

# Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich  
[www.di.unipi.it/~mogorov](http://www.di.unipi.it/~mogorov)

# Un caso di Map Algebra

## Rischio di incendio: il modello concettuale

La probabilità che un'area bruci e causi danni significativi è legata a:

- ▶ la presenza dell'uomo, autore di incendi dolosi, tanto più probabile quanto più l'area è accessibile
- ▶ la presenza di materiale che arde facilmente
- ▶ la pendenza del terreno che favorisce la propagazione dell'incendio

# Rischio di incendio: i dati iniziali

**Land Cover**  
VA

**DEM**  
R

**Strade**  
VL

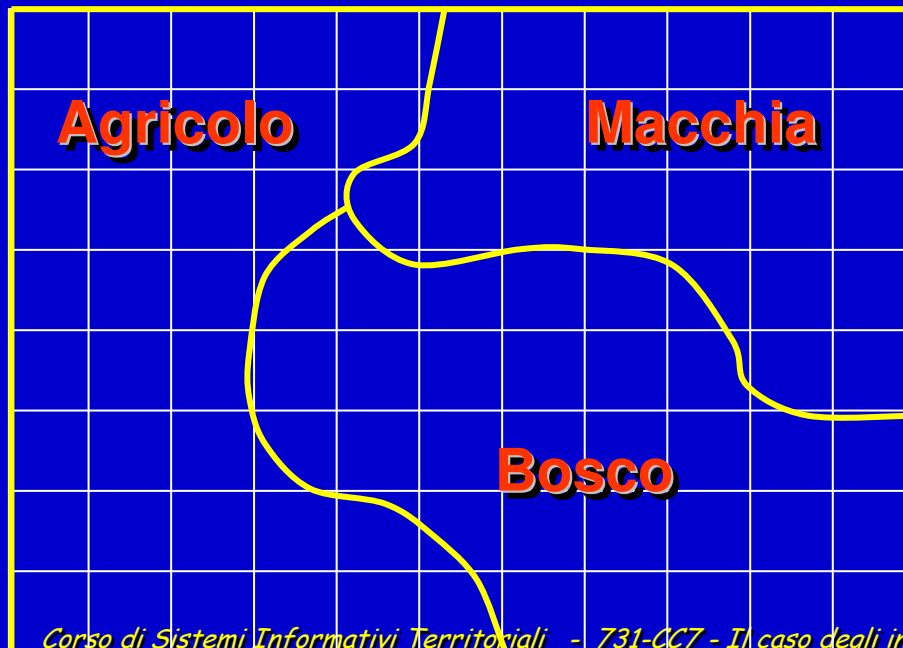
# Dati di origine

2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6
2	2	2	2	2	2	3	3	4	6	6
2	2	2	2	2	3	4	4	5	6	6
2	2	2	2	2	5	4	5	5	6	6
2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7
2	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7
3	3	3	3	5	5	5	6	6	7	7



# Dati di origine

2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6
2	2	2	2	2	2	3	3	4	6	6
2	2	2	2	2	3	4	4	5	6	6
2	2	2	2	2	5	4	5	5	6	6
2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7
2	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7
3	3	3	3	5	5	5	6	6	7	7



# Dati di origine

2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6
2	2	2	2	2	2	3	3	4	6	6
2	2	2	2	2	3	4	4	5	6	6
2	2	2	2	2	5	4	5	5	6	6
2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7
2	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7
3	3	3	3	5	5	5	6	6	7	7

2, 3, 4, 5, 6, 7: quote  
Agricolo, Macchia, Bosco

X: strada

A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M
A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M
A	A	A	A	M	M	M	M	M	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	M	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	B	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

# Dati di origine

2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6
2	2	2	2	2	2	3	3	4	6	6
2	2	2	2	2	3	4	4	5	6	6
2	2	2	2	2	5	4	5	5	6	6
2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7
2	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7
3	3	3	3	5	5	5	6	6	7	7

2, 3, 4, 5, 6, 7: quote  
 Agricolo, Macchia, Bosco  
 X: strada

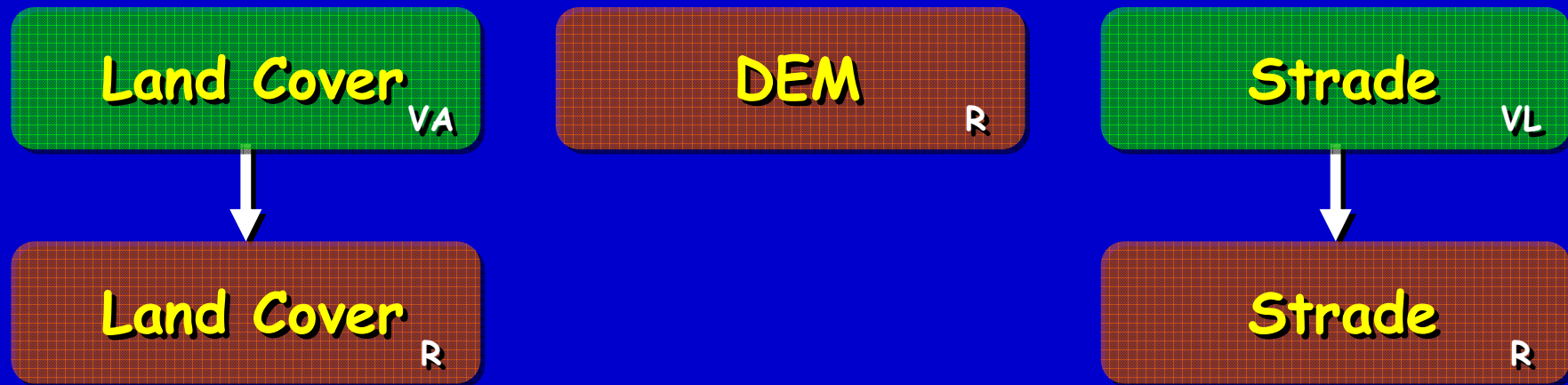
A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M
A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M
A	A	A	A	M	M	M	M	M	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	M	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	B	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-





# Rischio di incendio: tutti i dati in raster



# Da Quota a Pendenza, a Rischio (p)

2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	6
2	2	2	2	2	2	3	3	4	6	6
2	2	2	2	2	3	4	4	5	6	6
2	2	2	2	2	5	4	5	5	6	6
2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7
2	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7
3	3	3	3	5	5	5	6	6	7	7

$\Delta_{o,v} (1,2,3) \gg P(1,2,3)$

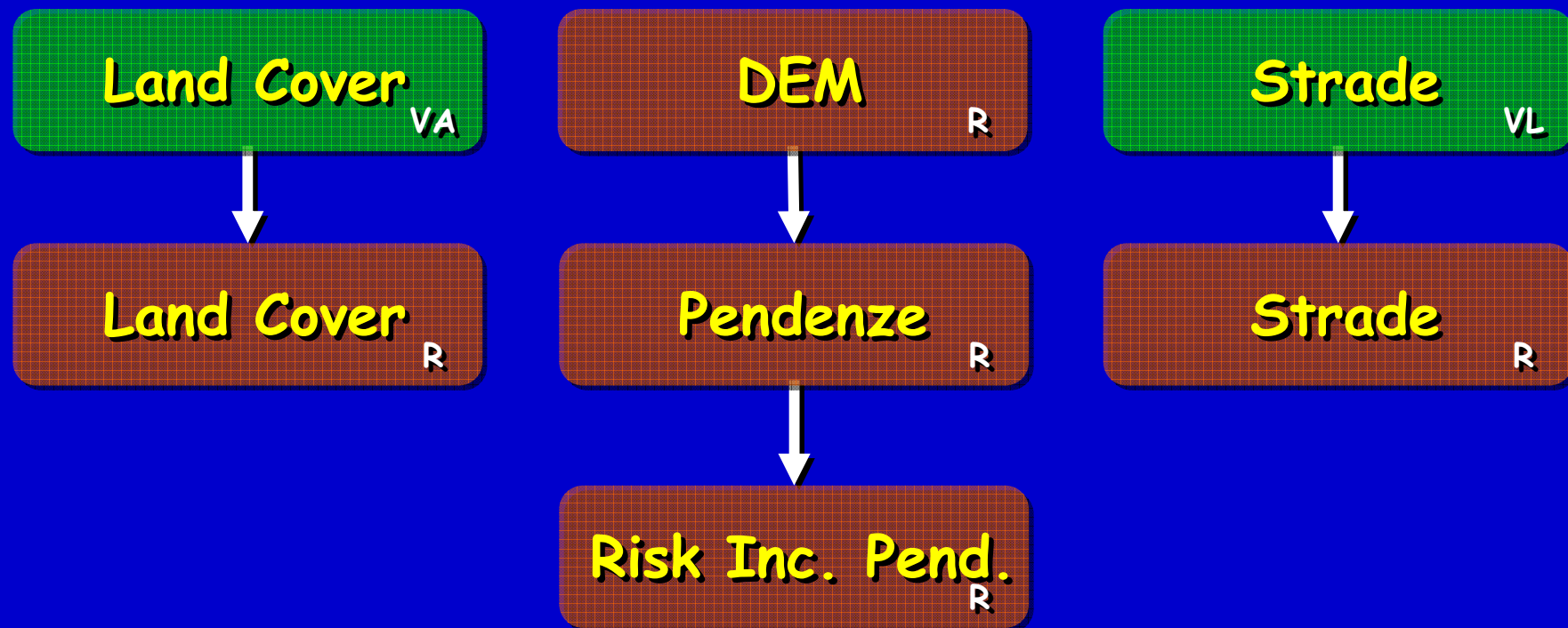
$\Delta_d (1,2,3) \gg P(1,1,2)$

$P(0,1,2,3) \gg R(0,1,3,5)$

0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2
0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2
0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1
0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	0
0	0	1	1	3	3	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	0

0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3
0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	1
0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0
0	0	1	1	5	5	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0

# Rischio di incendio: dati intermedi



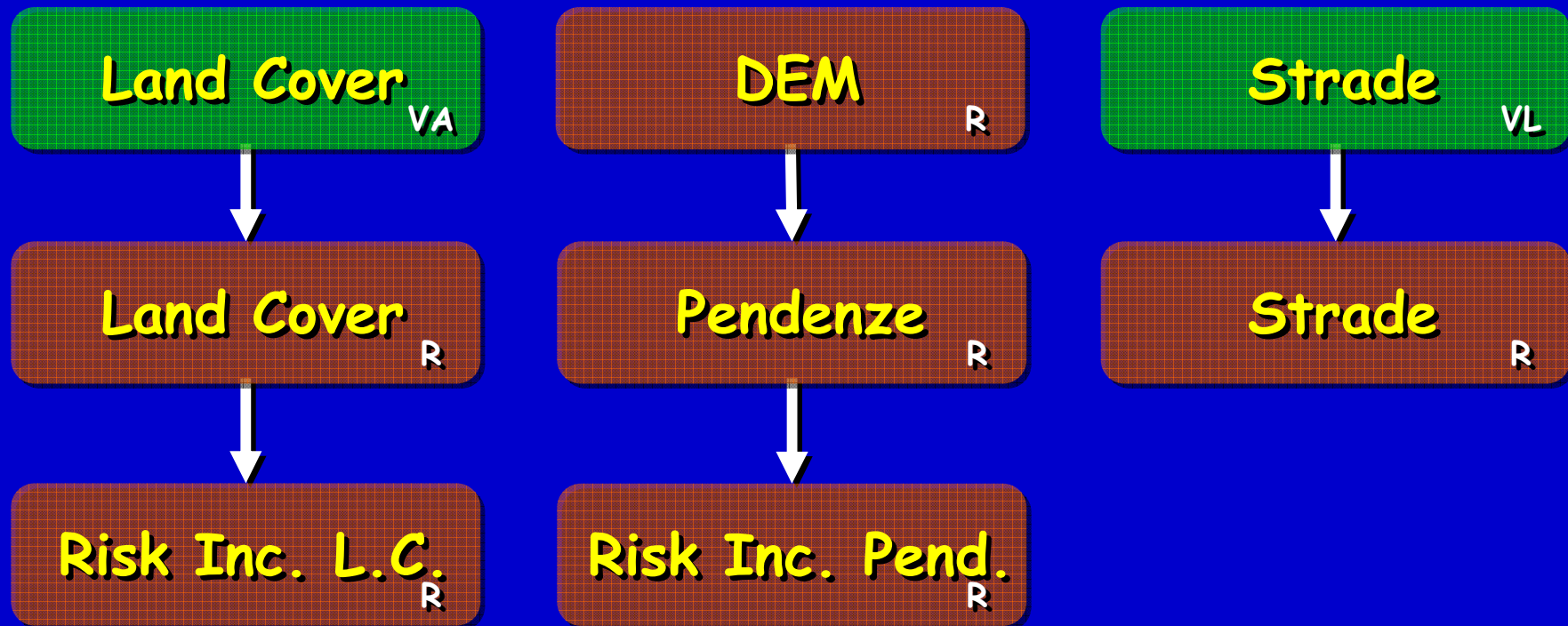
# Da Land Cover a Rischio (lc)

A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M
A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M
A	A	A	A	M	M	M	M	M	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	M	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	B	M	M
A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B

$LC(A, M, B) \gg R(1, 6, 3)$

1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

# Rischio di incendio: dati intermedi



# Da Vicinanza (S) a Rischio (S)

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dist((<, =), 2.1) >> R(5, 1)

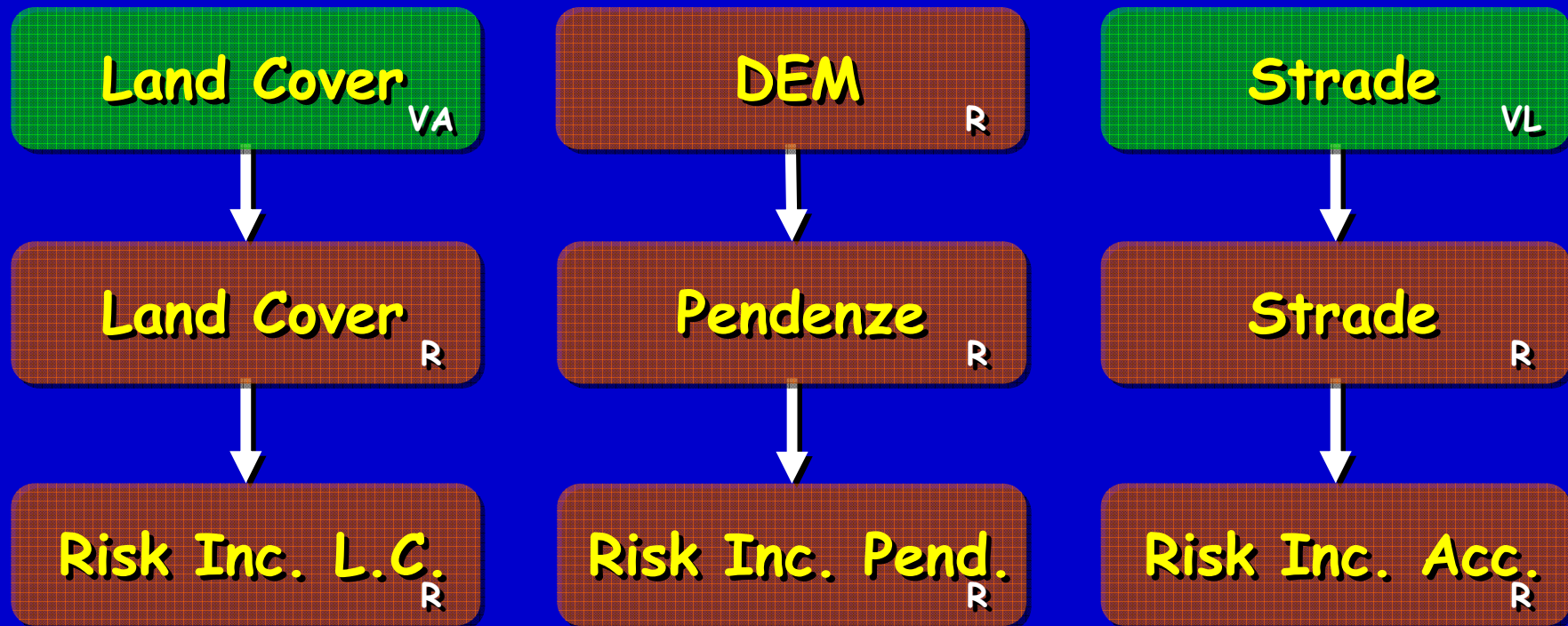
(1, 0 >> 1, 2, 0 >> 2, 3, 0 >> 3)

(1, 1 >> 1.4, 2, 1 >> 2, 3)

(2, 2 >> 2, 8)

1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1
5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1

# Rischio di incendio: dati intermedi



# Calcolo del rischio totale

0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3
0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	1
0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0
0	0	1	1	5	5	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0

rischio(p)

1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

rischio(lc)

1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1
5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1

rischio(S)

rischio(T) =

$$\frac{1}{2} * ( \text{rischio(p)} + \text{rischio(T)} + \text{rischio(T)} )$$





# Calcolo del rischio totale

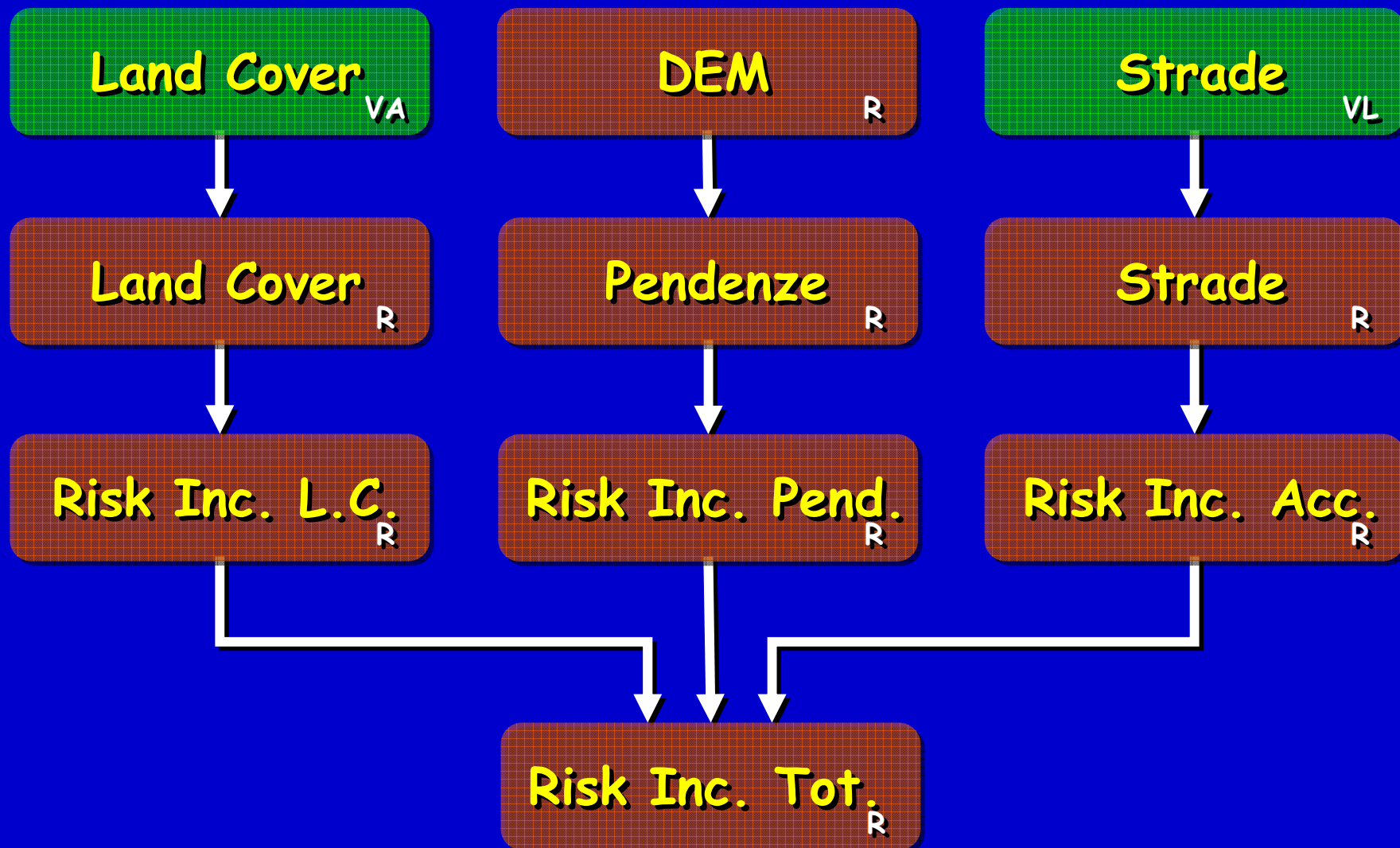
0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3
0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	1
0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0
0	0	1	1	5	5	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0

1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1
5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1

1	1	1	1	1	5	6	6	6	7	7
1	1	1	1	3	6	6	6	7	7	7
1	1	1	3	6	6	6	6	7	7	6
1	3	3	4	5	5	4	4	6	6	3
3	3	3	4	6	6	4	4	4	4	4
3	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2
3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2

# Rischio di incendio: il processo



# Esempi di calcolo del Rischio totale

0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3
0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	1
0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0
0	0	1	1	5	5	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0

1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1
5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1

1	1	1	1	1	5	6	6	6	7	7
1	1	1	1	3	6	6	6	7	7	7
1	1	1	3	6	6	6	6	7	7	6
1	3	3	4	5	5	4	4	6	6	3
3	3	3	4	6	6	4	4	4	4	4
3	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2
3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2

# Esempi di calcolo del Rischio totale

0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3
0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	1
0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0
0	0	1	1	5	5	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0

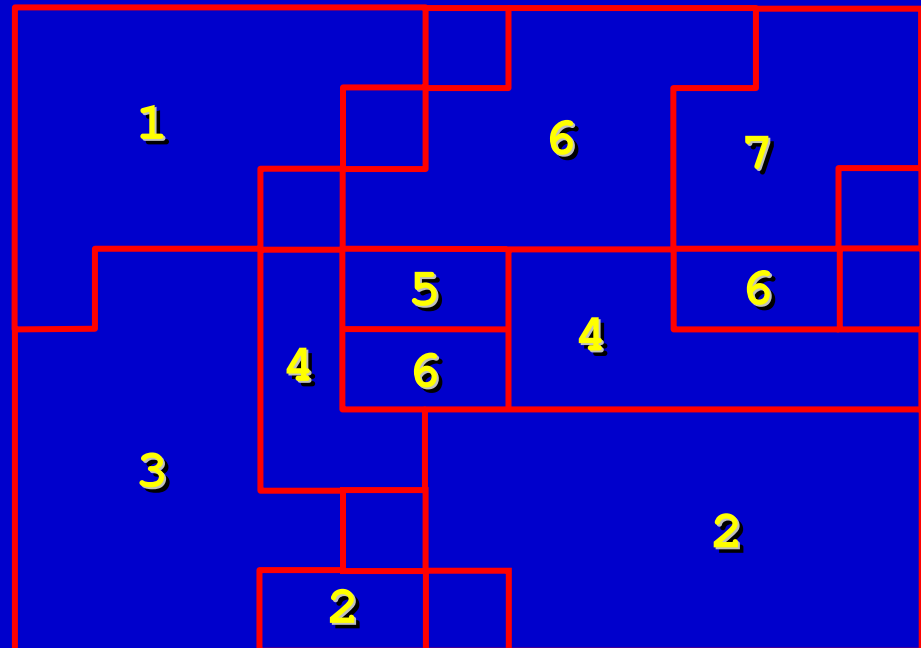
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6
1	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	6	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	6	6
1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1
5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1

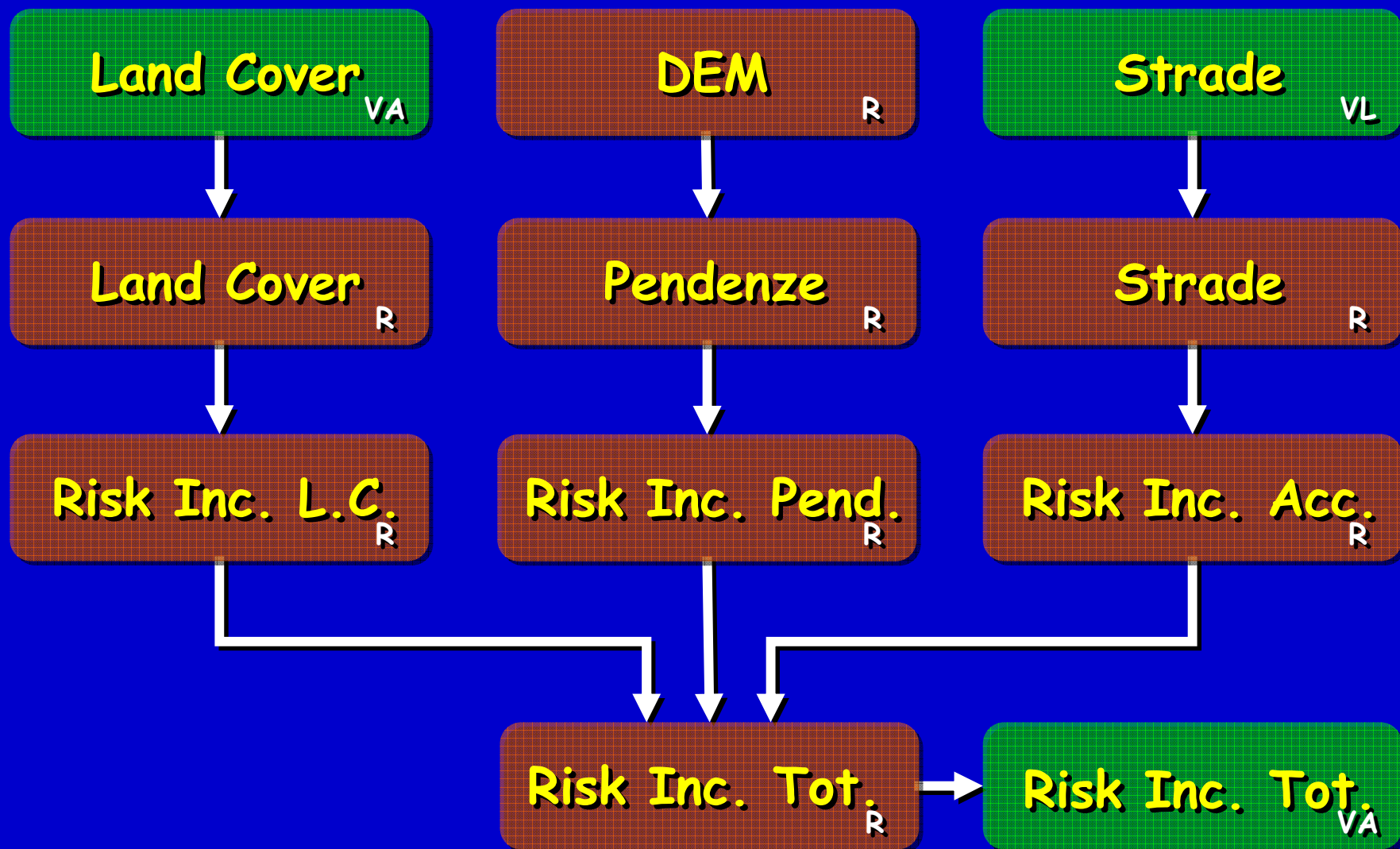
1	1	1	1	1	5	6	6	6	7	7
1	1	1	1	3	6	6	6	7	7	7
1	1	1	3	6	6	6	6	7	7	6
1	3	3	4	5	5	4	4	6	6	3
3	3	3	4	6	6	4	4	4	4	4
3	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2
3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2

# Esempi di calcolo del Rischio totale

1	1	1	1	1	5	6	6	6	7	7
1	1	1	1	3	6	6	6	7	7	7
1	1	1	3	6	6	6	6	7	7	6
1	3	3	4	5	5	4	4	6	6	3
3	3	3	4	6	6	4	4	4	4	4
3	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2
3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2



# Rischio di incendio: il processo



# Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich  
[www.di.unipi.it/~mogorov](http://www.di.unipi.it/~mogorov)