

# SCENARIO DI EVOLUZIONE DELL'USO DEL TERRITORIO AGRICOLO NELLA CONTE DI DANLING (SICHUAN, CINA) ATTRAVERSO DATI TELERILEVATI

Sara DE SANTIS<sup>1</sup>, Luca ONGARO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto Agronomico per l'Oltremare, via A. Cocchi, 4 – 50131 Firenze – Tel.: 055 5061333

## Riassunto

Il caso di studio della 26° edizione del “*Professional Master Course on Geomatics and Natural Resources Evaluation*” organizzato dall'Istituto Agronomico per l'Oltremare (IAO) è stato realizzato nella Contea di *Danling* (Provincia del *Sichuan*, Repubblica Popolare Cinese), con l'obiettivo di produrre una Carta delle Unità di Terra e realizzare una valutazione delle potenzialità del territorio applicando la metodologia IAO. L'area di studio, estesa per circa 450 km<sup>2</sup>, è una zona molto fertile e dominata da un paesaggio agricolo estremamente vario; le aree a vegetazione forestale seminaturale sono presenti generalmente in corrispondenza delle maggiori pendenze e ricoprono una superficie minore. Tuttavia nell'ultimo decennio, in seguito alla politica forestale del governo e all'evoluzione delle condizioni socio-economiche, la superficie forestale è aumentata, prendendo il posto di quella agricola, ed alcune modifiche si sono verificate nel tipo di coltivazioni. Obiettivo di questo lavoro è la previsione dello scenario futuro dell'uso del territorio, tenendo conto dell'impegno delle Istituzioni nell'incentivare la riforestazione nelle aree rurali marginali e della tendenza al passaggio dall'agricoltura di sussistenza al *cash crop*. Tale scenario è stato realizzato mediante un'analisi multicriterio in ambiente GIS usando carte dell'uso/copertura del suolo e dell'attitudine del territorio alle colture forestali ed agricole, ottenute dall'elaborazione sia di dati telerilevati (foto aeree ed immagini da satellite con differente risoluzione) sia di dati raccolti in campo utilizzando la metodologia IAO. I dati disponibili sono stati integrati con i criteri di riforestazione indicati nei programmi di pianificazione territoriale e le informazioni raccolte sul posto. Il risultato di questo lavoro mostra le dinamiche evolutive di un paesaggio agricolo fortemente influenzato dalle politiche ambientali nonché dai cambiamenti socio-economici in atto su scala globale.

## Abstract

The study case within the 26° edition of the “*Professional Master course on Geomatics and Natural Resources evaluation*”, Agronomic Institute for the Overseas (IAO), was carried out in *Danling* County, *Sichuan* Province, People's Republic of China, aiming to produce a land unit map and natural resources assessment through applying the IAO methodology. The study area, extended for about 450 km<sup>2</sup>, is a very fertile land and is mainly characterised by a highly various agricultural landscape. Semi-natural forest vegetation areas generally extend over the steepest slopes and cover a minor surface. Nevertheless the forest area has increased for the last decade encroaching on the agricultural land and some changes occurred in the crops types, as a consequence of the Government Forest Policy and socio-economical changes. The purpose of this work is to forecast a future scenario about land use, considering the engagement of the institutions in supporting afforestation in marginal rural areas and the trend to switch from subsistence agriculture to cash crops. This scenario was drawn using a multi-criteria analysis in GIS environment and land cover/land use maps, maps of land suitability for forest species and for agricultural crops, obtained by processing both remote sensed data (aerial photos and satellite images) and fieldwork data collected according to IAO methodology. Available data were combined with the criteria for afforestation indicated in land planning programmes and information collected on field. The result

of this work shows the dynamics in the evolution of an agricultural landscape strongly influenced by environmental policies as well as socio-economical changes acting at global scale.

## Introduzione

Il presente lavoro riprende parte dei risultati del caso di studio realizzato nell'ambito del 26° “*Professional Master Course on Geomatics and Natural Resources Evaluation*”, organizzato dall'Istituto Agronomico per l'Oltremare (IAO). L'area di studio, scelta sulla base delle partnership dell'Istituto, coincide con i limiti amministrativi della Contea di *Danling*, a circa 150 km da Chengdu, capitale della Provincia del *Sichuan* (Cina sud-occidentale). La contea di *Danling* ha una estensione di circa 450 km<sup>2</sup>, tra i 29°52' e i 30°08' di latitudine Nord e i 103°14' e i 103°35' di longitudine Est, ed ubicata al margine occidentale del bacino del *Sichuan*. E' una zona alquanto antropizzata, essendo in larga parte molto fertile, ed il paesaggio agricolo, completamente terrazzato, copre il 70% della superficie totale. I centri abitati (0.9% della superficie totale) sono tuttavia di piccole dimensioni, per lo più villaggi rurali. Il resto del territorio (circa 28%) è coperto da vegetazione arborea, la quale, nella maggior parte dei casi, presenta caratteri di sub-naturalità, come prevedibile in una zona segnata dalla millenaria presenza dell'uomo.

La Provincia del *Sichuan* è una delle prime tre province nelle quali fu avviato, nel 1999, il “Programma di conversione delle terre ad elevata pendenza”, con l'obiettivo di convertire le zone agricole con pendenze superiori ai 25° in aree riforestate. Questo programma fa parte del più ampio “Programma Nazionale per la Protezione delle Foreste” (NFPP), lanciato dal Governo centrale (Dipartimento per la Pianificazione per lo Sviluppo Rurale) nel 1998, in seguito alle disastrose alluvioni dei fiumi *Yangtze* e *Chang Jiang* occorse in quello stesso anno. La deforestazione venne infatti riconosciuta come una delle principali cause dei fenomeni erosivi che da alcuni decenni portavano a quegli eventi di piena devastanti per la popolazione, con conseguenze altrettanto gravi, quali la desertificazione e la perdita di biodiversità, oltre che della risorsa suolo. La linea d'azione del Governo cinese, con il NFPP, è duplice: da un lato limitare il taglio commerciale dei boschi, specialmente in prossimità dell'alto corso dei fiumi, dall'altro riforestare circa 8,7 milioni di ettari entro il 2010. In questo quadro si inserisce il “Programma della Contea di *Danling* per la protezione delle foreste”, avviato nel 2003, che prevede la riforestazione di terre agricole per una superficie pari a 1000 ettari.

Alla luce dei cambiamenti in corso nell'uso del territorio grazie alle politiche di tutela ambientale, si è voluta proporre una previsione della copertura del territorio della Contea di *Danling* tra un decennio. Negli scenari realizzati non si è potuto trascurare un fattore di notevole importanza per quanto riguarda l'uso del territorio agricolo, di cui si è appreso soltanto *in situ*, e cioè la tendenza, dettata dalle leggi del mercato, nonché da fenomeni sociali quali la massiccia urbanizzazione, a sostituire le colture di sussistenza (riso, grano, colza) con aranceti. Questi ultimi rappresentano infatti una valida fonte di sostentamento, in quanto *cash crops*, e pure richiedendo una forza lavoro molto minore rispetto alla coltivazione del riso, che in queste zone non è meccanizzata.

## Materiali e metodi

Obiettivo del caso di studio è stata la realizzazione di un sistema informativo geografico che possa essere utilizzato per ulteriori elaborazioni (Ongaro, 2006) o in piani di gestione sostenibile del territorio. Tale sistema informativo geografico è da intendersi in senso non convenzionale, in quanto basato su diversi *softwares* e raccolte di dati di campagna (Ongaro, 2006). Ciò rientra nell'approccio olistico proposto dall'IAO, basato su un'indagine multidisciplinare del territorio finalizzata a fornire una quadro sintetico che tenga conto delle inter-relazioni tra le varie componenti del territorio stesso<sup>1</sup>. La metodologia utilizzata per la descrizione del territorio fa riferimento a Unità di Terra (*land units*<sup>2</sup>), considerate come unità omogenee per i principali attributi

<sup>1</sup> La metodologia IAO prevede una tecnica di lavoro articolata in 3 fasi ed a più livelli: una fase preliminare, di studio dell'area attraverso dati telerilevati e bibliografici, una fase di raccolta dati sul campo, una di elaborazione dei dati. Raccolte di dati diversi sono quindi elaborate utilizzando strumenti diversi, ed infine integrate in ambiente GIS.

del paesaggio e descritte dalle aree di saggio (*relevés*) che la rappresentano (Ongaro, 1998). La valutazione delle potenzialità del territorio si basa sulla classificazione dei *relevés* in ambiti disciplinari diversi e sulla successiva elaborazione statistica delle informazioni in essi contenute; infine, la generalizzazione dal livello di *relevé* a quello di *land unit* consente di ottenere carte tematiche per l'intera area di studio<sup>3</sup>.

La stima dell'attitudine fisica del territorio per le piantagioni forestali e per le coltivazioni agricole è stata realizzata seguendo la metodologia IAO (Ongaro, 1998) e le linee guida FAO (1984); i risultati ottenuti sono stati sintetizzati in carte di attitudine del territorio per le piantagioni forestali e per le coltivazioni agricole. Le classi di attitudine del territorio utilizzate, proposte dalla FAO (1984), sono schematizzate in Figura 1.

| CLASSI DI ATTITUDINE      | DESCRIZIONE                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1 (Molto adatto)         | Territorio con nessuna o insignificanti limitazioni per la produzione e i benefici; nessun bisogno di input per una resa elevata                                                                                                                                 |
| S2 (Moderatamente adatto) | Territorio con limitazioni minoritarie che potrebbero ridurre la produzione; input aggiuntivi necessari per raggiungere la stessa resa della classe S1                                                                                                           |
| S3 (Marginalmente adatto) | Territorio con limitazioni moderate per un certo uso; la quantità di input aggiuntivo è solo marginalmente giustificata                                                                                                                                          |
| N1 (Quasi inadatto)       | Territorio con gravi limitazioni per l'uso considerato. Un uso sostenibile è precluso al momento presente e i costi per correggere la situazione sono inaccettabili per le condizioni esistenti. Soltanto nuove tecnologie potrebbero migliorare la produttività |
| N2 (Inadatto)             | Il tipo di uso considerato non è accettabile per il territorio                                                                                                                                                                                                   |

Figura 1 – Classi di attitudine del territorio (FAO, 1984)

A partire dalla Carta di attitudine del territorio per le piantagioni forestali è stata realizzata una carta che fornisce una visione unitaria delle specie forestali più adatte sull'intero territorio (Carta delle specie forestali più adatte): i valori di attitudine del territorio più elevati, registrati per le specie *Pinus massoniana* Lamb., *Alnus cremastogyne* Burkill., *Cryptomeria japonica* (Linn. F.) D. Don., sono stati confrontati tra loro per ciascuna unità di terra, attribuendo infine ad ogni unità la specie con il valore maggiore. Questa carta, strumento importante per pianificare il rimboschimento secondo le potenzialità del territorio, è stato uno degli strati utilizzati in ambiente GIS per contribuire a delineare lo scenario della futura copertura del suolo.

Lo scenario finale è il prodotto di diversi passaggi. In primo luogo, sulla base dei criteri per l'individuazione di aree chiave da riforestare enunciati nel "Programma della Contea di *Danling* per la conversione di terra coltivata a foresta", sono stati creati i seguenti *layers* in ambiente GIS:

- aree al di sopra dei 1000m di altitudine;
- aree con pendenza superiori ai 25°;
- aree collinari lungo il corso dei due principali fiumi.

Il primo dato è stato ricavato dalla carta delle altitudini dell'area di studio, ottenuta dall'elaborazione di immagini SRTM attraverso il software ENVI 4.2. Il DEM-SRTM è stato utilizzato anche per ottenere una carta delle pendenze dell'area di studio, dalla quale sono state estrapolate le aree descritte dal secondo criterio. Infine, le aree rispondenti al terzo parametro sono state "ritagliate" dalla carta delle Unità di Terra utilizzando operazioni di *geoprocessing* disponibili in ArcView 3.3. I tre strati così ottenuti sono stati combinati, con l'intento di riunire in un unico strato le aree prioritarie destinate alla riforestazione. Infine, l'intersezione di quest'ultimo strato con la Carta delle specie forestali più adatte ha restituito la Carta della futura area riforestata (Figura 2), che rappresenta l'area prevista per la riforestazione nella Contea di *Danling* sulla base dei criteri del programma, con dettagli sulle specie forestali più adatte.

<sup>2</sup> Una "Unità di Terra" (*land unit*) è una porzione della superficie terrestre che è stata delineata su una carta e descritta nella legenda. Nella carta l'Unità di Terra può essere rappresentata da uno o più poligoni (Ongaro, 2006).

<sup>3</sup> Questo passaggio è giustificato, da un punto di vista scientifico, dall'approccio olistico allo studio del territorio (Ongaro, 2006).

Per delineare lo scenario dei futuri cambiamenti riguardo alla superficie destinata alla coltivazione di riso e piantagioni di arancio, si è proceduto analogamente a quanto fatto per le specie forestali. Limitatamente alle unità con classe di copertura “risaie”, “risaie ed altre coltivazioni annuali”, “aranceti”, i valori di attitudine del territorio per la coltivazione del riso e dell’arancio sono stati confrontati tra loro, e a ciascuna Unità di Terra è stato riattribuito il tipo di coltivazione con il valore di attitudine più alto. Nei casi in cui i valori per le due tipologie erano identici, è stata scelta la coltivazione dell’arancio. Ne è derivata una carta mostrante i cambiamenti previsti in merito alla sostituzione della coltivazione del riso con l’impianto di aranceti (Carta dello scenario futuro per le risaie e gli aranceti, Figura 3), con un importante dato aggiuntivo: la tipologia di coltivazione prevista è quella più adatta per le caratteristiche del territorio.

Il passo finale è stato l’unione delle previsioni illustrate nelle Figure 2 e 3 in uno scenario della futura copertura del territorio (Carta dello scenario futuro della copertura del territorio, Figura 5) attraverso gli strumenti di ArcView 3.3: la composizione delle coltivazioni agricole prevista è stata sostituita alla composizione attuale (Carta della copertura attuale del territorio, Figura 4) e le aree destinate alla riforestazione sono state sostituite alle aree coltivate. Poiché i dati relativi alle specie arboree non compaiono nella legenda della Carta della copertura del territorio, l’informazione contenuta nella carta in Figura 2 è stata adattata: i poligoni della “futura superficie riforestata” sono stati inclusi nella classe mista “Boschi di latifoglie e piantagioni forestali” (“*Broadleaved forest and forest plantation*”) della legenda della Carta dell’attuale copertura del territorio, rinominata “*Future woody*” nella Carta dello scenario futuro della copertura del territorio, nella prospettiva che le zone soggette a riforestazione tra il 2003 e il 2010 potranno essere considerate boschi tra un decennio.

## Risultati

Il risultato finale (Carta della futura copertura del territorio, Figura 5) mostra uno scenario sull’uso del territorio nella Contea di *Danling*, realizzato tenendo conto delle linee guida della politica di riforestazione in vigore e dei cambiamenti socio-economici che, in atto su scala globale, stanno coinvolgendo anche la popolazione delle aree rurali della Cina interna.

La Carta della futura area riforestata (Figura 3) mostra che la specie maggiormente adatta per il 75% dell’area da destinare alle piantagioni forestali è *Pinus massoniana*, per lo più su substrati arenacei o depositi fluviali, mentre *Cryptomeria japonica* è la specie più adatta per il 19% dell’area, caratterizzata da substrati arenaceo-argillosi, ed *Alnus cremastogyne* solo per il 6%, in genere su terreni con una elevata componente argillosa. La superficie prevista per la riforestazione nei prossimi anni è di 635ha, che, sommata alla superficie delle zone recentemente riforestate (circa 225ha), raggiungerà in totale 860ha (equivalente ad un aumento della copertura arborea di circa il 90%). La non esatta corrispondenza del dato previsto (860ha) con quello indicato dalla politica forestale della Contea di *Danling* (1000ha) è dovuta all’interpretazione dell’operatore nell’operazione di *buffering* durante la selezione delle zone lungo il corso dei fiumi principali. Inoltre da osservazioni di campagna si è rilevato che in alcune aree agricole destinate alla riforestazione l’impianto di giovani alberi è avvenuto di recente senza sostituirsi del tutto alle coltivazioni di ortaggi, che per il momento coesistono con la neo-piantagione forestale. Tali aree sono state classificate come agricole, per cui la classe *Future woody* nella Carta della futura copertura del territorio potrebbe essere sottostimata. Si nota, infine, una corrispondenza tra le zone previste per la riforestazione e le zone agricole a rischio di erosione: il confronto con i risultati della valutazione del rischio di erosione, realizzata applicando la classificazione di Van Zuidam (1986) modificata, evidenziano che i poligoni della classe *Future woody* corrispondono ad aree classificate come “da moderatamente ad altamente-molto altamente suscettibili all’erosione”. Questo è una conferma dell’importanza della copertura arborea nel ridurre i fenomeni erosivi. Riguardo ai cambiamenti nelle tipologie di coltivazioni agricole, gli attuali 1160ha di terreno coltivati principalmente a riso in rotazione con altre coltivazioni annuali potrebbero ridursi a 460ha, mentre gli aranceti, che attualmente coprono 362ha, potrebbero coprire in futuro 1063ha. Una buona parte delle aree interessate da questo scenario sono localizzate su pendici collinari, dove le caratteristiche

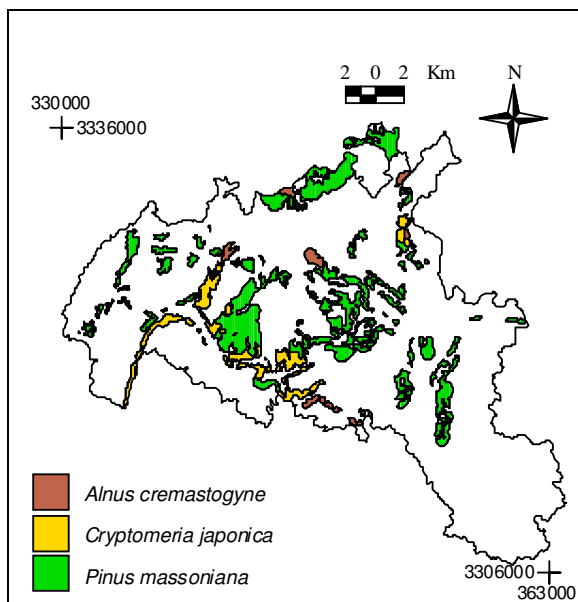


*Figura 2 – Carta della futura area rifeorestata*

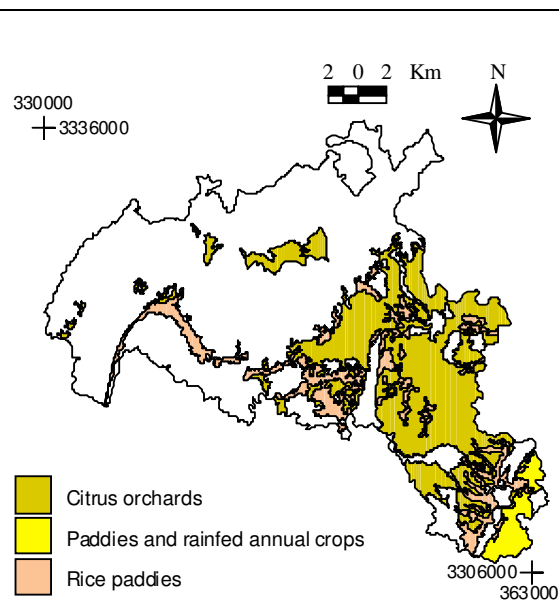


*Figura 3 – Carta dello scenario futuro per le risaie e gli aranceti*

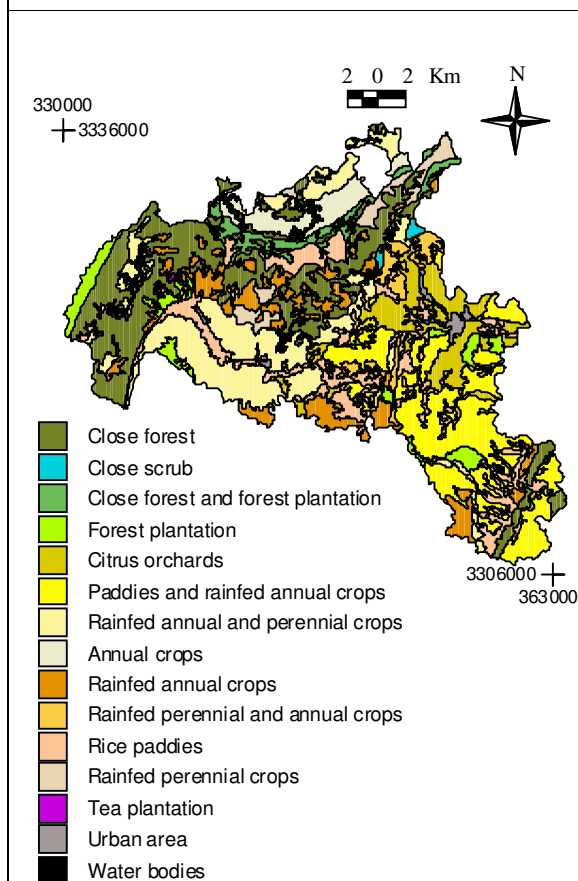


*Figura 4 – Carta della attuale copertura del suolo*

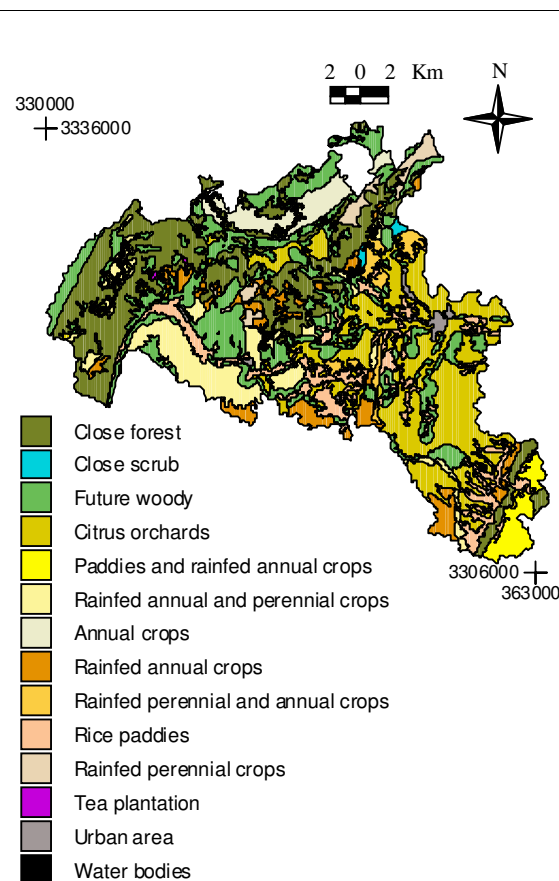


*Figura 5 – Carta dello scenario futuro della copertura del territorio*

del territorio le rendono poco adatte alla coltivazione del riso sulla base dei criteri di sostenibilità. Queste previsioni sono evidentemente aleatorie, e non tengono conto di eventuali limitazioni che potrebbero insorgere in futuro; si basano piuttosto su una attenta valutazione delle potenzialità del territorio, fornendo un dato importante per la pianificazione di un suo uso razionale. La Carta dello scenario della futura copertura del suolo mette in evidenza quali sono le zone dove questi cambiamenti sono compatibili con un uso sostenibile del territorio.

### **Conclusioni**

La Contea di *Danling* è una regione in cui il repentino abbandono delle campagne da parte delle giovani generazioni avrà degli effetti considerevoli sul territorio agricolo, in quanto la manutenzione accurata delle aree coltivate è da secoli garantita dalla presenza continua dell'uomo. Le piogge torrenziali estive costituiscono una minaccia di erosione per il suolo, soprattutto nelle aree più marginali, che per prime verranno lasciate incolte. E' per prevenire conseguenze disastrose e compensare il fenomeno di abbandono dei terrazzi coltivati nelle zone più impervie che il Governo cinese si sta impegnando nella politica ambientale promuovendo la riforestazione su larga scala. In un'epoca in cui sempre più spesso fenomeni socio-economici si ripercuotono su dinamiche ambientali, la realizzazione di studi sul territorio e la proposta di soluzioni sostenibili è di fondamentale importanza, al fine di conservare risorse preziose per lo sviluppo dei popoli.

Lo scenario di evoluzione dell'uso del territorio agricolo proposto in questo lavoro è stato realizzato mediante un'indagine a più livelli e in più campi disciplinari, seguita da un'analisi multicriterio basata sulla combinazione di diversi strati informativi in ambiente GIS e dall'integrazione dei dati territoriali con i fattori socio-politici. E' stato possibile raccogliere e gestire una quantità considerevole di dati grazie all'uso della metodologia IAO, che ha consentito inoltre di delineare un quadro complessivo dell'area di studio nonché di elaborare prodotti cartografici da utilizzare nella pianificazione territoriale per uno sviluppo economico in accordo con le potenzialità del territorio. La validità dei risultati ottenuti è tra l'altro confermata dalla loro coerenza con gli obiettivi della politica di riforestazione della Contea di *Danling* e dagli investimenti nel settore biotecnologica per migliorare la qualità delle varietà di arancio in modo da poter incrementare l'esportazione di questo prodotto.

### **Riconoscimenti**

Questo lavoro è stato realizzato sulla base dell'attività di gruppo svolta dai partecipanti della 26° edizione del “*Professional Master Course on Geomatics and Natural Resources Evaluation*”, che hanno collaborato alla redazione dei risultati. Un ringraziamento speciale va ai tutor del Corso, la Dott.ssa Valeria Alessandro e la Dott.ssa Sara Minelli.

### **Riferimenti bibliografici**

- AA.VV. (2006), *Land evaluation in Danling County –Sichuan Province, China-*, 26th Professional Master Geomatics and natural resources evaluation, Istituto Agronomico per l'Oltremare, Firenze
- FAO (1984), “Land evaluation for forestry”, *FAO forestry paper*, 48, FAO Rome
- Ongaro L. (1998) "Land Unit mapping for Land Evaluation". Relazioni e Monografie Agrarie Tropicali e Subtropicali n° 115. Istituto Agronomico per l'Oltremare, Firenze
- Ongaro L. (2006), *Land Unit Mapping for Land Evaluation (revised)*. IAO methodology 2006, Handout of the Professional Master “Geomatics and Natural Resource Evaluation”
- Van Zuidam R. A. (1986), *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*, Smits publishers, The Netherlands, p.442
- Wang Hi (1999), “Forest policy, law and local participation in forest management in China”, <http://www.iges.org.jp/en/fc/phase1/ir99/1-3-Wang20.pdf>
- Wenming L. (2000), *Recent changes for forest policy in China and its influences on the forest sector*. In a step towards Forest Conservation Strategy (2), IGES Forest Conservation project, FAO, Rome