

Tema 14: Determinar cambios en teledetección

- Requisitos para el análisis temporal.
- Técnicas para comparar imágenes.
- Análisis de los resultados.

¿Cómo se comparan estas dos imágenes?

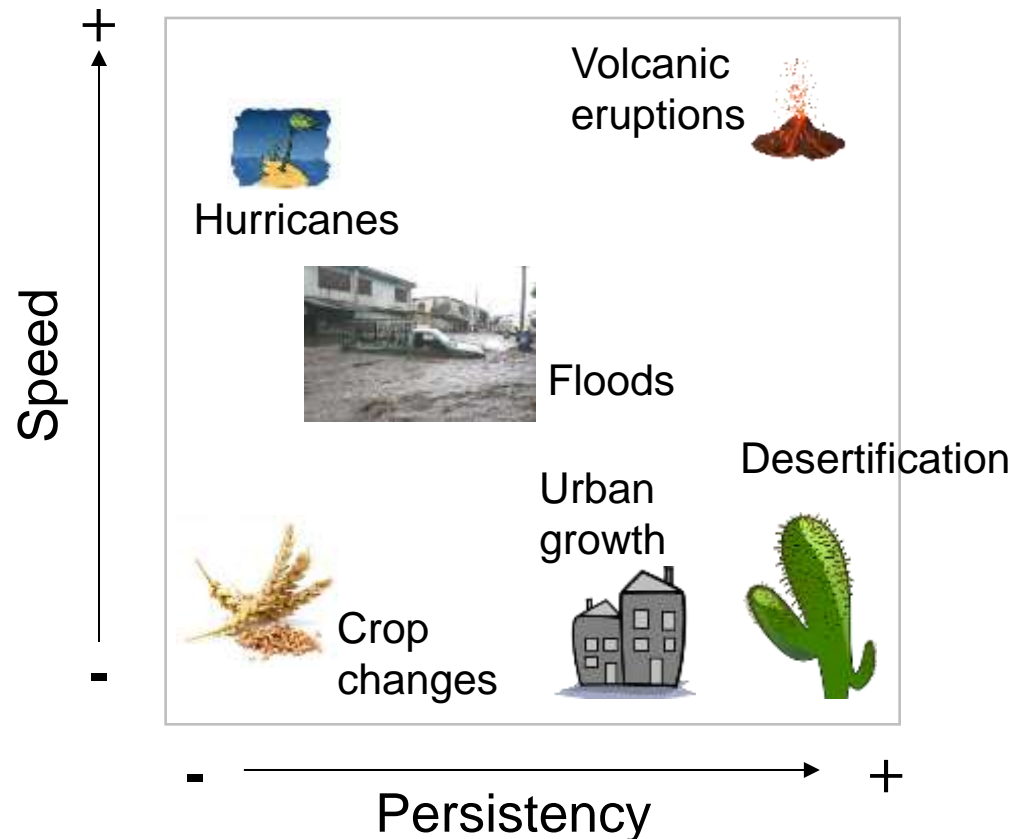


¿Qué requisitos previos? ¿Qué técnicas para determinar cambio?

Fines del análisis temporal

- Mejorar la discriminación de algunas cubiertas (estacionales).
- Estimar variables con fuerte componente estacional (p.ej. cartografía y predicción de cosechas, volumen de nieve, estrés hídrico).
- Determinar cambios:
 - Frente a la tendencia promedio: anomalías (sequías, olas de calor).
 - Frente a un momento de referencia (año base de Kyoto).
 - Frente a la imagen anterior (incendios, crecimiento urbano, reforestación, etc.).

Dimensiones temporales en el seguimiento de procesos

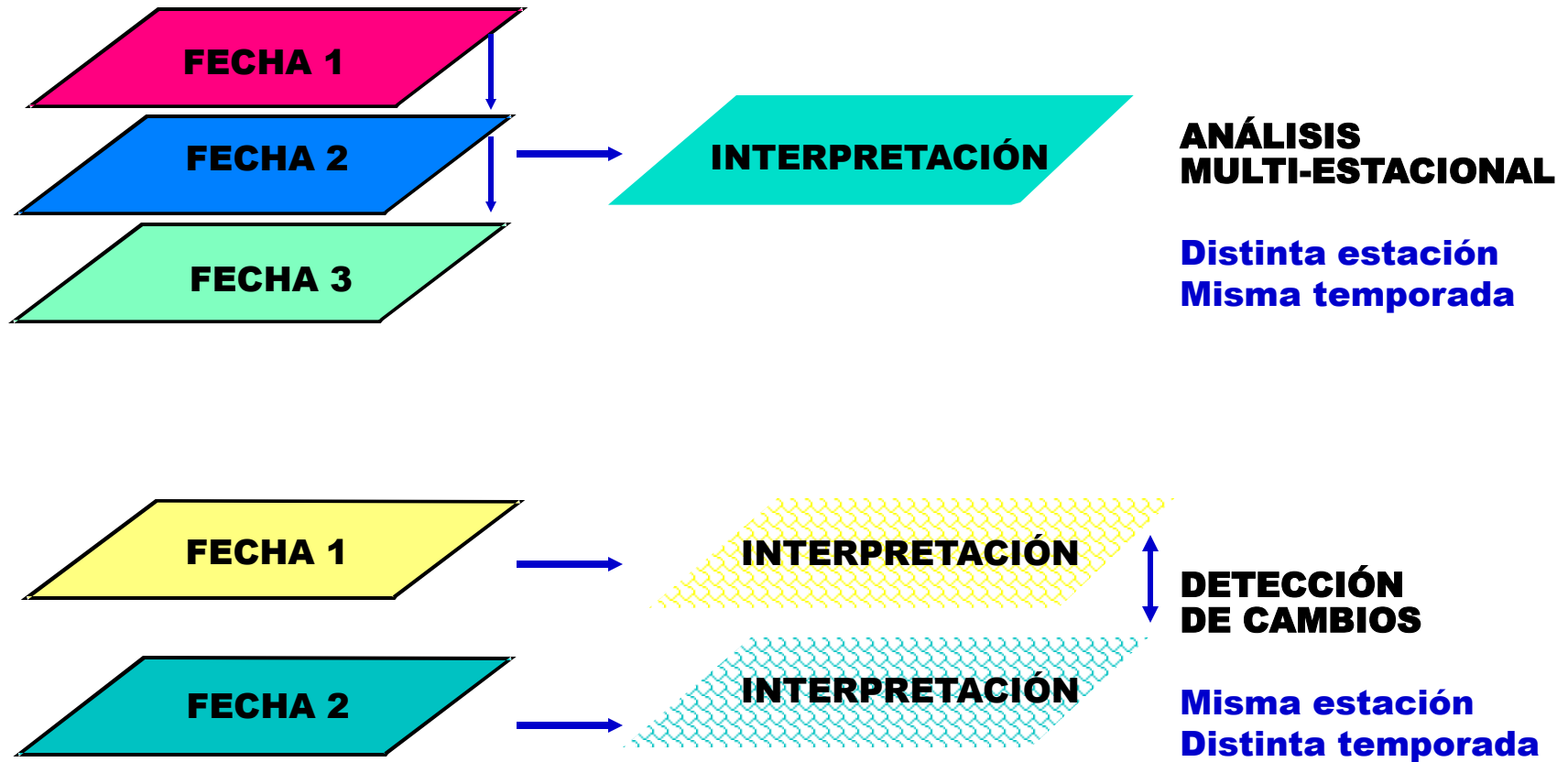


(Adapted from Robin, M. 1998. La Télédétection. Paris: Nathan)

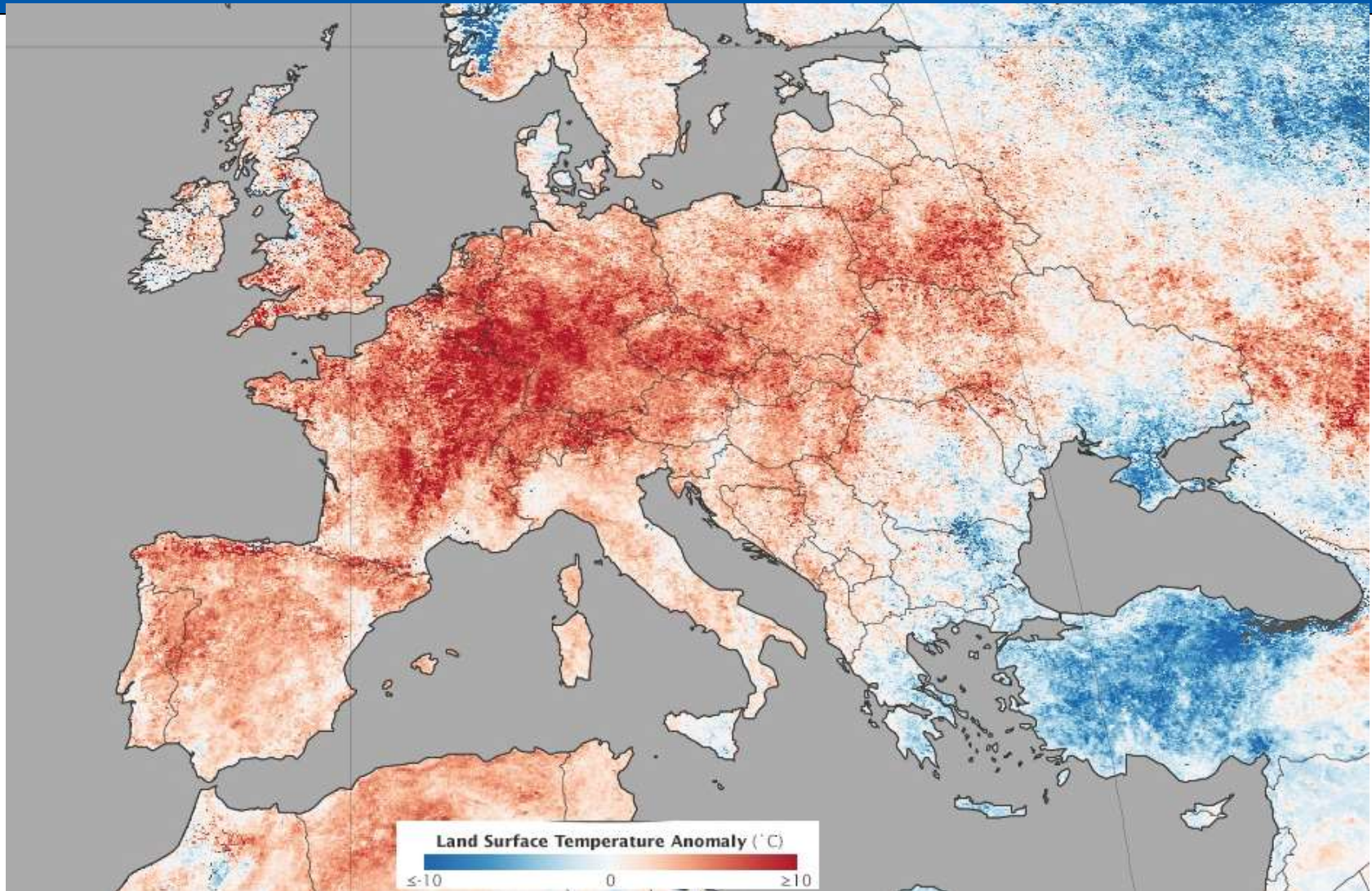
Elementos a tener en cuenta en análisis temporal

- Ciclo de vida del satélite-sensor.
- Área abarcada: campo de visión-altura.
- Recepción – archivo de datos.
- Cobertura de nubes.

Enfoques temporales

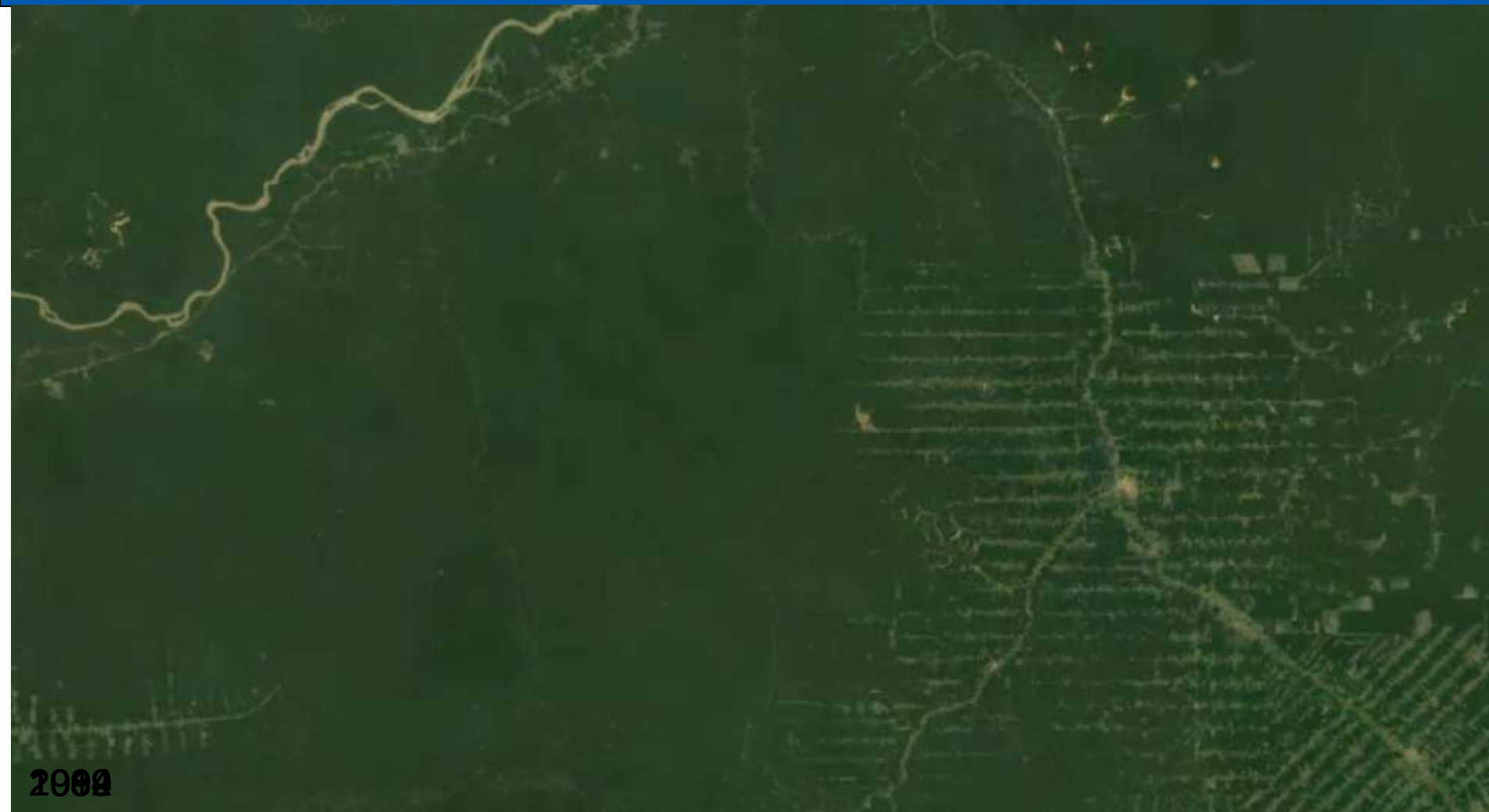


Anomalía térmica (Julio 2015)



Computed from MODIS images (from visible earth, a seagov) y Medio Ambiente

Tendencias: deforestación en Amazonia



Fuentes de información para estudios multitemporales

- Resolución baja:
 - AVHRR (1981.....)
 - MODIS (2000.....)
 - ATSR (1995.....)
 - VEGETATION (1998.....)
- Resolución media:
 - Landsat (1972...)
 - SPOT (1986...)
 - Radar (1991...)
- Resolución alta:
 - Fotografía aérea (diversas escalas y fechas).
 - Satélites militares (1960...)
 - Ikonos – Quickbird (1999...)

- Glovis (Landsat, gratuito desde 2008):
 - USGS, archivo histórico Landsat.
 - Portal para otros sensores.
- Global Land Cover Facility:
 - Coberturas gratuitas desde 1996.
 - Incluye Landsat y MODIS.
- Regiones – Estados:
 - Aria: Universidad de Arizona. Imágenes de proyectos. Sensores muy variados.
 - Plan Nacional de Teledetección, España.

Archivos de imágenes <http://glovis.usgs.gov>




USGS Home
Contact USGS
Search USGS

Earth Resources Observation and Science Center (EROS)

USGS Global Visualization Viewer

[Collection](#) [Resolution](#) [Map Layers](#) [Tools](#) [File](#) [Help](#)

Downloadable



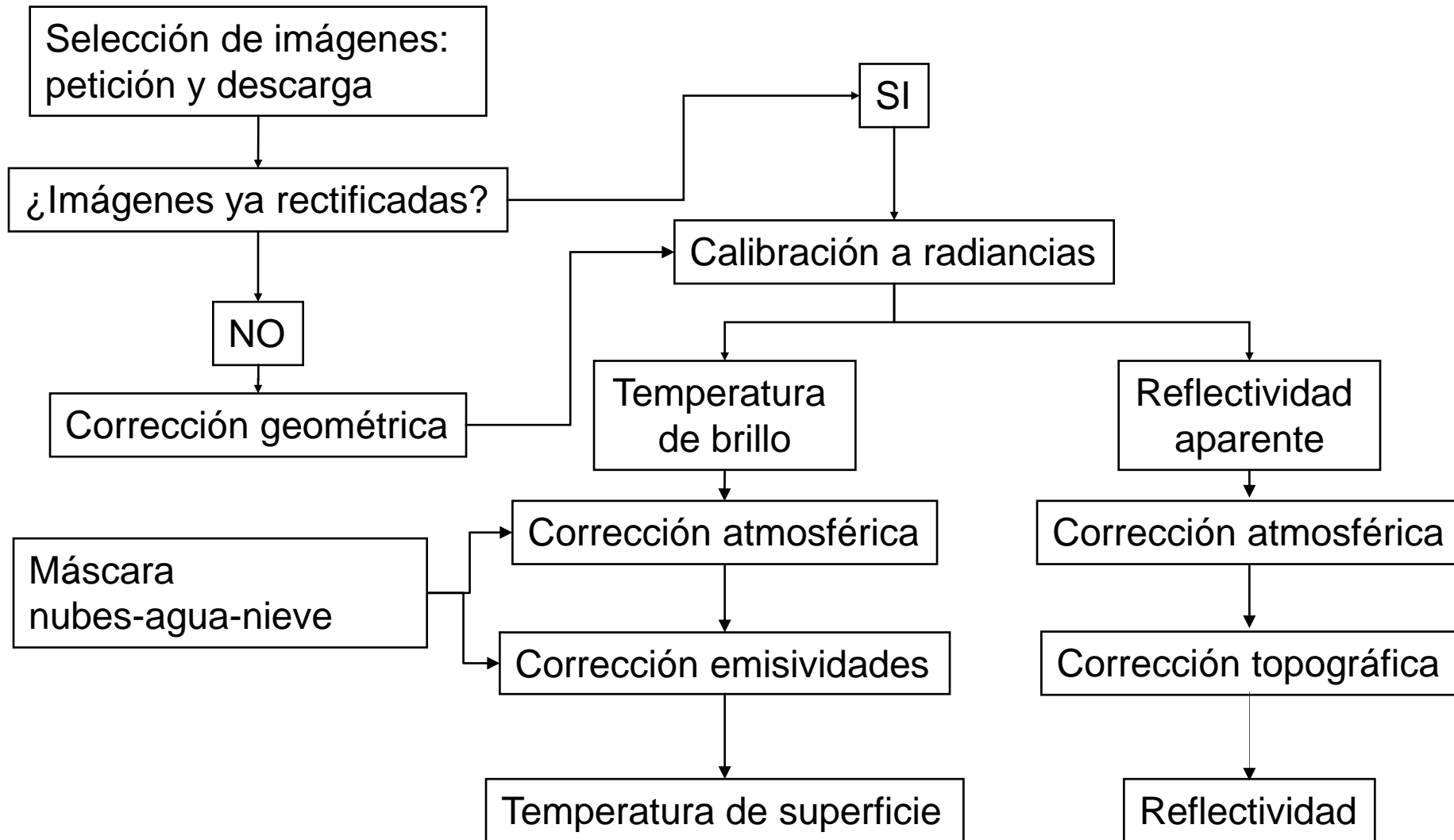
WRS-2
Path / Row: 229 82 Go
Lat / Long: -31.7 -64.2 Go

Max Cloud:
100% ▾

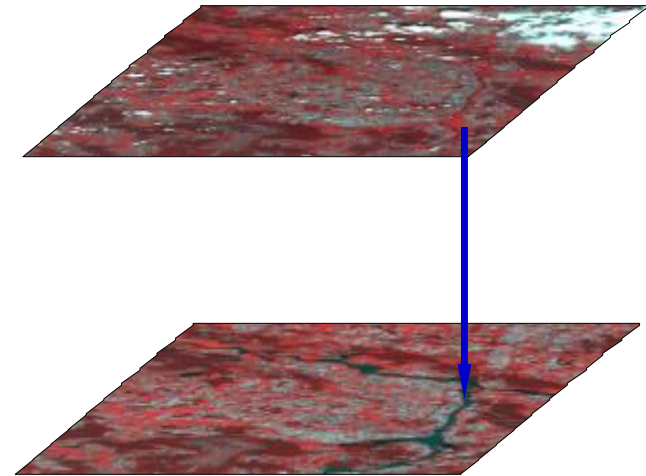
Scene Information:
ID: LT52290822009255CUB00
Cloud Cover: 0% Qty: 9



Preprocesamiento para el análisis temporal



- Evitar detección de cambios locacionales.
- El RMS no debe exceder de 0,5 píxeles (0,2 para un error menor al 10%).
- Dependiente del grado de generalización (variabilidad espacial).
- Para imágenes de baja resolución espacial, un error superior a 1 píxel puede suponer introducir un 50% de cambio ficticio.



Calibración de radiancias



MSS-1972 (original)



MSS-1972 (normalizada)

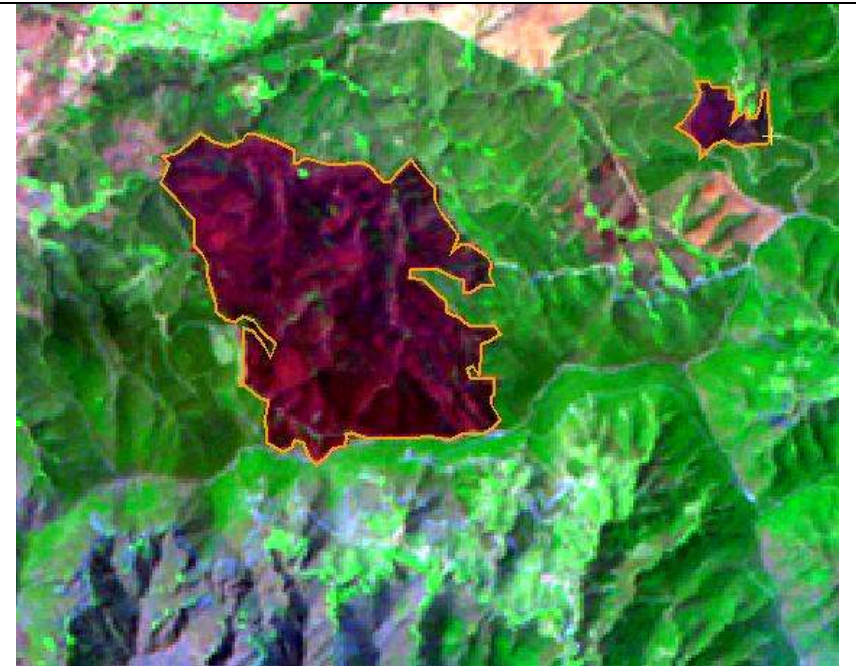
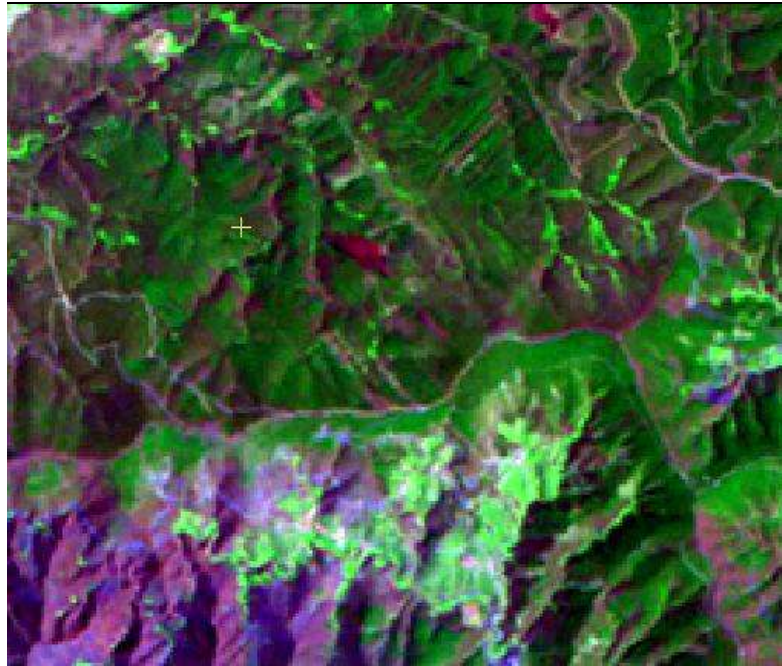


MSS-1992 (referencia)

Técnicas de detección de cambios

- Técnicas de análisis visual:
 - Digitalización en pantalla de los cambios.
 - Visualización multitemporal.
- Técnicas para variables de intervalo:
 - Restas, cocientes, componentes principales, regresión, correlación cruzada, vectores.
 - Segmentación, umbrales.
- Técnicas para variables clasificadas:
 - Tabulación cruzada multitemporal.
 - Clasificación multitemporal.

Digitalización en pantalla de los cambios



Attribute Manager: area_quemada_1995_210606_PCI.shp - 1 [VEC] area_quemada_1995_210606_PCI:area_quemada_1995_210606_PCI

Layer Edit View Record Field Tools Help

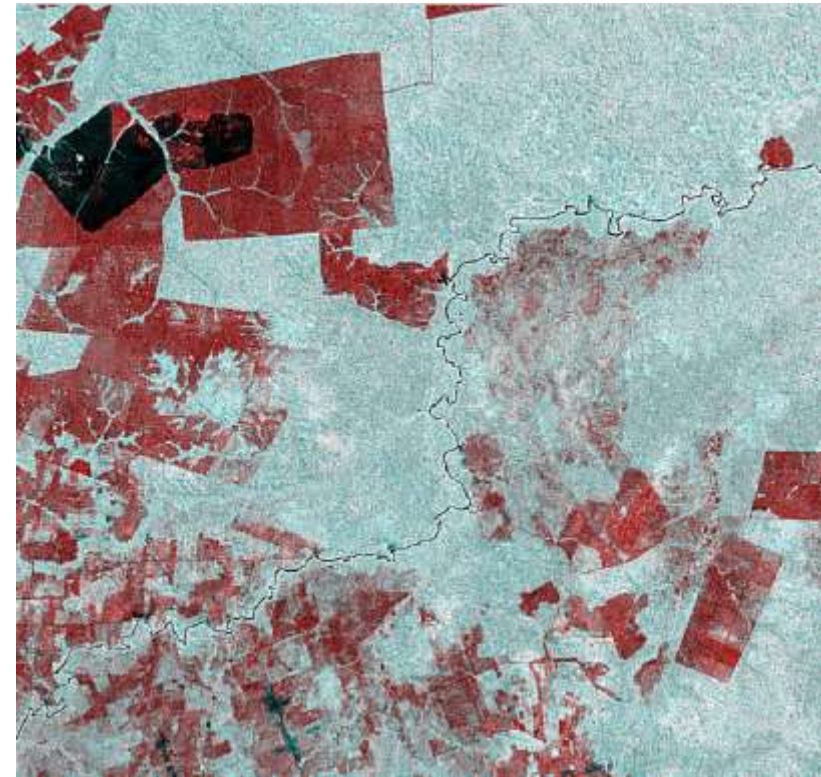
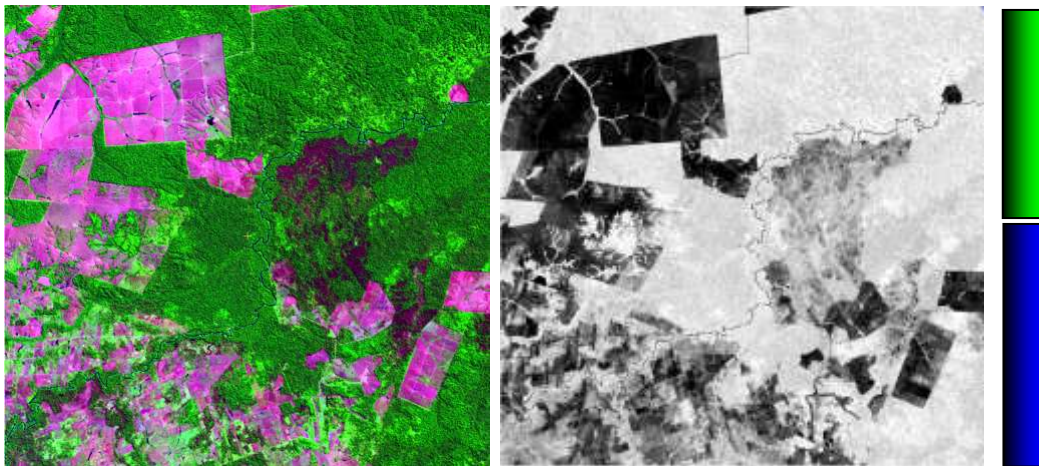
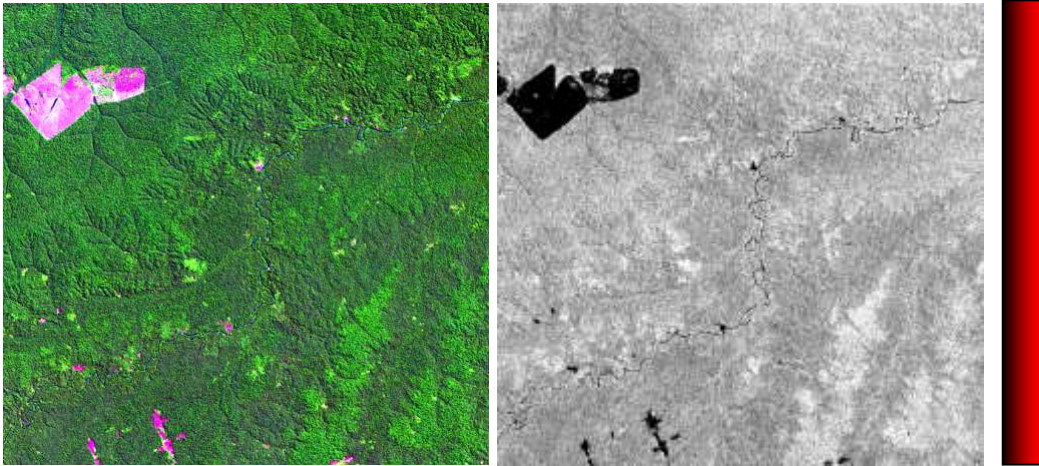
	AREA	PERIMETER	ID	YEAR	IMAGE	HECTARES	COD	T	PR
	45426	1076	987	1995		4.54261236731		1991	204030
	878529	7341	988	1995		87.85289895984		1991	204030
	32924	1028	989	1995		3.29244652515		1991	204030
	48672	1254	990	1995		4.86721717102		1991	204030
	24567	719	991	1995		2.45669159377		1991	204030
	80032	2210	992	1995		8.00320872225		1991	204030
	106578	2222	993	1995		10.65775467256		1991	204030
	505171	7373	994	1995		50.51711751193		1991	204030
	228304	3440	995	1995		22.83041855935		1991	204030
	291443	2981	996	1995		29.14426288546		1991	204030
	23117	632	997	1995		2.31165522565		1991	204030

Emilio C

nte

Visualización en color multitemporal

1990



2010

Visualización multitemporal NDVI de Brasil



- ¿En qué color está el área deforestada?
- ¿Por qué?
- ¿Y el área quemada?
- ¿Por qué un área de cultivo aparece en color oscuro?

Técnicas de detección de cambios

- Técnicas de análisis visual:
 - Digitalización en pantalla de los cambios.
 - Visualización multitemporal.
- **Técnicas para variables de intervalo:**
 - Restas, cocientes, componentes principales, regresión, correlación cruzada, vectores.
 - Segmentación, umbrales.
- Técnicas para variables clasificadas:
 - Tabulación cruzada multitemporal.
 - Clasificación multitemporal.

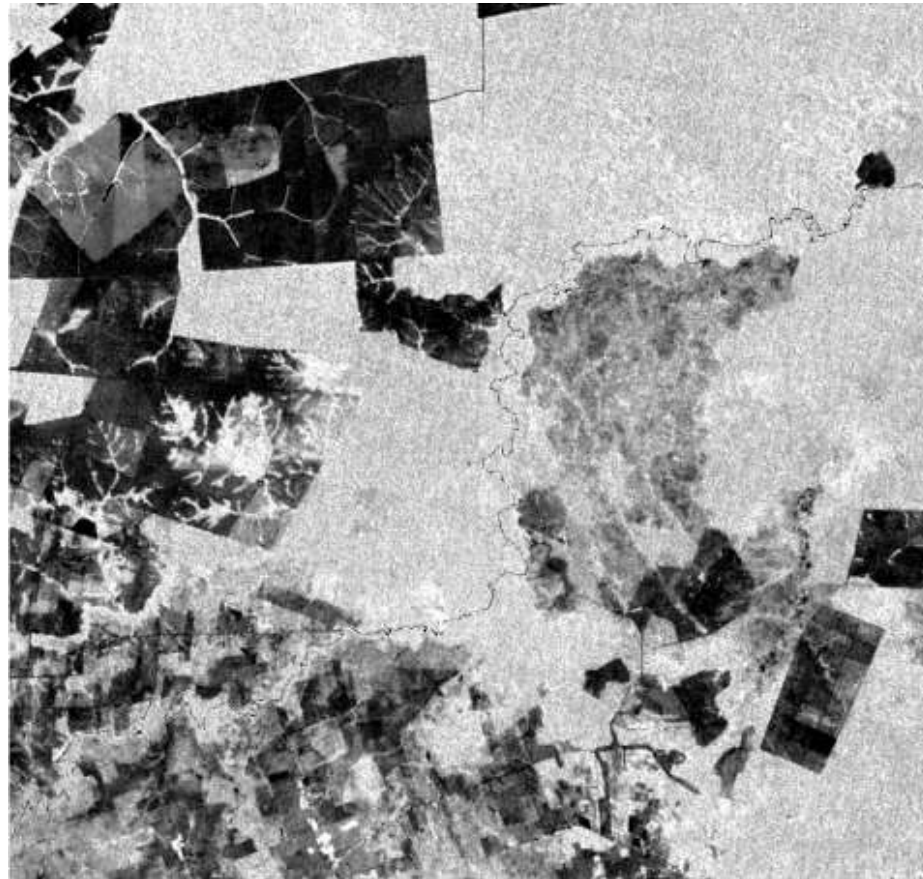
Resta de índices de vegetación

1990

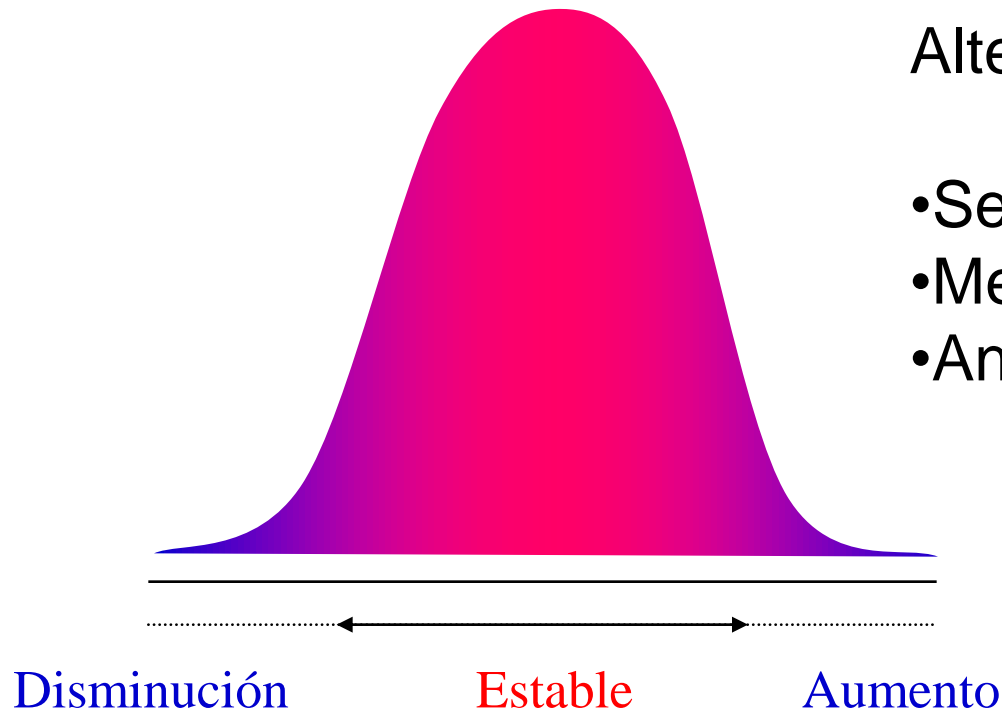


2010

$$DL_c = DL_{t2} - DL_{t1}$$



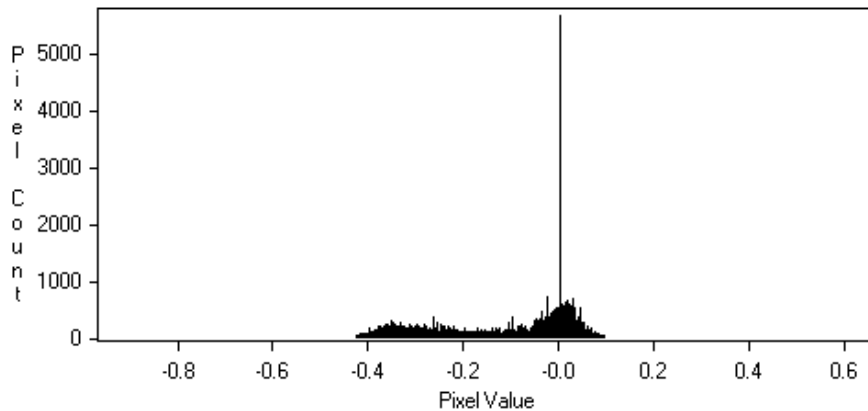
Establecimiento de umbrales de cambio



Alternativas:

- Selección de áreas de control
- Medidas estadísticas (\bar{X} , DT)
- Análisis previos

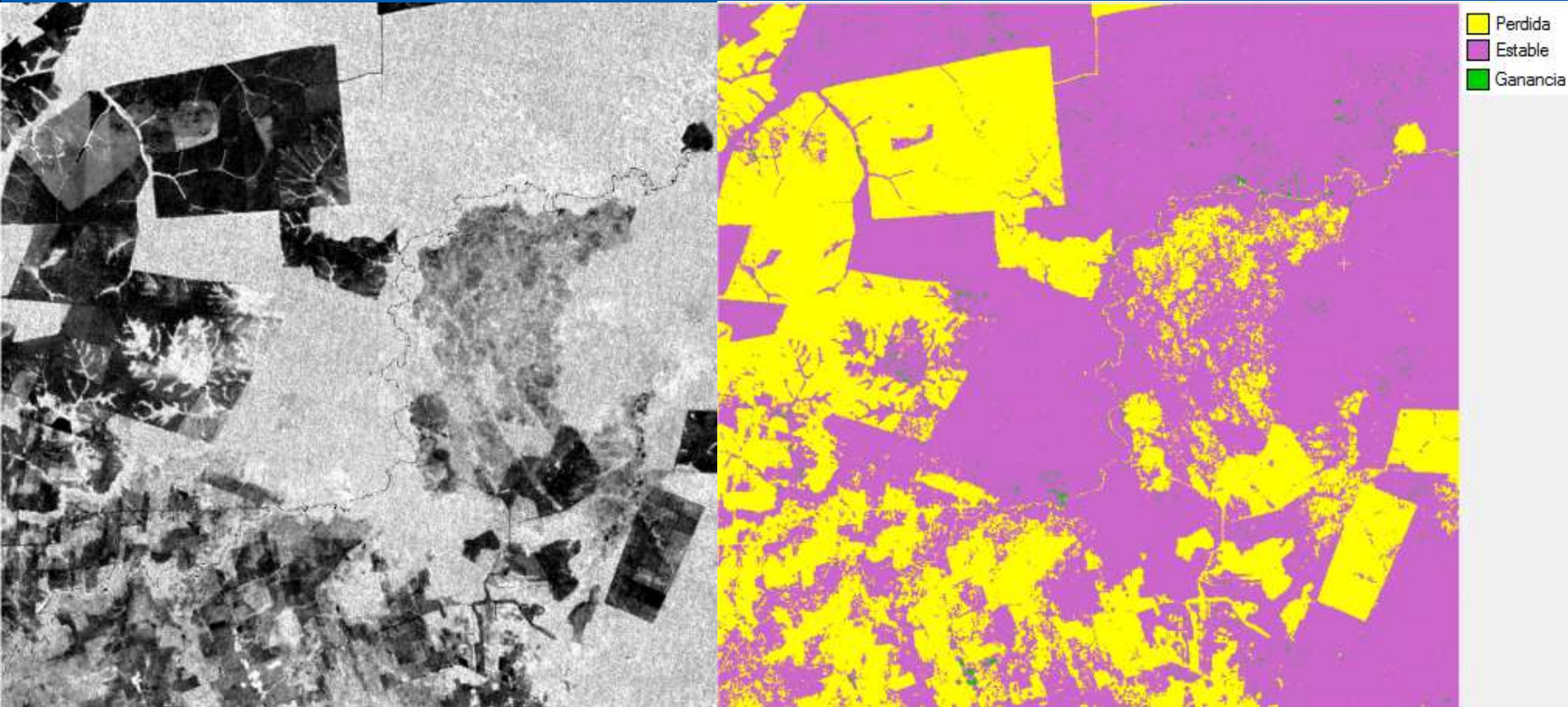
Detección del cambio



- ¿Por qué el histograma da valores principalmente negativos?
- ¿En qué punto podemos identificar la deforestación?



Establecimiento de umbrales

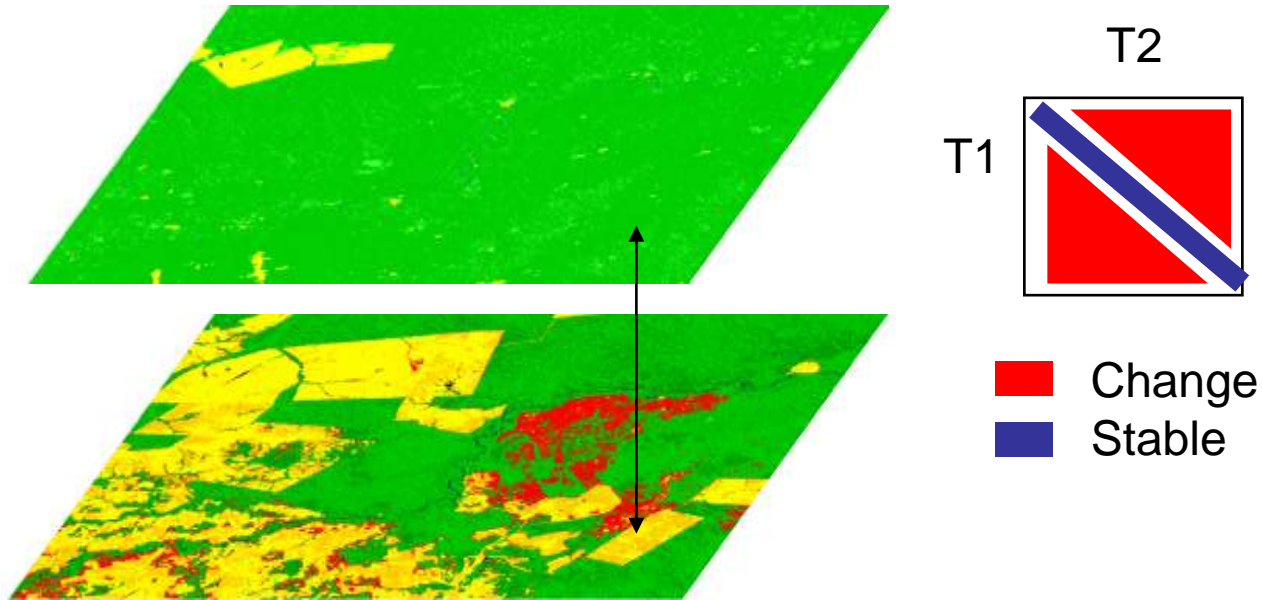


Pérdida ($<-0,1$); Estable ($-0,1$ y $0,1$); Ganancia ($>0,1$)

Técnicas de detección: clasificaciones

- No requieren homogeneización radiométrica.
- Requieren corrección geométrica.
- Considera el tipo de cambio (“de”...“a”).
- Métodos:
 - Análisis no supervisado:
 - Establecer un número amplio de grupos.
 - Etiquetar con información de las dos fechas.
 - Análisis supervisado:
 - Tabulación cruzada

Comparación de clasificaciones



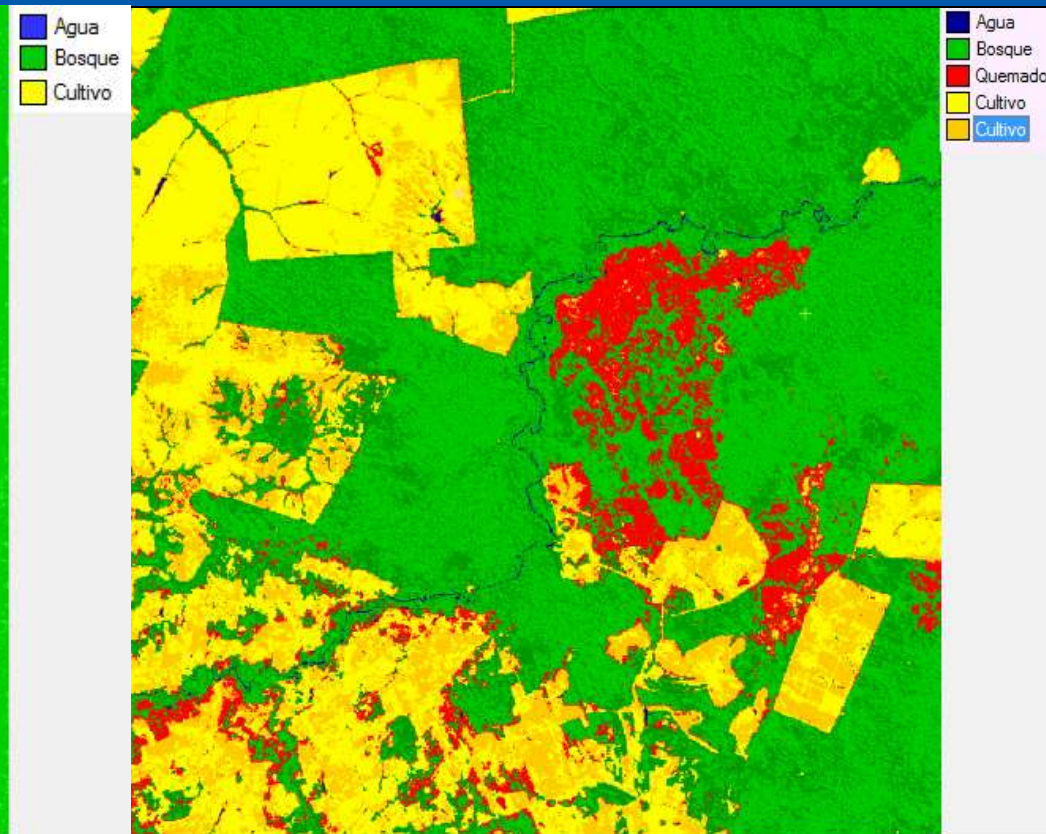
Tabulación multitemporal

		IMAGEN FECHA 2				
		Clase 1	Clase 2	Clase N	Total	Pérdida
IMAGEN FECHA 1	Clase 1	Estable (1)	Clase 1 ⇒ Clase 2 (2)	Clase 1 ⇒ Clase N (3)	Total clase 1 Fecha 1 (4)	(4 – 1)
	Clase 2	Clase ⇒2 clase 1 (5)	Estable (6)	Clase 2 ⇒ Clase N (7)	Total clase 2 Fecha 1 (8)	(8 – 6)
	Clase N	Clase N ⇒ clase 1 (9)	Clase N ⇒ Clase 2 (10)	Estable (11)	Total clase N Fecha 1 (12)	(12 – 11)
	Total	Total clase 1 Fecha 2 (13)	Total clase 2 Fecha 2 (14)	Total clase N Fecha 2 (15)	nº total de píxeles	
	Ganancia	(13 – 1)	(14 – 6)	(15 – 11)		

* Ganancia: total de una categoría en la fecha 2 menos su proporción estable

* Pérdida: total de una categoría en la fecha 1 menos su proporción estable

Clasificación 1990-2010



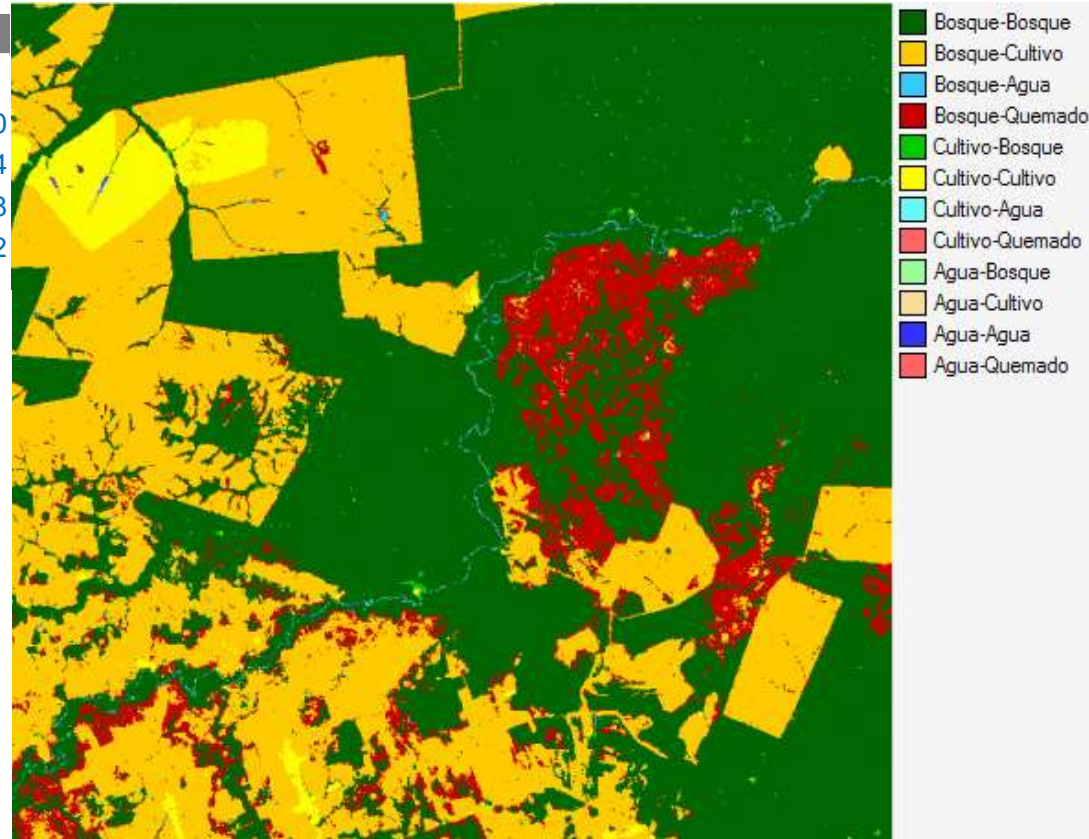
	Pixeles	ha	%
Agua	958	86	0,16
Bosque	592030	53283	97,00
Cultivo	17334	1560	2,84
Total	610322	54929	100,00

Departamento de

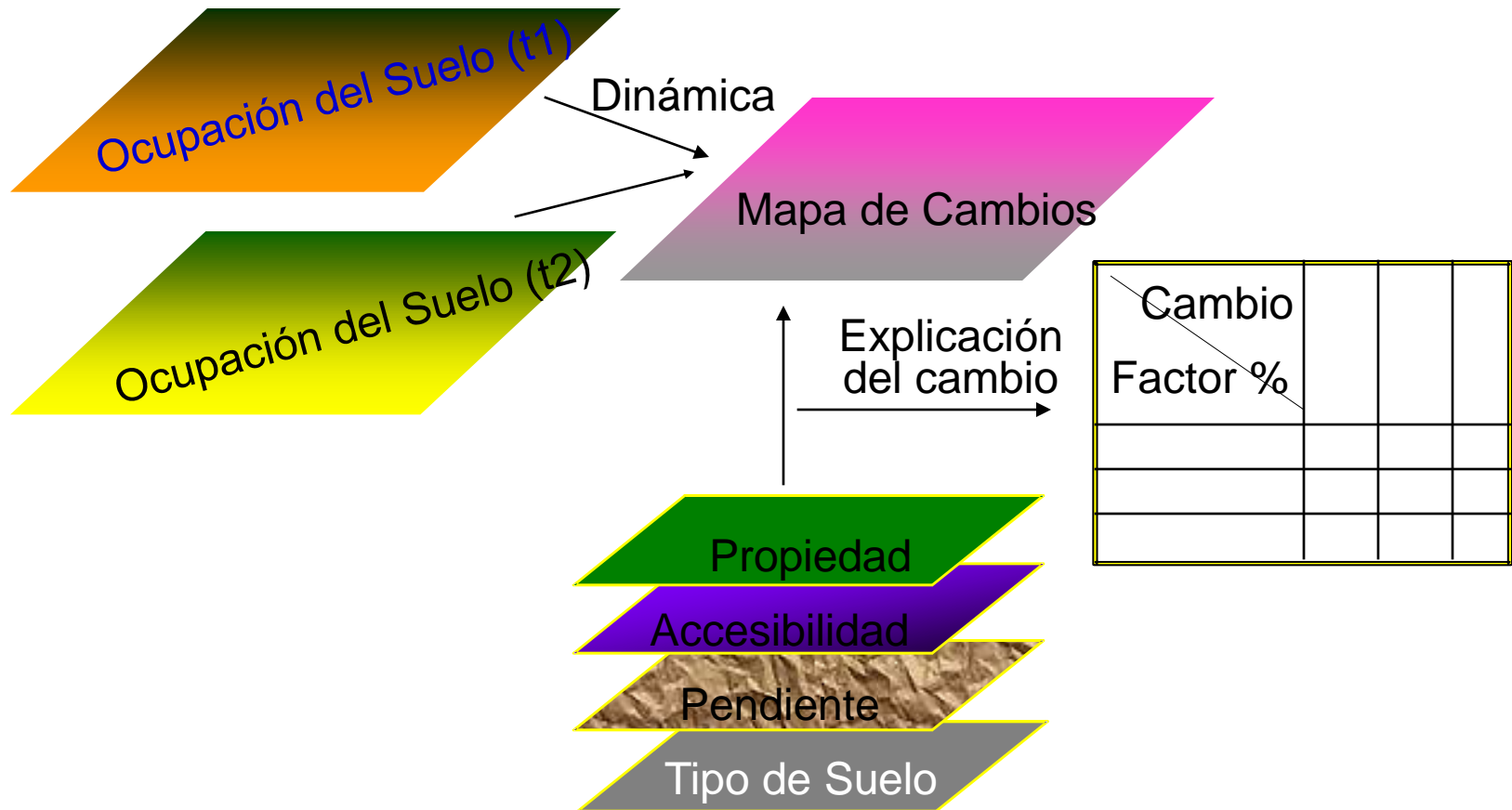
	Pixeles	ha	%
Agua	2269	204	0,37
Bosque	348053	31325	57,03
Cultivo	208648	18778	34,19
Quemado	51352	4622	8,41
Total	610322	54929	100,00

Tabulación cruzada

		2010				
		Bosque	Cultivo	Agua	Quemado	Total
1990	Bosque	346888	192349	1745	51048	592030
	Cultivo	794	16233	47	260	17334
	Agua	371	66	477	44	958
	Total	348053	208648	2269	51352	610322



Explicación de cambios



Factores explicativos (1/2)

Pendiente	Bosque-Cultivo	Cultivo-Bosque	Total
<5	450	30	480
5 a 15	140	120	260
15-40	130	300	430
>40	100	180	280
Total	820	630	1450

Pendiente	Bosque-Cultivo	Cultivo-Bosque	Total
<5	93.75	6.25	100
5 a 15	53.85	46.15	100
15-40	30.23	69.77	100
>40	35.71	64.29	100

Factores explicativos (2/2)

Pendiente	Bosque-Cultivo	Cultivo-Bosque	Total
<5	450	30	480
5 a 15	140	120	260
15-40	130	300	430
>40	100	180	280
Total	820	630	1450

Pendiente	Bosque-Cultivo	Cultivo-Bosque	Total
<5	271.45	208.55	480
5 a 15	147.03	112.97	260
15-40	243.17	186.83	430
>40	158.34	121.66	280
Total	820.00	630.00	1450.00

$\chi^2=411$, significativo al 99%

Simulación de procesos de deforestación: supuestos (1/2)

- Baja probabilidad de deforestación en áreas de servidumbres ecológicas, en observancia de la Ley Forestal.
- Baja probabilidad de deforestación a los territorios indígenas.
- Se considera la aplicación del Plan de Uso de Suelo para el Departamento.
- Alta probabilidad de deforestación para las áreas de producción agropecuaria intensiva y extensiva.
- Baja probabilidad de deforestación para las áreas de manejo sostenible de bosques, áreas de protección y conservación.
- Alta probabilidad de deforestación en áreas cercanas a centros poblados importantes, al camino pavimentado y caminos secundarios.

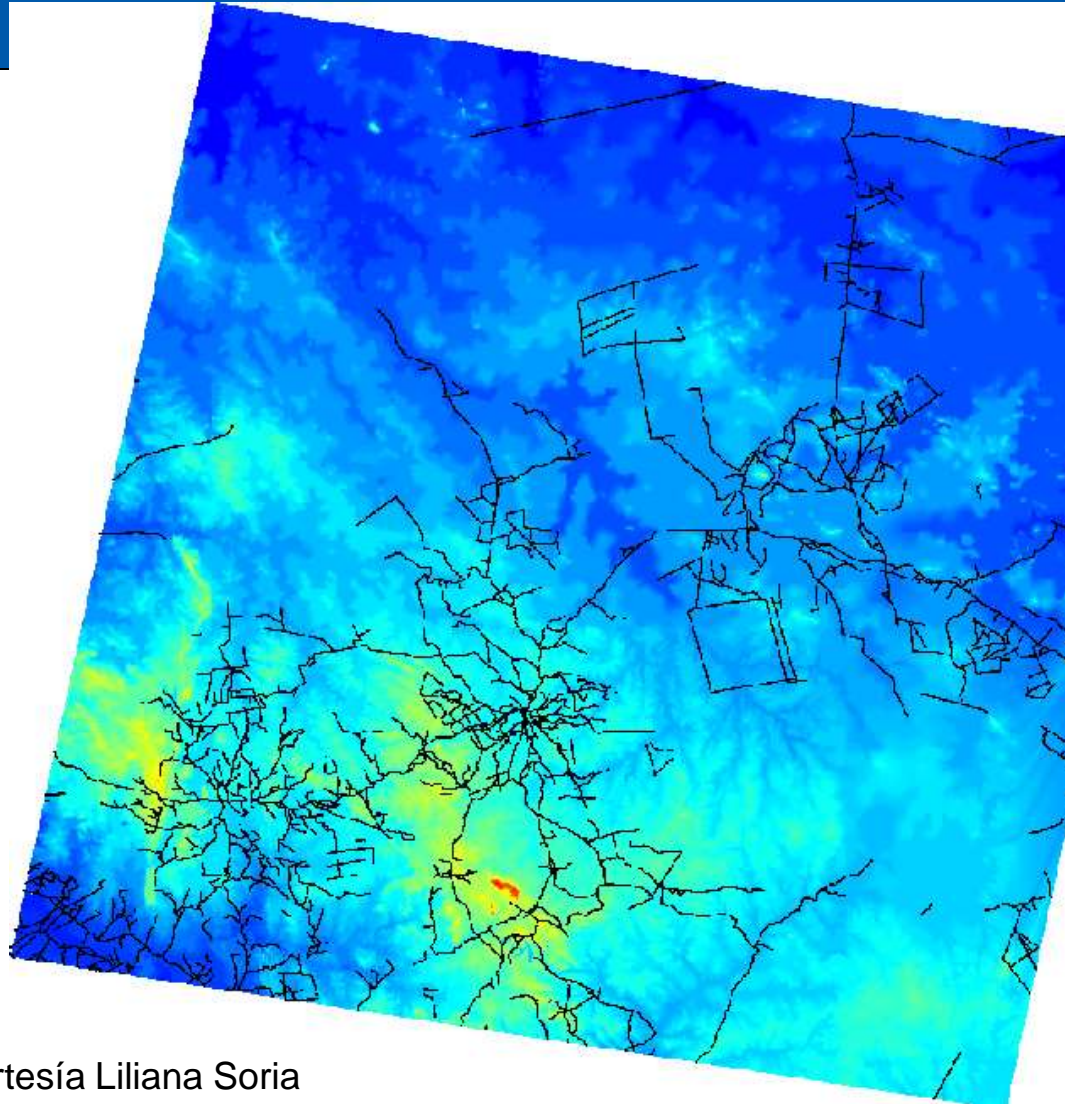
Cortesía Liliana Soria

Simulación de procesos de deforestación: supuestos (2/2)

- La tasa de deforestación tiende a crecer debido a la pavimentación de la carretera.
- Se considera que no habrá expansión de caminos, pero si mejoramiento; se definen tres etapas (de 5 años) de mejoramiento de la carretera principal en el área:
 - 1ª Etapa: la actual carretera asfaltada San Ramón – San Javier
 - 2ª Etapa: la carretera asfaltada San Javier – Concepción
 - 3ª Etapa: la carretera asfaltada Concepción - Santa Rosa de la Roca
- Herramientas de simulación: Dinámica

Cortesía Liliana Soria

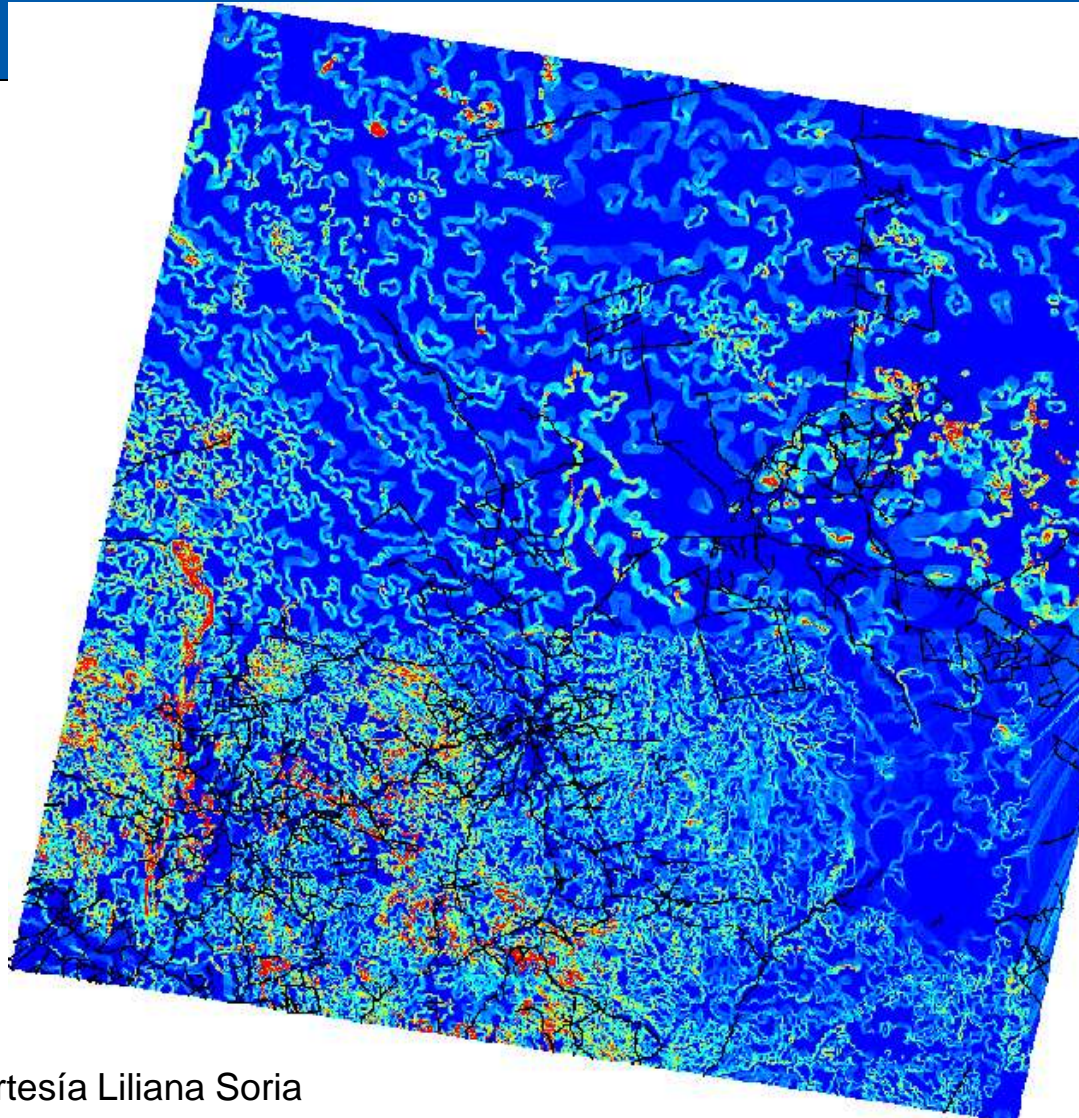
Variables de entrada



Altitud

Cortesía Liliana Soria

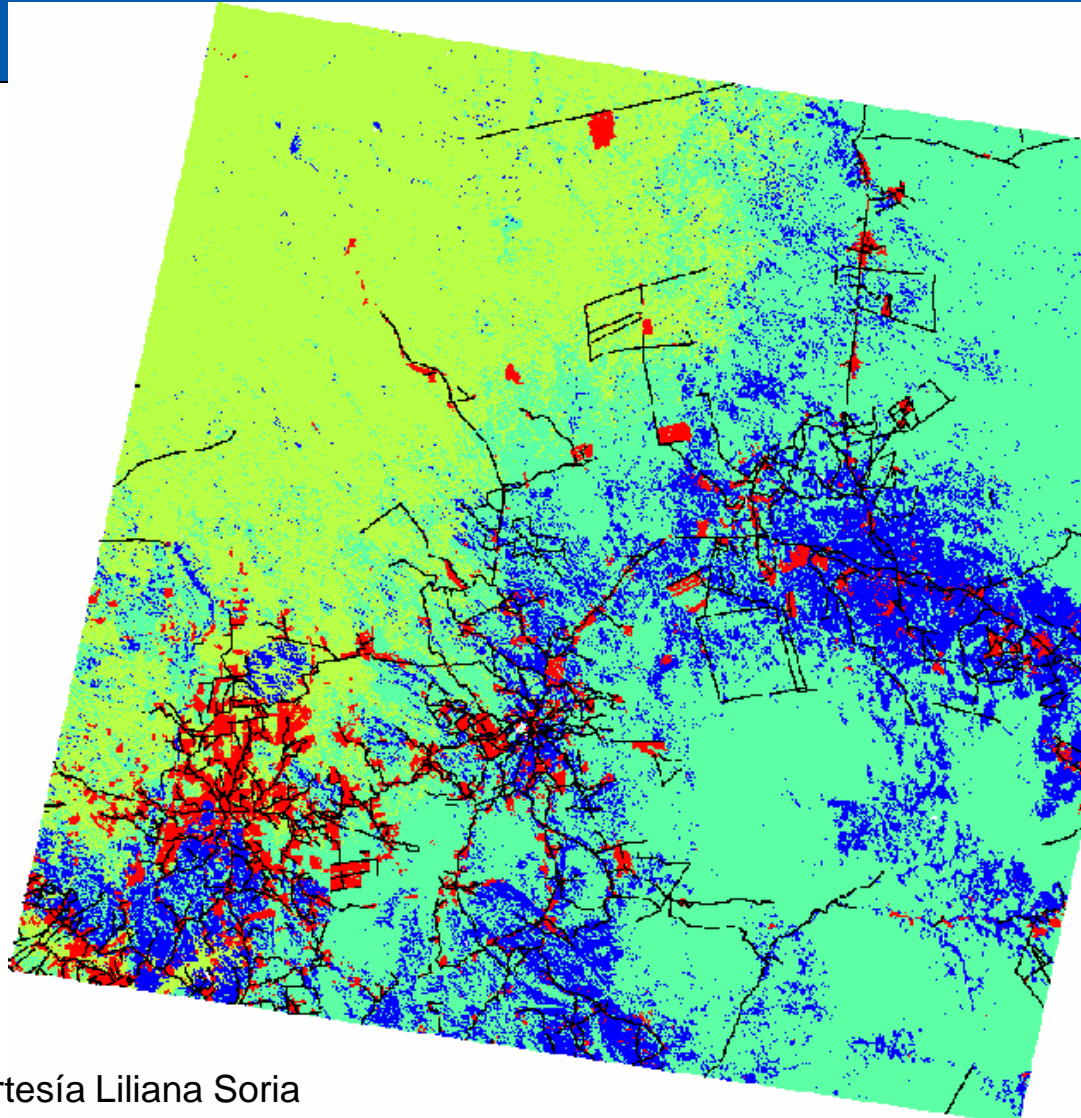
Variables de entrada



Pendiente

Cortesía Liliana Soria

Variables de entrada

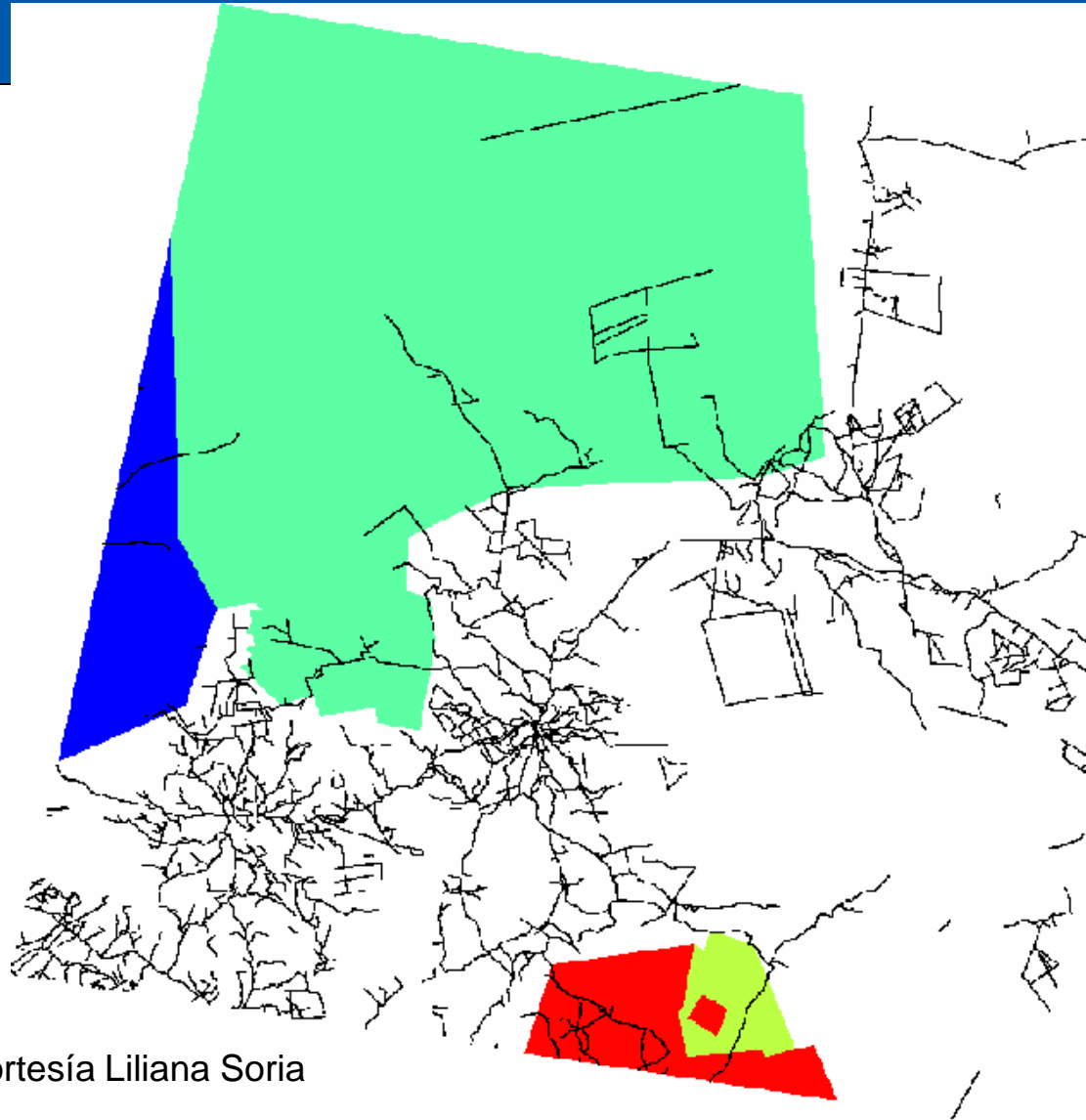


Vegetación

Cortesía Liliana Soria

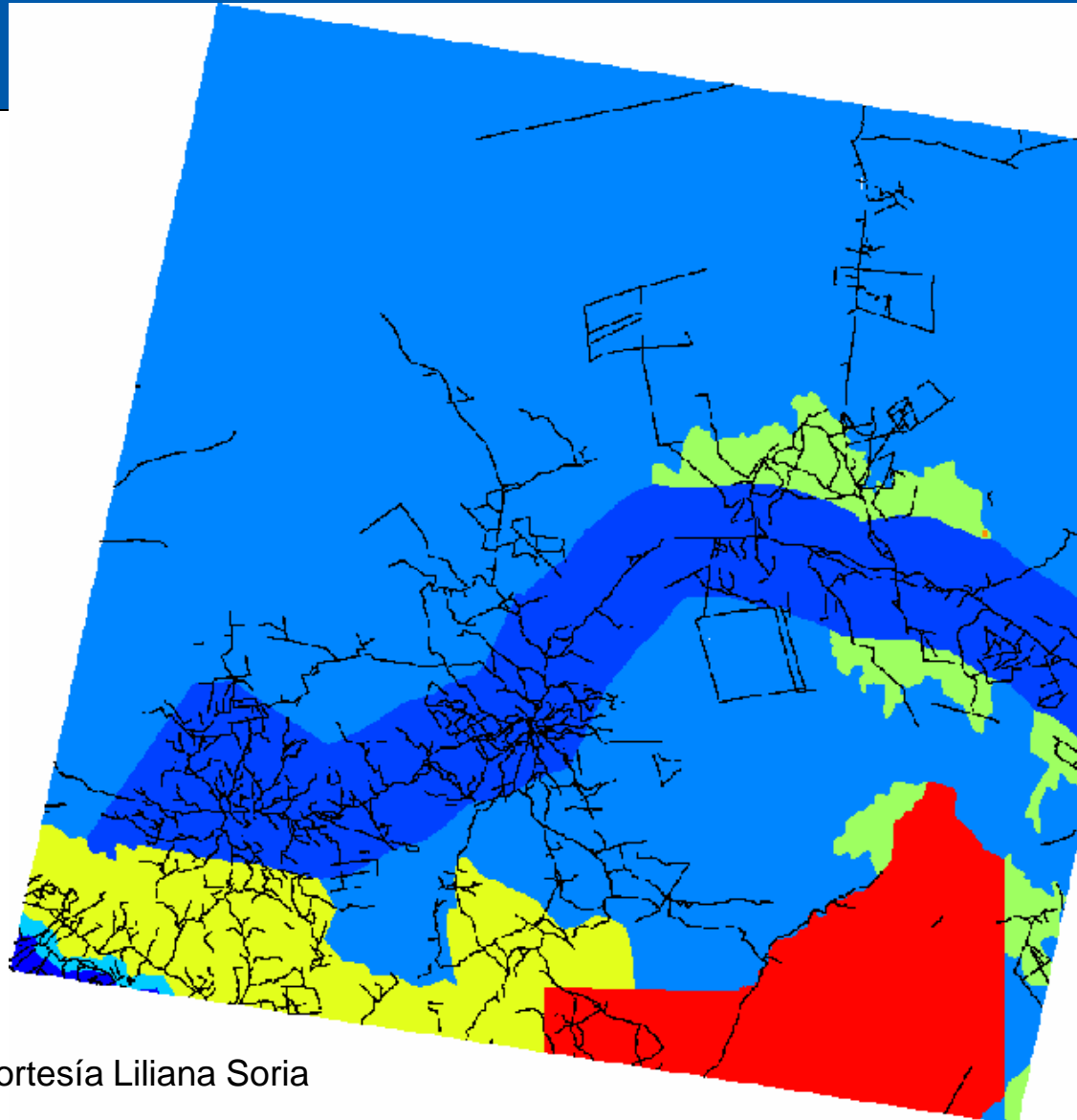
VARIABLES DE ENTRADA

Territorios
indígenas



Cortesía Liliana Soria

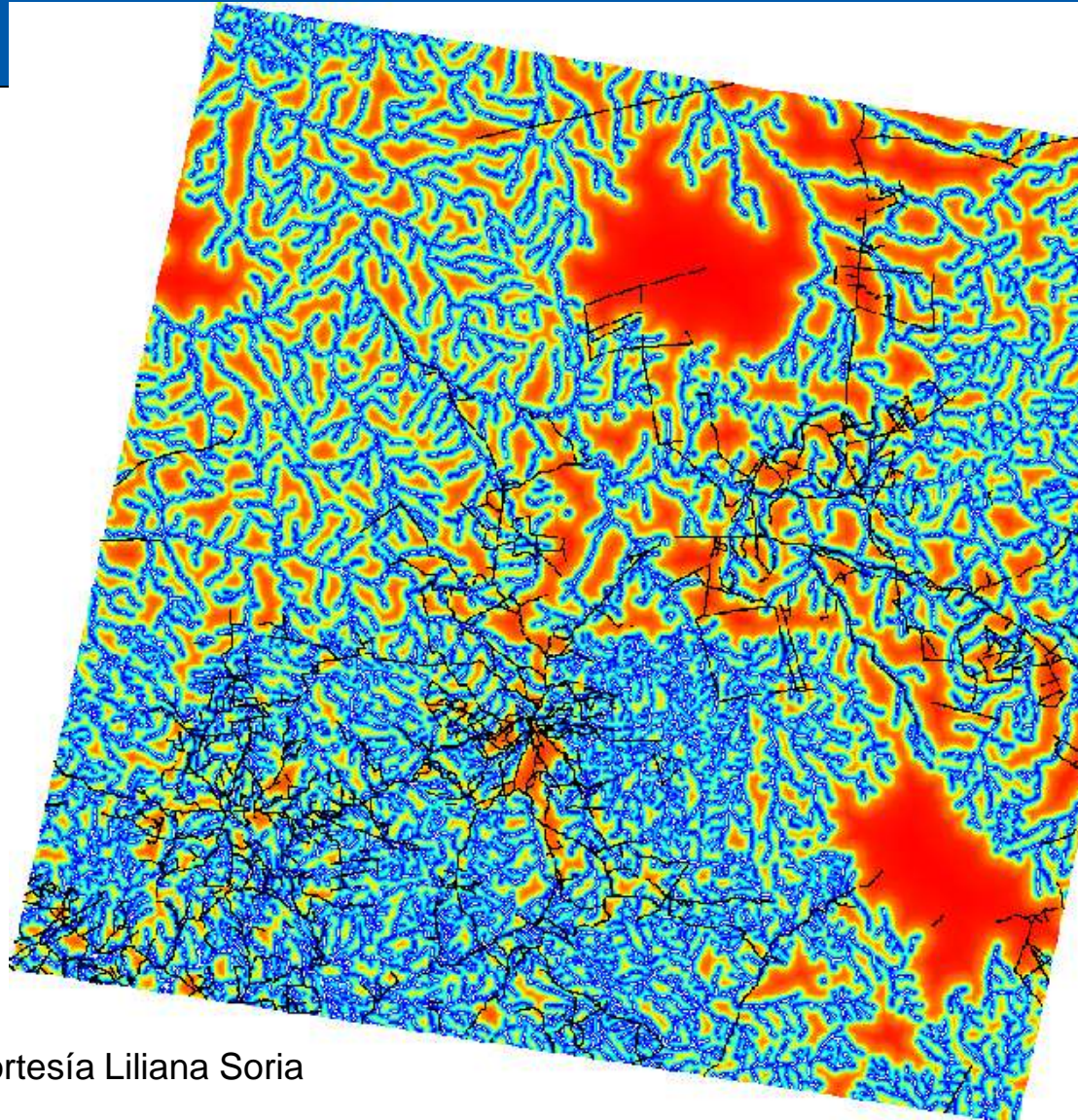
VARIABLES DE ENTRADA



Cobertura
del suelo

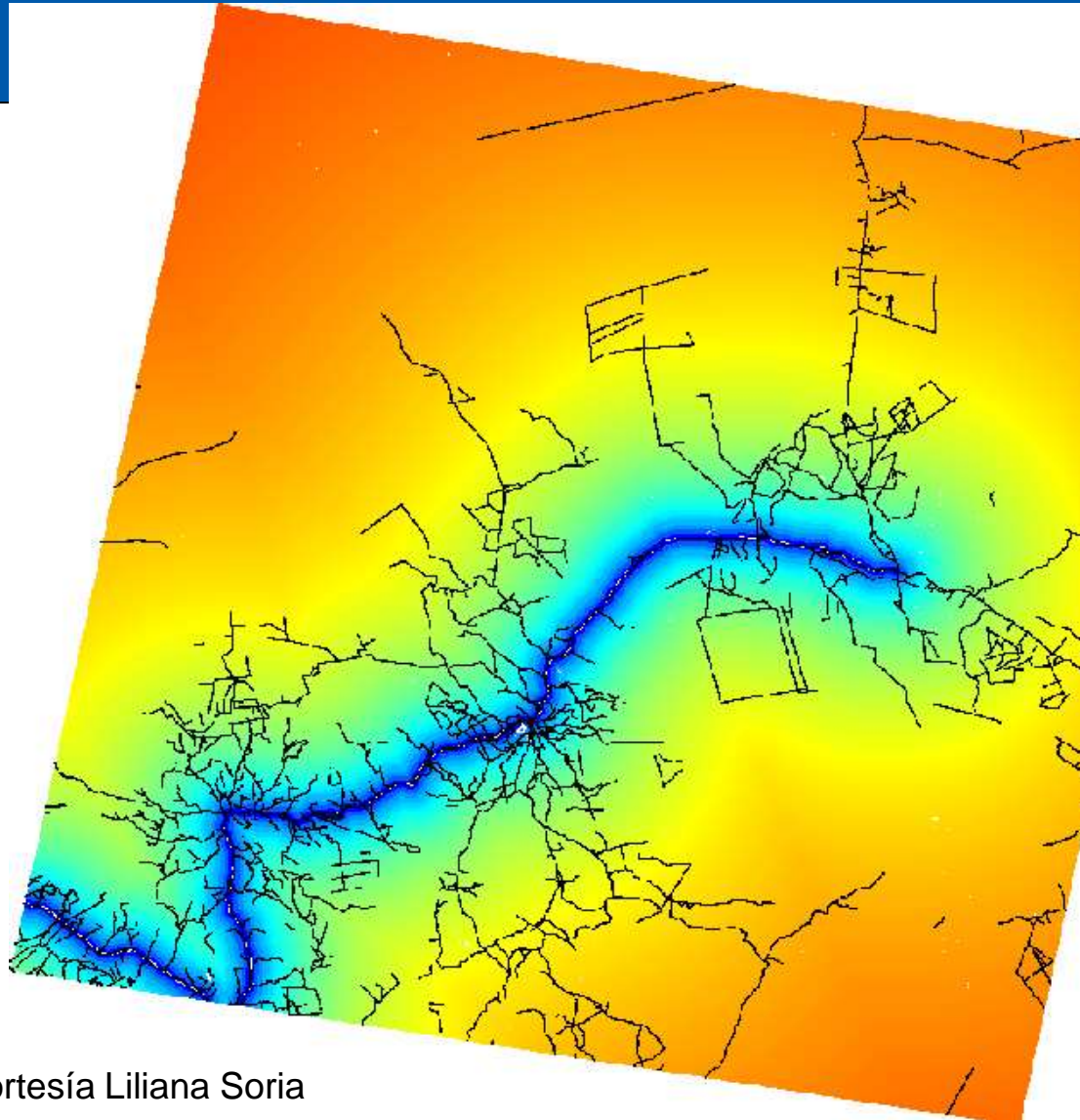
Cortesía Liliana Soria

Variables de entrada



Distancia a
ríos

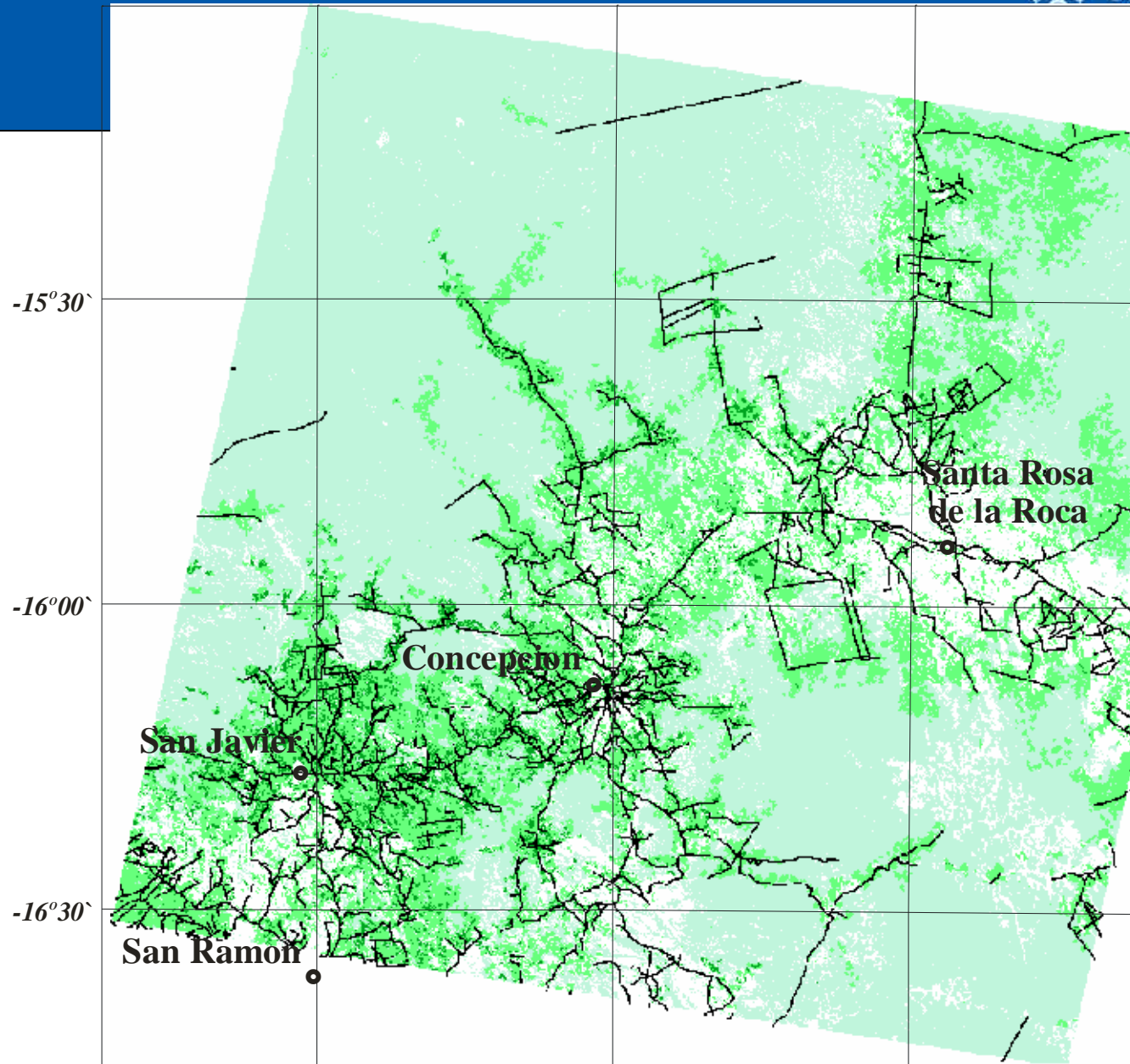
Cortesía Liliana Soria



Planificación del
transporte

Cortesía Liliana Soria

Resultados de la simulación

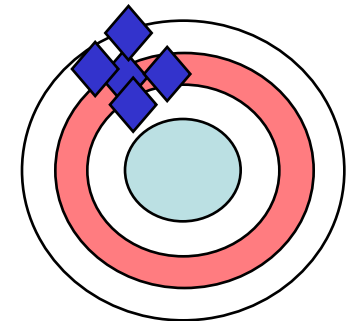
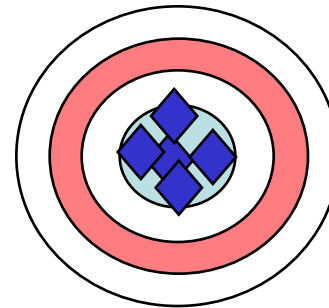
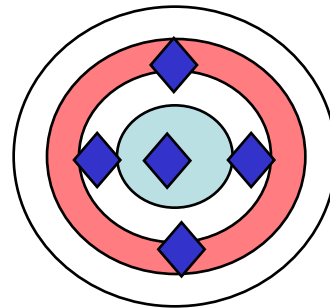


Cortesía Liliana Soria

- Necesidad de validar los resultados:
 - Comprobar consecución de objetivos.
 - Probar la validez de una metodología.
- Inconvenientes:
 - Muestreo adicional: coste y tiempo.
 - Dificultad de obtener una estimación insesgada.

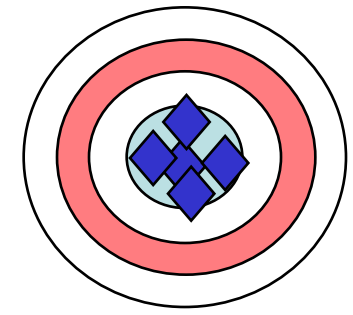
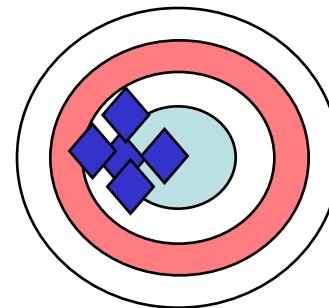
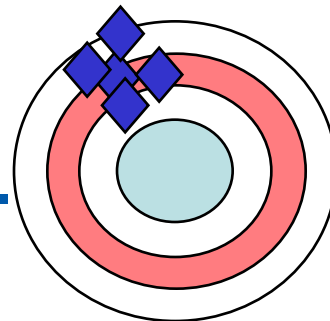
Conceptos en validación

- Fiabilidad – exactitud.



- Precisión.

- Consistencia.

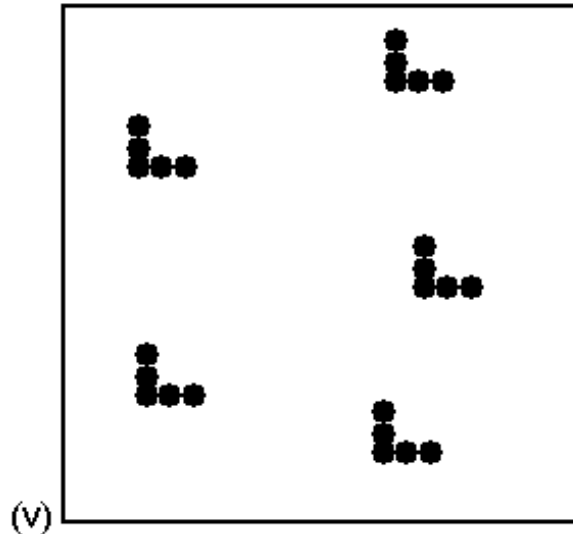
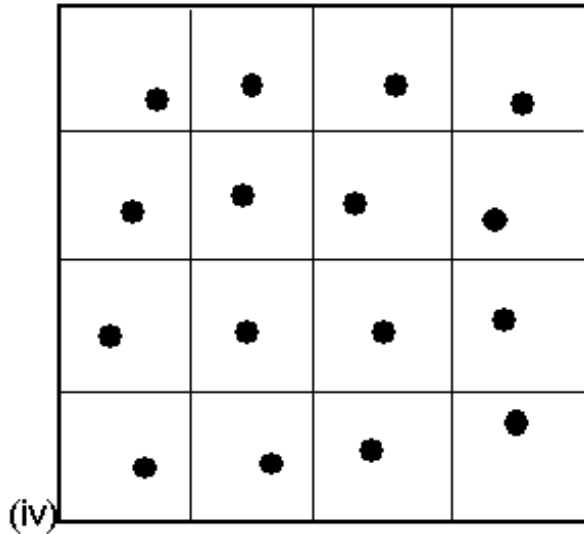
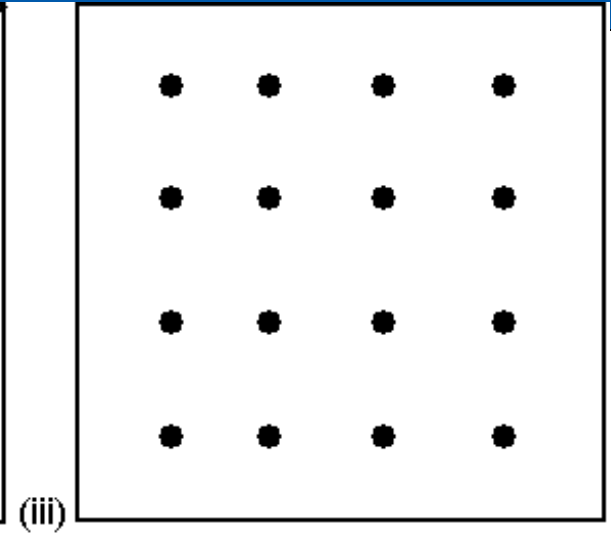
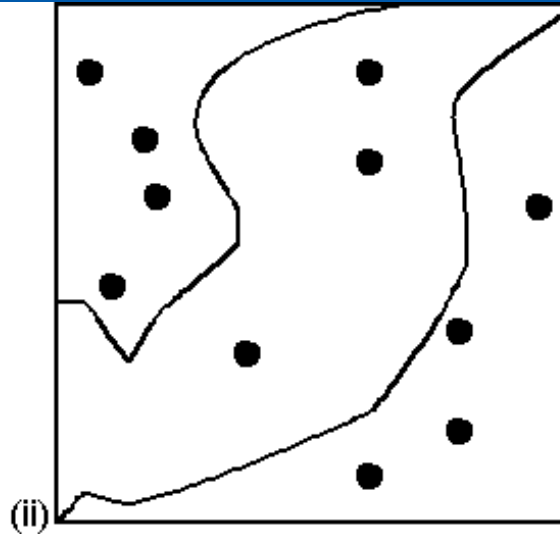
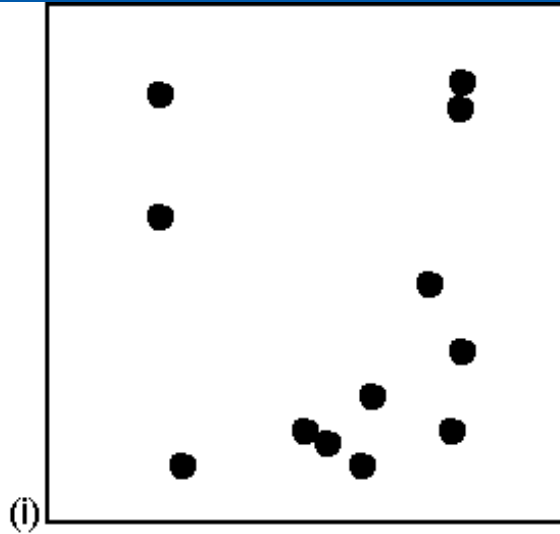


T

T+1

T+2

Tipos de muestreo



(i) Muestreo aleatorio

(ii) Aleatorio estratificado

(iii) Sistemático

(iv) Sistemático no alineado

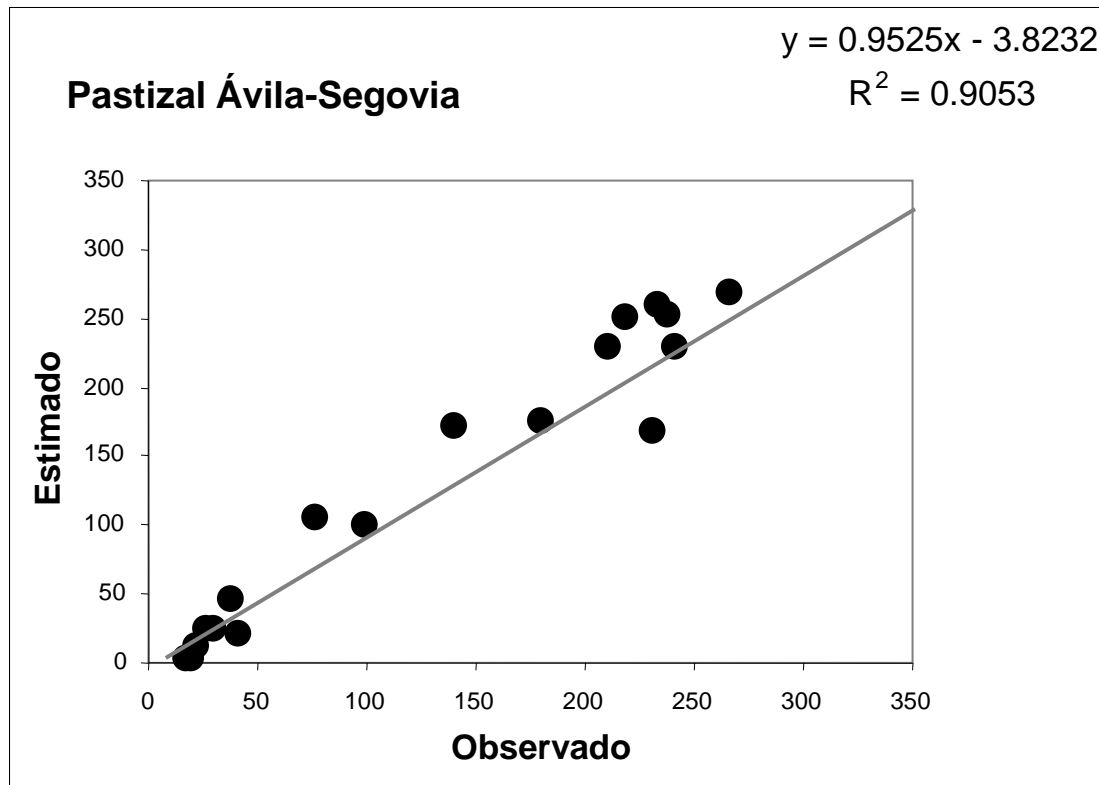
(v) Por conglomerados

- En campo:
 - Costosa – precisa.
 - Calibrar bien el instrumental – homogeneizar criterios.
 - Geo-referenciación.
- Fotografía aérea - cartografía:
 - Actualización - interpretación

Comparación datos verdad-terreno e imagen

- Variables de intervalo:
 - Coeficiente de determinación (r^2)
 - Análisis de residuales.

VARIABLES DE INTERVALO



$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1,n} (\hat{x}_i - x_i)^2}{n}}$$

Chuvieco et al., 2004

Comparación datos verdad-terreno e imagen

- Variables de intervalo:
 - Coeficiente de determinación (r^2)
 - Análisis de residuales.
- Imágenes clasificadas:
 - Proporción de área cubierta (variables binarias).
 - Matriz de confusión y Medidas derivadas.

Matriz de confusión

		Referencia						
		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase n	Total	Exactitud Usuario	Error Comisión
Clasificación	Clase 1	X_{11}				X_{1+}	X_{11}/X_{1+}	$1-X_{11}/X_{1+}$
	Clase 2		X_{22}			X_{2+}	X_{22}/X_{2+}	$1-X_{22}/X_{2+}$
	Clase 3			X_{33}		X_{3+}	X_{33}/X_{3+}	$1-X_{33}/X_{3+}$
	Clase n				X_{nn}	X_{n+}	X_{nn}/X_{n+}	$1-X_{nn}/X_{n+}$
	Total	X_{+1}	X_{+2}	X_{+3}	X_{+n}	ΣX_{ij}		
	Exactitud Productor	X_{11}/X_{+1}	X_{22}/X_{+2}	X_{33}/X_{+3}	X_{nn}/X_{+n}			
	Error Omisión	$1-X_{11}/X_{+1}$	$1-X_{22}/X_{+2}$	$1-X_{33}/X_{+3}$	$1-X_{nn}/X_{+n}$			

 Bien clasificados

 Errores de omisión

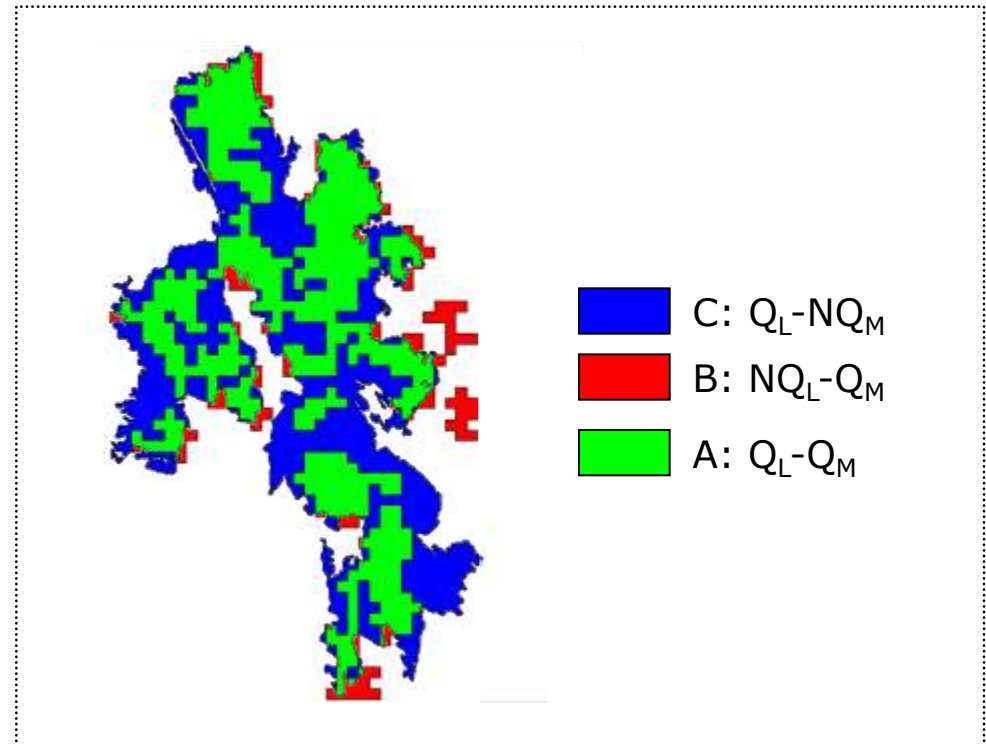
 Errores de comisión

Errores de omisión y comisión

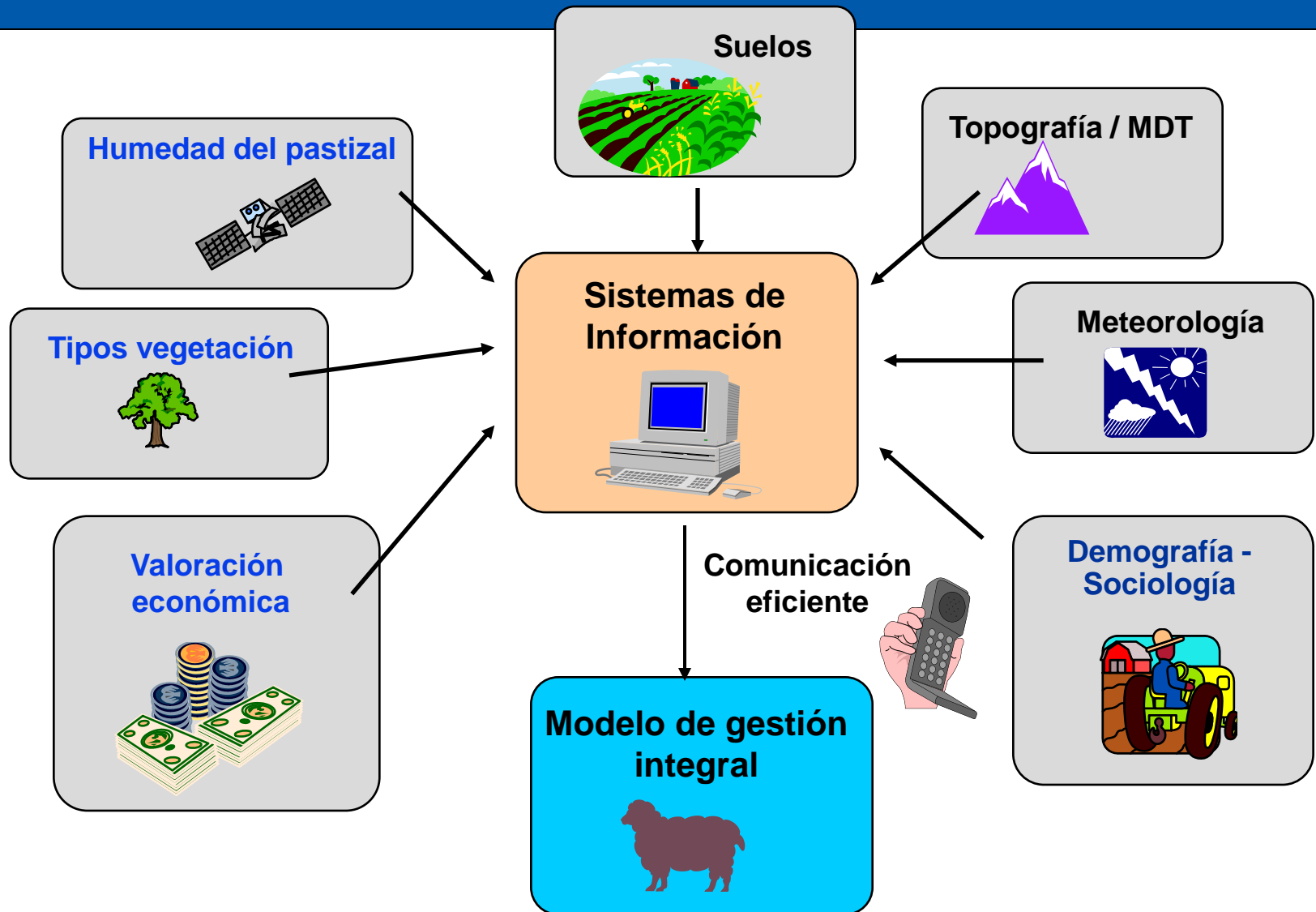
		Landsat	
		Q	N-Q
MODIS	Q	A	B
	N-Q	C	D

$$\text{Comisión: } 1 - (A/(A+B)) = B/(A+B)$$

$$\text{Omisión: } 1 - (A/(A+C)) = C/(A+C)$$



Análisis integrado



Modalidades de conexión con S.I.G.

- Integración con análisis visual:
 - Digitización: Papel o Pantalla.
 - Corrección geométrica.
 - Rasterización (op).
- Integración digital.
 - Corrección geométrica.
 - Integración visual (digitización sobre pantalla)
 - Generalización.
 - Vectorización (op).

Integración digital

