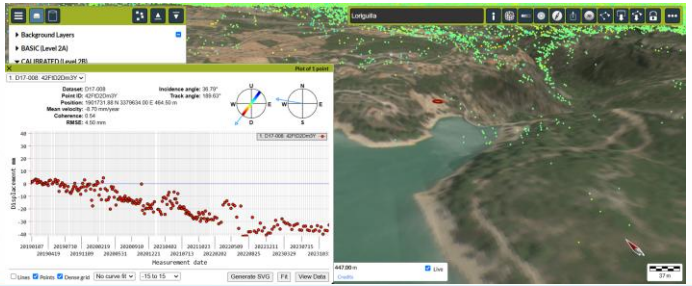
- Trabajo integrado con trabajo de campo, drones, modelos hidrológicos y evaluación estructural.

Aumento rápido nivel agua en embalses

Sentinel-1
19/10/2024

Sentinel-1
31/10/2024

Identificación de movimientos previos en laderas (EGMS)



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

IGME: APLICACIONES SAR EN EMERGENCIAS REALES (2/2)

Experiencias del Grupo de Teledetección del GADE-CSIC

Tren de borrascas en Andalucía (2026)

Participación y coordinación

- Despliegue más pequeño pero **más estructurado**.
- Participación de **53 personas**, coordinadas principalmente desde el IGME, junto con otros cuatro institutos del CSIC, la Delegación Institucional de Andalucia, Presidencia y el servicio de PRL.

Movimientos del terreno e inundaciones

- Identificación de deformación **previa** mediante **ADAs del EGMS** (2019–2023) en la **Serranía de Ronda y Grazalema**.
- Apoyo a la **priorización de inspecciones** de campo.

Análisis de series temporales

- Comparación entre picos de precipitación y deformación EGMS en localidades de interés.
- ¿Había respondido el terreno **antes a episodios de lluvia?**

Análisis interferométrico y detección de cambios

- Evaluación interferométrica en zonas localizadas.
- **Interferogramas Sentinel-1** (pre/post-evento) para detección de cambios.
- **Limitaciones de resolución** en áreas de pequeña extensión.

Servicios y datos de alta resolución

- Activación de **CEMS** y exploración de alternativas **SAR de alta resolución** (ICEYE, PAZ).
- Delineation/grading con óptico HR.
- Evaluación de InSAR HR (ICEYE, PAZ).

CSIC IGME

INTA

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Detección de daños en cubiertas vegetales por fenómenos extremos

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto de investigación de la UPNA y AGROSEGURO para la detección de daños en cubiertas vegetales por fenómenos extremos utilizando imágenes Sentinel-1 y Sentinel-2 y algoritmos de Machine Learning.

Financiado por PID2023-152885OB-I00 (MICIU/AEI/ESF+)

APLICACIÓN

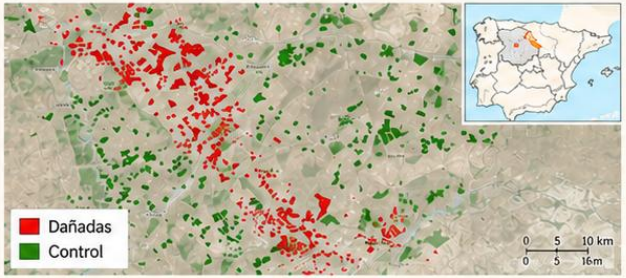
Identificación de parcelas dañadas.

COLABORACIÓN

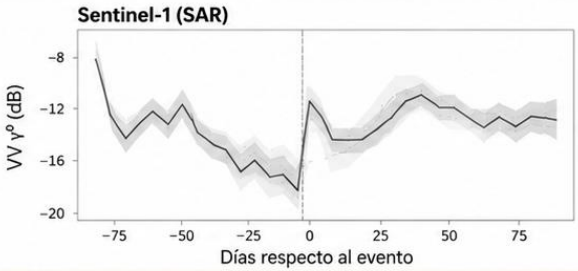
UPNA y AGROSEGURO.

GRANIZO

Parcelas de cereal (abril 2023, Castilla y León)

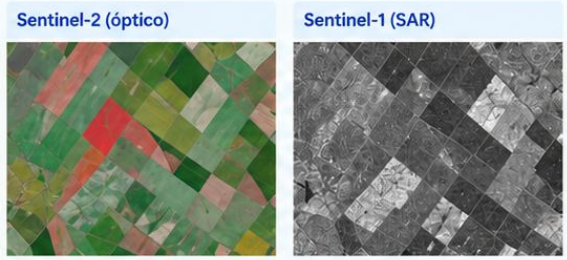


Fiabilidad (Sentinel-1) | **93 %**

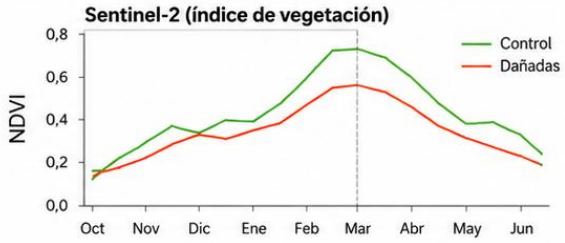


HELADAS

Parcelas agrícolas



Fiabilidad (Sentinel-2) | **64 %**



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Hacia una aplicación operativa y coordinada

Integración temprana con los gestores de emergencias

- Entender las necesidades antes de generar productos.
- Combinar EO con información de campo y conocimiento experto.

La información debe llegar a tiempo y ser fácil de interpretar

- Acceso rápido a datos adecuados, especialmente SAR de alta resolución.
- **Productos:**
  - Concisos y fáciles de interpretar.
  - Flujos automatizados.
  - Tiempos compatibles con la emergencia.

Hacia capacidades EO preparadas antes de la emergencia

- Flujos de trabajo y productos predefinidos.
- Integración estable entre científicos, Protección Civil y servicios operativos.

INTA

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Hacia una aplicación operativa y coordinada

Datos SAR de alta resolución en zonas españolas de interés (PAZ Ciencia)

- Adquisiciones a medida en zonas de estudio prioritarias
- Mayor detalle que Sentinel-1
- Cobertura temporal de antes, durante y después del evento
- Datos abiertos para la comunidad científica nacional

Laboratorio demostrador de aplicaciones

- Zonas específicas en España representativas de distintos riesgos
- Explotación de series temporales de PAZ Ciencia
- Desarrollo y validación de productos y servicios SAR para emergencias
- Entorno de prueba para nuevas metodologías y algoritmos

Conocimiento y capacidades de los grupos de investigación nacionales

- Desarrollo de algoritmos y productos específicos para cada tipo de emergencia
- Expleriencia en análisis e interpretación de datos SAR
- Generación de procedimientos y metodologías
- Formación de personal y transferencia de conocimiento

Procedimientos consensuados y entrenados con la UME

- Integración de productos en procedimientos operativos
- Ejercicios y simulacros con datos reales
- Validación de la utilidad en escenarios de emergencia
- Mejora continua de los servicios y productos

Una herramienta eficaz para la respuesta, evaluación y recuperación ante emergencias

- Productos y servicios operativos
- Toma de decisiones más rápida y fundamentada
- Transferencia al usuario final
- Contribución a la seguridad y resiliencia nacional

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

María José González Bonilla
glezbmj@inta.es