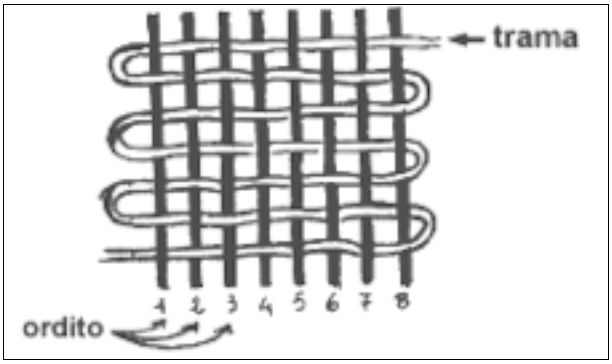
CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

**Scheda 5**

## LE MACCHINE NELLA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Uno degli aspetti più importanti del grande cambiamento dei modi di produrre avvenuto tra il 1750 e il 1850 ("RIVOLUZIONE INDUSTRIALE") in alcuni paesi europei come l'Inghilterra e l'Olanda fu l'introduzione di nuove macchine. In questa scheda, ci occuperemo soprattutto dei cambiamenti avvenuti nella tessitura e nella filatura, due tra i settori produttivi che si trasformarono più profondamente (soprattutto in Inghilterra) nel periodo che stiamo considerando.

### Cambiamenti nella tessitura




Osservando un tessuto e provando a disfarlo, si vede che è formato da fili intrecciati.

Consideriamo un tessuto semplice come quello rappresentato a fianco: i fili verticali (neri) formano l'ORDITO, quelli orizzontali (bianchi) la TRAMA.

**navetta con dentro la spoletta su cui è avvolto il filo di trama**

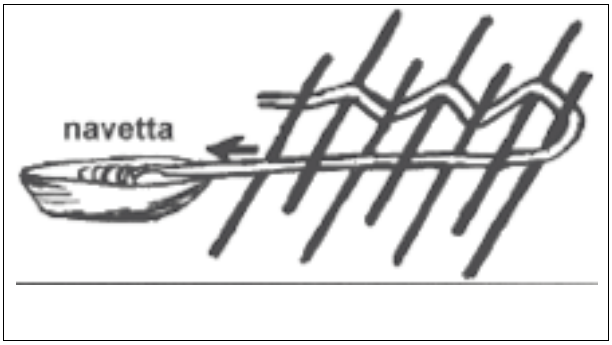
Per formare questo intreccio, si devono sistemare e poi tendere i fili dell'ORDITO. Dopo, si cominciano a sollevare i fili di posto dispari dell'ORDITO e si fa passare, tra essi e i fili di posto pari, una NAVETTA contenente un rocchetto di filo di TRAMA.

Fatto ciò, si abbassano i fili di posto dispari e si alzano i fili di posto pari dell'ORDITO e si fa passare tra essi in senso opposto la NAVETTA...

E poi di nuovo: si abbassano i fili di posto pari

e si alzano i fili di posto dispari, ecc...

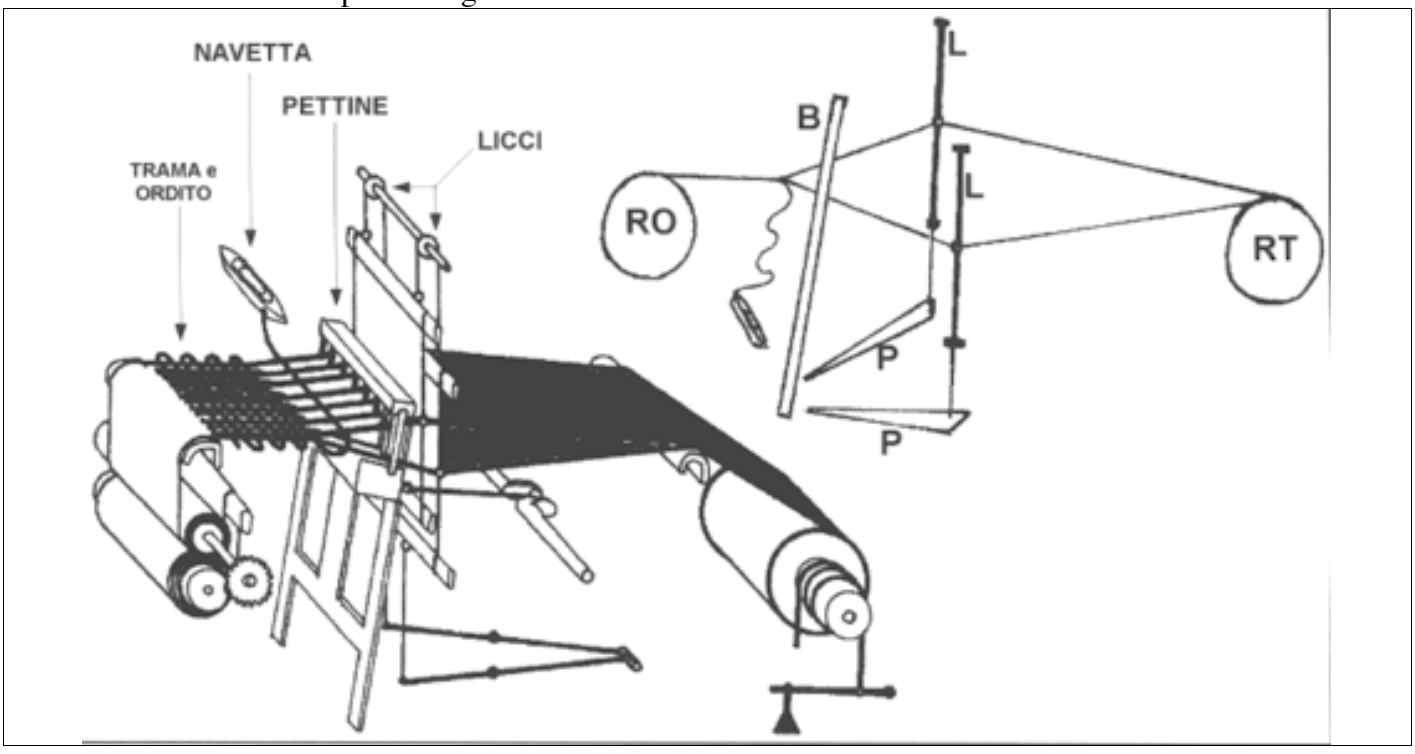
In questo modo la trama e l'ordito restano intrecciati.



CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

**tessitore del XV secolo**

In Europa, verso il 1200, per tessere si usava il telaio orizzontale. Questo telaio era già una macchina piuttosto complessa, con dei RULLI su cui erano avvolti da un lato (RO) i fili dell'ordito, dall'altro (RT) il tessuto; dei LICCI (L) che, azionati da PEDALI (P), alzavano ed abbassavano i fili dell'ordito; un battente o PETTINE (B), per spingere uno contro l'altro i fili della trama.
Per realizzare il tessuto, il tessitore pigiava un pedale per alzare i fili dell'ordito (alternativamente, quelli di posto pari e quelli di posto dispari), con una mano passava la navetta tra i fili di posto pari e quelli di posto dispari e con l'altra mano la afferrava dalla parte opposta; tirava il pettine per accostare il filo di trama, ultimo passato, agli altri fili di trama; poi pigiava l'altro pedale e ricominciava... Ogni tanto faceva ruotare con le mani i rulli per avvolgere la tela.




ATTIVITÀ

Rileggi attentamente la spiegazione ed osserva i disegni:

1) Prova a completare il diagramma di flusso (sul foglio a parte) che ricostruisce il lavoro del tessitore.
2) Quanti e quali movimenti doveva fare il tessitore ad ogni passata del filo di trama?
3) Con quali parti del corpo li faceva?

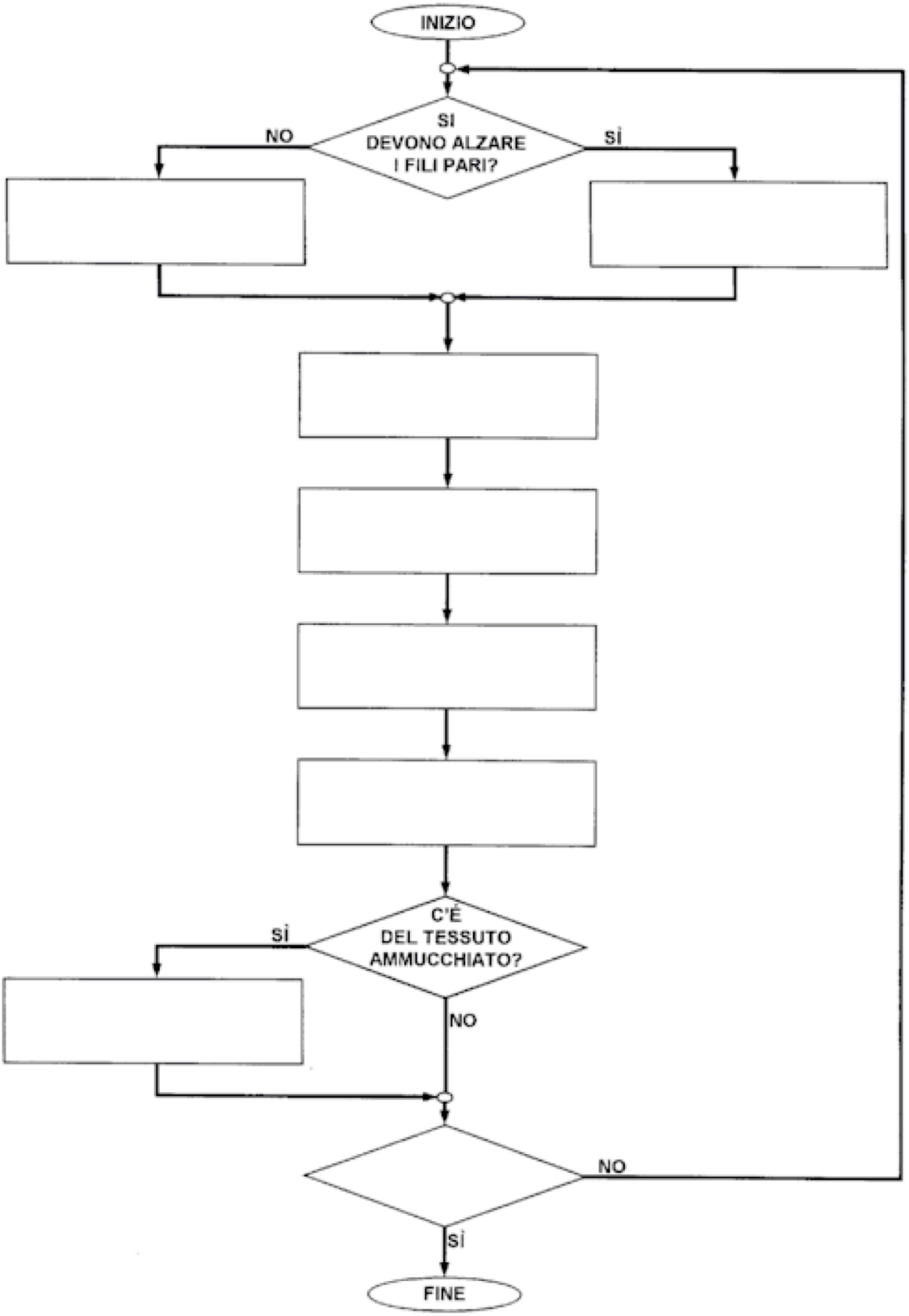
CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

**Telaio doppio del trecento**

Notiamo che un tessitore, da solo, non poteva fabbricare un tessuto più largo delle sue braccia, perché non sarebbe altrimenti riuscito a fare passare la navetta. Per fare un tessuto più largo di 1 metro occorrevano due tessitori: uno, da una parte, lanciava la navetta e l'altro, dall'altra parte, la doveva afferrare.

CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

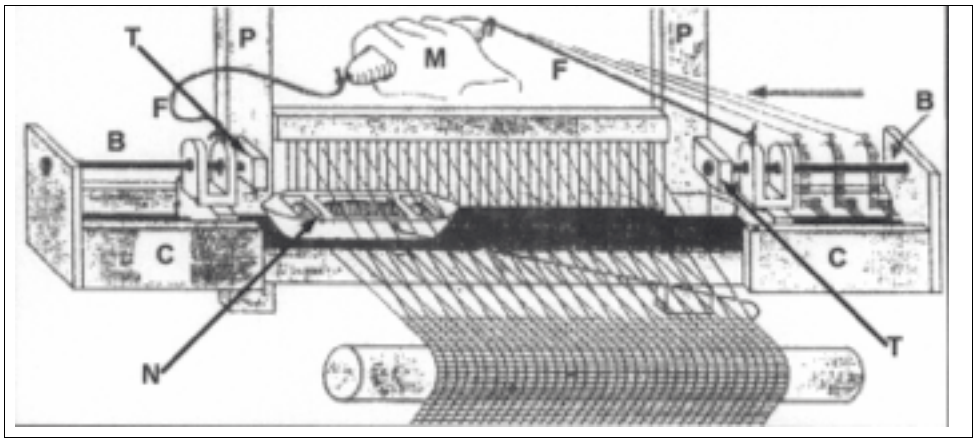
## IL LAVORO DEL TESSITORE AL TELAIO TRADIZIONALE



CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

All'inizio del XVIII secolo, in Inghilterra cominciò a crescere la domanda di tessuti. Si vendevano molto i tessuti di cotone, che costavano di meno perché il cotone cominciava ad essere coltivato a basso costo nelle colonie inglesi e poi trasportato in Inghilterra con le navi.

L'aumento della richiesta di tessuti spinse a migliorare i telai. Nel 1733, l'inglese Kay inventò la SPOLETTA VOLANTE.




Al PETTINE (**P**) (usato per avvicinare tra loro i fili di trama dopo ogni passata di spoletta), vengono applicate due cassette (**C**), con due bacchette (**B**); sulle bacchette scorrono due martelletti (**T**), azionati dalle due funicelle (**F**), collegate con la manopola (**M**).

Il funzionamento è molto semplice: quando il tessitore tira (come nel disegno) la manopola verso sinistra, il martelletto scaglia la navetta (**N**) (che contiene il rocchetto del filo di trama) verso sinistra; la navetta "vola" attraverso i fili di posto pari e di posto dispari dell'ordito ed entra nella cassetta di sinistra... Poi il tessitore tira il pettine per accostare il filo di trama appena passato e aziona il pedale (per invertire i fili di ordito); a questo punto tira la manopola verso destra e la navetta "vola" verso la cassetta di destra... e così via...

Con la SPOLETTA VOLANTE, un tessitore riusciva a tessere (nella giornata) il doppio circa del tessuto che veniva tessuto con un telaio del vecchio tipo. Questo permise di abbassare i prezzi dei tessuti, e ciò consentì maggiori vendite.

**ATTIVITÀ**

1) Quale problema riguardante la preparazione dei tessuti viene risolto con l'invenzione della spoletta volante?

2) Quali sono i movimenti che il tessitore non deve più fare dopo l'introduzione della spoletta volante?

3) Come mai il lavoro di tessitura divenne più veloce con la spoletta volante?

ESEMPIO PRATICO **A:** FABBRICA CON TELAI TRADIZIONALI

Per capire cosa succede in Inghilterra a questo punto, proviamo a fare i conti in tasca a un certo signor Smith, proprietario di 20 telai tradizionali nel 1750. Ad ogni telaio lavora un tessitore, che costa una

ghinea al giorno; ogni telaio produce un rotolo di stoffa al giorno, che costa 2 ghinee di materia prima (filati) e viene venduto a 4 ghinee. Calcola quanto resta in tasca ogni giorno al signor Smith, detratte le spese di manodopera e di materie prime.

ESEMPIO PRATICO **B:** FABBRICA CON TELAI CON SPOLETTA VOLANTE

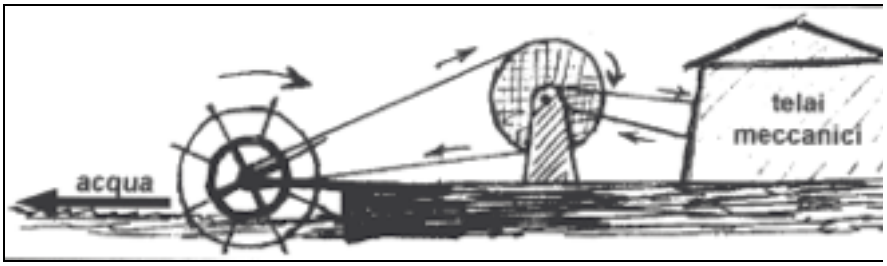
Il signor Smith applica le SPOLETTE VOLANTI ai suoi telai: ogni telaio (con un tessitore) produce ora 2 rotoli di stoffa al giorno, e ogni rotolo viene venduto a 3,2 ghinee e costa 2 ghinee di materia prima.

Un tessitore costa, come prima, una ghinea al giorno. Quanto resta in tasca ogni giorno al signor Smith, detratte le spese di materie prime e manodopera?

In pratica, nonostante l'abbassamento del prezzo di vendita della stoffa (che ne favorisce la vendita) il signor Smith guadagna più di prima!

Il signor Smith accumula così denaro. Per diventare molto, molto più ricco ci sono però degli ostacoli:

- la manodopera costa (è vero che il costo è passato da 1 a 0,5 ghinee a rotolo, ma se si potesse ancora ridurre...)
- le materie prime costano: il costo del cotone grezzo è basso (poiché nelle piantagioni di cotone lavorano gli schiavi), ma la filatura costa molto.
- il prezzo di vendita dei rotoli di stoffa non si può alzare (altrimenti la gente compra meno tessuti) ... occorre ridurre il costo della manodopera e il costo della filatura. Per la filatura si inventeranno dei filatoi meccanici (vedi alla prossima pagina); per la manodopera vediamo ora cosa succede... Dopo il 1750 si fecero in Inghilterra molti tentativi per realizzare un telaio interamente MECCANICO, cioè un telaio tale che i movimenti dei LICCI, della NAVETTA, del PETTINE e dei RULLI potessero essere eseguiti tutti al momento giusto ed azionati da un'unica "FORZA", impressa da una ruota collegata ad una presa di forza, azionata dall'acqua (come nei mulini ad acqua) o dal vento.




Un telaio interamente MECCANICO avrebbe potuto essere seguito da una bambina (con l'incarico di riannodare i fili spezzati e di caricare i fili di trama e di ordito): tutto lo sforzo sarebbe stato effettuato dall'acqua o dal vento. Inoltre,

la bambina avrebbe potuto seguire non uno, ma due o anche tre telai... E i movimenti delle macchine sarebbero stati più veloci, perché sostenuti da una forza più grande di quella di un uomo. In pratica, sarebbe quasi sparito il costo della manodopera!

Uno dei primi telai meccanici fu realizzato in Inghilterra nel 1786, ma non ebbe successo perché strappava spesso i fili ed inoltre non era molto robusto (c'erano molte parti di legno). Solo all'inizio del MX secolo si costruirono i primi telai di ghisa. Nel 1822, Roberts, di Manchester, realizzò i primi telai funzionanti COMPLETAMENTE MECCANICI. Con i telai di Roberts si produceva 7 volte di più per ogni telaio (rispetto ai telai precedenti con la "spoletta volante", azionati dai tessitori), e bastava una bambina per seguire 2 telai.

## ATTIVITA'

ESEMPIO PRATICO **C:** FABBRICA CON TELAI MECCANICI

Supponi che il figlio del signor Smith sostituisca, nel 1830, i 20 telai ereditati con 20 telai meccanici (tipo Roberts). Ogni rotolo di stoffa costa 1,5 ghinee di filato; bastano 10 bambine per seguire i 20 telai, ognuna costa metà di un tessitore, come paga giornaliera. Prova a fare i conti in tasca al signor Smith, sapendo che ogni rotolo di stoffa viene venduto ora a 2,5 ghinee. Quanto gli resta in tasca ogni giorno, detratti i costi di materie prime e di manodopera?

**TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI ESEMPI PRATICI**

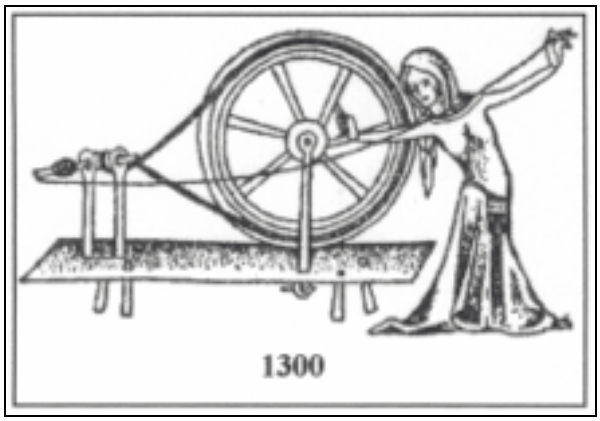
| TIPO DI TELAIO | NUMERO TELAI | ADDETTI AI TELAI | SPESA PER MANODOPERA | NUMERO ROTOLI | SPESA PER MATERIE PRIME | SPESA COMPLESSIVA | INCASSO PER 1 ROTOLO | INCASSO TOTALE | GUADAGNO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| tradizionale | | | | | | | | | |
| spoletta volante | | | | | | | | | |
| meccanico | | | | | | | | | |

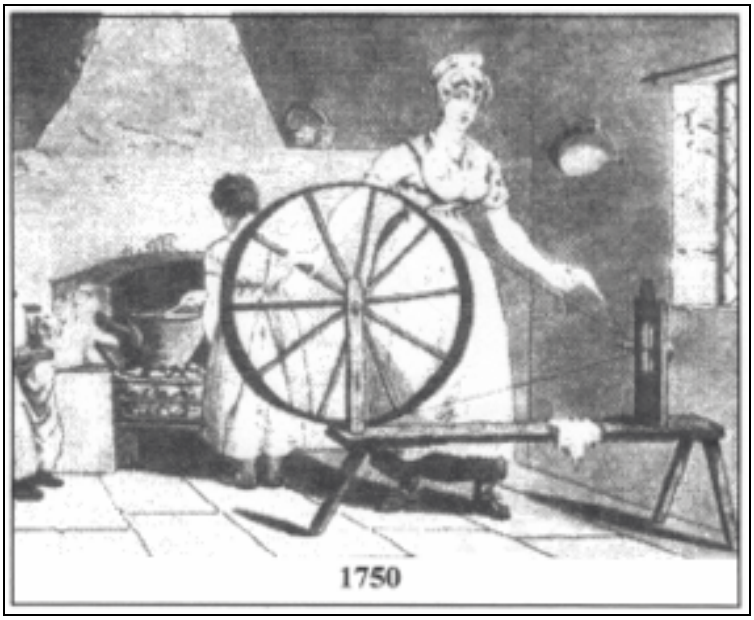
La differenza tra "ricavi" (ottenuti vendendo la stoffa) e "costi" di manodopera e di materie prime é, al termine di ogni giornata, enorme. Però occorre tener conto che i telai meccanici sono cari, e che ci vogliono impianti costosi per collegare i telai alla forza motrice dell'acqua o del vento!

## L'introduzione di nuove macchine nella filatura

Tutte le fibre tessili (cotone, lana, canapa...) prima di essere tessute devono essere filate.

CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE




In particolare, i FIOCCHI del cotone devono essere opportunamente suddivisi, attorcigliati, stirati fino a diventare FILO di cotone (che poi può essere usato per tessere i tessuti con il telaio). In effetti, se noi esaminiamo con una lente un filo di cotone per cucire dopo averlo un po' manipolato con le dita, vediamo che esso è costituito da tanti fili sottilissimi e abbastanza corti, avvolti l'uno sull'altro e attorcigliati nello stesso senso.

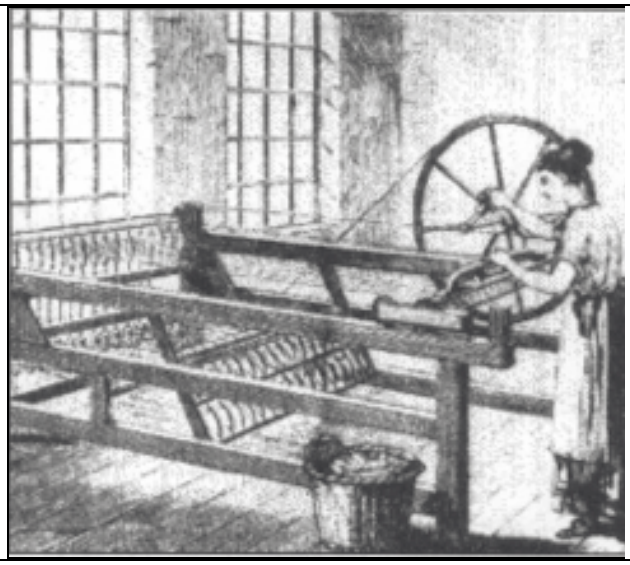
All'inizio del XVIII secolo, le macchine per filare erano ancora praticamente le stesse che si usavano nel medioevo (confronta i due disegni riportati nella pagina precedente: il primo risale al 1300, il secondo al 1750).

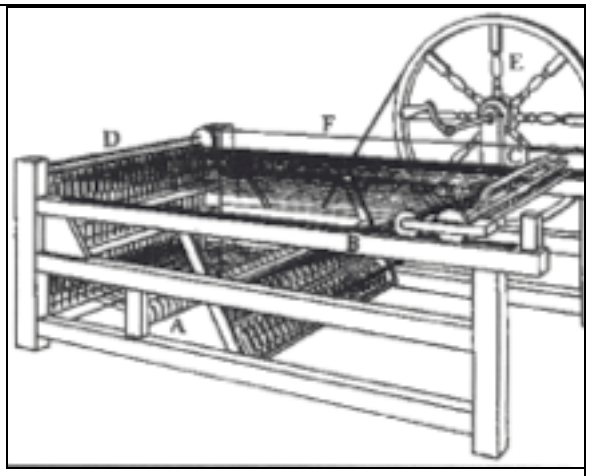
Nella filatura a mano (realizzata con queste macchine) un artigiano poteva filare solo un filo per volta; con un braccio girava una ruota, che, a sua volta, faceva girare il fuso che torceva il filo; con l'altro braccio, tendeva il filo e, ogni tanto, si fermava per avvolgerlo.

La grande richiesta di filati per tessere (dovuta all'aumento della produzione dei tessuti) spinse ad inventare macchine capaci di filare più fili contemporaneamente.

Nel filatoio rappresentato qua sotto, chiamato Jenny e inventato nel 1764, una sola persona poteva filare 16 fili contemporaneamente: doveva solo girare la ruota (**E**) e tirare verso di sé la maniglia (**C**) per tendere il filo.

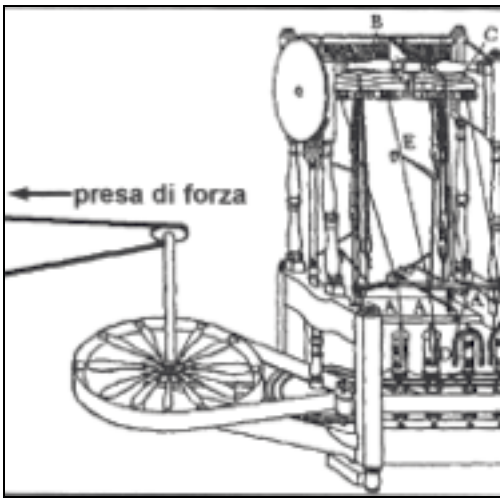
CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE






**il filatoio "Jenny"**

Un ulteriore perfezionamento consentì di azionare contemporaneamente 120 fusi (e quindi di filare contemporaneamente 120 fili), di tendere i fili e di avvolgerli sulle bobine con il solo movimento della ruota: non era più necessario tirare la maniglia!
Tale filatoio fu realizzato nel 1769; la ruota che lo faceva funzionare poteva essere mossa collegandola con le pale di un mulino ad acqua o a vento... non era più necessaria la fatica dell'uomo! Anche in questo caso, una persona non molto robusta era sufficiente per seguire il funzionamento della macchina (riannodare i fili spezzati, immettere via via le fibre da filare...)




## ATTIVITÀ

ESEMPIO PRATICO A: FABBRICA CON FILATOI A MANO

Prova a fare il calcolo di quanto resta in tasca ogni giorno al signor Brown, che, nel 1750, possiede 120 macchine per filare a mano, azionate ognuna da un operaio, che costa 0,8 ghinee al giorno; ogni macchina produce una bobina di filo al giorno, venduta a 2 ghinee, con un costo di materia prima di 0,8 ghinee.

ESEMPIO PRATICO B: FABBRICA CON FILATOI MECCANICI

Nel 1780 il signor Brown sostituisce tutte le sue macchine con un unico filatoio, azionato da una "presa di forza" ad acqua, e seguito da un solo operaio che costa 0,8 ghinee al giorno. Il filatoio produce 120 bobine al giorno, vendute a 1,5 ghinee l'una, con un costo di materia prima di 0,8 ghinee a bobina. Calcola quanto resta

in tasca ogni giorno al signor Brown, detratte le spese di manodopera e di materie prime.

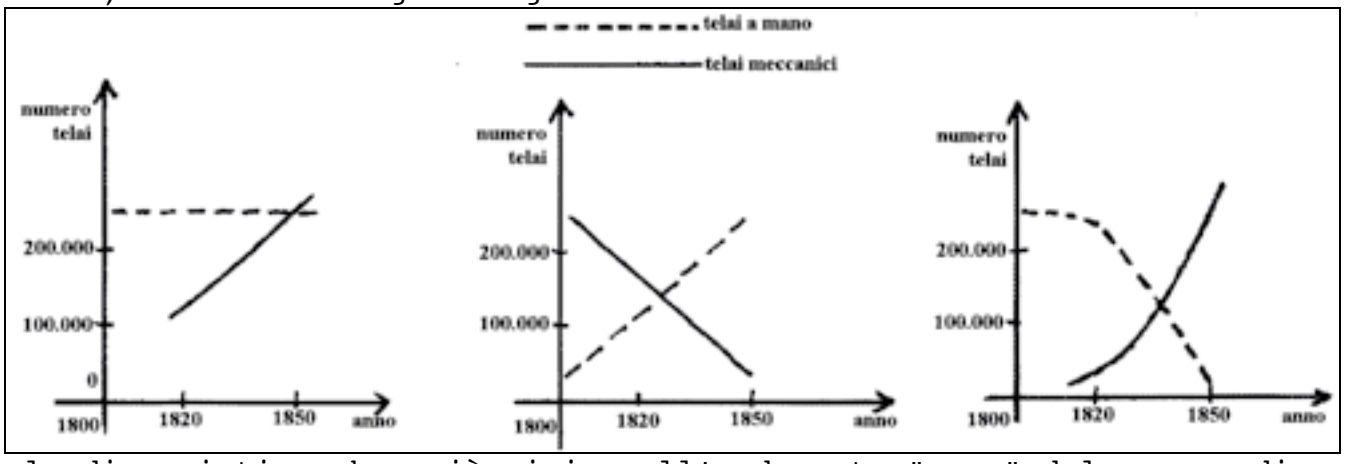
**Domanda:** Nonostante le bobine vengano vendute ad un prezzo minore di quello di prima, il signor Brown, nel 1780, "mette da parte" molto più denaro di prima! La sostituzione delle macchine per filare a mano con il filatoio meccanico ha portato grandi vantaggi per lui... In realtà, il signor Brown deve ora tener conto anche di altri costi (oltre a quelli per la manodopera e le materie prime). Quali?

## LA DIFFUSIONE DELLE NUOVE MACCHINE PER FILARE E PER TESSERE

All'inizio del XIX secolo, in Inghilterra le nuove macchine per filare e per tessere non erano ancora molto diffuse: vi erano ancora oltre 250.000 artigiani che lavoravano con telai a mano ed i filatoi meccanici erano poco diffusi. Nel 1850, i telai meccanici erano 250.000, mentre gli artigiani che lavoravano con i telai a mano erano ormai poche migliaia.

## ATTIVITÀ

1) Osserva i seguenti grafici...




Quale di essi ti sembra più vicino all'andamento "vero" del numero di telai a mano e dei telai meccanici, in base alle informazioni che hai ricevuto? Spiega i motivi della tua scelta.

.....

.....

.....

.....

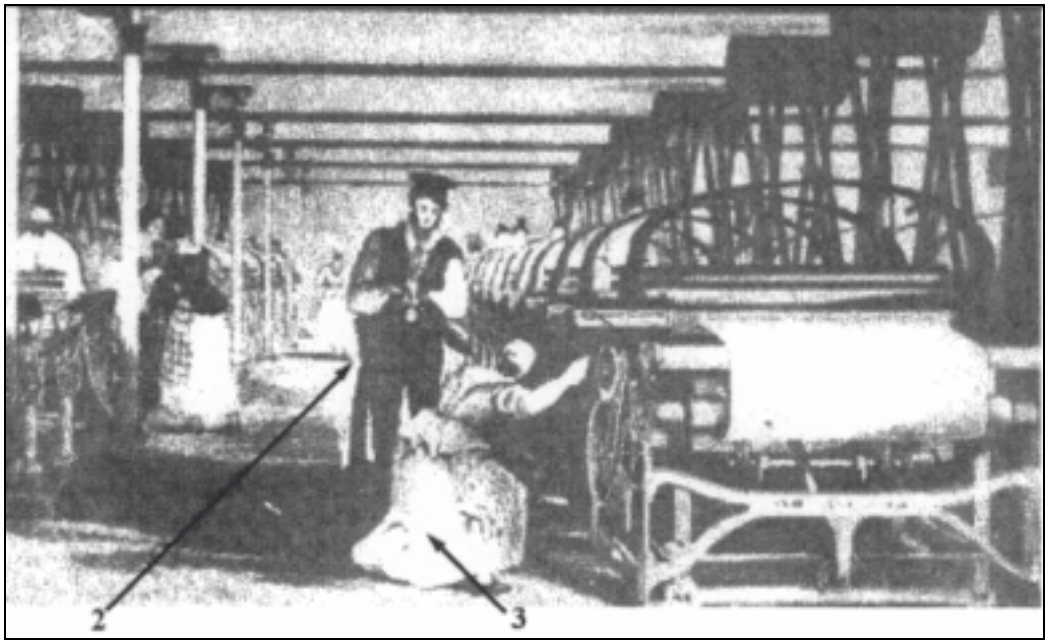
.....

CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

2) Osserva i seguenti disegni...

**FILATURA**

**Interno di una fabbrica** inglese di filati (1830 circa). Sulla sinistra sono allineate le cardatrici meccaniche, da dove escono i nastri di cotone; sulla destra sono allineati i banchi a fusi, dove i nastri vengono trasformati in filo. Tutte le macchine sono azionate dalle cinghie che scendono di lato




**TESSITURA**

**Interno di una fabbrica** inglese nell'anno 1835 (ditta S.Bird, a Preston, Lancashire). I telai sono della ditta Roberts di Manchester: ogni telaio é completamente automatico, e viene azionato dalla cinghia motrice che scende di lato.

Qual é, secondo te, la funzione delle persone indicate con i numeri 1, 2 e 3, che vedi nelle due immagini?

.....

.....

.....

3) Come vedi, molte macchine sono concentrate nello stesso luogo. Secondo te, perché?

.....

.....

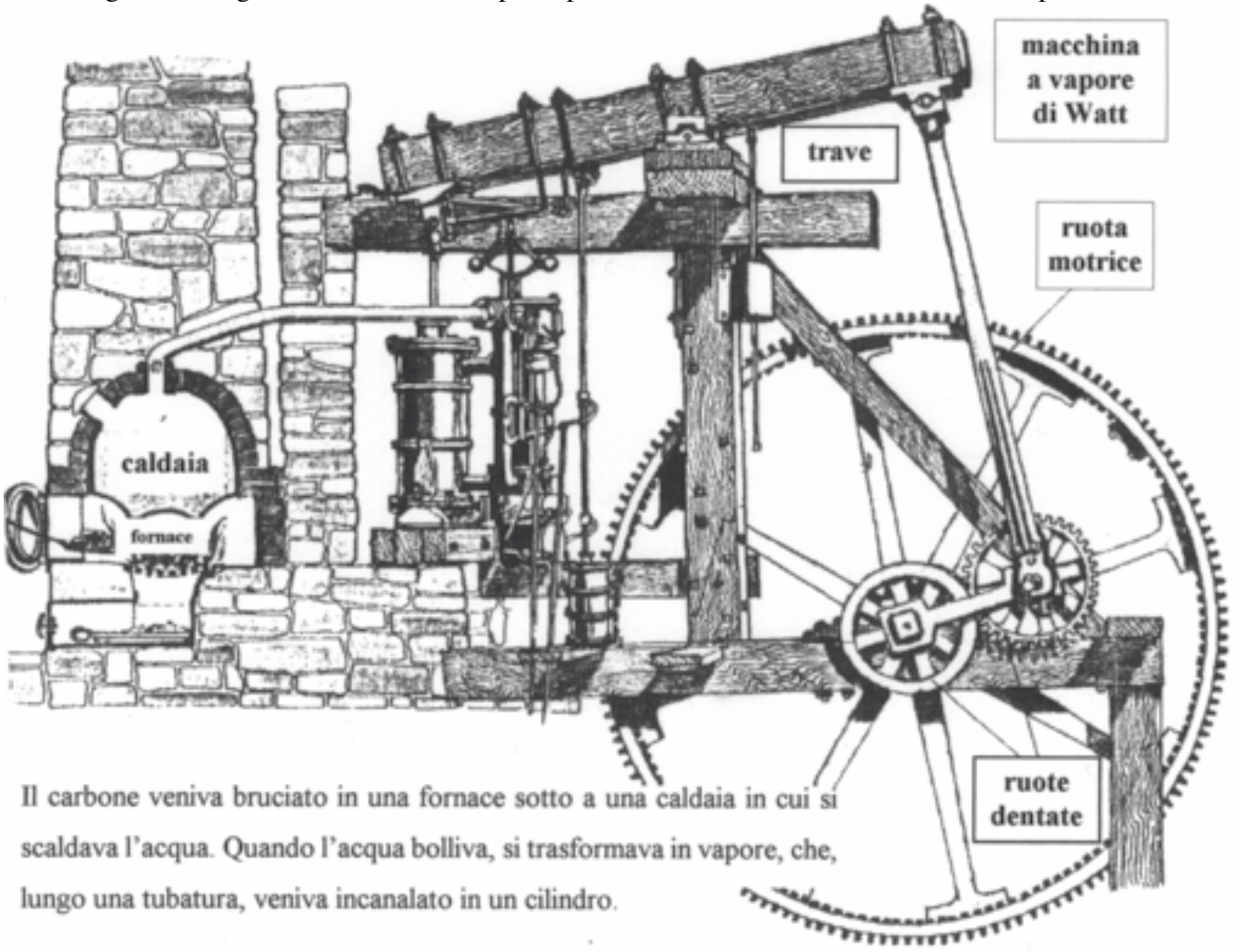
CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

**La macchina a vapore**

I primi filatoi e i primi telai meccanici venivano fatti funzionare con l'energia dell'acqua o (meno frequentemente) del vento. Le fabbriche potevano quindi essere costruite solo dove c'erano fiumi o torrenti, o in zone ventilate per tutto l'anno; ma la potenza dell'acqua o del vento cambiava a seconda delle stagioni e dei giorni e non sempre era sufficiente per azionare le macchine.

Si cercò allora di realizzare delle macchine capaci di fornire energia in ogni luogo e in ogni momento. La prima macchina con tali caratteristiche fu la MACCHINA A VAPORE.

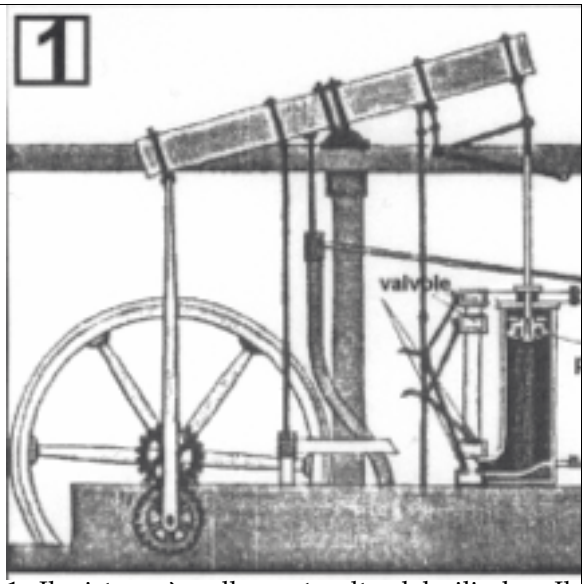
Con le figure che seguono sono illustrati i principi di funzionamento della macchina a vapore.



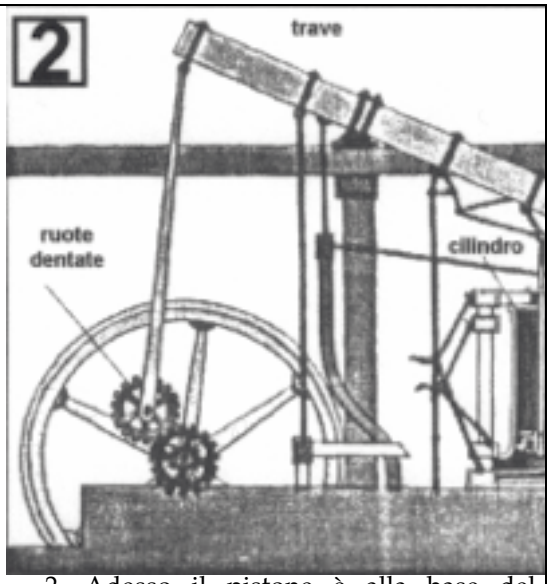

Il carbone veniva bruciato in una fornace sotto a una caldaia in cui si scaldava l'acqua. Quando l'acqua bolliva, si trasformava in vapore, che, lungo una tubatura, veniva incanalato in un cilindro.

Il vapore riempiva il cilindro e metteva in movimento il pistone. Una sbarra di ferro collegava il pistone a una trave. Il vapore spingeva il pistone in alto e in basso, imprimendo lo stesso movimento alla trave. All'altra estremità della trave c'era un'altra sbarra di ferro collegata a una ruota dentata. Questa si ingranava con una ruota più grande. Muovendosi la trave, si muovevano anche le ruote dentate, e la grande ruota, girando, faceva funzionare la macchina.

CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE




1. Il pistone è nella parte alta del cilindro. Il vapore lo spinge in basso. Anche la trave si muove verso il basso.




2. Adesso il pistone è alla base del cilindro. facendo penetrare dal basso il vapore nel cilindro, il pistone ritorna nella posizione di partenza.

**ATTIVITÀ**

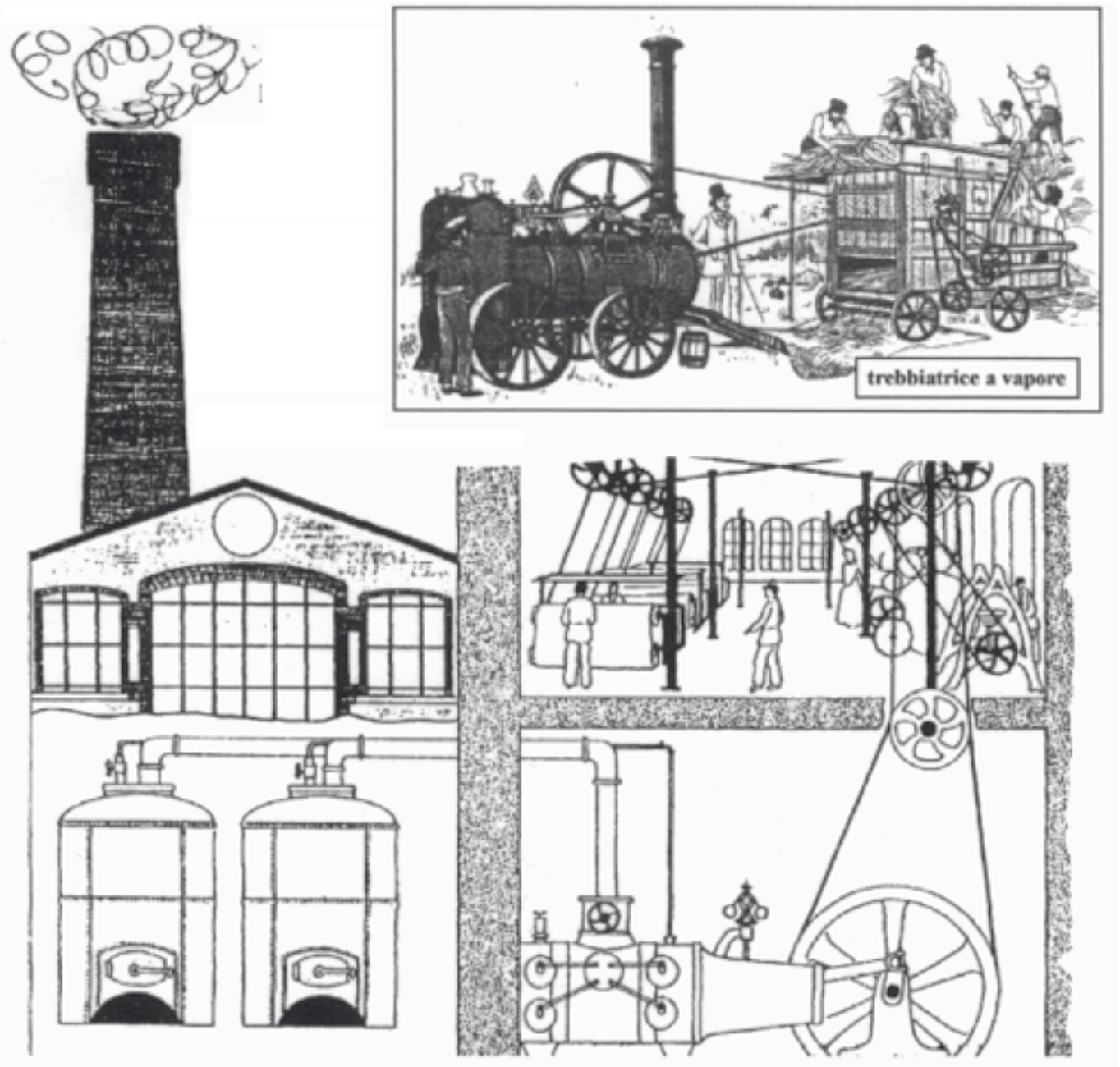
Dove é sistemata, secondo te, la fornace con sopra la caldaia, rispetto al meccanismo rappresentato in quest'ultimo disegno?

.....
.....
.....

In pratica, è come se venisse utilizzata la forza che spinge verso l'alto il coperchio di una pentola, ermeticamente chiusa, messa sul fuoco con dentro dell'acqua, quando l'acqua stessa comincia a bollire... L'uso della "pentola a pressione" per produrre movimento, grazie alla spinta esercitata dal vapore sul coperchio, era stato scoperto durante l'epoca romana (circa 1800 anni fa); però la scoperta non era stata applicata (salvo che per aprire le pesanti porte di qualche tempio). Tra il XVIII e il XIX secolo si crearono invece le condizioni per una estesa applicazione dell'energia fornita dal vapore:

- lo sviluppo dell'industria dei cannoni e delle armi da fuoco consentì di lavorare cilindri e stantuffi metallici di buona qualità (che "tenevano" il vapore, non si rompevano sotto la pressione del vapore e duravano a lungo)
- i filatoi, e poi i telai meccanici, richiedevano energia costante e reperibile in ogni luogo (evitando i capricci dei fiumi e del vento e i vincoli che essi ponevano alla costruzione delle fabbriche in luoghi particolari).

Dal 1784 la macchina a vapore (perfezionata dall'inglese Watt) fu applicata ai filatoi meccanici e poi ai telai meccanici.

CLASSE V – SCHEDE DI LAVORO – STORIA
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Altre applicazioni si ebbero nelle miniere di carbone. Nelle gallerie sotterranee delle miniere penetrava molta acqua e spesso le gallerie si allagavano, impedendo di continuare l'estrazione del carbone. La macchina a vapore venne applicata a delle pompe che aspiravano l'acqua e la portavano in superficie. In questo modo, le miniere funzionavano meglio e si riusciva a produrre più carbone (si noti che a sua volta il carbone veniva usato per fare funzionare le macchine a vapore delle fabbriche e delle pompe).
La macchina a vapore venne in seguito applicata anche per fare muovere locomotive, aratri e, soprattutto, macchine per la trebbiatura del grano (con grande risparmio di manodopera nelle campagne).