

Commission N. 1
Groupe de Travail n. WG 1/5

Auteurs: Vincenzo ROMANO - ITALECO SpA, Rome
Paolo TRIGLIA - ITALECO SpA, Rome

Adresse: ITALECO SpA, Via Arno, 9/A, Rome (Italie) (1)

Titre: Méthode analogique-digitale pour la détermination du contenu agricole d'une zone d'étude en province de Ravenna (Italie) à travers des données MSS Landsat.

Résumé

Le travail présenté concerne l'enquête conduite dans la zone d'étude de la province de Ravenna, pour la classification à terre et l'inventaire conséquent des cultures agricoles suivantes: blé et autres céréales de la même espèce et betterave, obtenus à travers une analyse multitemporelle et multispectrale d'images dérivées de données MSS Landsat choisies et élaborées "ad hoc" pour répondre aux caractéristiques phénologiques des cultures en question. Les résultats ont été obtenus à travers l'interprétation analogique des images dérivées des données MSS Landsat grâce à un instrument à haute précision optique et à travers une analyse digitale par ordinateur on a obtenu:

- la superposition géométrique des différentes images interprétées;
- l'inventaire automatique des cultures;
- la rédaction de cartes de localisation des couvertures, grâce au "plotter".

(1)

La société ITALECO, du groupe IRI-ITALSTAT, opère dans le domaine de l'aménagement du territoire en employant des techniques de détection à partir de toutes les plates-formes spatiales, dans lesquelles elle est particulièrement spécialisée.

AVANT-PROPOS (1)

La travail a été conduit pour le compte de l'Office de Cartographie de la Région Emilia-Romagna.

Le but de la recherche a été celui d'acquérir le plus vaste "know-how" et la spécialisation la plus sophistiquée dans l'identification des différentes classes d'emploi agricole du terrain moyennant la télédétection du satellite.

En particulier, il fallait conduire la recherche sur les deux classes suivantes d'emploi du terrain:

- 1) Blé et autres céréales de la même espèce
- 2) Betterave.

On a choisi pour cette recherche une zone dans la province de Ravenna (environ 20.000 hectares) (voir figure n. 1) couverte par les cartes de l'Istituto Geografico Militare (IGM) à l'échelle 1:25.000.

II SO feuille 89

I ME feuille 100

I MO feuille 100

METHODOLOGIE EMPLOYEE

La méthodologie employée par ITALECO se base sur l'emploi des images obtenues des données recueillies par les satellites Landsat et sur leur élaboration conséquente tant par des méthodes analogiques que digitales.

Comme on le sait, le Landsat, contrairement aux moyens de téléphotographie, fournit la quantification précise des réflectances des différentes couvertures du terrain.

Ceci représente, en principe, une troisième dimension informatique (en plus des deux qui caractérisent les distributions géométriques superficielles) qui peut être employée pour identifier les différentes espèces de couverture du terrain.

(1) La relation sera présentée au Congrès avec le soutien de matériel photographique illustrant les résultats obtenus.

Pour tout détail ultérieur on peut s'adresser à l'ITALECO, Rome.



LOCALISATION DE LA ZONE ÉTUDIÉE

L'exploitation optimale de cette nouvelle dimension est toutefois conditionnée par le fait que les spectres de réflectance des différentes espèces sont à peu près égaux si elles sont reprises au même stade de développement.

Pour une discrimination correcte et soignée entre les différentes espèces il est donc nécessaire d'analyser des images reprises à des époques différentes choisies parmi les périodes pendant lesquelles les différences entre les espèces sont le plus remarquables.

La méthodologie mise au point par ITALECO dépasse ainsi le problème de la discrimination entre les signatures spectrales des différentes cultures, caractéristique des systèmes complètement automatiques, et de la nécessité de recueillir de nombreux et soigneux échantillons au sol, caractéristique des systèmes traditionnels.

En effet, comme vérité au sol, on emploie l'aérophotogrammétrie normale pour définir la géométrie des champs, et l'image Landsat pour déterminer le contenu agricole.

Par conséquent le choix des images Landsat dans notre cas a été fait sur la base des connaissances de la progression phénologique des deux cultures à étudier:

- blé et autres céréales,
- betterave.

PROCESSUS

Le processus suivi comprenait les phases suivantes:

- 1) Préparation du mosaïque aérophotographique
- 2) Démarcation des limites des zones relevées par le mosaïque photographique
- 3) Identification des zones "stables" moyennant des photos aériennes
- 4) Analyse du calendrier phénologiques et des statistiques agricoles
- 5) Production de cartes des réflectances multitemporelles de la zone en utilisant les images Landsat

- 6) Détection de la "vérité au sol"
- 7) Classification de l'emploi du terrain à travers l'élaboration automatique.

1ère PHASE: Préparation du mosaïque photographique

Cette phase a demandé la préparation d'un mosaïque photographique pour la zone à étudier, obtenu par la méthode semi-géométrique (ou partiellement contrôlée). Elle consiste dans l'emploi de photographies originelles n'ayant pas subi le processus de restitution, imprimées à l'agrandisseur à l'échelle 1:25.000.

Les photographies à peine imprimées et non essuyées (pour consentir une certaine déformabilité) ont été collées sur un support topographique (IGM) de façon à ce que les particuliers du bord d'union coïncident de la manière la meilleure, tout en respectant certaines lignes ou dimensions, par exemple la ligne de la côte, le développement d'une route, et ainsi de suite.

2ème PHASE: Démarcation des limites des zones relevées par le photo-mosaïque.

Après avoir complété le photo-mosaïque à l'échelle 1:25.000, la phase suivante a été de tracer, sur une feuille transparente à superposer, des lignes de démarcation des limites des zones de terrain. On a contrôlé l'adhérence avec le mosaïque des cartes topographiques IGM à la même échelle. La zone a été ensuite divisée en cinq sous-zones indiquées par A, B, C, D, et E. A chacun des différents champs à l'intérieur de la sous-zone on a attribué un numéro de code progressif.

3ème PHASE: Identification des zones "stables" moyennant des photos aériennes.

Les couvertures territoriales (zones urbaines et habitats, forêts, surfaces improductives et miroirs d'eau) qui ne manifestent pas, ou qui ne manifestent que faiblement le phénomène de l'alternance de réflectance et de la différenciation phénologique consécutive, ont été relevés par des photos aériennes.

Il faut remarquer que ces catégories ont des caractéristi-

ques durables: leur localisation une fois accomplie reste essentiellement la même pendant une période variable de 3 à 7 ans, et ne doit être corrigée que rarement.

A cette fin on a isolé et reporté sur la carte les couvertures en question, grâce à l'analyse de photos aériennes à l'échelle 1:25.000, conduite à l'aide des cartes IGM.

On a ainsi obtenu une carte des zones "stables". Le reste des zones contient des cultures agricoles qui ont été analysées exclusivement à travers le Landsat.

Il faut souligner ici que l'identification des zones stables a été possible grâce aux photos aériennes seulement, étant donné que ces dernières étaient assez récentes (la reprise a été faite en 1978), autrement il aurait été nécessaire d'effectuer une comparaison avec les images Landsat.

4ème PHASE: Analyse du calendrier phénologique et des statistiques agricoles.

Nous avons déjà dit que, en observant les images Landsat multicolores en séquence pendant la saison de la croissance, le changement des couleurs révèle la progression des stades de végétation. Pour pouvoir interpréter ces changements de couleur et identifier quelles sont les cultures qui les manifestent, les informations suivantes sont toutefois nécessaires au préalable:

- 1) Connaissance des cultures qui croissent à l'intérieur de la zone étudiée
- 2) Connaissance de la phénologie des cultures cultivées dans la zone, et surtout des dates de récolte.

Ces données associées aux changements de couleur observés permettent de les mettre en relation avec le cycle de végétation des cultures présentes.

En ce qui concerne le point 1), on a consulté les statistiques agricoles de l'ISTAT, Annuaire de Statistiques Agricoles 1976. Elles permettent d'établir la valeur en pourcentage pour chaque culture présente dans la zone étudiée. Ces valeurs, caractéristiques de chaque culture, ont été indiquées comme valeurs "P" (voir tableau suivant).

L'emploi des valeurs "P" permet de réduire le nombre des cultures à identifier. Si nous savons par exemple que dans

une certaine zone on ne cultive que du blé, du maïs et du fourrage, il sera suffisant d'identifier deux seulement des cultures présentes. On peut supposer par déduction que la troisième espèce est contenue dans le reste de la zone.

Le calendrier phénologique reporté dans la figure n. 2 indique les dates de semis, de végétation et de récolte pour les cultures les plus importantes.

Données statistiques des communes de Ravenna et Cervia

	Surface (hectares)	P(%)
Blé	12.754	17,2
Betterave	14.669	19,8
Fourrages	9.648	13,0
Forêts	1.136	1,5
Ligneuses agricoles	9.996	13,5
Autres emblavés	1.223	1,6
Divers	24.787	33,4

5ème PHASE: Production de cartes de réflectances multitemporelles de la zone en utilisant les images Landsat.

Les images Landsat ont été fournies sur support transparent positif en couleur dans les bandes 4 - 5 - 7 correspondantes aux mois de Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre 1979.

Le calendrier phénologique a permis de déterminer que les images relatives aux mois de Mai, Juin, Juillet et Août fournissent des données suffisantes pour identifier les surfaces cultivées à blé et autres céréales; les images concernant les mois de Juillet, Août, Septembre et Octobre, pour identifier les surfaces cultivées à betterave.

Ces deux séries d'images temporelles fournissent des informations supplémentaires pour identifier d'autres cultures, comme les cultures alternées: dans cette zone en effet, on a identifié une remarquable présence de luzerne.

Chaque image a été projetée, grâce à un instrument optique de haute précision, et enregistrée sur la carte à l'échelle 1:25.000 indiquant les limites des zones. Nous faisons remarquer que sur cette carte on a préalablement isolé toutes les

CALENDRIER PHENOLOGIQUE

cultures	jan		fév		mar		avr		mai		jui		juil		aoû		sép		oct		nov		déc		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
blé					□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	••	••	••	••	••	••			—	—	—			
betterave			—	—			□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	••	••	••	••					

SEMIS — VÉGÉTATION □□ RÉCOLTE ••

121.

zones "stables" suivant la description indiquée à la troisième phase. On a identifié la couleur prévalente dans chaque zone, et on l'a marquée par le numéro de code correspondant.

La première image (22 Mai 1979) indique la présence globale de blé et céréales semblables et sert à mettre en évidence l'effet des coupes dans les prés à cultures alternées.

La deuxième image (27 Juin 1979) aurait dû mettre encore plus en relief la présence globale de blé et céréales de la même espèce; mais la présence de la luzerne, qui même après la coupe repousse rapidement, manifeste une réflectance qui a tendance à se confondre aisément avec celle du blé et par conséquent ne permet pas d'individuer la surface à blé.

La troisième image (15 Juillet 1979) sert à perfectionner la connaissance de la surface à blé, puisque à cette date tout le blé a été moissonné.

La quatrième image (2 Août 1979) indique la présence globale de la surface à betterave.

La cinquième (7 Septembre 1979) et la dernière image (4 Octobre 1979) servent à perfectionner la connaissance de la surface à betterave.

6ème PHASE: Détection de la "vérité au sol"

La détection de la "vérité au sol" est une des phases les plus complexes et délicates de n'importe quel processus de télédétection de données territoriales, soit parce qu'il établit avec la certitude nécessaire les "clés d'interprétation" indispensables pour la lecture des images, soit parce qu'il vérifie au delà de tout doute l'exactitude des cartes qui en sont dérivées.

Les travaux, exécutés avec la collaboration de la "Feder Coop" de Ravenna, ont permis de reconstruire, à travers une détection retrospective simultanée au passage du satellite une "vérité au sol" pour environ 30% des champs présents dans la zone étudiée.

Au cours du travail on a produit une carte de classification à l'échelle 1:25.000 obtenue en transférant des brouillons de travail la délimitation de toutes les classes d'emploi du terrain relevées et en les différenciant par des couleurs appropriées.

7ème PHASE: Classification de l'emploi du terrain à travers l'élaboration automatique

Les cartes multitemporelles de l'état des réflectances de Landsat, élaborées analogiquement, sont digitalisées en leur superposant un réseau à maille carrée 4 mm X 4 mm (à l'échelle 1:25.000 une maille correspond à 1 hectare).

Les données, organisées en matrices, sont passées dans un ordinateur et analysées.

Grâce à un "software" adéquat, ces cartes des réflectances sont superposées et le résultat de ce processus de superposition est un tableau de lecture dans lequel à chaque maille de la carte composée on associe un vecteur à n éléments, correspondant, en ordre, à la position de la maille et à la succession temporelle des couleurs relative à la date n de reprise des images.

Ensuite, toujours à l'aide de l'ordinateur, on effectue une comparaison maille par maille entre la carte composée et la carte avec les indications relevées de la "vérité au sol".

De la corrélation "succession temporelle des couleurs" - "vérité au sol" on établit la clé d'interprétation indispensable pour l'identification et la classification de toutes les zones homogènes.

Le produit final de cette élaboration automatique des données Landsat est fourni:

- sur imprimante
- sur "plotter".