

## 1. SISTEMES INFORMÀTICS I SIMULACIÓ AMBIENTAL:

En els estudis ambientals és habitual utilitzar **models ambientals**, que són versions simplificades de la realitat, en els quals les relacions entre els elements s'estableixen mitjançant equacions matemàtiques i permeten fer prediccions de comportament:

- **WORLD-2 i WORLD-3:** Són dos models de simulació ambiental que permeten estudiar el comportament global del món mitjançant un programa informàtic. L'avantatge de l'ús dels ordinadors és que poden realitzar moltes operacions en poc temps, de forma que es poden modificar les variables de entrada per a obtenir diverses possibilitats a l'eixida. El **model WORLD-2** (Jay Forrester) empra 5 variables que determinen el comportament del món: Població, Recursos naturals (no renovables), Aliments produïts, Contaminació i Capital invertit. Els resultats de la simulació foren que, per a aconseguir estabilitzar el sistema, calia fer una reducció dràstica de les 5 variables anteriors (baixar la natalitat, reduir el consum de recursos no renovables, etc.). El model **WORLD-3** és una millora de l'anterior i se n'obtenen algunes conclusions:

- Amb la tendència actual de creixement els límits del planeta s'assoliran en 100 anys
- És possible modificar les tendències de creixement actuals
- Com més prompte s'adopten les mesures d'estabilitat ecològica i econòmica majors possibilitats d'èxit hi haurà

- **POPULUS:** Es tracta d'un simulador de biologia de poblacions. Permet fer prediccions sobre el creixement d'una població a partir de valors de població inicial i potencial biòtic.

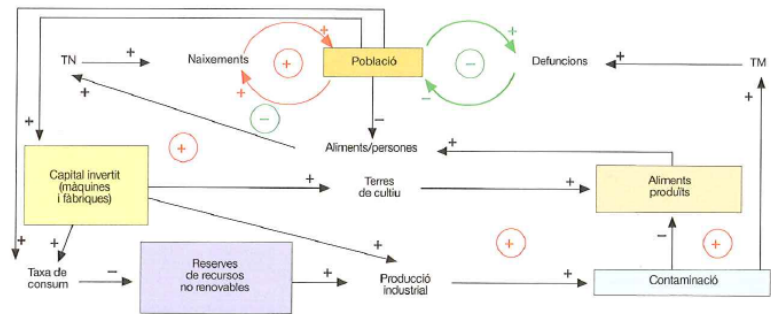
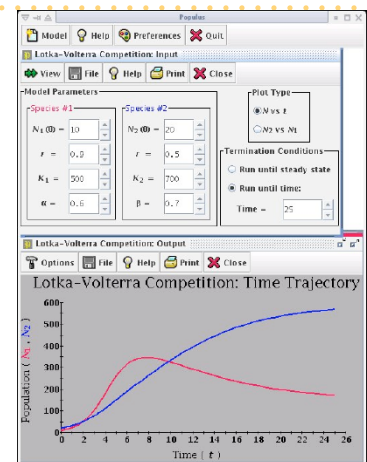


Diagrama causal simplificat del model WORLD-2



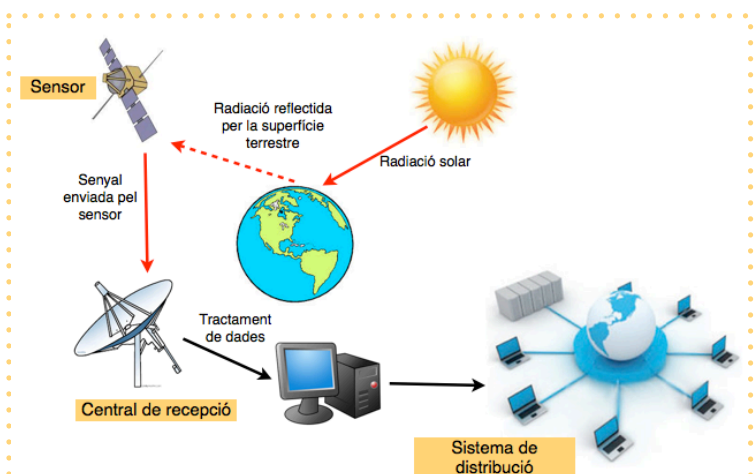
Interface del programari Populus

## 2. SISTEMES DE TELEDETECCIÓ:

Es tracta de sistemes que permeten l'obtenció a distància d'imatges de la Terra amb sensors instal·lats en satèl·lits artificials o avions. Un sistema de teledetecció està format per:

a. **SENSOR:** Dispositiu capaç de captar, codificar i transmetre imatges de la superfície terrestre. Poden ser:

- **Sensors passius:** Capten l'energia emesa per la superfície terrestre (de forma semblant a una càmera fotogràfica). La radiació solar incideix sobre la Terra i després és reflectida per aquesta, podent captar-se amb un sensor de llum visible o d'infraroigs.
- **Sensors actius:** Permeten captar imatges inclús en absència de llum solar. És el cas dels radar, que envien polsos de radiació cap a la terra que després són captats pel sensor.



Components d'un Sistema de Teledetecció

- b. **CENTRAL DE RECEPCIÓ:** Format per una antena receptora i un sistema informàtic que processa la informació rebuda, convertint-la en imatges que poden ser interpretades fàcilment.
- c. **SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ:** Permet compartir la informació fent-la arribar als usuaris finals (per exemple internet)

### 3. APLICACIONS DE LA TELEDETECCIÓ:

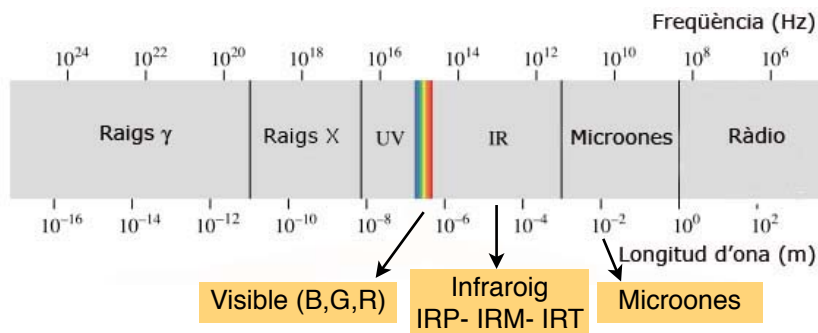
La teledetecció té múltiples aplicacions mediambientals:

- Observació de l'avanç dels deserts o del retrocés dels gels
- Estudi de la capa d'ozó
- Detecció de fenòmens climatològics com El Niño i La Niña
- Prevenció de riscos de sequera o incendis
- Control de mareas negres

### 4. RADIACIONS ELECTROMAGNÈTIQUES EMPRADES EN TELEDETECCIÓ:

De tot l'espectre de radiacions electromagnètiques les emprades en teledetecció són:

- La **banda visible** (V): Roig, verd i blau. RGB. (Red, Green, Blue). Permet captar imatges en blanc i negre o a color (com si fos una càmera fotogràfica convencional)
- La **banda d'infraroig** (IR): IR pròxim, IR mig i IR Tèrmic. La banda d'infraroig pròxim (IRP) permet detectar masses vegetals. L'infraroig tèrmic (IRT) és útil en la detecció de variacions de temperatura, així com la calor emesa pels éssers vius o per un incendi.
- La **banda de microones** : Possibilita prendre imatges de la superfície terrestre encara que hi haja núvols o en absència de llum solar. S'utilitza també per a captar superfícies difícilment perceptibles com la neu i els gels (estudis de regressió dels gels permanents, moviment de glacials i icebergs). Generalment la banda del microones la utilitzen els **sensors de radar** . Es tracta de **sensors actius** que envien una senyal de microones que rebota contra la superfície del gel tornant al sensor.



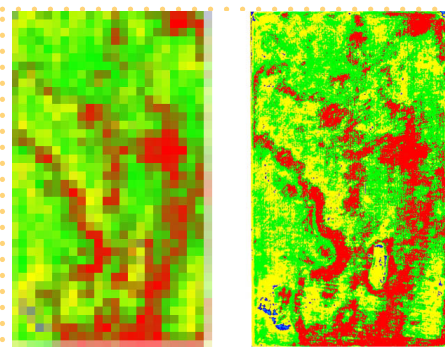
Alguns tipus de sensors utilitzats en estudis específics són:

- **Sensors LIDAR:** S'instal·len en avions o inclús en automòbils. Emeten un pols d'ones visibles o d'infraroig que impacta contra les partícules contingudes en l'aire (pols, NO, SO<sub>2</sub>, etc.) i retorna cap a un receptor que analitza el temps que tarda en tornar el senyal i la seua intensitat. S'utilitzen per a fer mesuraments de contaminació ambiental.
- **Interferòmetres:** Utilitzen un radar (emissor de microones) que capta dues imatges d'un mateix lloc preses en dies diferents, de forma que pot registrar xicotetes variacions de la topografia. Poden utilitzar-se per a detectar erupcions volcàniques, sismes o moviments de vessants.

### 5. RESOLUCIÓ DELS SENSORS:

Podríem definir la resolució d'un sensor com la precisió amb la qual capta les dades. Segons això podem definir:

- a) **Resolució espacial:** Àrea de menor grandària que es pot distingir del seu entorn. Fa referència a la **mida dels píxels** en els què es divideix una imatge. El **pixel** és cadascuna de les cel·les que formen una imatge, quan més xicoteta és la mida d'un píxel la resolució espacial és major (dit d'una altra forma, tenim més píxels per imatge)
- b) **Resolució temporal:** És la freqüència amb la que s'actualitzen les dades del sensor. El METEOSAT, en tractar-se d'un satèl·lit meteorològic, envia dades cada 15'. El LANDSAT-TM envia dades cada 16 dies (No necessita tanta resolució temporal ja que realitza cartografia temàtica)

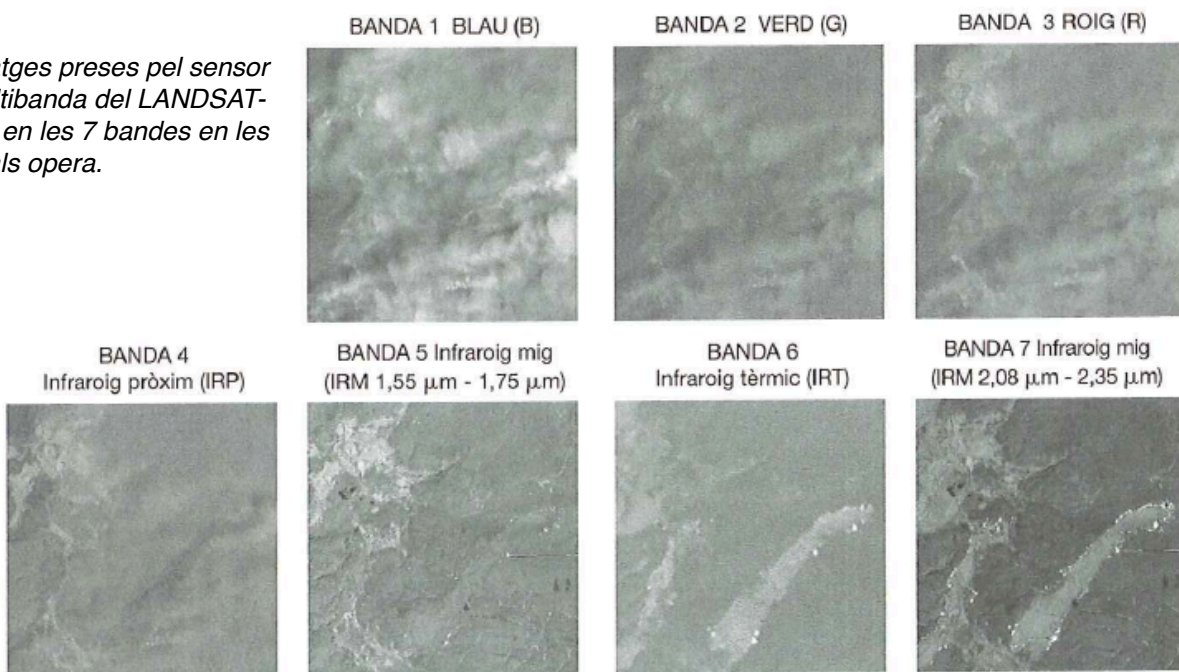


1) Imatge amb baixa resolució espacial (es poden apreciar els píxels) 2) La mateixa imatge amb major resolució espacial

c) **Resolució radiomètrica:** Capacitat de discriminar les variacions d'intensitat de la radiació emesa pels objectes, que es mesura pels tons diferents de gris de la imatge.

d) **Resolució espectral:** Diferents longituds d'ona que és capaç d'enregistrar un sensor. La majoria dels satèl·lits disposen de **sensors multibanda** que analitzen diferents radiacions. Per exemple el LANDSAT-TM és capaç de detectar 7 bandes: Roig, Verd, Blau, IRP, IRM (2 bandes) i IRT. Com ja hem dit abans, cada banda és útil per a analitzar diferents aspectes (masses vegetals, cursos d'aigua, incendis...)

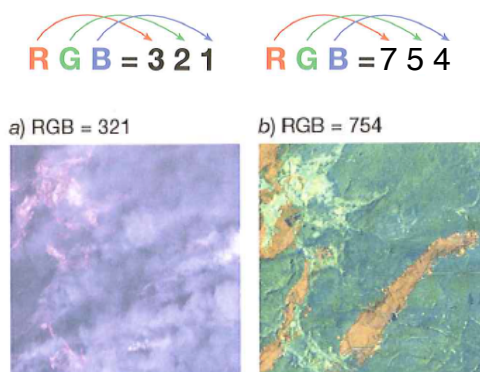
*Imatges preses pel sensor multibanda del LANDSAT-TM en les 7 bandes en les quals opera.*



• **Imatges en color real (RGB= 321):** Cadascuna de les fotografies de la imatge anterior correspon a una de les bandes del sensor LANDSAT-TM preses durant un incendi al Parc de Yellowstone (EEUU, 1988). Aquestes imatges poden combinar-se entre elles per a obtenir una imatge en color real. Això s'aconsegueix combinant la banda 3 (Red), banda 2 (Green) i banda 1 (Blue). El resultat és el de la imatge a). Seria com si haguéssim fet una fotografia amb una càmera des d'un avió, on el fum tapa quasi per complet la imatge i sols s'aprecien algunes flames per un costat.

• **Imatges en fals color:** Són imatges que s'obtenen assignant a les bandes roig, verd o blau una banda distinta. Resulten molt útils quan es vol destacar algun element. Per exemple, en la combinació RGB= 432, la banda del verd (G) la substituïm per la número 3 (Roig).

D'aquesta forma els colors verds apareixen d'un color roig intens i és molt útil per a detectar les masses vegetals. En el cas de la imatge b) s'ha emprat la combinació RGB= 754, en la qual el núvol de fum desapareix i es veu clarament la superfície que s'ha cremat.



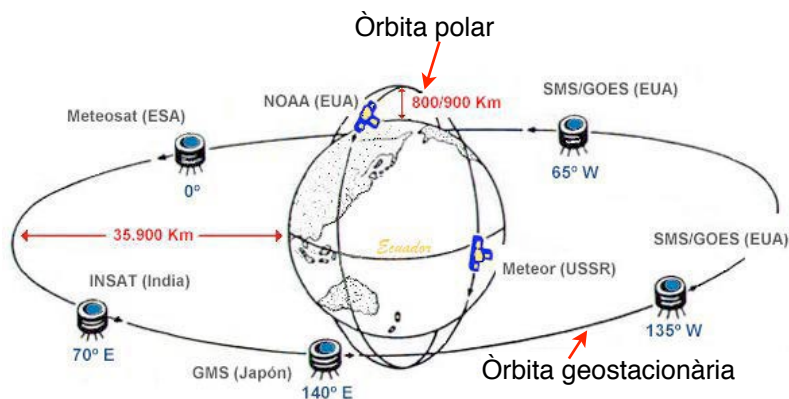
## 6. ÒRBITES DELS SATÈL·LITS EMPRATS EN TELEDETECCIÓ:

• **Òrbita geostacionària:** El moviment del satèl·lit està sincronitzat amb el de rotació terrestre, de forma que, vistos des de la terra, semblarien immòbils. (Poden prendre imatges de la mateixa zona geogràfica tot el temps).

- Se situen a molta altura per a captar imatges d'àrees extenses.
- Tenen elevada resolució temporal.
- Exemples: METEOSAT i GOES

• **Òrbita polar:**

- descriuen un moviment circular al voltant de la Terra, perpendicular al pla de l'Equador



- Se situen a poca altura
- Prenen imatges amb elevada resolució espacial (elevada qualitat dels detalls, píxels més reduïts)
- Per exemple: LANDSAT i NOAA

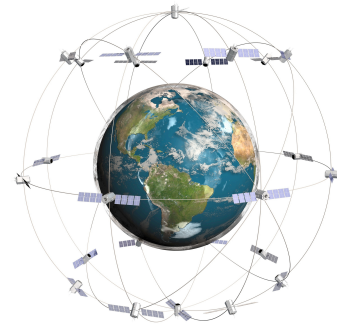
## 7. SISTEMES GLOBAIS DE NAVEGACIÓ PER SATÈL·LIT (GNSS):

Es tracta de grups de satèl·lits artificials llançats a l'espai amb l'objectiu de determinar les coordenades geogràfiques (latitud i longitud) d'un punt qualsevol del planeta, les 24 hores del dia, independentment de les condicions atmosfèriques. Els principals Sistemes Globals de Navegació per Satèl·lit són:

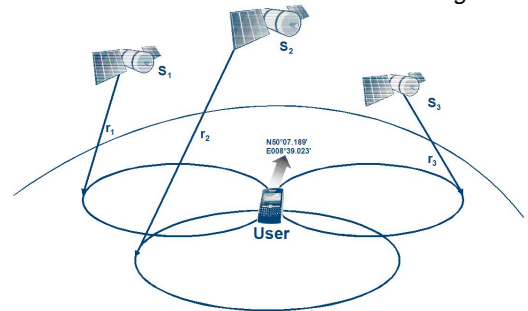
- **GPS:** Desenvolupat pels EEUU, inicialment amb un ús militar i actualment, també civil. Està format per una xarxa de 24 satèl·lits que orbiten al voltant de la Terra a aproximadament 2000 km d'altura. El dispositiu receptor rep el senyal procedent de 3 satèl·lits i, per triangulació, pot calcular la posició amb una exactitud de  $\pm 1$  m.
- **GALILEU:** Sistema de navegació de l'Agència Espacial Europea amb un ús civil
- **GLONASS:** Sistema de navegació de la Federació Russa, amb ús militar

### USOS DELS SISTEMES DE NAVEGACIÓ PER SATÈL·LIT:

- Coordinació en lluita contra incendis
- Control ambiental: control de mares negres, abocaments tòxics, plagues, rutes migratòries, etc.
- Rescat de víctimes de desastres
- Controls de transport terrestre, navegació i del tràfic aeri



Xarxa de satèl·lits d'un sistema de navegació



Determinació de la posició per triangulació

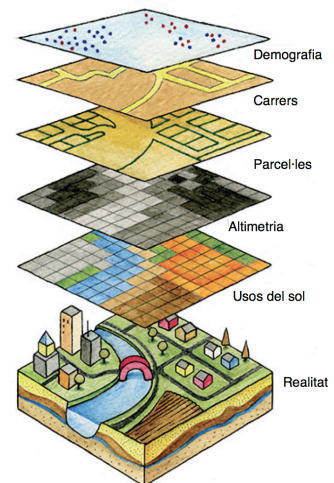
## 8. SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA (SIG):

Els Sistemes d'Informació Geogràfica, SIG, són programes informàtics que contenen dades espacials ordenades en capes que poden superposar-se. Així poden mostrar mapes de poblacions, situació d'infraestructures (carreteres, pantans, instal·lacions industrials), hidrografia, usos del sòl, tipus de roques, vegetació, etc. També contenen altres dades no espacials com demografia i registres de vivendes (dades cadastrals). Tota aquesta informació es pot presentar en la pantalla d'un ordinador, seleccionant les capes que es volen analitzar. A més es poden realitzar càlculs i compartir informació amb altres ordinadors.

Hi ha SIG d'ús públic com el que podem trobar a la web del Ministeri d'Agricultura, alimentació i Medi Ambient o el Google Earth.

### USOS DELS SIG:

- Ordenació del territori. Permet realitzar mapes per a determinar els usos del sòl (per exemple evitar la construcció d'un abocador en una zona on hi ha un aquífer, prohibir la urbanització de zones amb valor mediambiental, etc)
- Prevenició de riscos. Elaboració de mapes de risc a partir de la combinació de dades espacials i l'estudi de riscos geològics, climàtics, etc. (Per exemple combinació de dades sobre la topografia del terreny, disposició de les carreteres i cursos d'aigua per a valorar el risc d'inundacions d'un territori).
- Estudis d'impacte ambiental: Els SIG són una ferramenta bàsica per a la realització d'estudis d'impacte ambiental. Aquests estudis serveixen per a valorar l'impacte d'una nova obra sobre el medi ambient (construcció d'un embassament, d'una autovia, un port, una central elèctrica...)



Capes d'un SIG