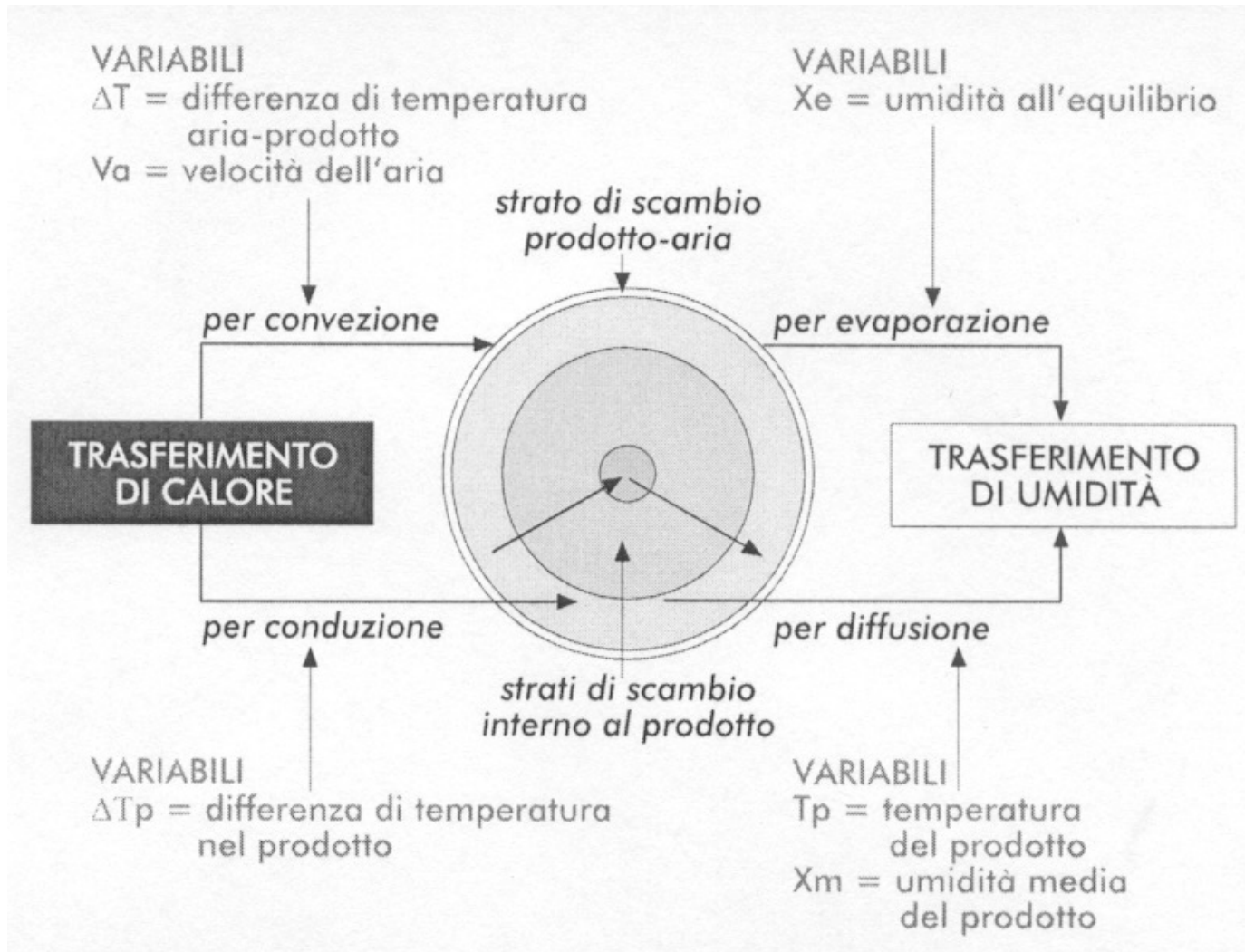
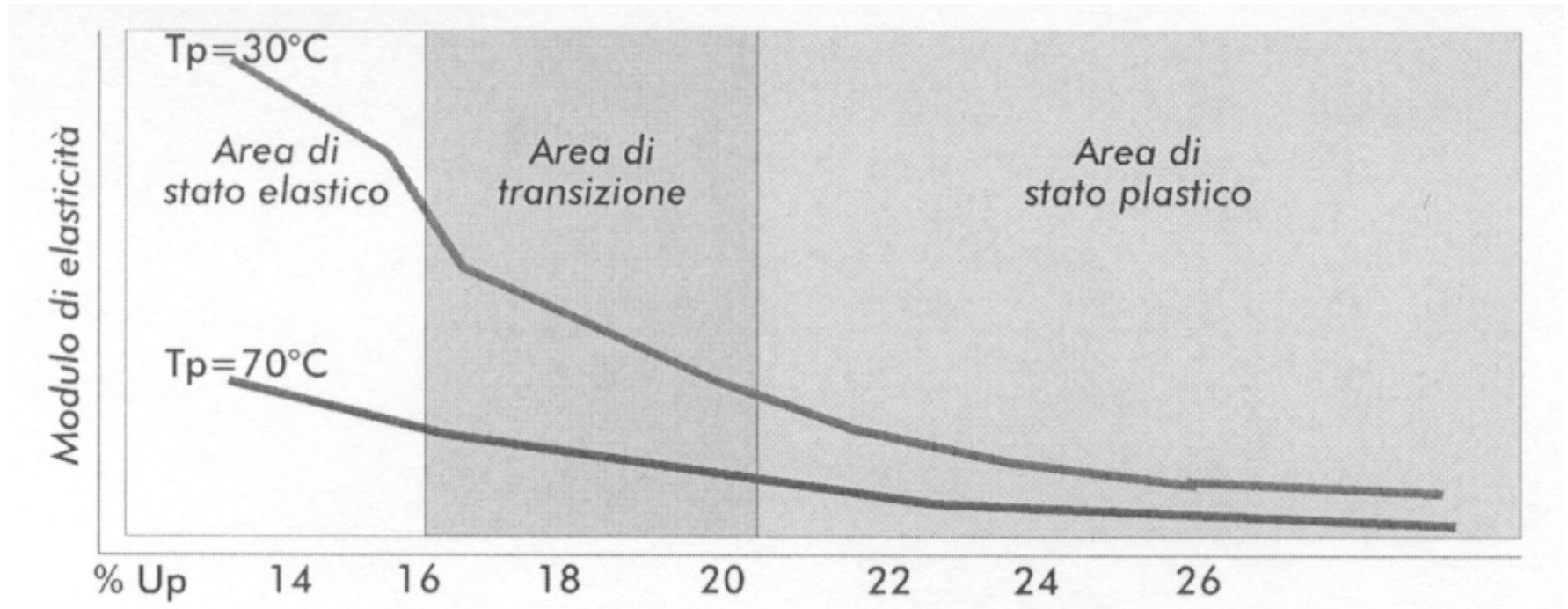


# Essiccamento



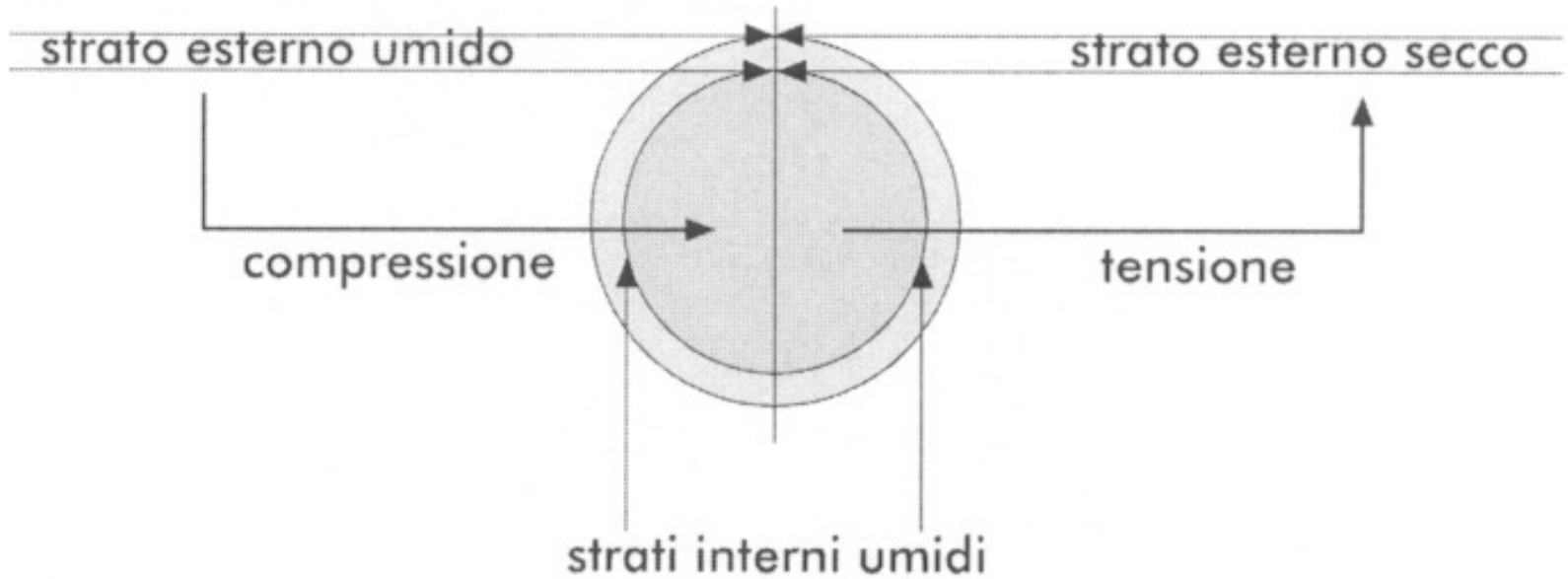
# Transizione di fase



Contrazione di volume



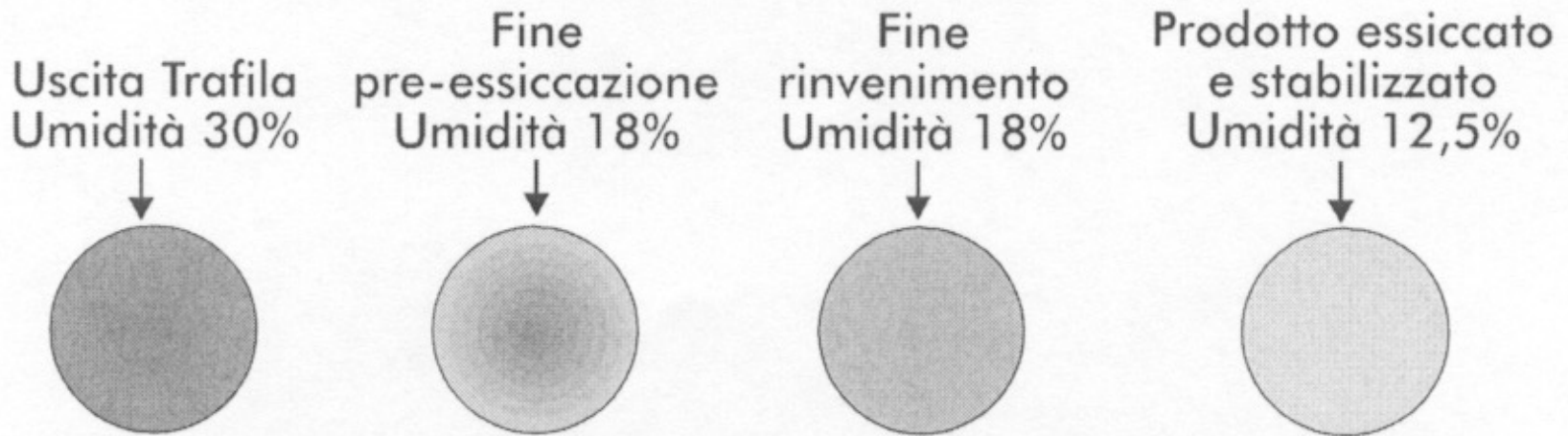
# Stratificazioni e tensioni



# Per evitare rotture:

- umidificazione dell' aria
- tempo di redistribuzione dell' acqua

ESEMPIO DI RISTRIBUZIONE DELL'ACQUA DURANTE  
L'ESSICCAZIONE DI SPAGHETTI  
(SEZIONE)



# Velocità di essiccamento

Funzione:

- Temperatura aria ( $T > T_{\text{ambiente}}$ )
- Umidità aria (variabile)
- Velocità aria (variabile)

Figura 5/a - CURVA DI ESSICCAZIONE PER UMIDITÀ DELLA PASTA - TEMPO

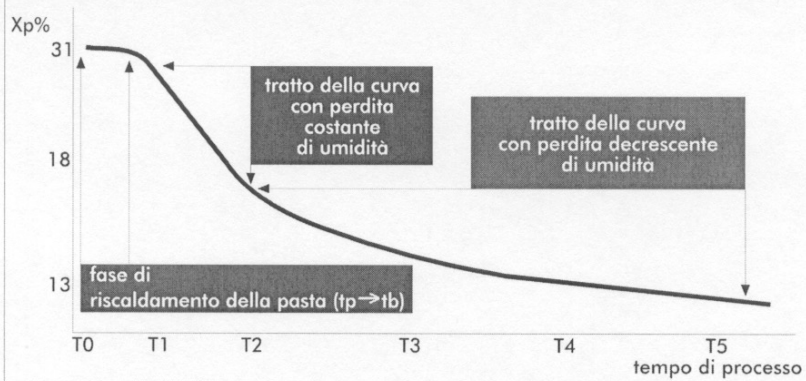


Figura 5/b - CURVA DI ESSICCAZIONE PER VELOCITÀ - TEMPO

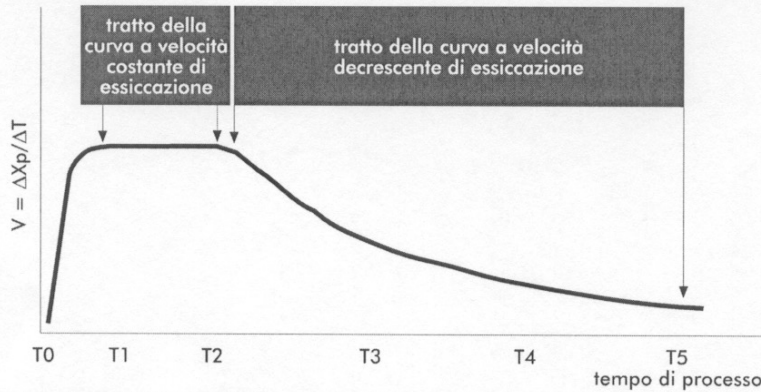
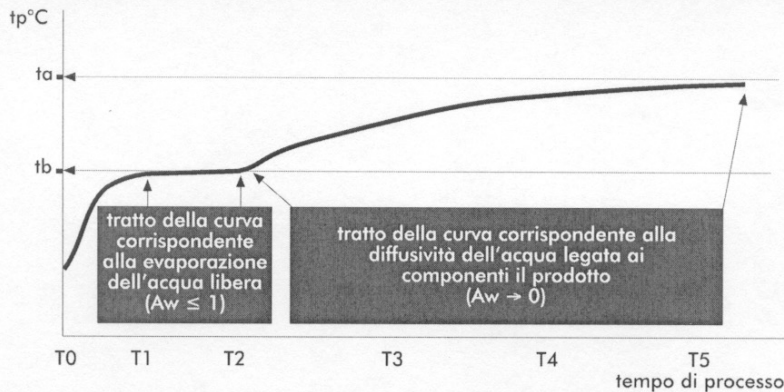


Figura 5/c - CURVA DI ESSICCAZIONE PER TEMPERATURA PRODOTTO - TEMPO



# Cinetiche essiccamento

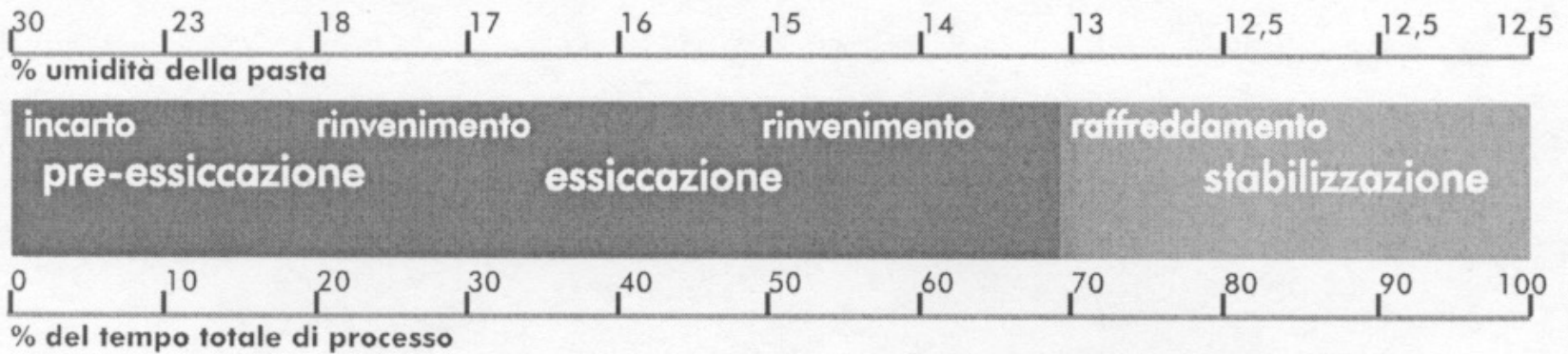
# Essiccamento: lessico

- **Incarto:** pre-essiccamento superficiale (asciugatura) per evitare incollatura o per assicurare stabilità di forma.
- **Pre-essiccamento:** estrazione dell'acqua dal prodotto ancora in stato plastico (con assenza di tensioni interne) estrazione rapida dell'acqua se rispettato equilibrio tra velocità di migrazione ed evaporazione.
- **Essiccamento;** estrazione dell'acqua dalla pasta in stato elastico. Velocità di essiccamento dipende dalla velocità di migrazione delle molecole d'acqua rimaste all'interno e dalla necessità di rilassare le tensioni interne permettendo all'acqua di ridistribuirsi negli strati esterni del prodotto.

# Umidità nel tempo di essiccazione

Figura 2

## SCHEMA RAPPRESENTATIVO DEL PROCESSO DI ESSICCAZIONE DELLA PASTA





# Diagrammi di flusso del processo di essiccamento

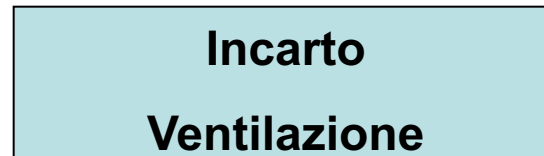
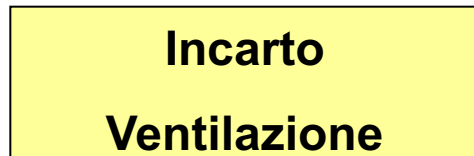
 Fasi sempre previste

 Fasi non sempre previste

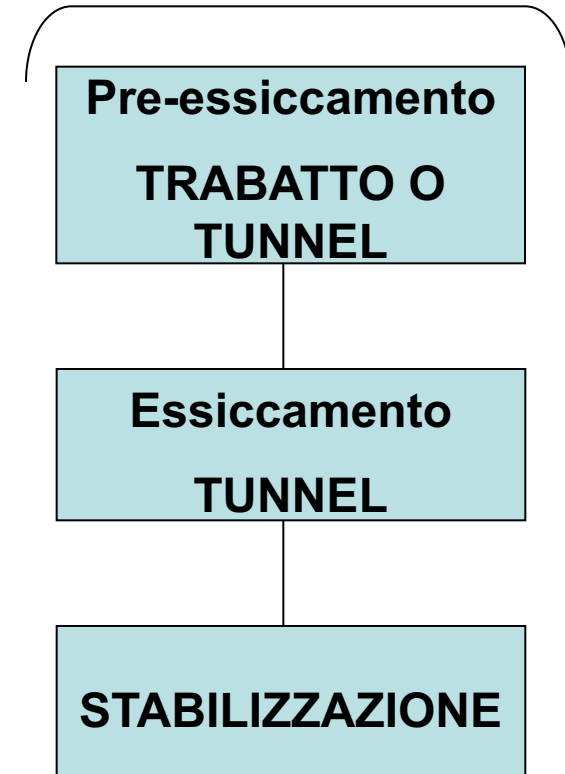
## IMPIANTO DISCONTINUO

PASTA CORTA

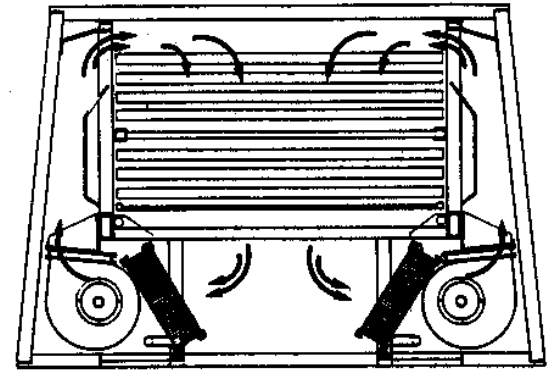
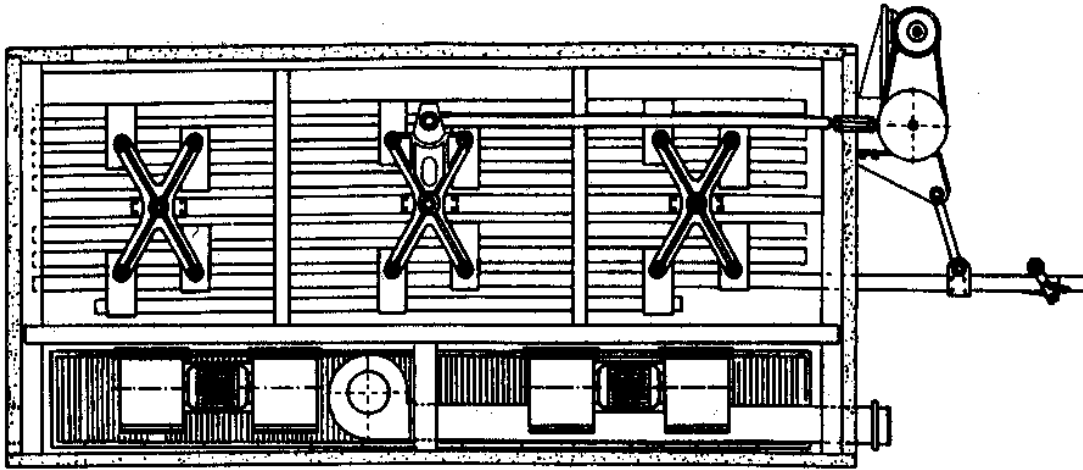
PASTA LUNGA



## IMPIANTO CONTINUO



# Pre-essiccamento



Pasta corta: trabatto

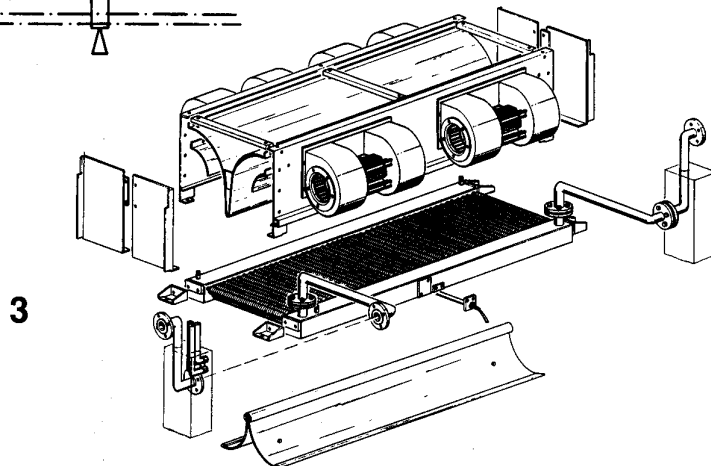
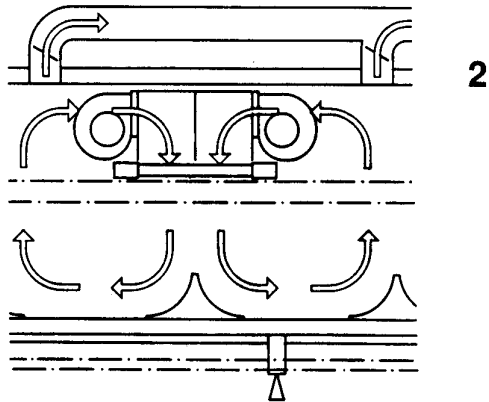
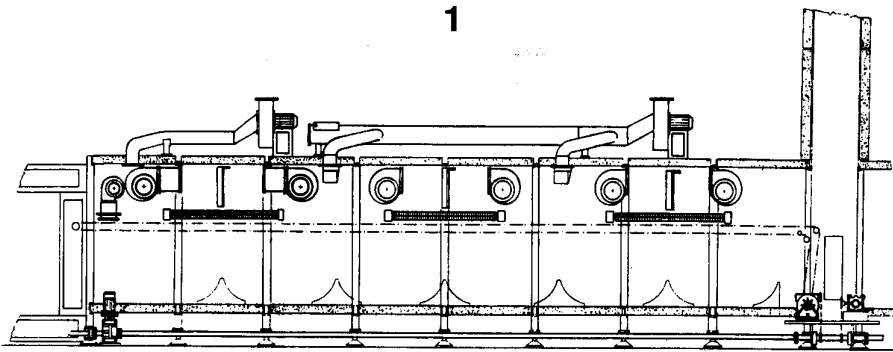
# Trabatto

Il passaggio della pasta nel trabatto viene gestito come una pre-essiccazione quanto meno parziale oppure come un incarto particolarmente spinto.

Se la pasta esce dal trabatto con circa il 25% di umidità la pre-essiccazione viene interrotta nel momento più critico.

Se poi la pasta dovrà sostare per tempi lunghi prima dell'inserimento in essiccatore (vedi caso di processo discontinuo) si avranno effetti deleteri sulla qualità del prodotto (venature o perdita del colore giallo).

# Pre-essiccamento



Pasta lunga:  
pre-essiccatore

# Pre-essiccamento

- Sia che si operi in trabatto che in pre-essiccatore il pre-essiccamento è un processo continuo
- La pasta dopo il pre-essiccamento ha un'umidità del 17-19%. La pasta a questa umidità si trova in uno stato plastico-elastico ed ha ancora una certa porosità capillare.

# Pre-essiccatore continuo

Figura 2

## CARATTERISTICHE FUNZIONALI DI UN PRE-ESSICCATORE CONTINUO



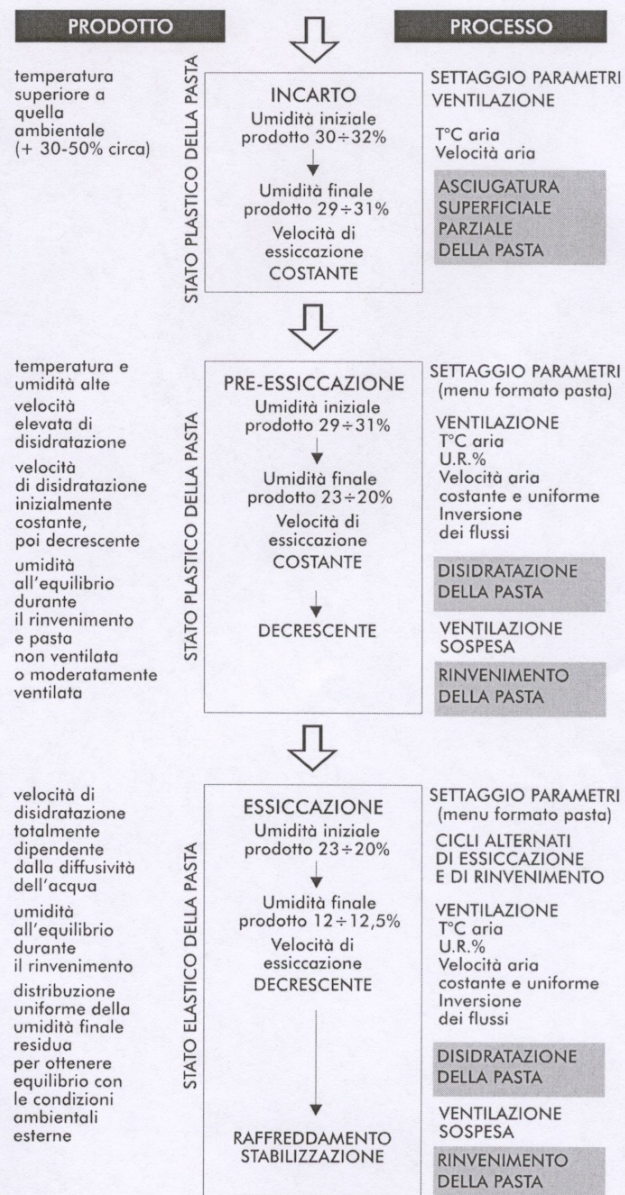
# Essiccamento

- Dopo il pre-essiccamento la pasta viene mandata all' essiccamento vero e proprio.
- L' essiccamento può essere statico in armadio di essiccazione (sistemi di essiccamento discontinui) o dinamico in tunnel di essiccazione (sistemi di essiccamento continui).

# Essiccamento discontinuo

Figura 1

## FASI TECNOLOGICHE DELLA ESSICCAZIONE NEGLI IMPIANTI DISCONTINUI

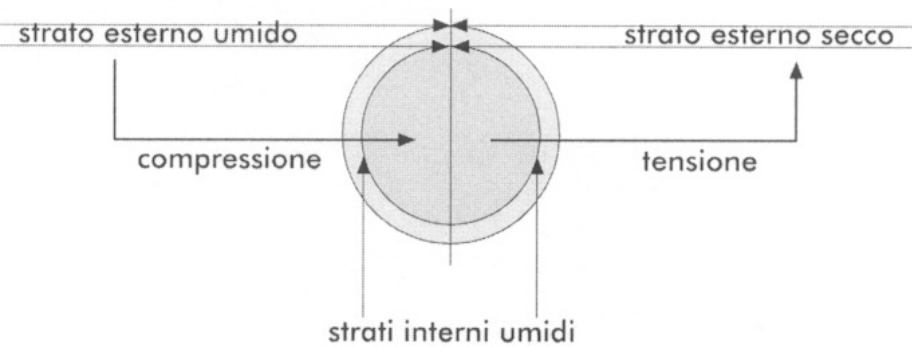




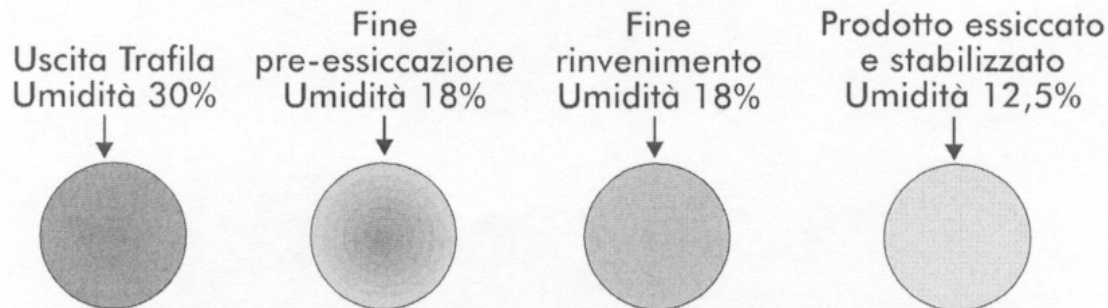
# Essiccatoi statici



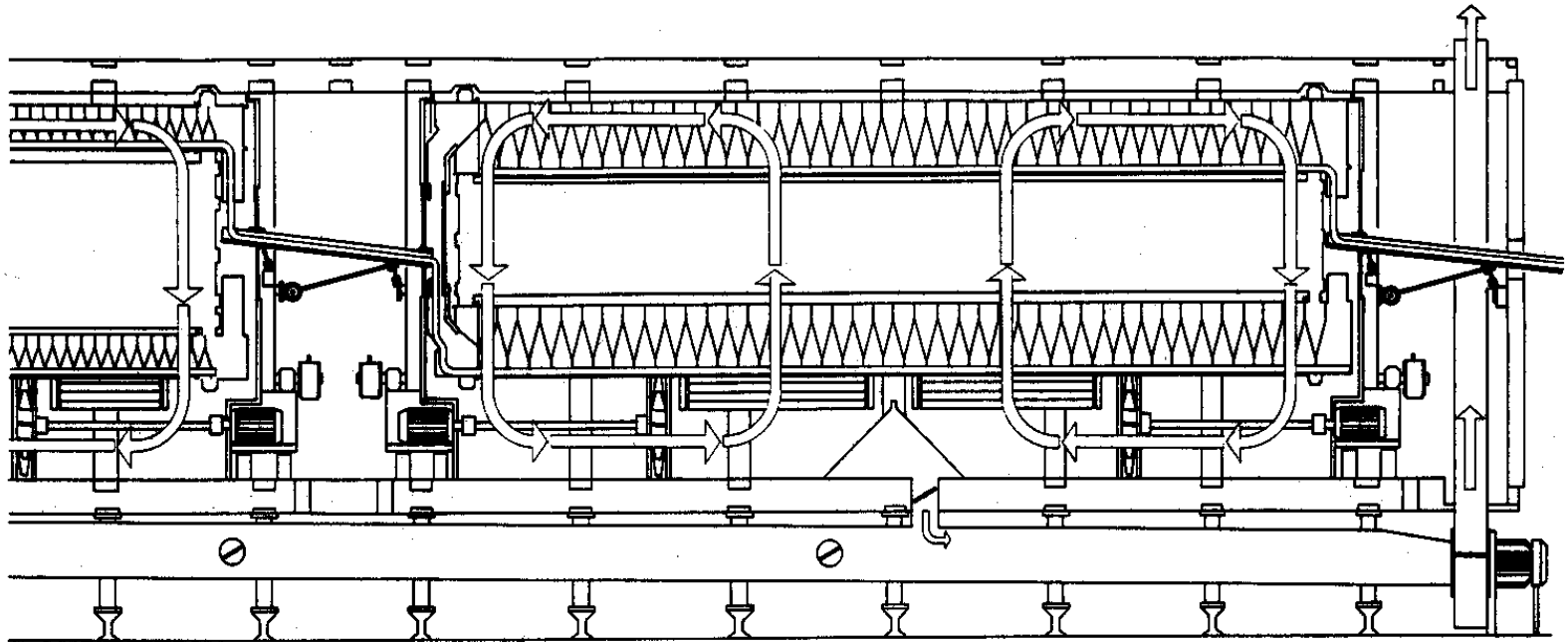
# Cicli alternati di essiccazione-rinvenimento



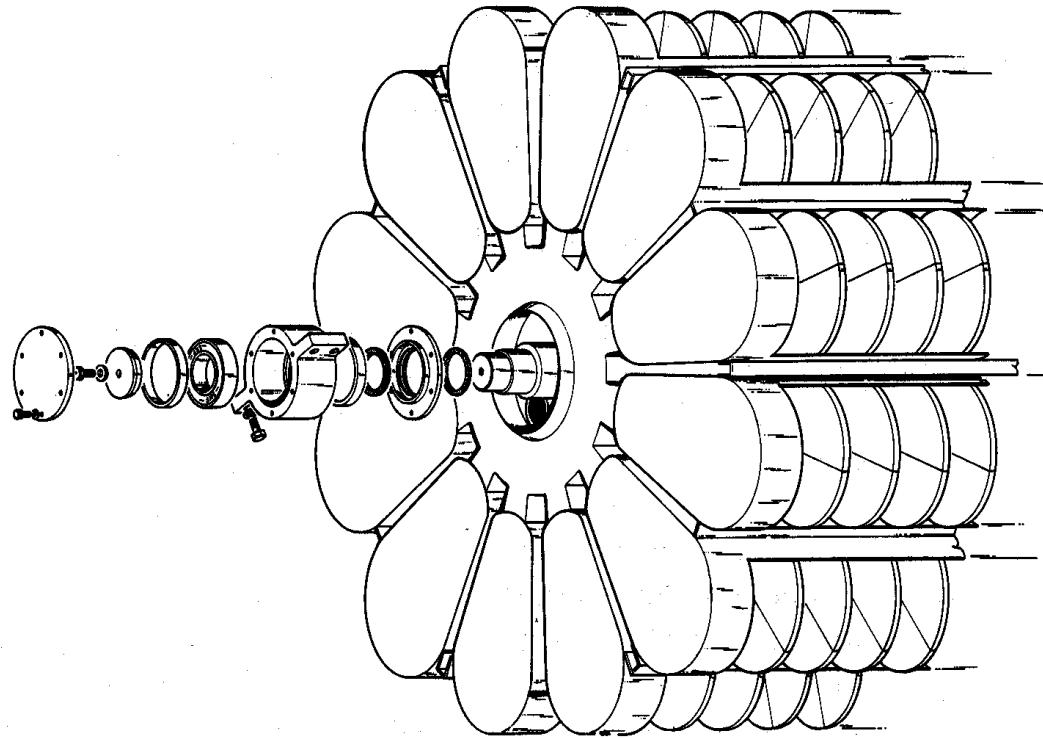
## ESEMPIO DI RISTRIBUZIONE DELL'ACQUA DURANTE L'ESSICCAZIONE DI SPAGHETTI (SEZIONE)



# Essiccamento continuo



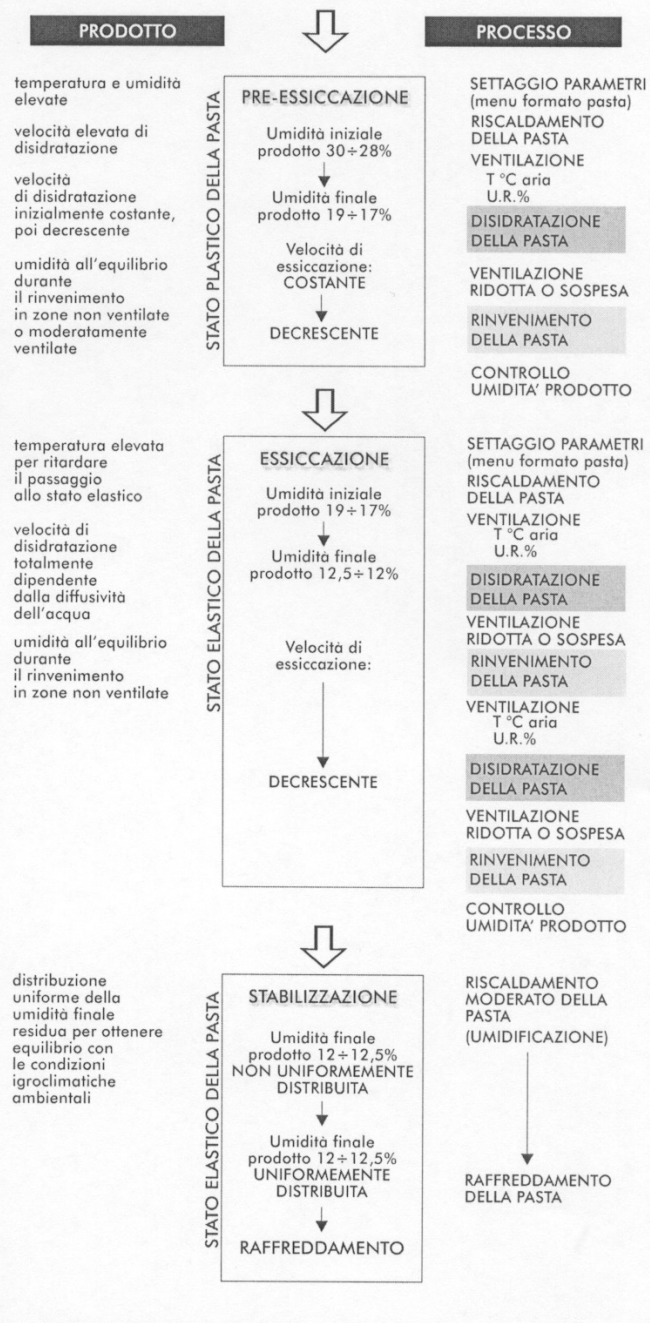
# Essiccatore rotativo per pasta corta



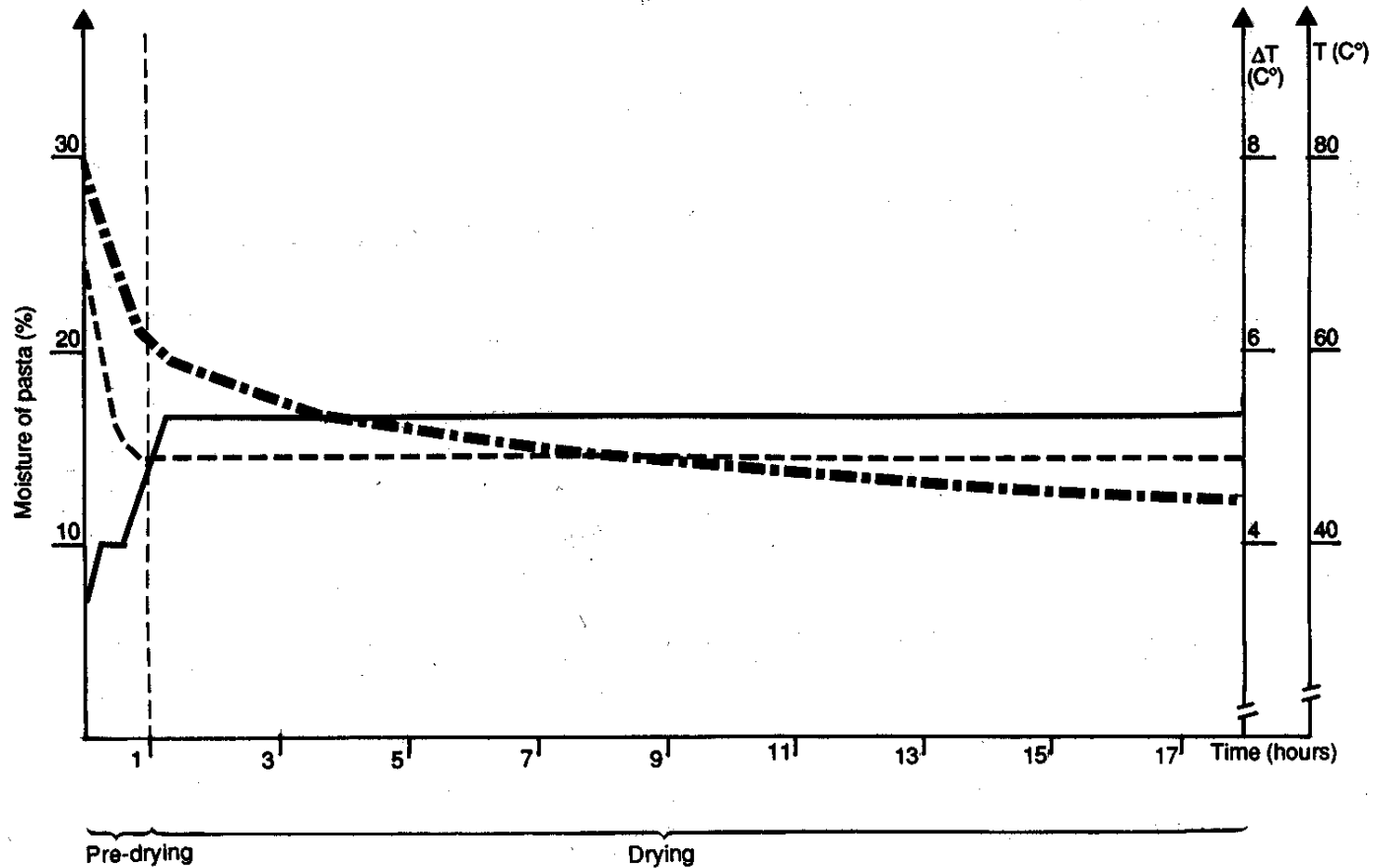
# Essiccamento continuo

Figura 1

## FASI TECNOLOGICHE DELLA ESSICCAZIONE NELLE LINEE CONTINUE AUTOMATICHE



# Diagramma di essiccamento tradizionale a bassa temperatura



Durata processo 18.30 ore più 6 ore di stabilizzazione: 24.30 ore

# Utilizzo alte temperature

- Aumento velocità di essiccamento
- Minore durata del processo
- Diminuzione dimensione degli impianti
- Sanitizzazione del prodotto (pastorizzazione)
- Miglioramento qualità della pasta:
  - inattivazione enzimi ossidasici
  - inattivazione PPO
  - consolidamento del reticolo glutinico con conseguente tenuta in cottura

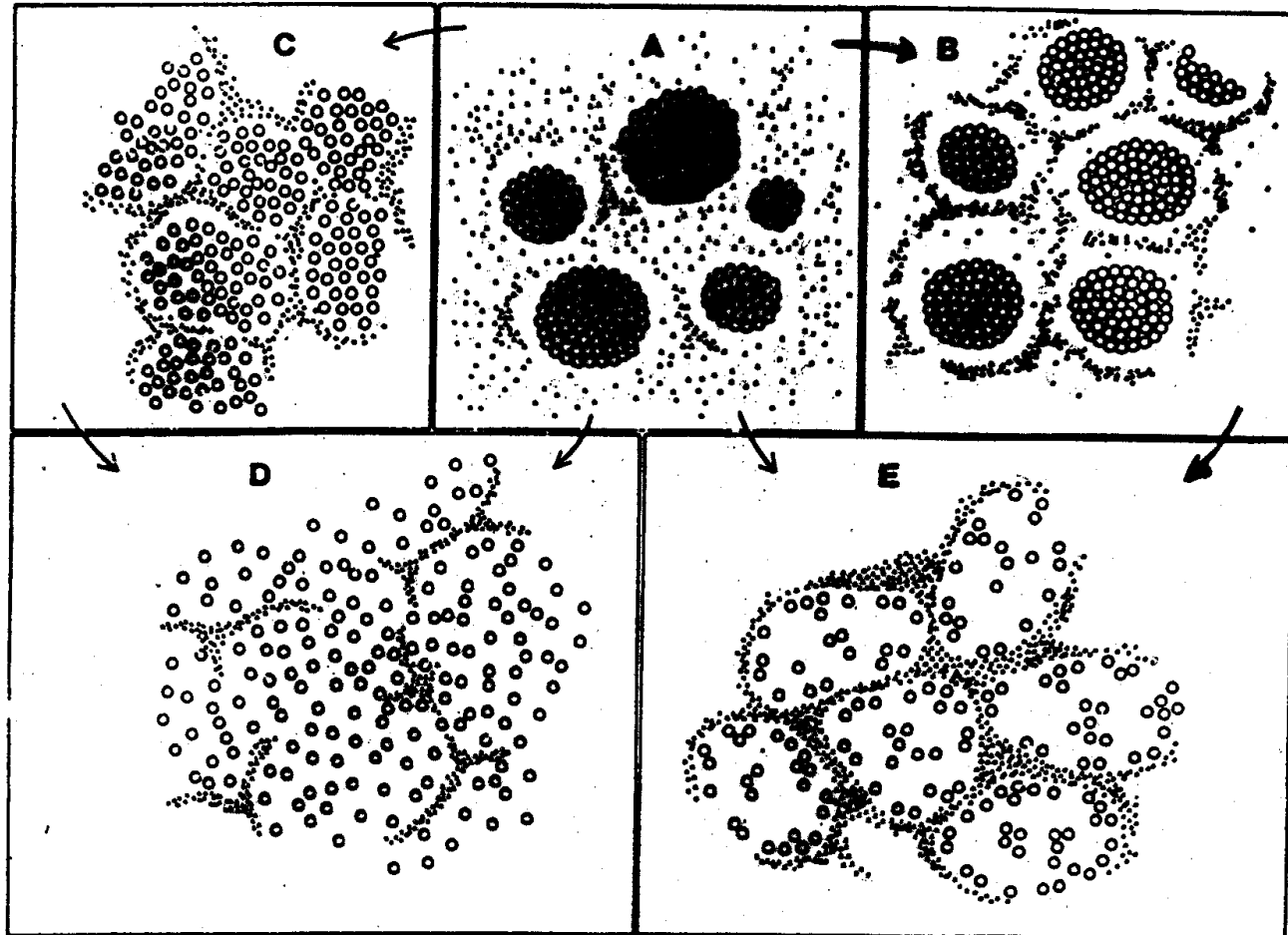
# Consolidamento del reticolo glutinico

HM

LM

Alta umidità

Bassa umidità

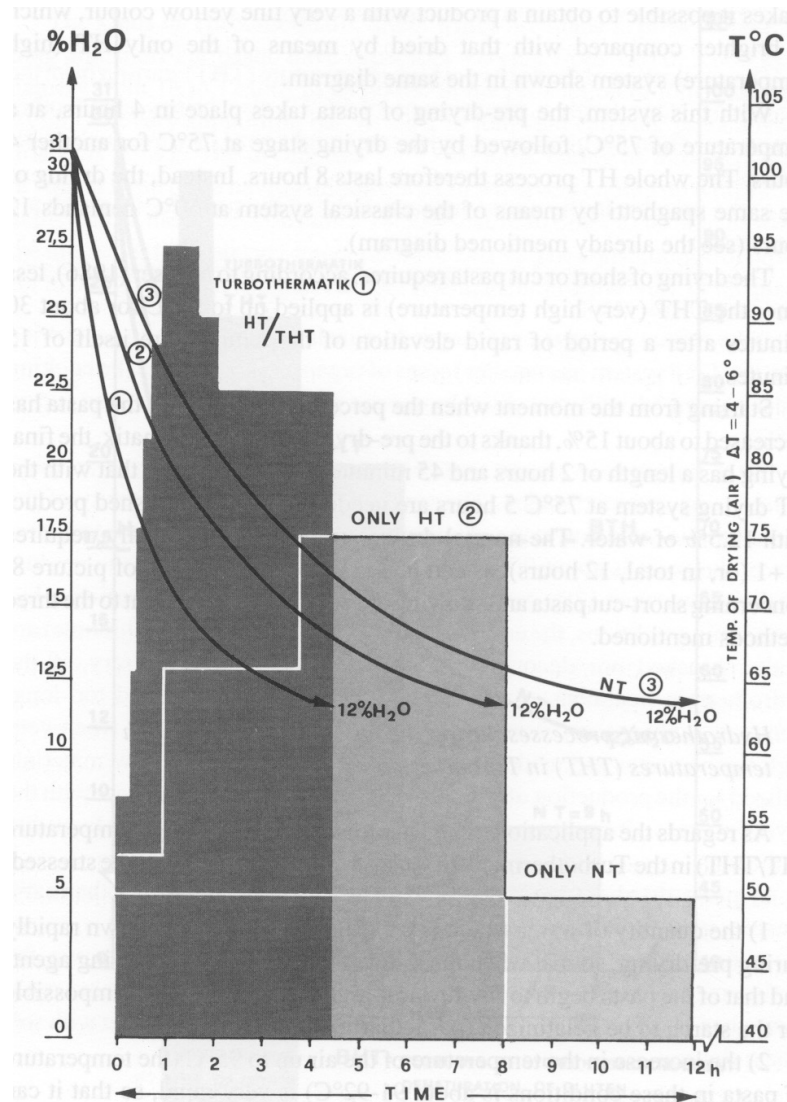




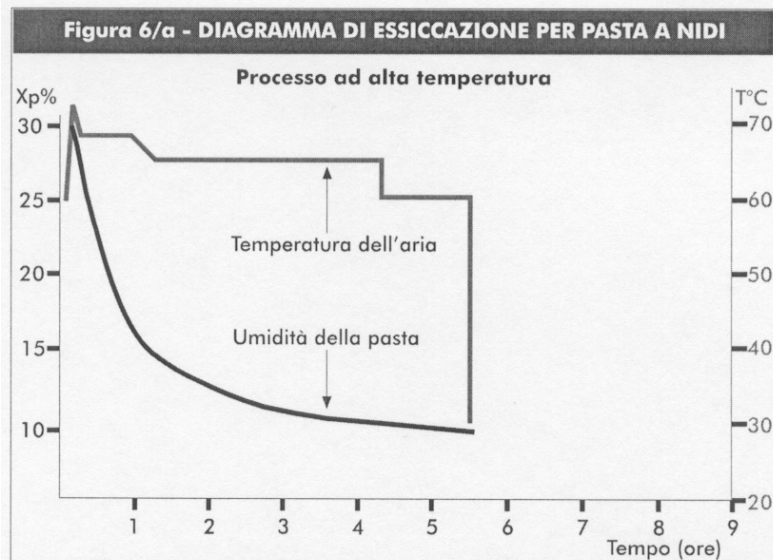
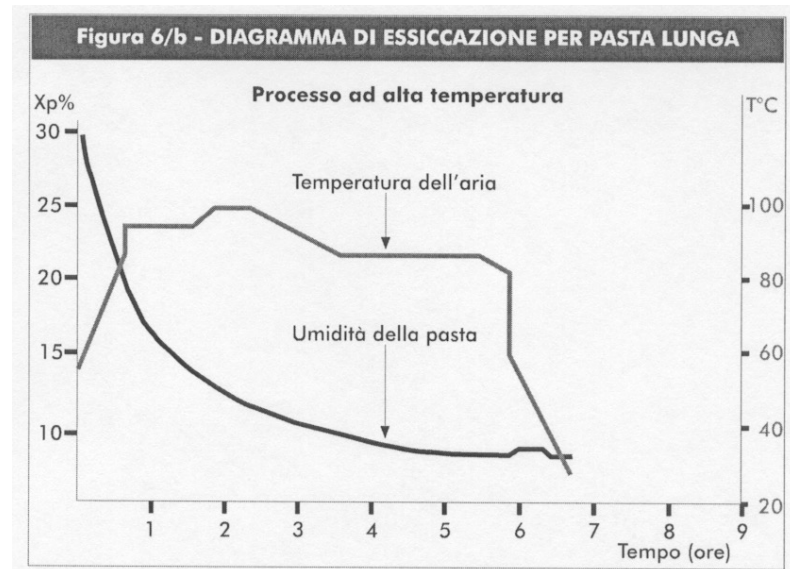
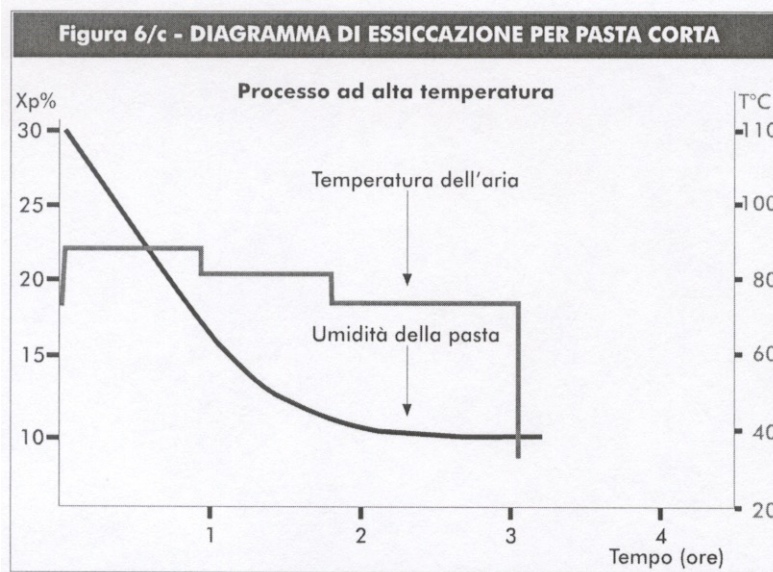
# Alte temperature

- HT: Haute Température o High Temperature  
fino a 75° C
- THT o VHT: Très Haute Température o Very  
High Temperature  
da 85° C fino a 115° C

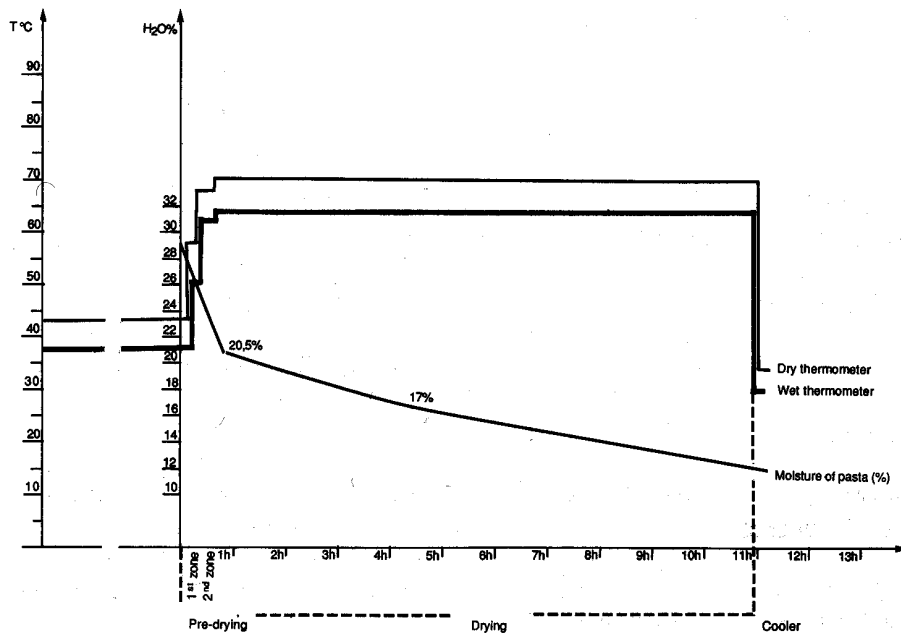
# Velocità di essiccazione HT-THT-NT



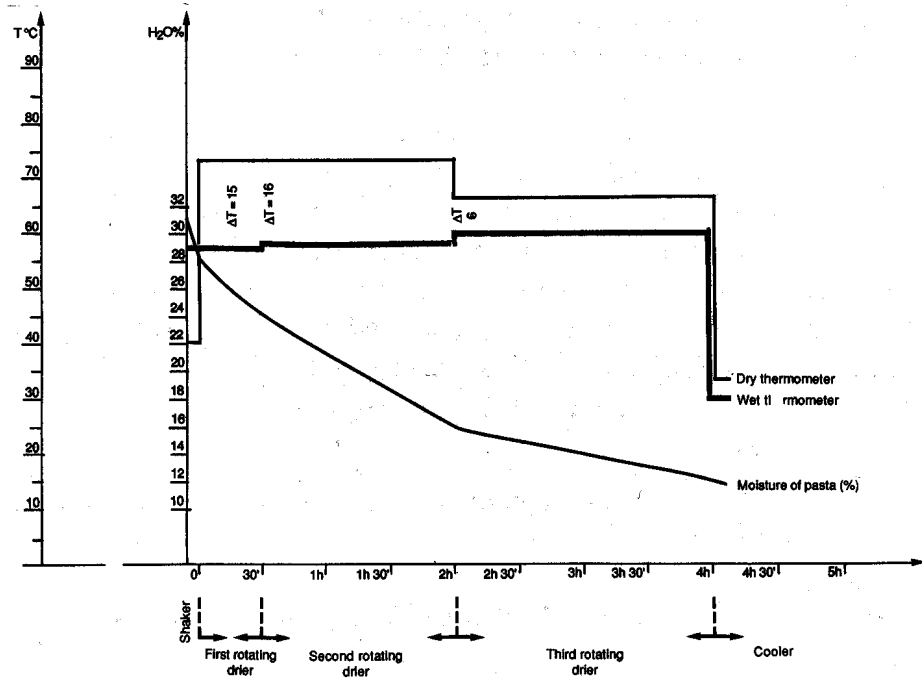
# Diagrammi di essiccamento HT



# Diagrammi HT

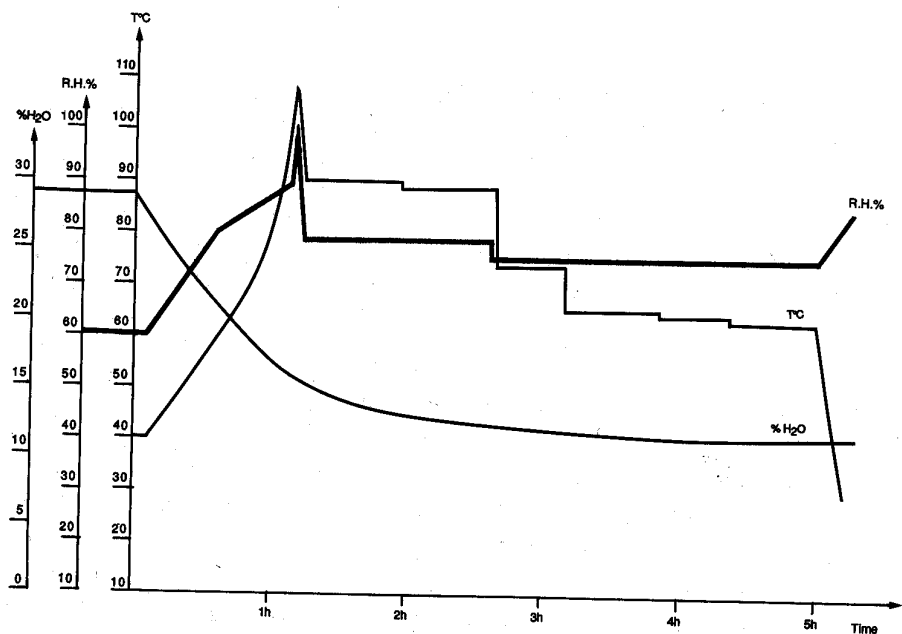


Pasta lunga

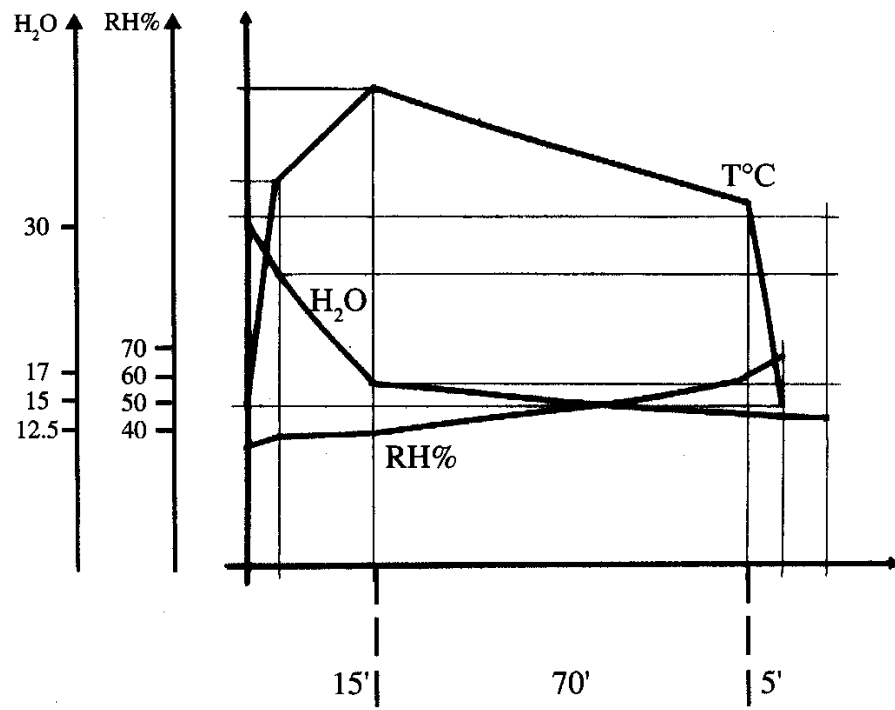


Pasta corta

# Diagrammi di essiccazione THT



Pasta Lunga



Pasta corta

# Rotothermo – (Thermomatic)

- In questi essiccatori il trasferimento di calore avviene mediante l'ausilio di tubazioni in cui viene convogliata acqua calda.
- Migliore capacità di scambio termico.
- Diminuzione tempi di essiccamento

# ESSICCAMENTO DELLA PASTA LUNGA

		HT (essiccatore)	HT (Rototermo)	HTer (Rototermo)	THT (Rototermo)
Riscaldamento	T (°C)	44 → 58			
	tempo (min.)	10			
	Umidità (%)	26			
<b>Pre - essiccamento</b>					
I fase	T (°C)	58	52 - 60	55 → 70	40 → 86
	UR (%)	-	80	> 80	60-88
	tempo (min.)	20	45 - 50	45	70
	Umidità (%)	23	20	17,5	17
II fase	T (°C)	68	75	80 → 84	106
	UR (%)	-	> 80	96	93
	tempo (min.)	20	8 - 10	20	3 - 5
	Umidità (%)	20	≈ 20	16,8	17
Abbassamento T	T (°C)				106 → 90
	UR (%)				93 → 80
	tempo (min.)				1 - 2
	Umidità (%)				17
<b>Essiccamento</b>					
I fase	T (°C)	75	65	84 → 78	89 - 90
	UR (%)	-	74	80	80
	tempo (min.)	180 (3h)	270 (4h 30)	390 (6h 30)	40
	Umidità (%)	17	17,2	14,4	14,2
II fase	T (°C)	70	45	78 → 70	86 - 87
	UR (%)	78%	60	76	78
	tempo (min.)	420 (7h)	240 (4h)	390 (6h 30)	40
	Umidità (%)	14	15	12	12,6
III fase	T (°C)	-	29		73-74
	UR (%)	-	-		76
	tempo (min.)	190 (3h 10)	540 (9 h)		35
	Umidità (%)		12		
IV fase	T (°C)				73-74
	UR (%)				75
	tempo (min.)				120 (2h)
	Umidità (%)				11,6
Tempo essiccamento		14h	18h 30	14h 10	4h 40
Stabilizzazione	T (°C)				
	UR (%)				
	tempo (min.)				
	Umidità (%)				
Durata totale del processo			18h 30		

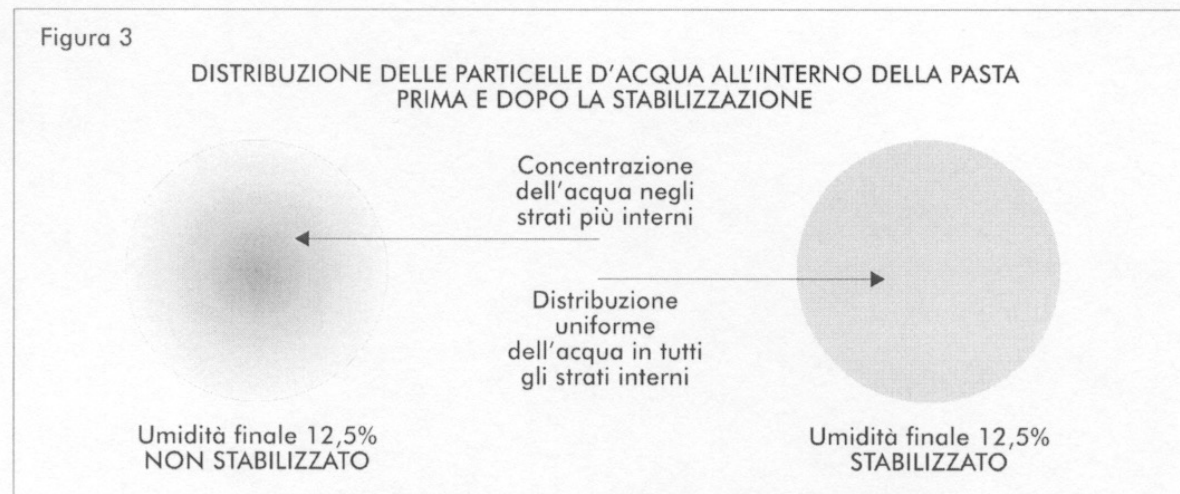
# ESSICCAMENTO DELLA PASTA CORTA

		HT (essiccatore)	HT (Rototermo) (essiccatoio rotante) 3 essiccatoi	THT (Rototermo)
Uscita pressa	T (°C)	45-50		41
<b>Riscaldamento</b>				
	T (°C)	-	-	41 → 97
	tempo	-	-	-
<b>Pre - essiccamento</b>				
I fase	T (°C)	65 - 70 f. normali 58 - 62 f. piccoli	58	96 - 97
	UR (%)	70 - 80	80	80
	tempo (min.)	6-8	5	2 -3
	Umidità (%)	27 - 28	28	27
II fase	T (°C)	72 - 78	58 → 74	85 → 90
	UR (%)	72 - 78	46 - 48	75
	tempo (min.)	45 - 50	120	45
	Umidità (%)	17,5 - 18,5	16,8	17,1
<b>Essiccamento</b>				
I fase	T (°C)	70 - 72	67	95 -90
	UR (%)	73	-	75 → 80
	tempo (min.)	150 (2h 30)	120 (2h)	50
	Umidità (%)	17	12,4	12
II fase	T (°C)	55 - 60		90 → 70
	UR (%)	70		80 → 85
	tempo (min.)	1000 (1h 30)		40
	Umidità (%)	15		12
III fase	T (°C)	50 - 60		
	UR (%)	60 - 70		
	tempo (min.)	190 (3h 10)		
	Umidità (%)	12,5		
<b>Tempo essiccamento</b>		7h	4h	2h 20
<b>Stabilizzazione</b>				
	T (°C)	ambiente		
	UR (%)	ambiente		
	tempo (min.)	360 (6h)		
	Umidità (%)			
<b>Durata totale del processo</b>		13h		



# Rinvenimento finale o stabilizzazione

- Ridistribuzione dell'umidità all'interno della pasta.
- I fase ad alta temperatura
- Il fase a bassa temperatura



Per evitare il “cheking”: rottura della pasta

