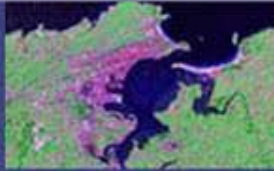


I+D+i



*Aplicación al sector medioambiental
de Metodologías avanzadas con*
Sensores Hiperespectrales

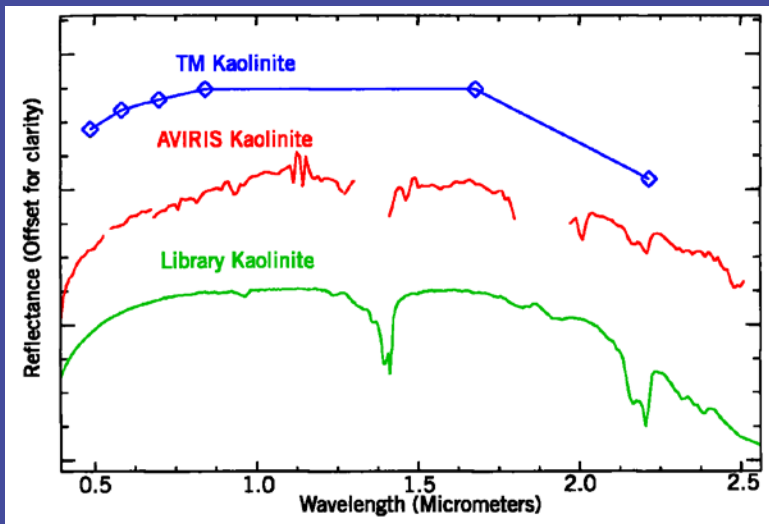
*CARACTERIZACIÓN DE PRADERAS
DE FANERÓGAMAS MARINAS
MEDIANTE SENSORES
HIPERESPECTRALES*



LOS SENSORES HIPERESPECTRALES

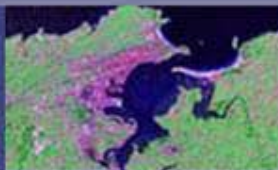
Sensores que registran la información en un conjunto de imágenes espectralmente continuas (Kruse et al. 1995). Miden la radiación reflejada en una amplia gama de longitudes de onda, pudiendo registrar información en cientos de canales espectrales.

Alta resolución espectral.
Alta resolución espacial (en sensores
aerotransportados)

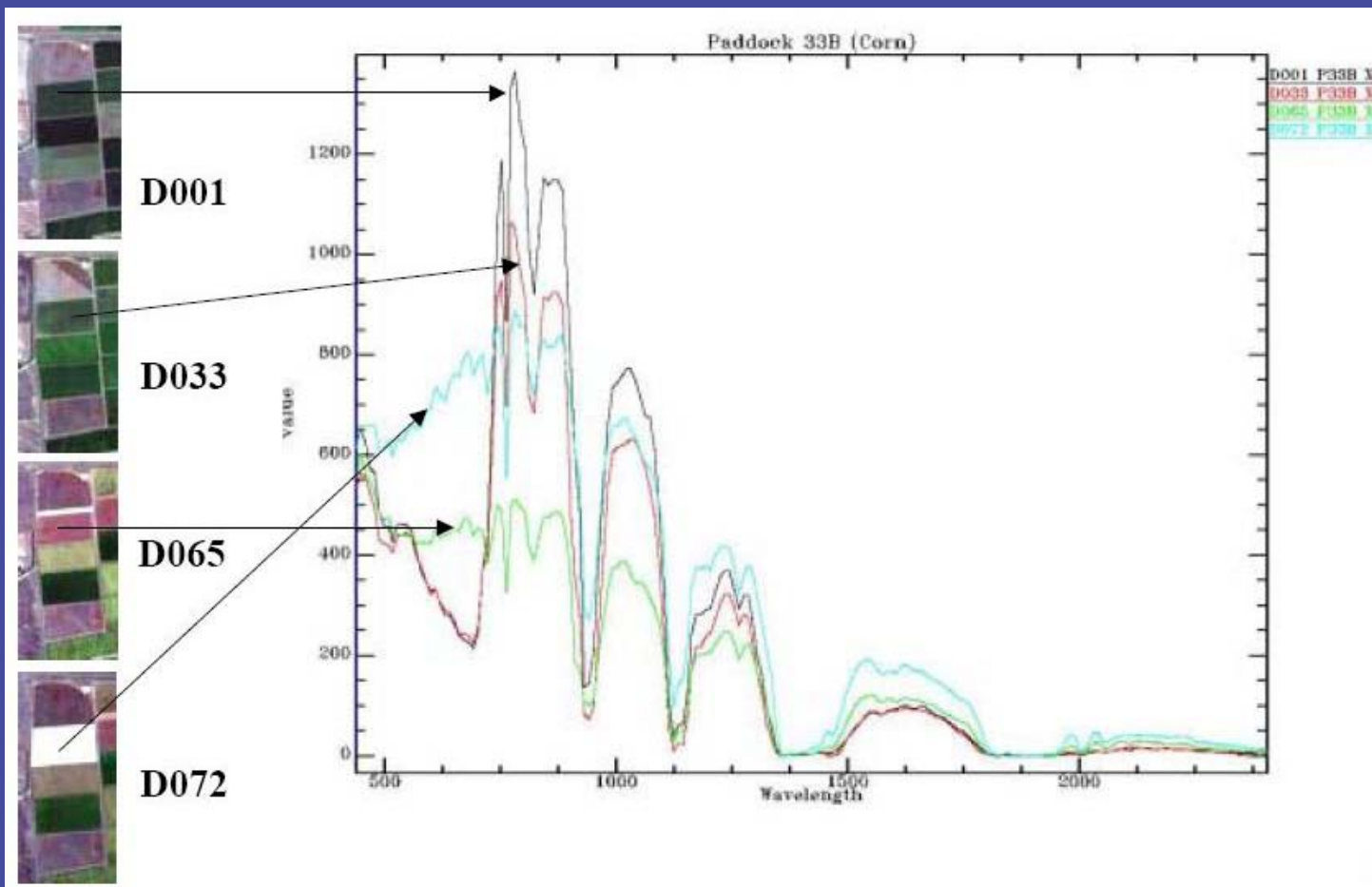


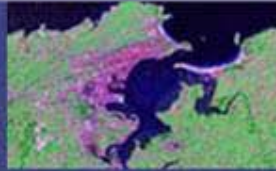
Permite observar pequeñas bandas de absorción o pequeñas modificaciones en la energía reflejada

Permite el estudio de transiciones



Aplicaciones





OBJETIVOS

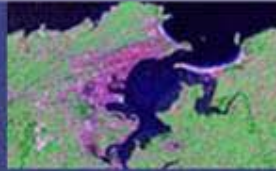
1. Validación de los sensores hiperespectrales como herramientas de análisis para la caracterización de praderas de fanerógamas marinas.
2. Diseño de una metodología aplicable a estudios en aguas marinas poco profundas.
3. Definición de la necesidades de resolución y estructura espectral de los sensores a emplear.



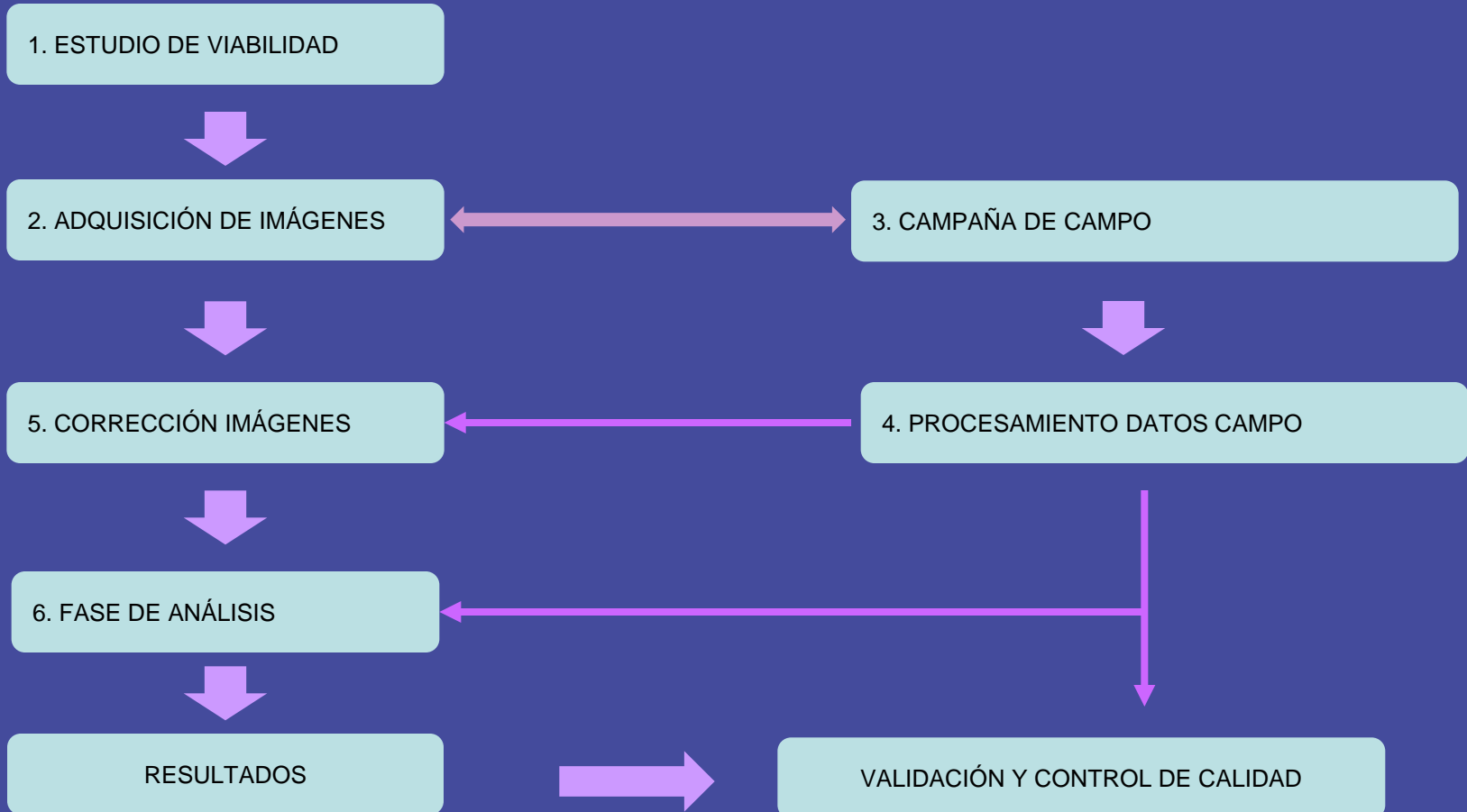
ÁMBITO:
PARQUE NATURAL CABO DE GATA:



Delimitación de la zona de estudio.

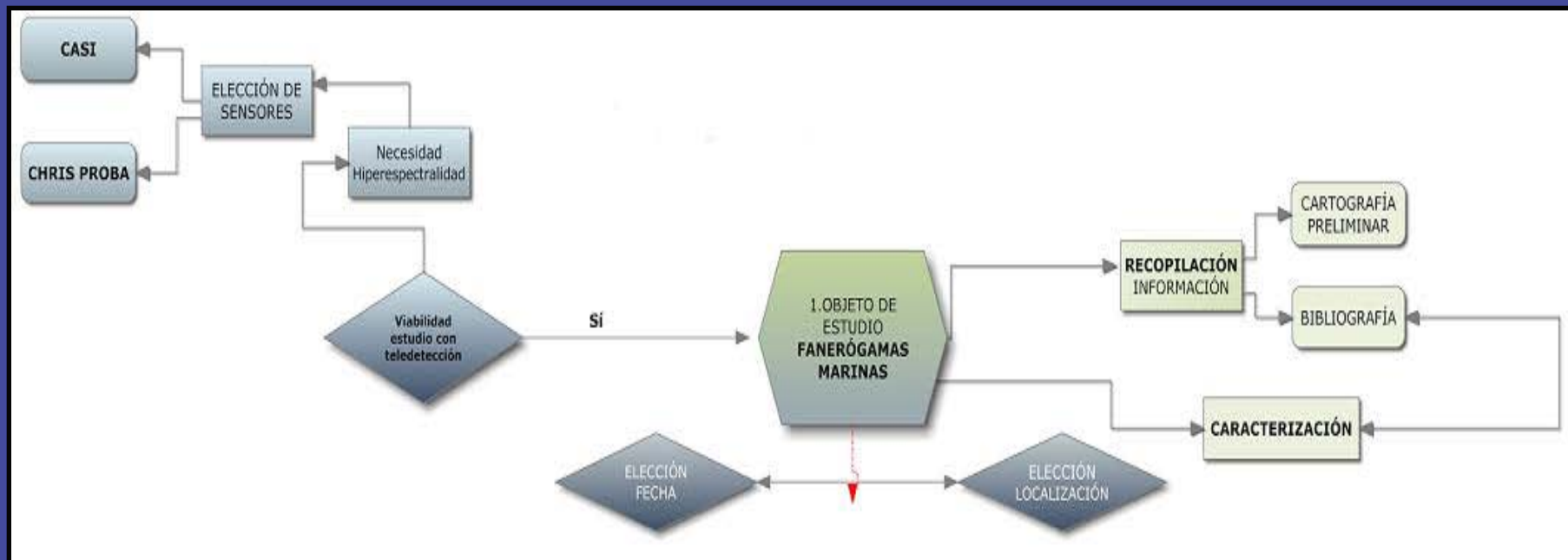


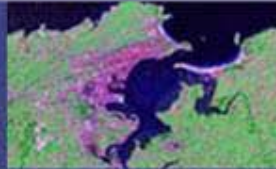
FASES



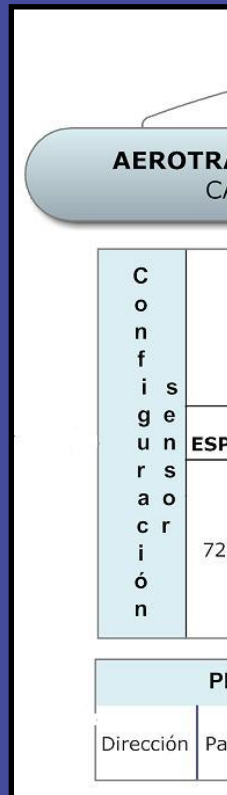


1. ESTUDIO DE VIABILIDAD





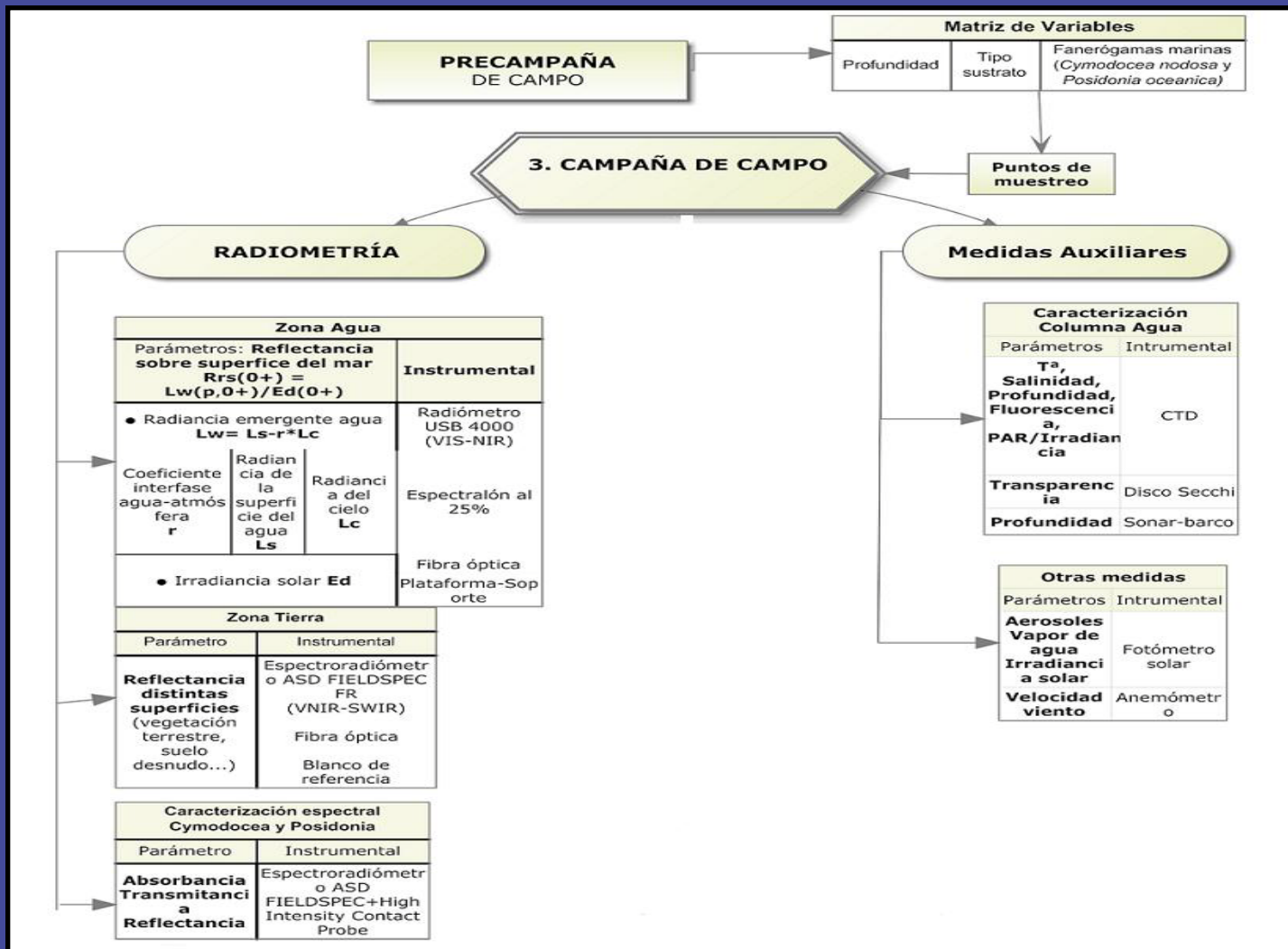
Configuración de de sensores

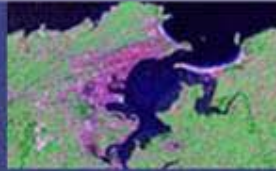


Nº Banda	Rango Longitud de onda	Ancho banda	Interés
25	797,155 - 828,0167	30.8617	805 y 816 Sólidos en suspensión
24	756,8431 - 766,4224	9.5793	760 Pico por epibiontes coincide con el pico de absorción del oxígeno.
23	701,4926 - 711,012	9.5194	705 Fluorescencia
22	686,2805 - 695,7854	9.5049	690 Pico epibiontes
21	676,7842 - 686,2805	9.4963	680 2º pico absorción de clorofila NPCI, CABI
20	657,8159 - 667,2961	9.4802	660 Máxima absorción clorofila a
19	648,3433 - 657,8159	9.4726	650 Buena discriminación entre especies
18	640,7703 - 648,3433	7.573	643 CABI
17	627,5283 - 640,7703	13.242	635 Buena discriminación entre especies
16	616,188 - 625,6376	9.4496	620 Pico reflectancia posidonia y epibiontes
15	601,0811 - 610,512	9.4401	600/603 Pto inflexión
14	587,8741 - 601,0811	13.207	595 Pico epibiontes
13	576,5615 - 587,8741	11.3126	580 Discriminación posidonia
12	565,2556 - 576,5615	11.3059	570 Pico epibiontes, PRI
11	553,9556 - 565,2556	11.3	555 Buena discriminación entre especies
10	546,4253 - 553,9556	7.5303	550 gNDVI.
9	537,0155 - 546,4253	9.4098	543 Agua costera tiene su máxima reflectancia
8	525,7278 - 535,1339	9.4061	530 PRI
7	516,3244 - 523,8469	7.5225	518/520 Mínimo: entre esta banda y la siguiente buena discriminación entre especies
6	508,8034 - 516,3244	7.521	511 Máximo
5	497,5242 - 506,9233	9.3991	500 Pobre separación entre especies. Bueno tenerlo como referencia
4	486,2475 - 497,5242	11.2767	495 gNDVI, PSNDc, CABI
3	459,9409 - 476,8516	16.9107	470 PSNDc
2	437,3943 - 446,7889	9.3946	440/442 Absorción de la clorofila
1	424,241 - 435,5154	11.2744	430 - PCI



ADQUISICIÓN DE IMÁGENES Y CAMPAÑAS DE CAMPO





Campañas de campo

Caracterización espectral de los puntos de muestreo

Medición parámetros biofísicos

- Conductividad
- Temperatura
- PAR
- Oxígeno Disuelto
- Fluorescencia
- Velocidad del viento
- Dirección del viento

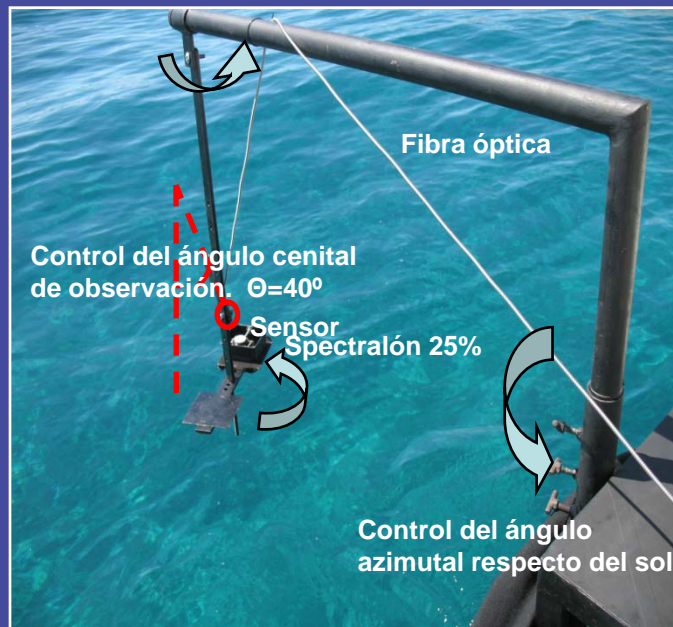
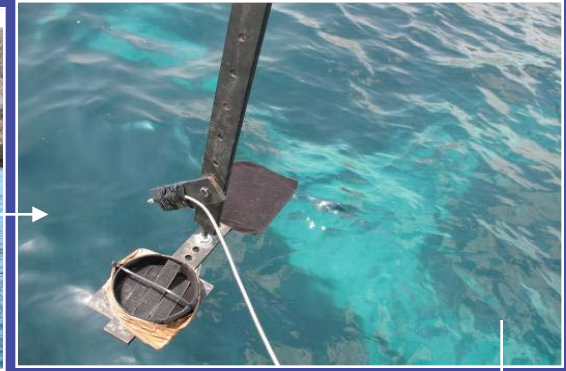




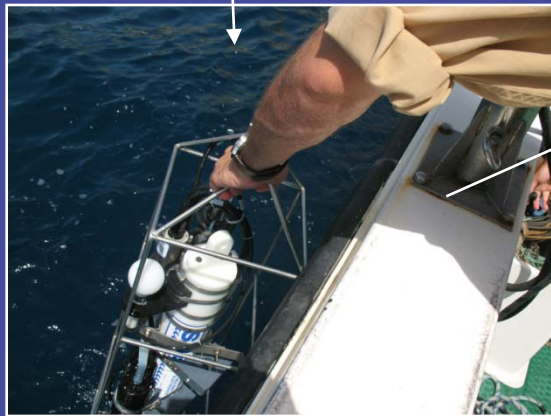
Imagen Chris Proba



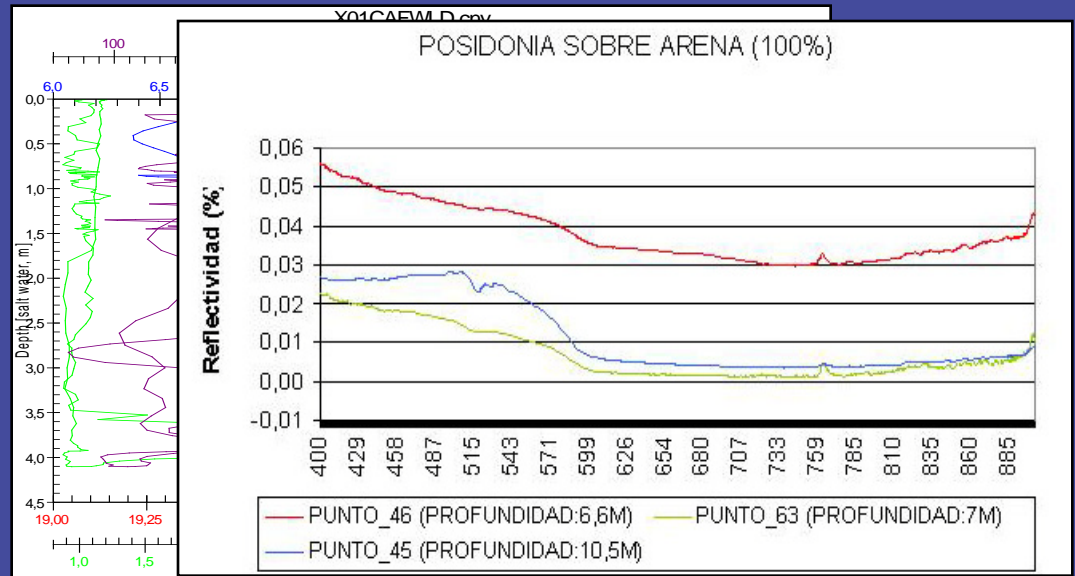
Manchas de Posidonia oceánica



Midiendo al agua con espectralradiómetro.



Midiendo el agua con CTD.

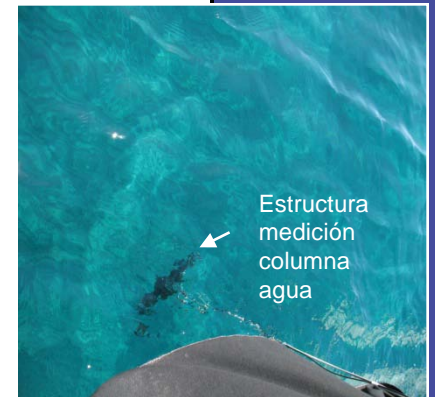


Firmas *Posidonia oceánica* sobre arena a distinta profundidad.
Perfiles CTD. Caracterización columna agua.



PROCESAMIENTO DATOS CAMPO

**4. PROCESAMIENTO
DATOS CAMPO**

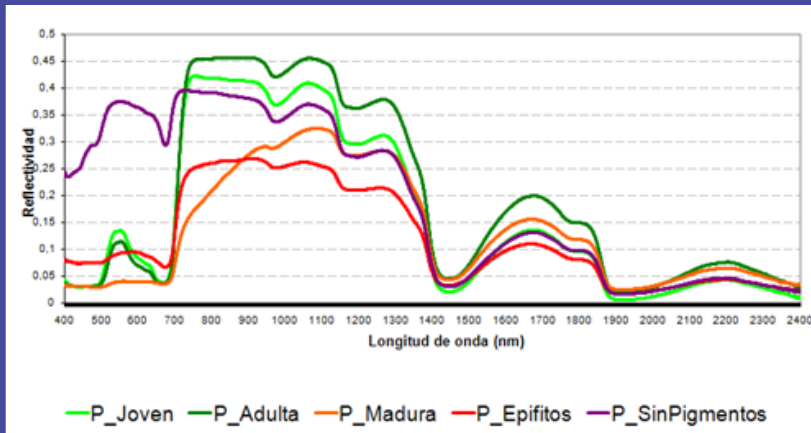


Cálculo de Reflectancia superficie del agua	Mejora de la corrección atmosférica de la imagen (aproximación a espectros obtenidos en campo)
Cálculo Reflectancia superficies tierra	
Procesamiento espectros laboratorio	Firmas patrón (identificación de especie de fanerógama)
Interpretación perfiles columna de agua	Caracterización columna agua

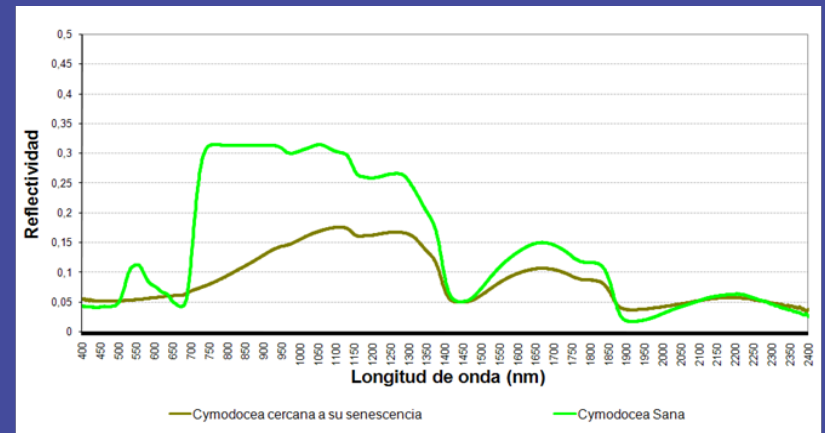


FASES

Espectros puros de diferentes estados fenológicos de *Posidonia oceánica*



Espectros puros de diferentes estados fenológicos de *Cymodocea nodosa*





CORRECCIÓN IMÁGENES

Preparación inicial de las imágenes

Separación masa de agua y tierra

Eliminación de fracción ruido

Reducción del efecto SunGlint

Corrección del efecto profundidad

5. CORRECCIÓN IMÁGENES

PREPROCESAMIENTO CHIRS PROBA	
C. Radiométrica	Noise Redution (BEAM)
C. Atmosférica	L. Guanter et al. (2006)
C. Geométrica	GPC -> Orto 1 m, 2004 Datum 1950, UTM Huso 30 N Polinomial, vecino más próximo

PREPROCESAMIENTO CASI	
C. Radiométrica	Coefficientes RSC
C. Atmosférica	6S Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum Vermote et al. (1997),
C. Geométrica	SISA (ICC) receptor GPS y INS Orto PNOA 0,5 m Datum 1950, UTM Huso 30 N Polinomial, vecino más próximo

GENERACIÓN MÁSCARAS
Estudio del histograma--> banda del infrarrojo

Chris Proba--> banda 16 (780 nm)
CASI vuelo bao--> banda 25 (812 nm)
CASI vuelo alto--> banda 42 (789 nm).

MNF

C. SUNGLINT
Kutser et al. (2008)
Imagen CASI vuelo bajo

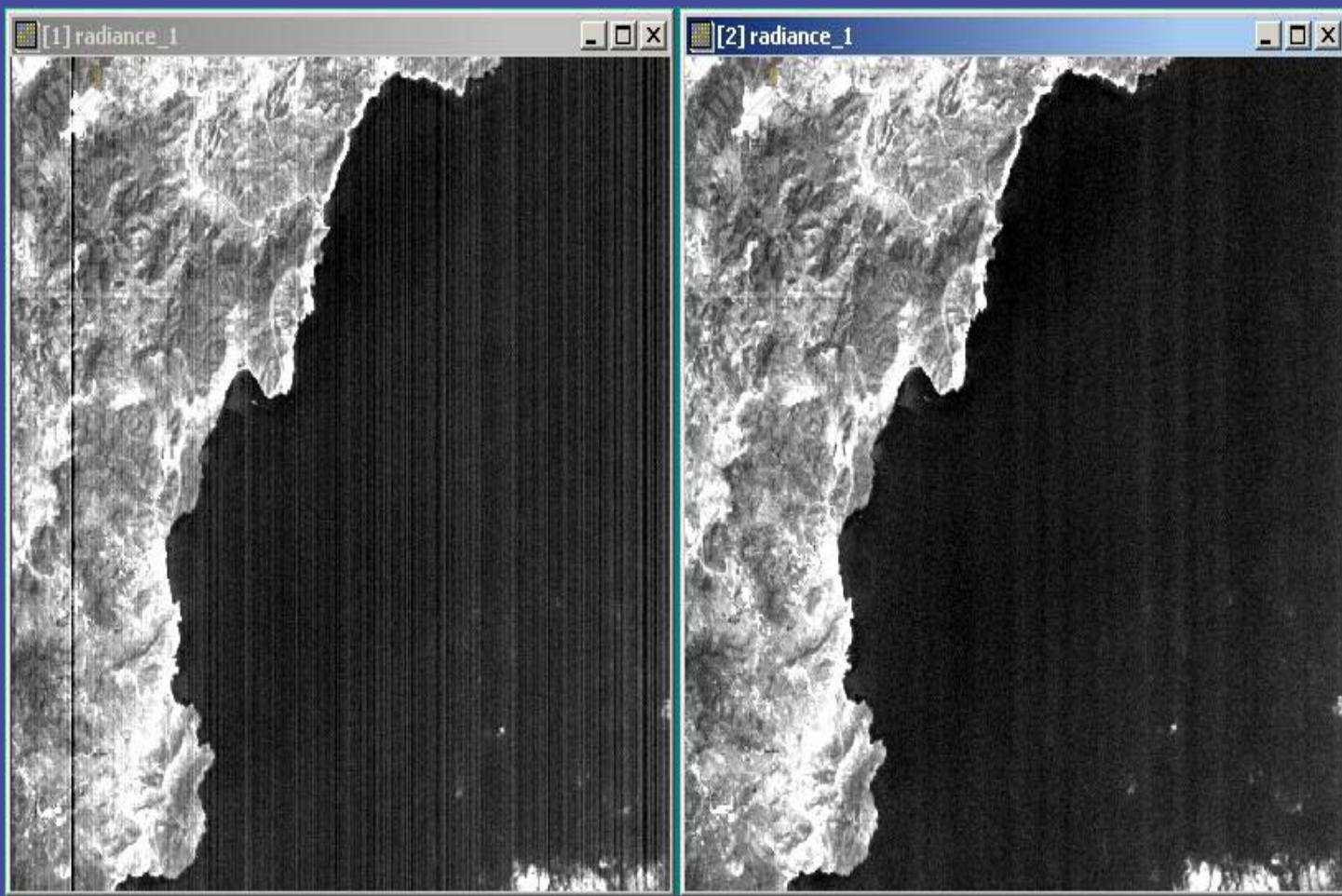
CORRECCIÓN EFECTO PROFUNDIDAD

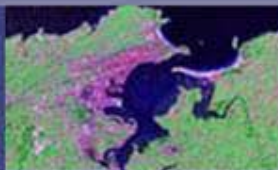
- 1) IMAGEN: Muestras de píxeles (3x3) mismo sustrato y diferente profundidad
- 2) CAMPO: espectros de referencia medios en los muestreos de campo.
- 3). Diagrama regresión por banda

IMAGEN REFLECTIVIDAD FONDO

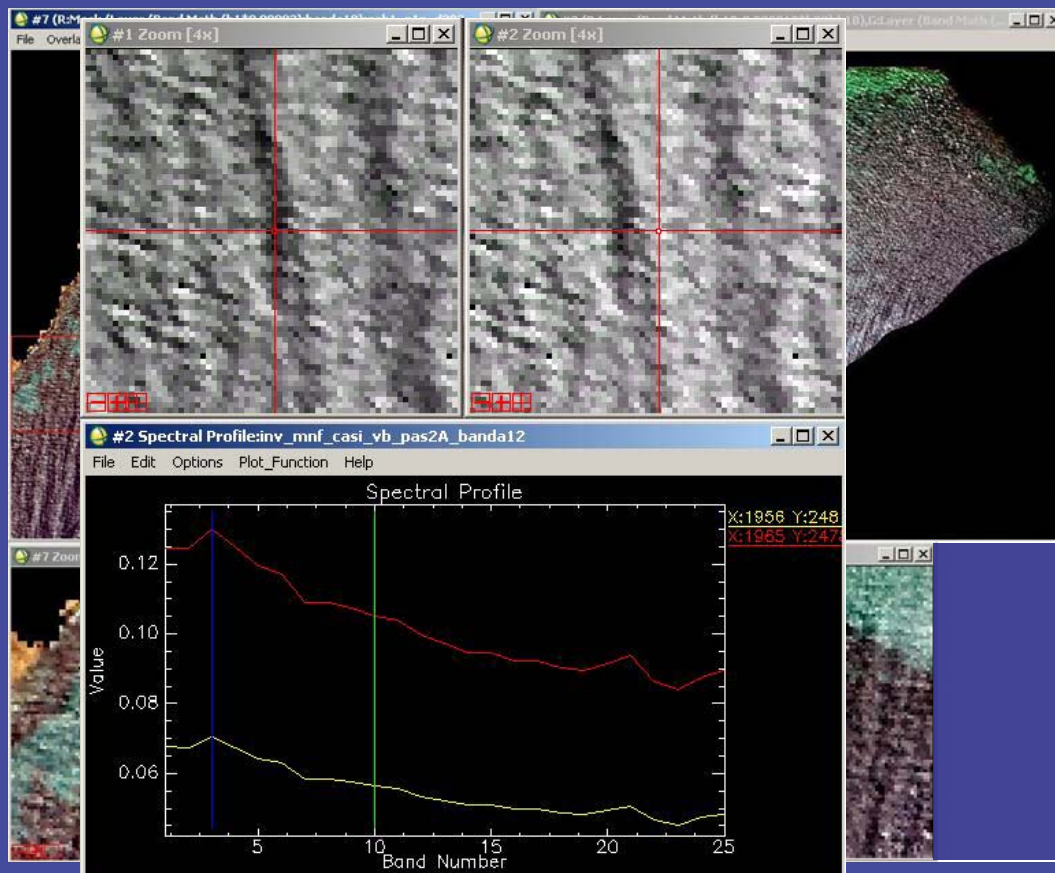
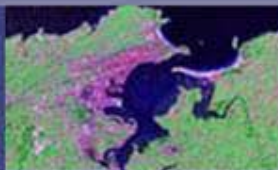


Efecto de la corrección radiométrica en imagen Chris Proba de julio de 2008.





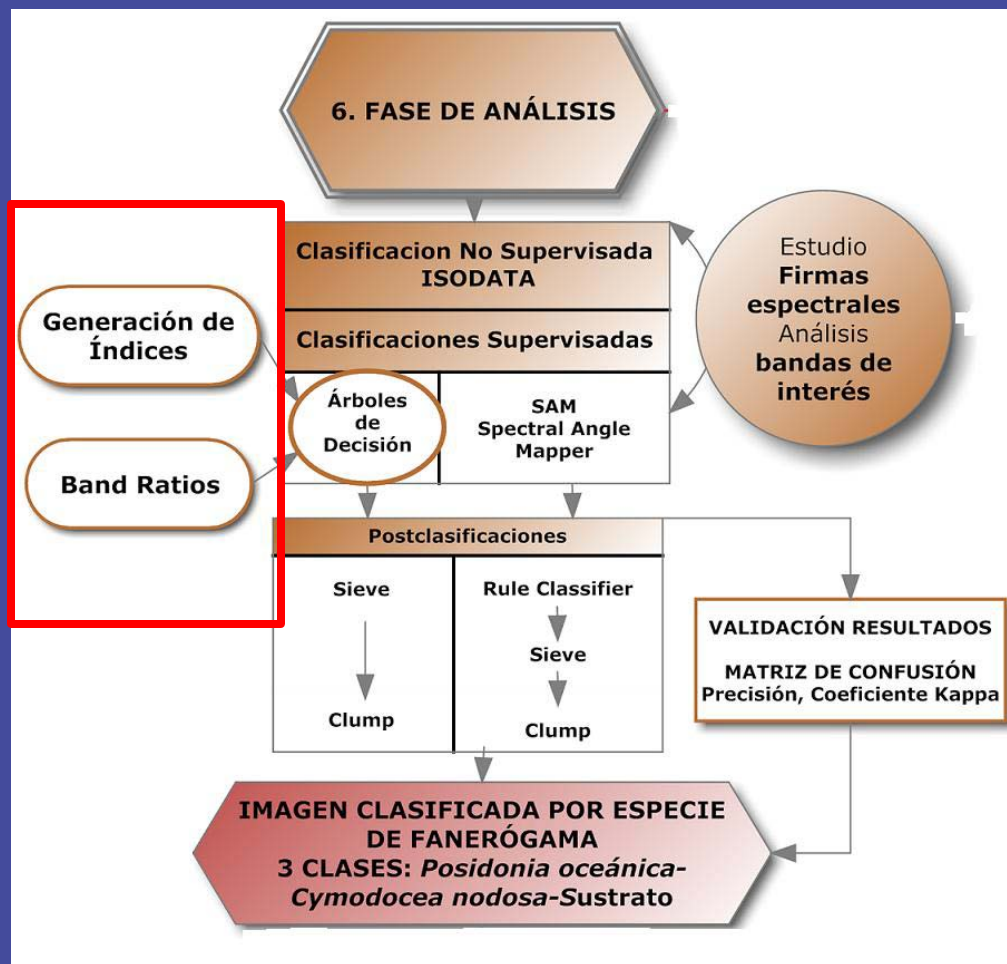
A la izquierda, imagen Chris Proba de 28 de julio de 2008 con las correcciones radiométrica, atmosférica y geométrica aplicadas. A la derecha, máscara obtenida.

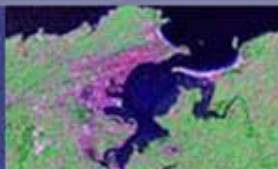


Imágenes CASI del nivel bajo (trama b de la pasada 1) sin corrección (imagen izquierda) y con corrección (imagen derecha). Firmas espectrales de la superficie del mar en dos puntos situados en el valle de la ola (imagen de la izquierda y firma amarilla) y en la cresta de la ola (imagen de la derecha y firma roja).

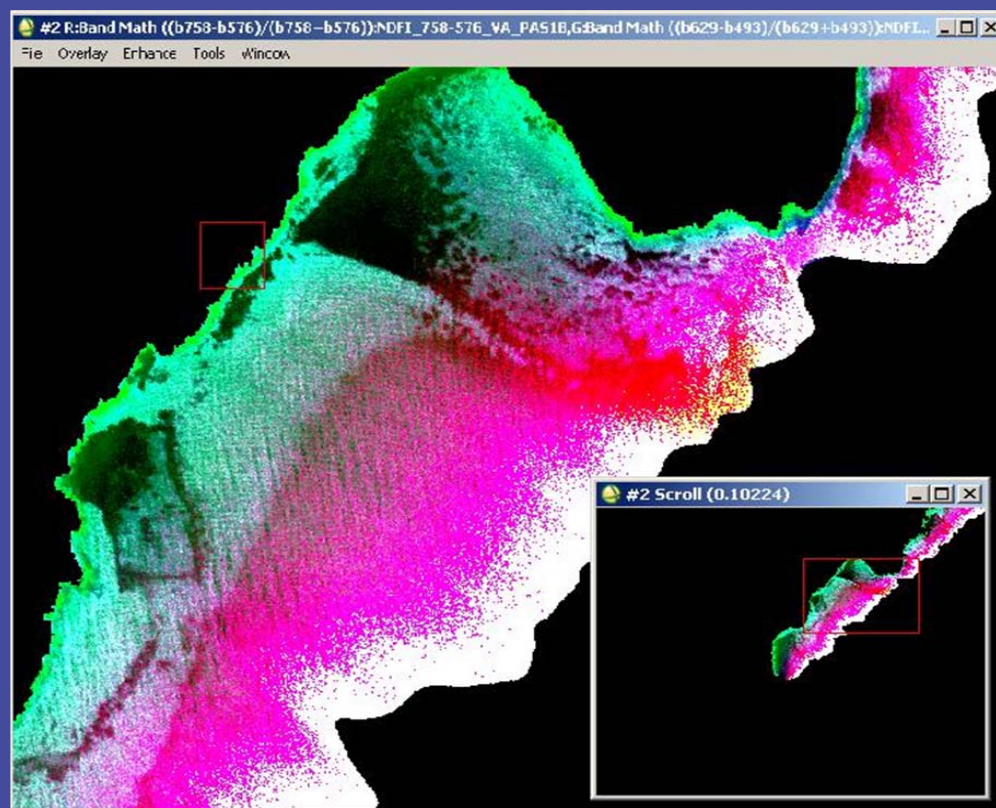


FASE DE ANÁLISIS





FASES

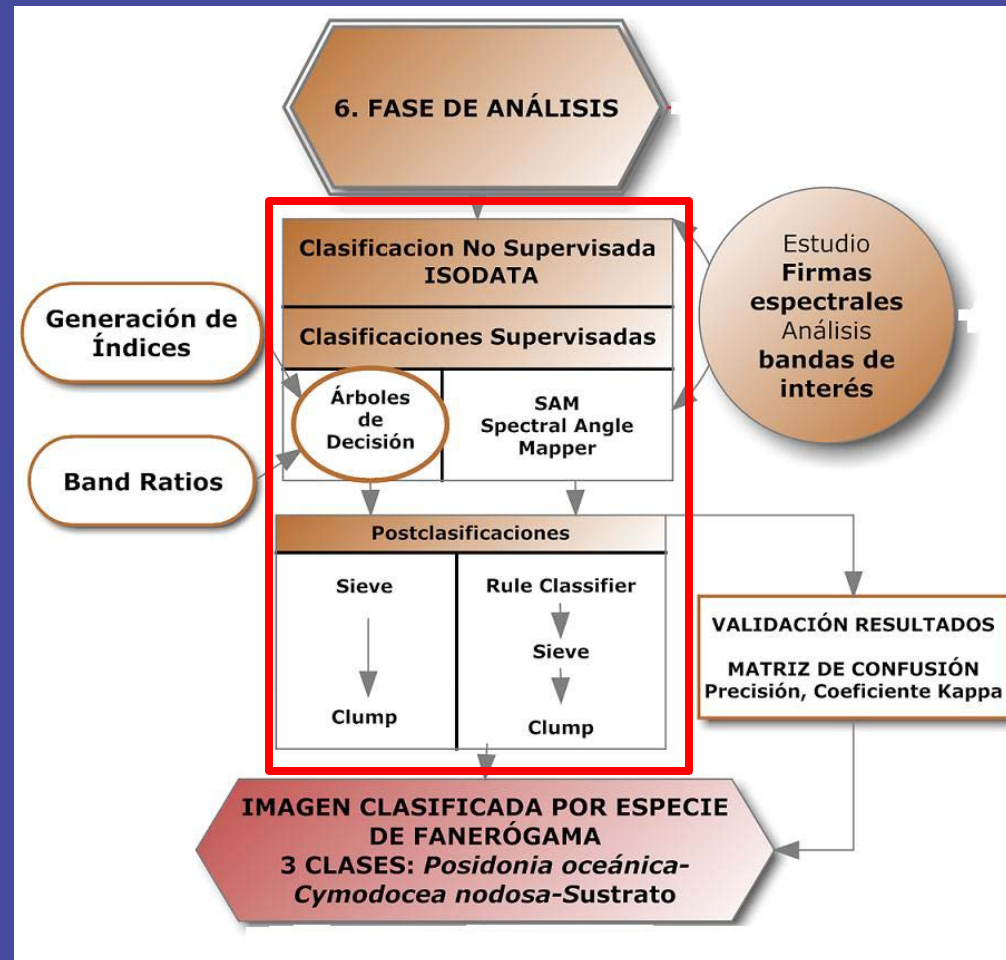


Composición RGB de tres índices calculados sobre la pasada 1b del vuelo alto de CASI.

$(R, G, B) = (NDFI(758-576), NDFI(629-493), NDFI(553-493)).$

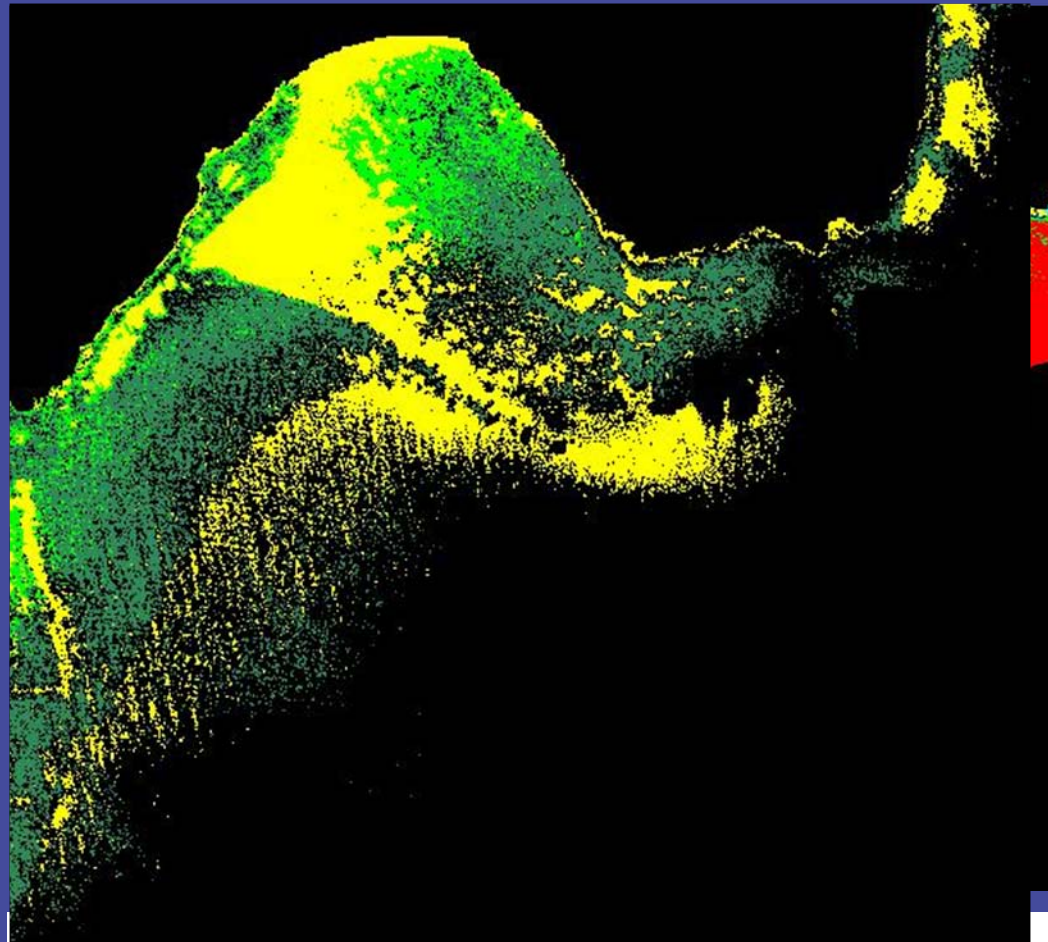


FASES





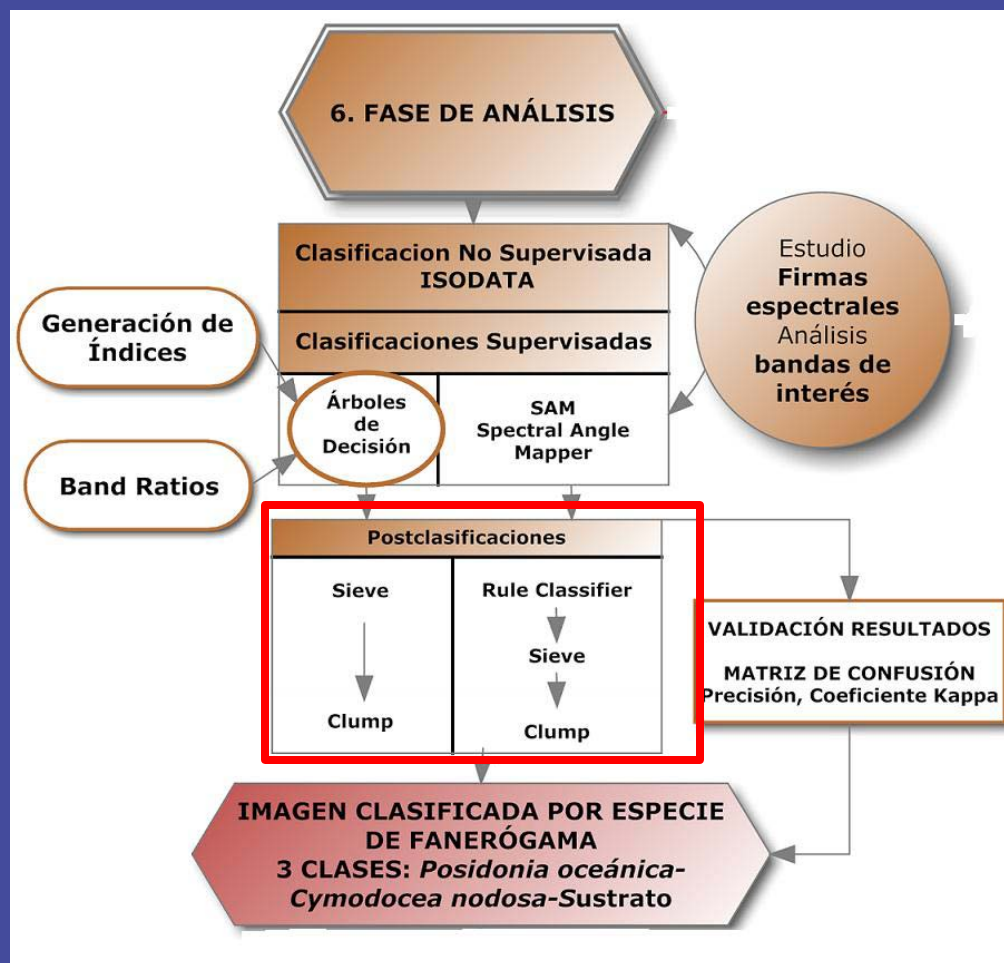
FASES



Ejemplo de una imagen de clasificación supervisada por el método SAM.

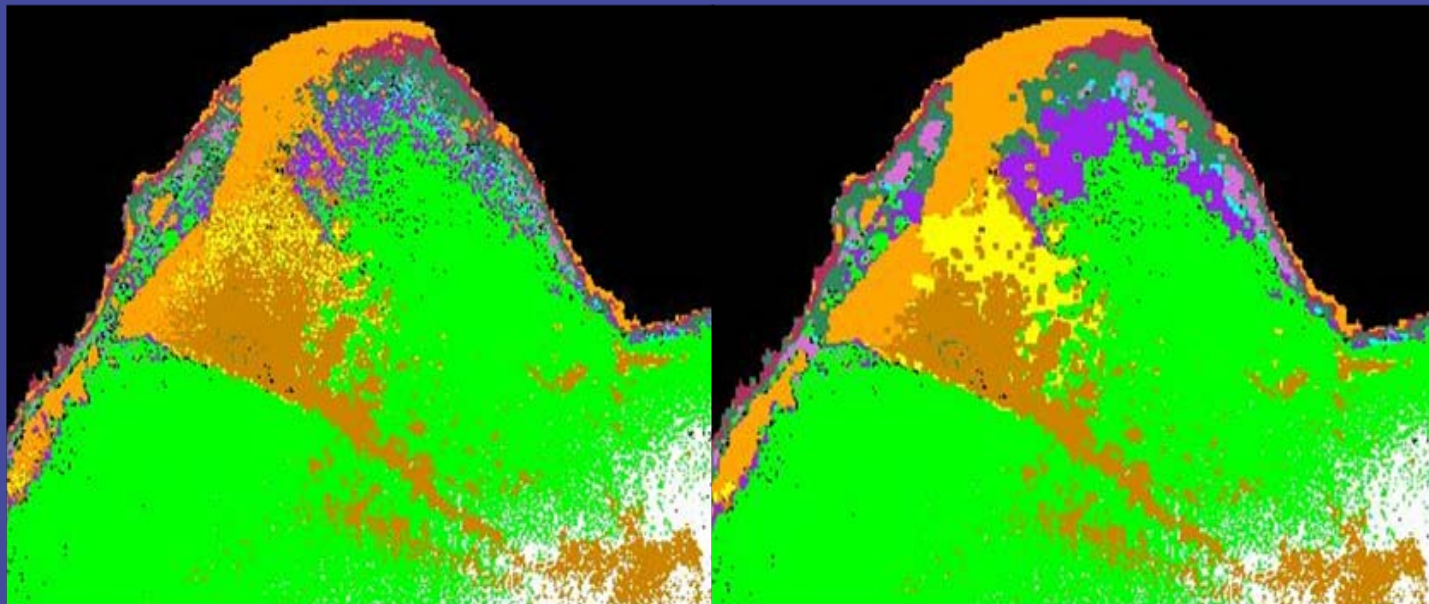


FASES





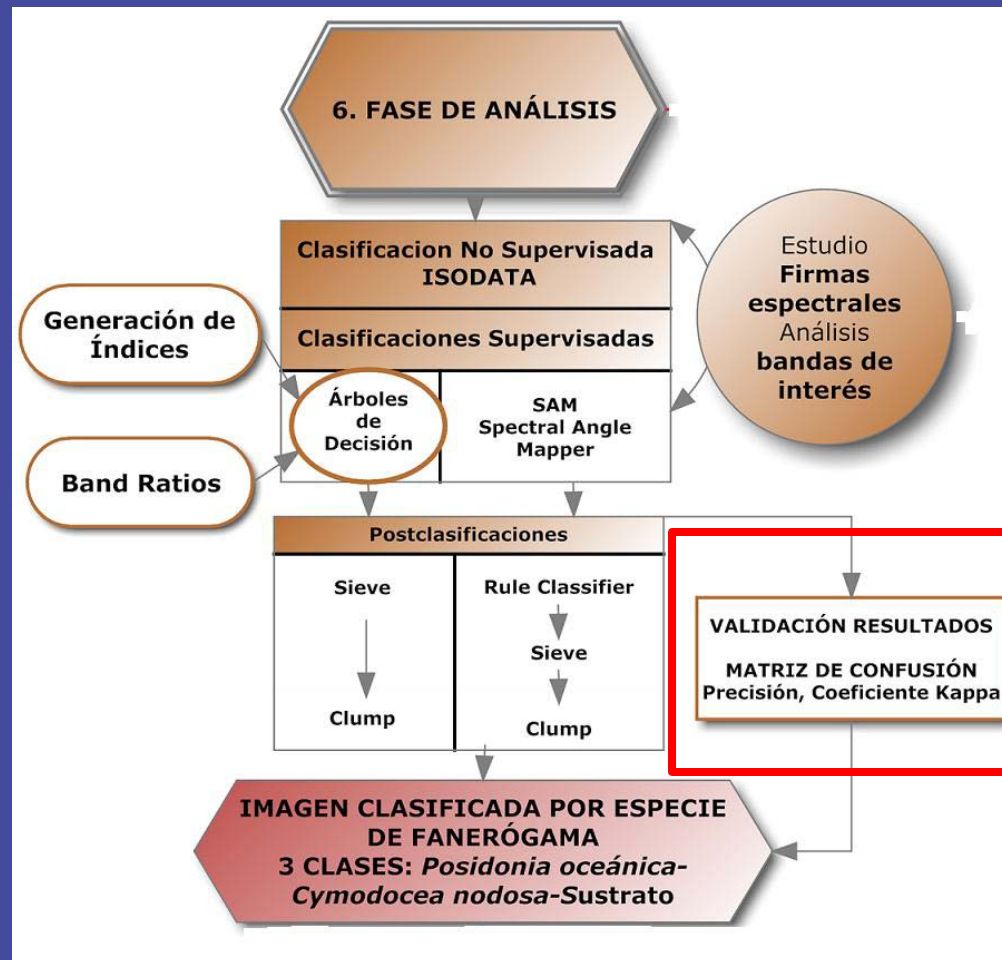
FASES



Ejemplo de una imagen post clasificada primero con el método sieve y después con el clump.



FASES





RESULTADOS



Cartografía derivada de la imagen Chris Proba (resolución: 17 m).

MATRICES DE CONFUSIÓN

1. Chris Proba:

Coefficiente Kappa: 0.64

Precisión total: 81.25%

2. CASI 4x4:

Coefficiente Kappa: 0.67

Precisión total: 77.77%

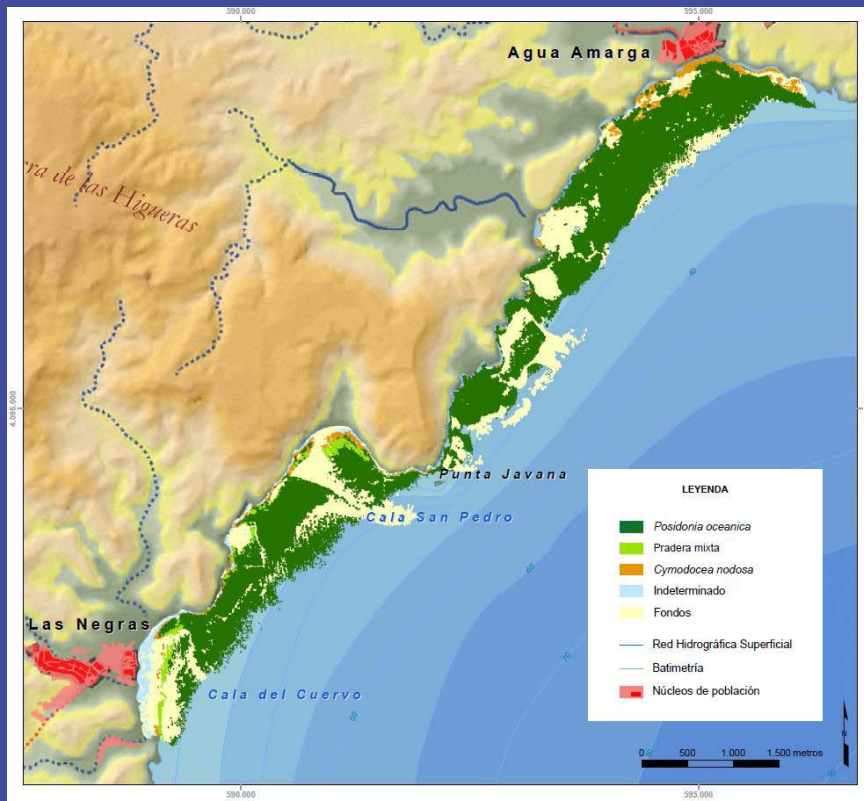
3. CASI 2x2:

Coefficiente Kappa: 0.69

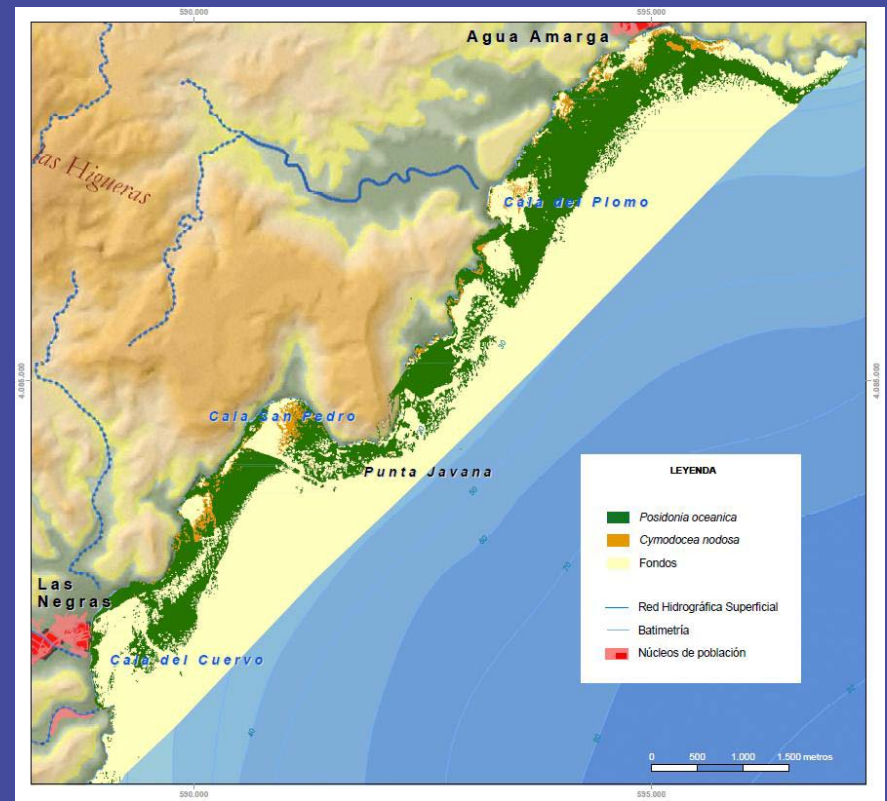
Precisión total: 80.15%



RESULTADOS



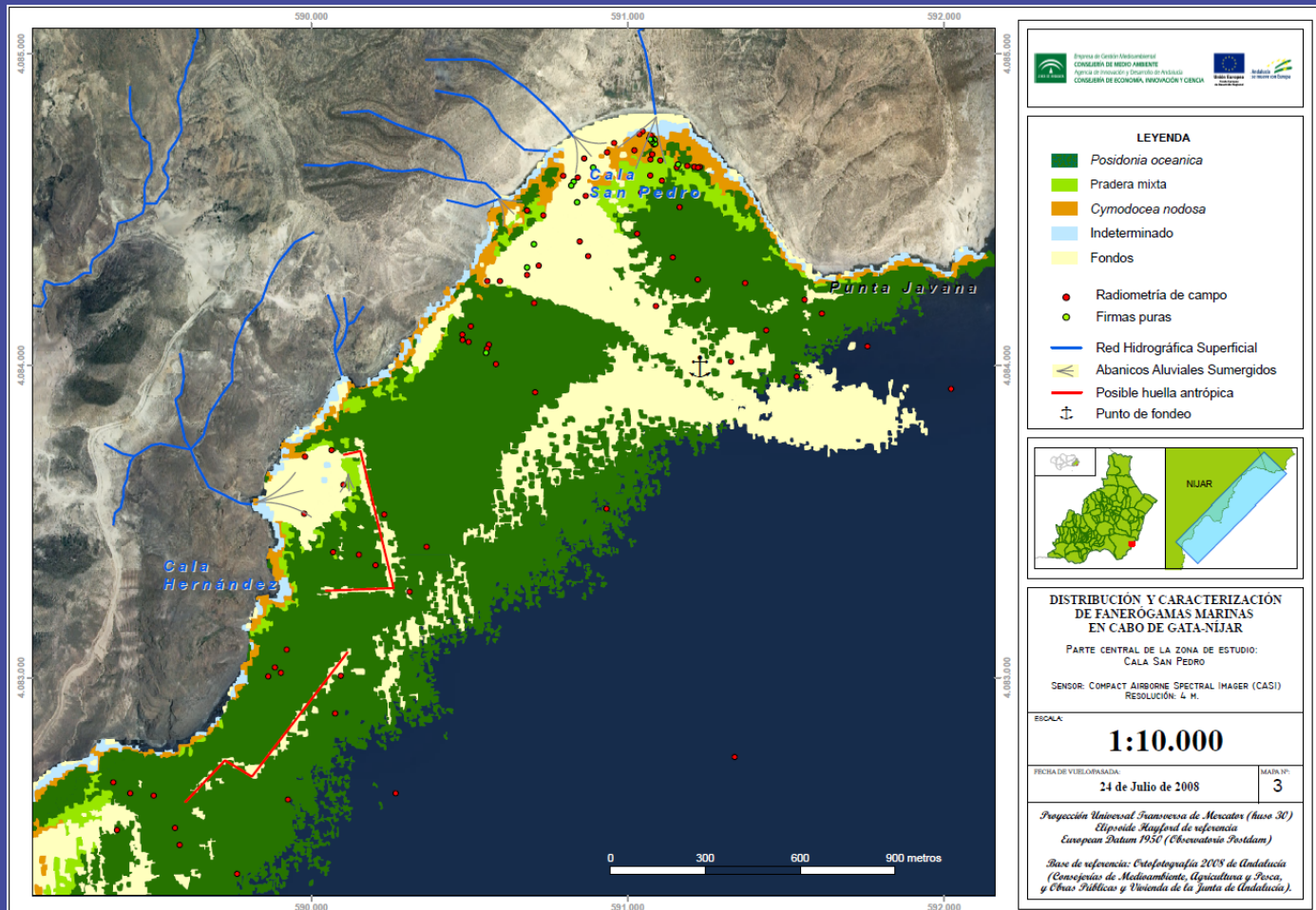
Cartografía derivada de la imagen CASI (resolución: 4 m).



Cartografía derivada de la imagen CASI (resolución: 2 m).



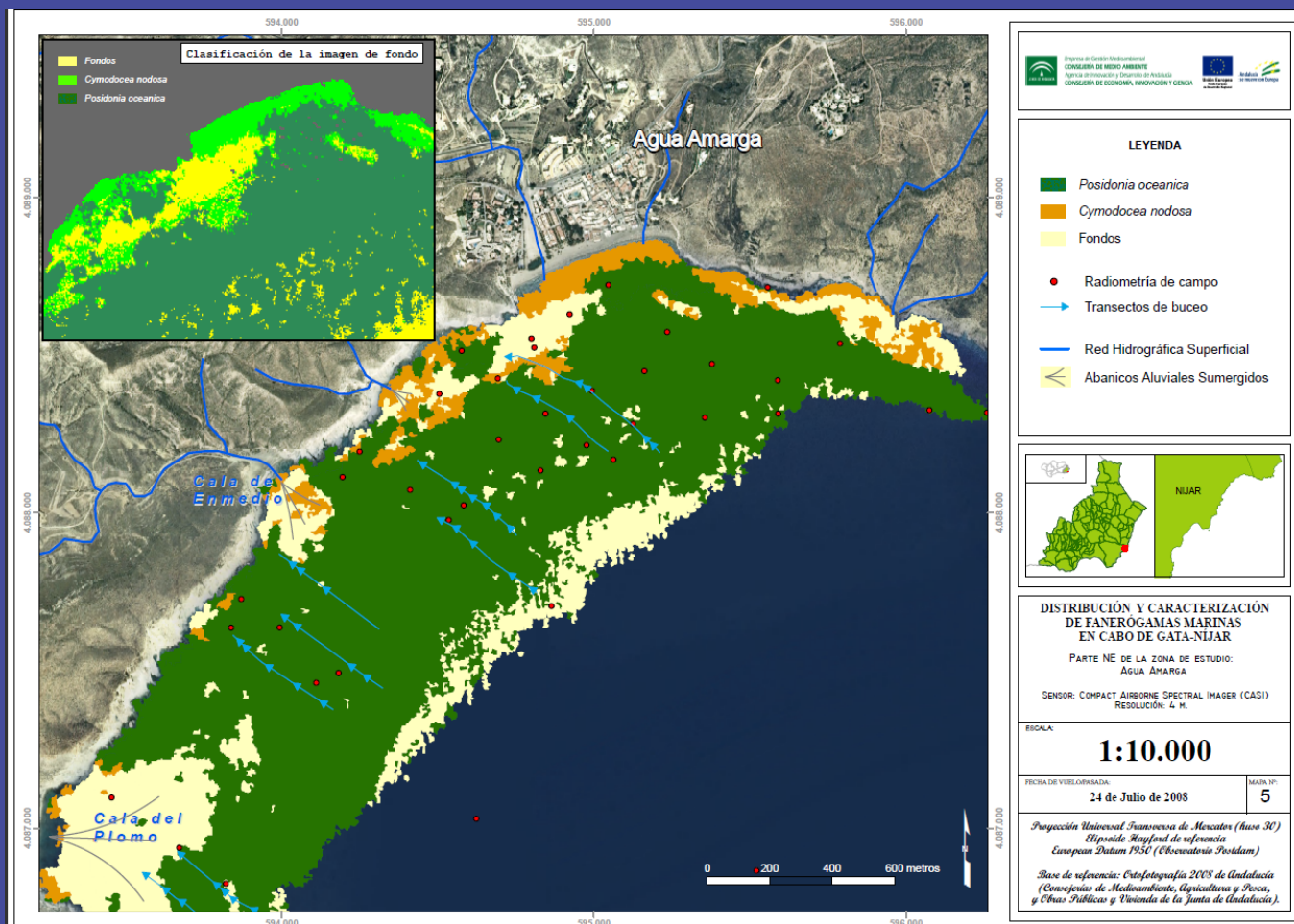
RESULTADOS



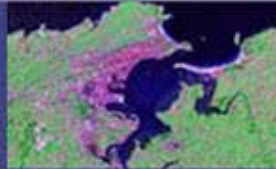
Cartografía derivada de la imagen CASI (resolución: 4 m). Cala San Pedro.



RESULTADOS



Cartografía derivada de la imagen CASI (resolución: 4 m). Agua Amarga.



CONCLUSIONES FINALES

Para la realización de cartografías por los procedimientos empleados deben tenerse en cuenta:

CONDICIONANTES

1. **Transparencia del agua.**
2. **Profundidad (30 m).**
3. **Relación Señal/Ruido.**
4. **Condiciones meteorológicas y de estado de la mar: estado de la atmósfera + viento + oleaje.**
5. **Fecha de captura de las imágenes: finales primavera-principios de verano.**
6. **Diseño de campaña de vuelo.**

IMPORTANCIA DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

- **Protocolos meticulosos.**
- **Disponibilidad de material (radiómetros, CTD, disco de Secchi,...)**
- **Disponibilidad de embarcaciones.**

SENSORES A EMPLEAR

- **Permitan diferenciar con nitidez la respuesta espectral de los dos tipos de fanerógamas presentes.**
- **Espectros continuos en el rango espectral que nos interesa (400-900 nm)**
- **Factor precio en la elección del sensor (Chris Proba sin costes).**

METODOLOGÍAS DESARROLLADAS

- **Eliminación de la columna de agua**
- **Procedimiento de clasificación supervisada.**



Equipo técnico y colaboradores

Técnicos Línea de SIG y desarrollo de la REDIAM:

Antonio Hayas López

Aránzazu Cabello Leblic

Elena María Méndez Caballero

Gregoria Montoya Manzano

Isabel Pino Serrato

José Enrique Frieyro de Lara

Laura Granado Ruiz

Colaboradores externos

José Antonio Dominguez Gómez

Universidad de Sevilla. Dpto. Geografía Física y A.G.R

Universidad de La Coruña