

\\70\\

Cambiamento tecnico e distretto industriale

Una verifica empirica

di

Margherita Russo

Dicembre 1990

Dipartimento di Economia Politica
Via Giardini 454
41100 Modena (Italy)

INDICE

7	1. Introduzione
11	2. La natura del cambiamento tecnico
71	3. Gli effetti del cambiamento tecnico sulla professionalità
103	4. Cambiamento tecnico, economie di scala, integrazione verticale e specializzazione delle imprese
119	5. Conclusioni
131	Appendici
151	Riferimenti bibliografici

1. INTRODUZIONE

1. Come hanno origine nuove tecniche e, in particolare, che ruolo hanno i singoli individui e le singole imprese nel processo di generazione e diffusione di nuove tecniche? Quali sono gli stimoli alla continua trasformazione delle tecniche all'interno di una traiettoria tecnologica e quali condizioni rendono possibile l'affermarsi di una traiettoria tecnologica? Come si costruiscono e come si diffondono conoscenze tecniche relative ad un nuovo processo produttivo? Quali sono gli effetti del cambiamento tecnico sulla qualificazione della forza lavoro? In che misura il cambiamento tecnico contribuisce a mutare la struttura di un settore industriale in termini di dimensione minima efficiente, specializzazione produttiva e livello di integrazione verticale delle imprese? E in che misura le modalità del processo di cambiamento tecnico sono elementi caratteristici di un sistema produttivo? E come muta tale processo nel tempo?

Per formulare una analisi di tali questioni è necessario un continuo cambiamento del punto di osservazione e, quindi, degli strumenti interpretativi necessari per osservare. Questo volume affronta tali questioni usando volta a volta gli strumenti necessari in relazione a un caso specifico: il settore delle piastrelle di ceramica dal 1940 al 1990. L'analisi di un singolo caso ha facilitato la ricerca perché è stato possibile utilizzare in ambiti e contesti diversi la conoscenza ravvicinata dei fatti tecnici che - soprattutto in studi sul cambiamento tecnico - sono tanto necessari quanto difficili da raccogliere e ordinare.

In questo volume, l'analisi di problemi sopra citati si raccoglie attorno a tre punti principali di interesse.

2. Vi è innanzitutto l'indagine della natura del cambiamento tecnico. Il capitolo 2 ricostruisce la storia dello sviluppo tecnico nella produzione di piastrelle dagli anni quaranta ad oggi e tenta una interpretazione originale della relazione che lega il processo di cambiamento tecnico e lo sviluppo in un dato settore industriale. La ricerca intende chiarire, innanzitutto, quali siano stati - per ciascuna delle innovazioni prese in esame - gli stimoli al cambiamento tecnico. Emerge con chiarezza che lungo l'arco di tempo considerato hanno avuto un ruolo importante diversi fattori: la concorrenza tra le imprese (che stimola la ricerca di aumenti di produttività del lavoro, la creazione di nicchie di mercato e la diversificazione del prodotto, la flessibilità produttiva, il superamento dei vincoli all'operare dell'impresa), i mutamenti nei mercati degli inputs, i mutamenti nel mercato dell'output.

Un ulteriore obiettivo, che è strettamente connesso a quello precedente, è accertare quali siano le origini delle nuove tecniche. L'analisi cerca di mettere in luce chi ha realizzato le invenzioni e le innovazioni, in quali condizioni sono state realizzate, e che ruolo hanno avuto la specializzazione tra le imprese e le convergenze tecnologiche. L'origine delle invenzioni si presenta così come un fenomeno più complesso di quanto non sia implicito nella contrapposizione tra invenzioni generate dalle opportunità tecnologiche (*technology push*) e invenzioni stimolate dalla domanda (*demand pull*). In generale, le vicende dello sviluppo tecnico dell'industria ceramica sono esaminate da una prospettiva che guarda, attraverso l'industria ceramica, la nascita di un distretto industriale.

3. La seconda area di indagine prende in esame gli effetti del cambiamento tecnico sulla professionalità (capitolo 3). Innanzitutto viene proposto un indicatore del livello tecnico nella produzione di piastrelle. Le tecniche sono poi confrontate, in termini di livello di meccanizzazione e del numero di lavoratori richiesto per ciascuna mansione. Questa analisi è la premessa indispensabile per poter distinguere gli effetti quantitativi dagli effetti qualitativi del cambiamento tecnico sulla professionalità. L'ipotesi che si intende verificare è che l'introduzione di tecniche con più alti livelli di meccanizzazione comporta, a parità di altre condizioni, una drastica riduzione della forza lavoro qualificata, mentre rimane pressoché immutato il numero di lavoratori "qualificati" richiesto nel processo produttivo. Nella discussione di tale ipotesi si utilizza

un indice di professionalità che si basa sulla misura del tempo necessario ad apprendere i compiti che i lavoratori devono svolgere in ciascuna mansione.

4. Viene infine esaminata la relazione tra cambiamento tecnico, economie di scala, integrazione verticale e specializzazione tra imprese (capitolo 4). Dopo un esame degli strumenti analitici utilizzati nell'analisi della dimensione minima efficiente, si discute in che misura la struttura produttiva del settore ceramico è stata influenzata dal flusso di nuove tecniche. Particolare attenzione verrà rivolta all'esame delle relazioni, formali e informali, tra le imprese che operano all'interno del settore ceramico. (Il metodo ingegneristico utilizzato nella rilevazione e nell'analisi dei dati di costo è presentato nella Appendice 1).

5. L'ultimo capitolo conclude lo studio mettendo a fuoco i principali risultati della ricerca, con particolare riferimento alle scelte di innovazione tecnologica delle imprese, e ai possibili interventi volti a sollecitare o sostenere l'innovazione tecnologica.

2. LA NATURA DEL CAMBIAMENTO TECNICO

1. Premessa

Questo capitolo presenta una analisi del cambiamento tecnico nella produzione di piastrelle dal secondo dopoguerra ad oggi. In questi quaranta anni, il settore è passato da una produzione su scala artigianale alla produzione su scala industriale. Le trasformazioni tecniche che hanno accompagnato questo cambiamento vedono concentrati in quattro decenni le più importanti fasi dello sviluppo tecnologico: dalla prima applicazione della energia motrice per sostituire la forza dell'uomo, alla movimentazione prima semiautomatica e poi automatica del prodotto tra le varie fasi del processo produttivo, alla disintegrazione dei processi, alla successiva riunificazione delle varie operazioni in macchine via via più complesse, fino alla introduzione dei microprocessori.

Fino alla seconda guerra mondiale, le piastrelle di ceramica erano prodotte in modo artigianale da poche imprese: nel 1937, a Sassuolo, che aveva una popolazione di circa 12 mila abitanti, lavoravano, nelle quattro ceramiche esistenti, circa 900 operai, più di metà della intera occupazione industriale di quel comune. Nelle imprese ceramiche di Faenza, che producevano prevalentemente vasellame, vi erano appena 200 operai, mentre 400 operai erano occupati alla Veggia, una impresa ceramica di Casalgrande in provincia di Reggio Emilia, situata poco lontano da Sassuolo, di

là dal fiume Secchia ¹. La quantità prodotta era molto modesta, destinata all'edilizia residenziale, principalmente al rivestimento di piccole porzioni di pareti, in cucina e nel bagno.

E' solo negli anni cinquanta che iniziò a emergere la produzione di piastrelle su scala industriale e, da allora, questo prodotto ha iniziato gradualmente a competere con altri prodotti da rivestimento e da pavimento, fino a conquistare il primato tra i materiali utilizzati a questo fine nell'edilizia residenziale in Italia. Negli ultimi quaranta anni la produzione è aumentata di dieci volte grazie alla costruzione di nuove imprese e all'espansione di quelle esistenti: nel 1953 vi erano in Italia 36 imprese ceramiche, mentre nel 1990 erano oltre 400 di cui circa 350 localizzate in una decina di comuni limitrofi delle provincie di Modena e Reggio Emilia. In Italia, l'occupazione di questo settore, che nel 1953 era di circa 6500 addetti, aumenta fino al 1982, arrivando ad oltre 40 mila addetti (in 433 imprese), per poi ridursi gradatamente di quasi un terzo. La quantità prodotta è invece aumentata quasi senza sosta fino a raggiungere, nel 1990, oltre 350 milioni di metri quadri.

Una interpretazione del rapido sviluppo del settore ceramico è stata proposta da Prodi (1966) che indica, tra le condizioni di quello sviluppo, l'abbondanza di materie prime, la tradizione preesistente, la disponibilità di manodopera, la facilità di comunicazione nella distribuzione del prodotto. Ma, come commenta Prodi, questi requisiti ci sono in molti altri posti eppure «queste condizioni, indubbiamente necessarie, sono state in questo caso... sufficienti a far scattare un meccanismo cumulativo di sviluppo che va soprattutto ricercato nell'accumulazione del capitale nell'agricoltura e nei servizi ad essa connessi e nel particolare modo di diffusione dell'imprenditorialità attraverso l'imitazione delle attività esistenti. E' quindi vero che la tradizione ha giocato un ruolo nell'iniziare la fase di grande sviluppo, ma è altrettanto indubitabile che questo ha poi proceduto autonomamente, alimentato dal diffuso afflusso di capitali e non ostacolato dalla relativa semplicità tecnologica del processo produttivo» ². Prodi sottolinea, inoltre, l'importanza dei contatti tra i produttori di macchine e i ceramisti, e la presenza di vari servizi alla produzione che man

¹ Confederazione Fascista dei Lavoratori dell'Industria *Dati sull'inquadramento sindacale e territoriale delle categorie dei lavoratori dell'industria al 31-12-1937*, Roma, 1938, p. 265, cit. da Sorrentino (1983-84), p. 75.

² Prodi (1966), p. 106.

mano si vengono a localizzare in questa area. E conclude: «la struttura e l'organizzazione dell'industria di beni strumentali, la struttura, l'organizzazione e la localizzazione delle imprese ceramiche per l'edilizia dimostrano quindi di essere un modello difficilmente superabile per la diffusione delle innovazioni, ma non appaiono appropriati per la promozione della ricerca e della grande innovazione»³.

Considerazioni analoghe sono state proposte in diverse altre occasioni da Prodi⁴, e hanno avuto notevole influenza nelle discussioni sulle prospettive della industria delle piastrelle: la tecnologia era relativamente semplice, facilmente imitabile, ma le imprese non avevano le capacità necessarie per dare origine agli sviluppi tecnici davvero importanti; cioè quelli che scaturiscono «dalla promozione della ricerca e dalla grande innovazione». Il modello di sviluppo aveva avuto successo, per il passato, ma non aveva futuro.

E' innegabile che, all'epoca in cui si riferiscono quelle conclusioni di Prodi, il settore ceramico non aveva prodotto «grandi innovazioni», ed è vero anche che - negli anni successivi - importanti innovazioni, quali ad esempio la monocottura, non hanno avuto origine all'interno del settore ceramico. E tuttavia questi elementi possono essere sufficienti per caratterizzare come deboli le prospettive di sviluppo tecnico in un settore solo se si accetta una visione del processo di cambiamento tecnico in cui le innovazioni principali⁵ hanno un ruolo determinante, e il luogo considerato naturale per promuovere la ricerca di tali innovazioni non può che essere l'impresa di grandi dimensioni.

A questa visione del cambiamento tecnico implicita nell'argomento di Prodi, che è peraltro largamente condivisa da molti economisti, è stata contrapposta una visione del processo di cambiamento tecnico che dà importanza anche al processo cumulativo di piccoli miglioramenti ed alla ricerca informale che si realizza non necessariamente all'interno di imprese di grandi dimensioni. Un contributo pionieristico in questa direzione è quello di Rosenberg (1976, 1982), a cui sono seguiti interessanti sviluppi quali ad esempio quelli proposti da Abernathy e Clark (1985), da Allen (1983), da Arthur (1989) e David (1988), Dosi (1984), von

³ *Ibid.*, p. 108.

⁴ Si veda ad esempio Prodi (1971).

⁵ Quelle che Prodi chiama le «grandi innovazioni».

ottanta, ha iniziato a diffondersi la cottura rapida sia in bicottura che in monocottura. Con la monocottura rapida si ottiene, infatti, un prodotto con caratteristiche tali da renderlo confrontabile con quello ottenuto in bicottura rapida ¹³.

3. Da adattamenti marginali a trasformazioni radicali di macchine usate in altri settori

La lavorazione delle materie prime

Dagli anni quaranta fino a metà degli anni sessanta, l'industria italiana di piastrelle produceva essenzialmente piastrelle di terraglia dolce (la maiolica della tradizione ceramica italiana) e di grès. La lavorazione delle materie prime veniva fatta esclusivamente con il metodo a secco. Con tale tecnica, che è rimasta sostanzialmente immutata, si procede, innanzitutto, alla frantumazione delle zolle di argilla che sono successivamente polverizzate da un mulino disintegratore. Il materiale polverizzato viene prima setacciato, poi bagnato allo scopo di conferire l'umidità necessaria per l'operazione di pressatura, e infine depositato per 48 ore in silos per la stagionatura ¹⁴.

Le caratteristiche dell'impasto così ottenuto si presentarono come un ostacolo quando, a partire dalla fine degli anni cinquanta, si iniziò a meccanizzare l'operazione di pressatura. In particolare, l'aumento della velocità di funzionamento delle presse richiedeva una maggiore scorrevolezza del materiale negli alveoli degli stampi, che non era consentita dalla forma oblunga e irregolare dei granelli di polvere ottenuta con la macinazione a secco. Inoltre le materie prime utilizzate per la preparazione dell'impasto, che

¹³ In particolare, per la gamma di prodotti con porosità superiore al 4 per cento è possibile confrontare in termini economici le tecniche di produzione in bicottura e monocottura. Una classificazione dei prodotti dovrebbe, quindi, basarsi non solo sul tipo di cottura, ma anche sul grado di porosità del materiale.

¹⁴ La macchina frangizolle riduce l'argilla in piccoli pezzi di circa 1,5-2 cm. La polverizzazione dell'argilla si ottiene mediante percussione ad alta velocità con elementi di acciaio. Accanto alla macinazione dell'argilla vi è un impianto di macinazione degli scarti del biscotto (denominato *chamotte*) che nella fase di setacciatura sono uniti all'impasto allo scopo di aumentarne la porosità.

provenivano in quegli anni quasi esclusivamente dall'appennino modenese e reggiano, contenevano piriti, carbonati di calcio, calcinelli e altri agenti inquinanti che la macinazione a secco non riusciva ad eliminare, provocando così difetti nel prodotto. La necessità di produrre un impasto più fine emerse con forza quando, a metà degli anni sessanta, prese avvio la produzione delle piastrelle di pasta bianca: infatti, l'impasto bianco si ottiene mescolando componenti di diversa qualità, e la superficie della piastrella di pasta bianca deve essere molto regolare. Ma un impulso decisivo verso lo sviluppo di nuove tecniche di macinazione fu certamente offerto dal diffondersi, negli anni settanta della produzione in monocottura: un impasto omogeneo è, infatti, una condizione necessaria per consentire una migliore qualità del prodotto.

In genere, il tentativo di conquistare una nicchia di mercato con la produzione esclusiva di un particolare prodotto, o la necessità di rispondere a nuove esigenze, spinge le imprese a realizzare prodotti nuovi e questo non sempre consente l'utilizzo delle tecniche in uso. Infatti, la creazione di nuovi prodotti, spesso richiede la messa a punto delle macchine necessarie alla loro produzione, ed è per questo un importante meccanismo di focalizzazione dell'attività inventiva¹⁵. Così, nel caso delle piastrelle di pasta bianca (che rappresentavano negli anni sessanta l'unico tipo di produzione di pregio di piastrelle smaltate) e nel caso della monocottura antigeliva (che era indirizzata ad un mercato particolare quali il rivestimento esterno) fu necessario intervenire trasformando in modo radicale molte delle tecniche adottate in ceramica e, tra queste, un ruolo non secondario ebbe la messa a punto di nuove tecniche di preparazione dell'impasto.

La macinazione a secco fu inizialmente migliorata con l'uso di mulini a pioli. Altri miglioramenti nella qualità dell'impasto si ebbero anche selezionando le materie prime utilizzate e privilegiando l'impiego di argille provenienti da altre regioni (il Lazio in particolare). Non era invece possibile, se non a costi enormi, ottenere una maggiore finezza della polvere.

¹⁵ Una spiegazione della particolare sequenza e del particolare calendario della attività innovativa in termini di meccanismi di induzione e dispositivi di focalizzazione dell'attività inventiva è proposta da Rosenberg (1969).

Enos non offre una descrizione analitica di questo processo che invece merita grande attenzione. Infatti, la tradizione schumpeteriana sottolinea l'importanza dell'imprenditore innovatore nel processo di crescita economica: l'importanza, cioè, della fase alfa. La conclusione di Enos, invece, è che la fase beta - in cui avvengono i piccoli miglioramenti - ha una significativa importanza in termini economici. E' quindi necessario esaminare più da vicino in che modo e da chi questi piccoli miglioramenti sono realizzati ²⁷ e, in questo esame, il caso della pressa a frizione può fornire alcuni spunti interessanti.

Un motivo certamente non secondario del diffondersi delle presse a frizione fu la fitta rete di rapporti che la Sacmi riuscì ad instaurare con i suoi clienti ²⁸. Non basta, infatti, acquistare una nuova macchina perché questa entri in funzione; occorre innanzitutto installarla, e questo spesso comporta modifiche nel lay out del reparto; ma è necessario anche controllare gli effetti dell'inserimento di quella macchina tra le operazioni a monte e a valle, e questo può richiedere che si modifichino le caratteristiche delle lavorazioni a monte o a valle, o le stesse modalità di esecuzione delle operazioni da parte della macchina; e una volta che queste condizioni siano verificate, il normale funzionamento di una macchina che è ancora ai primi stadi di sviluppo può richiedere la sostituzione di pezzi che può comportare interventi che vanno ben oltre la manutenzione, diventando vere e proprie trasformazioni del macchinario. Molte nuove tecniche richiedono tutti questi

²⁷ La fase beta è quella in cui l'innovatore può apportare miglioramenti alla nuova tecnica; ma anche l'imitatore può riconoscere che il progetto originale non era necessariamente il migliore. Su questo aspetto Enos osserva che Schumpeter aveva invece sottovalutato l'importanza economica di tali miglioramenti considerando gli imprenditori imitatori marginali nel processo di cambiamento tecnico.

²⁸ Richardson (1972) osserva come all'origine di varie forme di cooperazione tra le imprese vi sia proprio la difficoltà a trasferire la tecnologia semplicemente vendendo il diritto all'uso di un certo processo produttivo: «[t]hus when one firm agrees to provide technology to another, it will, in the general case, supply not only licenses but also continuing technical assistance, drawings, designs and tools. At this stage the relationship between the firms becomes clearly co-operative». (p. 895).

aggiustamenti che sono accompagnati da fitti scambi di informazioni - tra il produttore e l'utilizzatore di macchine - sui problemi tecnici che man mano emergono nell'uso delle nuove macchine ²⁹.

Questi scambi di informazioni sono spesso tanto più efficaci quanto maggiore è la possibilità di comunicazione tra le persone coinvolte nell'uso e nella produzione di nuove macchine ³⁰ e questo vantaggio fu colto dalla Sacmi che - sebbene fosse localizzata fuori dal distretto - aveva un gran numero di tecnici che erano disponibili in qualsiasi momento ad intervenire sulle macchine installate nelle varie fabbriche del distretto ceramico.

Questa interazione tra produttori e utilizzatori di macchine (che è molto di più della assistenza tecnica normalmente offerta dai produttori di macchine) consente di realizzare miglioramenti, spesso sostanziali, nelle caratteristiche tecniche delle macchine e ha un ruolo importante nel processo di cambiamento tecnico perché contribuisce alla generazione di competenze tecniche specifiche che si diffondono tra tecnici ed esperti della produzione.

Vale la pena notare che, anche in questo caso, lo squilibrio tra componenti di un nuovo macchinario ha avuto un ruolo decisivo nell'indirizzare il cambiamento tecnico. Ad esempio, il riempimento automatico dello stampo comportò in una fase iniziale molti casi di rottura della vite e delle colonne della pressa perché il riempimento automatico non era uniforme e queste parti subivano una sollecitazione maggiore rispetto a quando il riempimento era effettuato dal pressista in modo manuale. Inoltre, con l'automazione della pressa si era eliminata la fatica fisica delle operazioni di pressatura ma era ancora molto faticoso il carico del materiale pressato sul carrello. Poiché non era efficiente impiegare più di un operaio per ogni pressa, l'aumento della capacità produttiva della pressa era limitato dalla quantità di materiale che un operaio riusciva a caricare manualmente sul carrello. Quando si iniziò a meccanizzare questa operazione furono predisposte due sezioni di

²⁹ Sul ruolo dell'interazione tra produttori e utilizzatori di macchine nel processo di apprendimento si veda Brown e Rosenberg (1961), Rosenberg (1963, 1970), Strassmann (1963); Allen (1983) e Lundvall (1985) evidenziano in particolare l'effetto di tale interazione sul ritmo di diffusione di nuove tecniche; von Hippel (1982) esamina, invece, in quali casi il potenziale innovatore (l'utilizzatore o il produttore di macchinario) può appropriarsi dei benefici dell'invenzione.

³⁰ Sull'importanza della comunicazione interpersonale e dell'osservazione diretta nel processo di diffusione delle innovazioni si veda Hägerstrand (1965, 1968).

carico del materiale pressato sui carrelli, così che fu possibile impiegare due operai per ogni pressa e questo eliminò un vincolo all'aumento della capacità produttiva della pressa. Negli anni settanta, i miglioramenti delle caratteristiche tecniche della pressa hanno consentito innanzitutto ulteriori aumenti della capacità produttiva e ulteriore riduzione della manutenzione ³¹.

4. La ricerca fuori e dentro il settore ceramico

Il forno: una macchina fatta di mattoni di refrattario

Fino alla fine degli anni cinquanta le piastrelle pressate erano prima essiccate in un grande ambiente ben aereato, e poi cotte in fornaci Hoffmann fatte di mattoni di refrattario, la cui invenzione risale a metà del secolo scorso. Davanti alla fornace arrivavano i carrelli con i telai carichi di piastrelle. Le operaie sfilavano le piastrelle dai telai per passarle man mano al «maestro» che riempiva tutta la fornace disponendo le piastrelle di taglio e separando l'uno dall'altro i vari strati di piastrelle con listelli ricavati da piastrelle rotte: questa operazione di riempimento della fornace era denominata «ingrissaggio». Riempita tutta la fornace, l'imboccatura veniva murata. Il tempo necessario per riempire (e svuotare) una fornace (che conteneva poco più di 200 mq di piastrelle 10x10) era di circa 8-12 ore, a seconda del numero di ingrissatori. In genere c'era una squadra che riempiva e una che svuotava.

³¹ All'aumento della capacità produttiva si fece fronte inizialmente aumentando il numero di lavoratori per ogni pressa: un lavoratore, infatti, non era più in grado di reggere l'aumentato ritmo di carico, che arrivava a circa 600-700 mq al giorno. In seguito, con la meccanizzazione del carico del materiale sui carrelli, di cui parleremo nel paragrafo 6, si ebbe una diminuzione del numero di operai assegnati ad ogni pressa. E il diffondersi, sin dai primi anni ottanta, dei meccanismi automatici per la pulizia dello stampo ha comportato la definitiva scomparsa della figura del pressista. Gli unici compiti che rimangono al lavoratore sono quelli di accensione e spegnimento delle macchine, di manutenzione delle presse e degli impilatori. Il lavoro necessario, anche se molto diverso da quello degli anni quaranta e cinquanta, è di nuovo riunificato in un'unica figura di lavoro qualificato.

La cottura durava circa 48 ore: il calore, dopo una prima fase crescente, era ridotto fino a riportare il materiale a temperatura ambiente. Lungo le pareti della fornace, ad altezza d'uomo, era disposta una fila di fori, chiusi da tappi di refrattario, che permettevano di controllare l'andamento della cottura nelle varie parti della fornace. La temperatura veniva regolata variando la quantità di combustibile e di aria nella camera di combustione sottostante³². Le fornaci Hoffmann erano composte da più camere di cottura disposte sopra un'unica camera di combustione: in questo modo il fuoco non veniva mai spento, ma l'intensità del calore era regolata spostando il fuoco nella camera di combustione al di sotto delle diverse camere di cottura. L'impianto poteva quindi funzionare a ciclo continuo.

Alla fine della cottura, le piastrelle venivano estratte dalla fornace, impilate su piani di lavoro e infine disposte su carrelli che venivano poi inviati alla scelta. Le squadre di lavoro alle fornaci erano costituite da 2-3 uomini e da un paio di donne che aiutavano a porgere le piastrelle agli ingrissatori. Le fornaci funzionavano a ciclo continuo e anche le donne facevano i turni notturni. Non c'erano invece donne addette all'ingrissaggio.

Dalle testimonianze relative agli anni trenta e quaranta, che Katia Aldini (1978-79) ha raccolto nel corso di interviste ad ex operaie ceramiste, emerge la descrizione di condizioni di lavoro faticose ed inumane³³. Racconta Norma Barbolini, che a 14 anni era già operaia ceramista: «Quando infilavamo il grembiule era come tuffarsi in un silos di terra macinata: dove si lavorava era una pioggia di polvere umida. Alla fine del turno solo gli occhi luccicavano belli puliti... Alle tre del mattino suonava la sveglia. Si lavorava dalle quattro alle dodici» e c'era anche chi lavorava 10-12 ore al giorno. Ma il reparto cottura era certamente il peggiore: «Le donne che attendevano al lavoro della fornace erano costrette a muoversi con sacchi bagnati sulle spalle e sul capo per ripararsi e difendersi dal calore cocente» delle fornaci. E l'umidità derivante dalla calura e dall'acqua grondante su tutto il corpo provocava spesso la tubercolosi. E ancora, a proposito delle fornaci, racconta Carmelina Mammi, che diciassettenne era entrata, nel 1939, alla

³² Il fuoco, fatto sotto la fornace, veniva alimentato bruciando lignite, carbone, legna, ma anche scarti delle fabbriche alimentari che producevano snocciolati.

³³ Aldini (1978-79), pp. 188-203.

Marazzi, «al solo pensiero di dover andare in quell'inferno mi sentivo svenire, perché sapevo quel che mi aspettava: spingere carrelli carichi di mattonelle, dal forno all'esterno del reparto o dal piano superiore della fornace per farle seccare; e naturalmente dovevo togliere il biscotto, cioè l'argilla stampata, cotta ma non verniciata e disporli sul basel, che era una specie di grande vassoio di legno, dove erano già pronti per essere smaltati».

Queste condizioni di lavoro in parte migliorarono con la sostituzione delle fornaci con i forni a tunnel e con la meccanizzazione del trasporto dei carrelli. La presenza di lavoro femminile in questo reparto, che negli anni trenta e quaranta era rilevante, scompare del tutto quando, con l'introduzione dei forni a tunnel, si riduce la quantità di forza lavoro necessaria nel reparto: le donne saranno infatti spostate dal reparto cottura ad altre mansioni nei reparti scelta e smalteria, che, a differenza del reparto cottura iniziarono ad essere in funzione solo durante il giorno³⁴.

Nel suo studio sul processo di diffusione dei forni a tunnel, Prodi (1966) ricorda come il primo forno a tunnel, molto rudimentale rispetto ai modelli successivi, fu installato in Italia nel 1937 (disegnato da una ditta francese). Nel 1952-53 entrarono in funzione altri due forni (uno di costruzione tedesca e uno americano); nel 1957 erano già 15 i tunnel in uso nelle imprese ceramiche e nel 1965 erano circa 200³⁵. A questa rapida diffusione dei forni a tunnel contribuì la crescita di imprese specializzate nella progettazione e nella costruzione di tali forni. Queste imprese, localizzate nel distretto ceramico, furono in grado di risolvere, con costi più bassi di quelli che avrebbero dovuto sostenere imprese straniere, i numerosi problemi tecnici che man mano emersero nell'uso dei forni a tunnel. Infatti, la sostituzione delle fornaci Hoffmann con i forni a tunnel incontrò non poche difficoltà connesse con l'elevato costo di investimento. A rallentare la diffusione del forno a tunnel, tuttavia, furono soprattutto le enormi difficoltà di regolazione delle temperature nelle varie zone del forno. Erano

³⁴ Dal dopoguerra, nel settore ceramico la divisione del lavoro tra uomini e donne è di tipo tradizionale: gli uomini hanno compiti in cui si richiede una gran fatica fisica (come nel caso dello spostamento dei carrelli), mentre le donne svolgono tutti quei compiti in cui sia richiesta l'agilità di movimento delle mani (come, ad esempio, nelle mansioni di scelta). Per una analisi dettagliata della composizione per sesso e per mansione della forza lavoro occupata nel settore ceramico, oltre che in altri settori industriali, si veda Bettio (1988).

³⁵ Prodi (1966), pp. 123-24.

necessari, infatti, lavoratori estremamente qualificati - e ce n'erano pochissimi - a cui occorrevano fino a 6 anni di esperienza per essere in grado di controllare il forno. Dalla seconda metà degli anni sessanta, un forte incentivo alla diffusione di questo tipo di forno fu proprio la possibilità di impiegare la regolazione automatica delle apparecchiature di cottura: da allora tutte le fabbriche di piastrelle utilizzano forni a tunnel per la cottura del biscotto ed è il caporeparto, o il tecnico di fabbrica, che interviene in caso di cattivo funzionamento del forno.

Con le fornaci Hoffmann il fuoco veniva man mano spostato sotto le varie camere di cottura per consentire la fase di aumento della temperatura fino a circa 1000° C e la successiva fase di diminuzione fino alla temperatura ambiente. Con il forno a tunnel sono, invece, le piastrelle che percorrono la galleria del forno raggiungendo man mano le varie zone del forno ciascuna con una diversa temperatura. Prima della cottura, le piastrelle pressate e impilate sui carrelli vengono immesse in un preessiccatoio e successivamente in un essiccatoio in muratura, lunghi circa 100-120 metri e con una larghezza sufficiente a consentire lo scorrimento di 3 o 4 carrelli ³⁶. La galleria del forno a tunnel ³⁷, che è lunga più o meno come l'essiccatoio, è percorsa invece da una sola fila di carrelli. Mentre una fornace Hoffmann aveva una capacità produttiva di circa 1000 mq al giorno e richiedeva una squadra di 20 lavoratori per turno, il forno a tunnel poteva produrre circa 4000

³⁶ I carrelli scorrevano entro tali essiccatoi incontrando una controcorrente di aria calda (circa 50-60° C) che consentiva di ridurre l'umidità del materiale pressato fino all'1-2%. Il tempo di essiccazione variava da 35 a 40 ore. All'uscita dell'essiccatoio il materiale era pronto per la successiva fase di prima cottura.

³⁷ La galleria può raggiungere, nel caso di forni abbastanza grandi, anche le dimensioni di 1,4x1,1x120 metri. La galleria ha la larghezza pari a quella del carrello, l'altezza uguale alla distanza tra il piano di appoggio del carrello e il tetto del forno, e la lunghezza proporzionale alla quantità di materiale da cuocere giornalmente. Esiste anche una seconda galleria, sottostante a quella di scorrimento dei carrelli, che è utilizzata per eventuali riparazioni, o per sbrogliare carrelli o pile di piastrelle cadute. Il forno è provvisto: di spintori, in genere idraulici, per immettere i carrelli nel forno e per estrarli; di attrezzature per lo scorrimento dei carrelli nella galleria; di apparecchiature per la cottura (bruciatori); di ventilatori; di apparecchiature per il controllo delle temperature, della pressione interna ed esterna al forno, della portata del gas combustibile.

mq al giorno con una squadra di 5 lavoratori per turno ³⁸. [figura] Il ciclo di cottura nel forno a tunnel è più breve che con le fornaci Hoffmann, ma non può essere inferiore a 36 ore perché, se cotta in un tempo minore, la superficie della piastrella presenta punti oscuri che possono influire sulla qualità della superficie smaltata. Lo scorrimento dei carrelli nel forno (che viene effettuato con uno spintore meccanico) è assai lento proprio per consentire al materiale di tollerare variazioni di temperatura di circa 900° C.

Anche per la cottura delle piastrelle smaltate si utilizzavano fornaci, ma già negli anni quaranta, si diffuse l'impiego di un forno, denominato «a passaggi», che era costituito da più gallerie di cottura (i cosiddetti canali) poste l'una accanto all'altra, ciascuna delle quali era lunga circa 30-40 metri, ed aveva una sezione (di 0,6x0,4 metri) molto più piccola di quella del forno a tunnel utilizzato per la cottura del supporto. Ogni canale, entro cui strisciavano le caselle mosse da uno spintore idraulico, aveva una capacità produttiva di circa 350 mq giornalieri da cuocere.

Nei primi anni sessanta iniziò ad essere utilizzato anche per la seconda cottura un forno a tunnel (con una capacità produttiva di 1600-2000 mq/g), simile a quello descritto per la cottura del materiale pressato. In tale forno scorrono dei carrelli ³⁹ su cui sono impilate delle caselle riempite di piastrelle smaltate [figura del forno] ⁴⁰.

I forni a passaggi erano preferibili nella produzione di formati speciali in piccole serie. Per questa produzione dovevano essere usate, per ogni formato, caselle di dimensioni diverse che sarebbe

³⁸ Il forno lavora a ciclo continuo mentre il reparto presse lavora 40 o al massimo 75 ore alla settimana. E' quindi necessario che il reparto pressatura produca giornalmente più materiale di quanto non venga immesso nel forno. Questo materiale eccedente viene depositato in una area laterale al forno denominata «parco del crudo». In pratica il materiale pressato è impilato su carrelli che si muovono lungo binari; il parco del crudo è attrezzato, quindi, con numerosi binari in genere lunghi quanto il forno. Analogamente vi è un «parco del cotto» in cui si depositano i carrelli carichi di materiale cotto che deve essere inviato al reparto scelta.

³⁹ A seconda della lunghezza, il forno a tunnel può contenere fino a 12 o 16 carrelli.

⁴⁰ Le piastrelle smaltate non possono essere impilate l'una sull'altra perché si danneggerebbe la superficie smaltata; sono, quindi, inserite in apposite scatole di refrattario, denominate caselle, aperte in due pareti laterali opposte e dentellate in modo tale che le piastrelle siano distanziate l'una dall'altra. [figura: caselle e carrello].

stato disagiata comporre su carrelli; tale produzione richiedeva, inoltre, frequenti modifiche nel ciclo di cottura che erano più facilmente realizzabili nei forni a passaggi.

La notevole quantità di forza lavoro necessaria per il carico e lo scarico manuale del forno a passaggi (circa un operaio per turno per ogni canale) fu uno dei fattori decisivi che, a metà degli anni settanta dette impulso alla sostituzione di forni a passaggi con quelli a tunnel ⁴¹.

Inoltre, tra i motivi della sostituzione del forno a passaggi forse non va sottovalutato quello relativo allo spazio necessario per l'installazione: a parità di superficie occupata, il forno a tunnel consente di produrre una quantità di prodotto di gran lunga maggiore di quello ottenibile con i forni a passaggi. Infatti, negli anni settanta molte imprese non erano in grado di ampliare la superficie dei loro stabilimenti perché i capannoni erano confinanti con altri stabilimenti, edifici, o strade. Casi di questo tipo erano molto frequenti nel distretto ceramico e le imprese ceramiche non volevano spostarsi fuori dal distretto. E' quindi probabile che, per aumentare la quantità prodotta, molte imprese abbiano scelto di sostituire i forni a passaggi con i forni a tunnel.

Nei primi forni a tunnel per la cottura del vetrato, la combustione avveniva in una camera posta lungo le pareti laterali del forno. Non si poteva infatti impiegare la fiamma libera perché i gas combusti possono danneggiare la superficie smaltata. Fu solo attorno al 1963-64 che con la diffusione dell'impiego di gas metano si iniziò ad eliminare, prima parzialmente e poi in modo totale, la muffolatura ⁴² dei forni con conseguenti risparmi nell'impiego di

⁴¹ Infatti, con questi forni era necessaria una squadra di operai, per turno, per uno due o tre forni a seconda della movimentazione dei carrelli, in fase di immissione ed emissione dal forno e nei parchi del crudo e del cotto, sia manuale, semiautomatica o automatica. Va però ricordato che proprio negli anni in cui iniziò la diffusione dei forni a tunnel per la cottura del vetrato, iniziò anche l'automazione delle operazioni di carico e scarico del forno a passaggi, consentendo così un aumento di produttività del lavoro di circa il 200 per cento rispetto al metodo manuale.

⁴² Si chiama muffola lo strato di materiale che separa la camera di combustione dal tunnel di scorrimento del materiale.

combustibile⁴³. A questo risultato si arrivò quasi per caso: si era osservato, infatti, che nei casi di usura delle muffole, dei forni alimentati con il gas metano, il materiale non era danneggiato.

La riduzione dei tempi di cottura: un esempio di un dispositivo di focalizzazione del cambiamento tecnico

Il tempo di cottura è di un ordine di grandezza decisamente più alto di quello delle altre lavorazioni. Ad esempio, è necessario poco più di 1 minuto per la pressatura, poi le piastrelle stanno 36 ore nel forno; in altri 5 minuti si effettua scelta e smaltatura, mentre altre 16 ore sono necessarie per la cottura che vetrifica lo smalto. Questa disomogeneità nei tempi delle singole fasi di lavorazione costituisce una strozzatura nel processo produttivo. Ed è in particolare la durata della seconda cottura che ha posto seri problemi di efficienza del processo produttivo. Se, ad esempio, si verificano disfunzioni, nella smaltatura o nella stessa cottura, rilevabili solo sulle piastrelle cotte, potrebbe essere necessario scartare una parte o tutta la produzione cotta in 16 ore, cioè nell'intervallo di tempo in cui il materiale non conforme allo standard veniva immesso nel forno. In pratica vengono effettuati numerosi controlli su molte fasi del processo produttivo a monte delle fasi di cottura e la cottura stessa è accuratamente controllata. Ciò nonostante, fino alla fine degli anni settanta, la cottura ha rappresentato la fase del processo in cui avvenivano trasformazioni non del tutto controllabili: si capisce, quindi, perché uno degli sviluppi su cui è stata maggiormente rivolta l'attenzione di tecnici e imprenditori è proprio la riduzione del tempo di cottura.

Un'altra disomogeneità tra il forno e altri impianti usati in ceramica deriva dal fatto che il forno è un impianto tipico delle lavorazioni di processo⁴⁴: sono necessari circa 20 giorni per accenderlo o spegnerlo e lavora a ciclo continuo. Nel caso, quindi, di variazioni di breve periodo della domanda non si può variare

⁴³ Infatti, eliminando la camera di combustione era ridotta la massa di refrattario da riscaldare. Il forno muffolato rimase però indispensabile per la produzione di un particolare tipo di materiale, noto come il «bianco di Sassuolo».

⁴⁴ Per la distinzione tra *process industry* e *engineering industry* si veda Pratten (1971), p. 265.

l'orario di utilizzo del forno ⁴⁵. Né, in caso di aumento della domanda, si può attivare un forno di scorta, o viceversa spegnere un forno in funzione in caso di riduzione: i tempi potrebbero risultare troppo lunghi ⁴⁶.

La necessità di eliminare le disomogeneità più sopra descritte ha operato come forte dispositivo di focalizzazione dello sviluppo delle tecniche di cottura. L'obiettivo era quello di ottenere una macchina che può essere avviata e spenta secondo le necessità organizzative dell'intero processo produttivo, con un ciclo di lavorazione costantemente tenuto sotto controllo, regolato automaticamente, e la cui durata può essere ridotta in misura considerevole.

Gli sviluppi tecnici dei forni presero due strade: in una ebbero un ruolo rilevante le imprese meccaniche, l'altra rimase interna ad una grande impresa ceramica. In particolare, la completa automazione del forno è stata messa a punto dalle imprese costruttrici di forni che man mano sono nate nel distretto ceramico ⁴⁷. Invece, la riduzione del tempo di cottura è stata resa possibile dallo sviluppo delle tecniche di cottura realizzate all'interno della ceramica Marazzi.

⁴⁵ La struttura in refrattario del forno non rende possibile frequenti accensioni e spegnimenti: il raffreddamento delle zone del forno in cui si hanno le più alte temperature di cottura (attorno ai 900°-1000° C) potrebbe infatti comportare lesioni alla struttura stessa del forno. E' questo il motivo per cui l'impianto di cottura è usato a ciclo continuo.

⁴⁶ Se la diminuzione del prodotto è piccola (come nel caso di scioperi o di festività infrasettimanali) si immettono nel forno carrelli carichi di mattoni di refrattario o di piastrelle già cotte. Infatti, a parità di ciclo di cottura, non si può diminuire la massa di materiale che entra nel forno perché si danneggerebbe la struttura di refrattario del forno.

⁴⁷ Molte delle caratteristiche dei forni a tunnel hanno subito modifiche negli ultimi trenta anni. Ad esempio, in molti casi, dove lo spazio era sufficiente, sono stati introdotti meccanismi per la movimentazione delle serrande poste alle estremità del forno, ma è da molti anni ormai che i forni sono costruiti con «porte d'aria» che permettono di non utilizzare porte o serrande metalliche consentendo così ai lavoratori di non essere investiti da alte temperature. Un altro esempio è la movimentazione dei carrelli nella fase di immissione ed emissione dei carrelli dal forno e nel parco del crudo e del cotto di cui si parlerà nel paragrafo 6.

La Ricerca e Sviluppo nella grande impresa: la monocottura

La Marazzi era entrata in funzione come fornace di laterizi nel 1935 e dopo qualche anno iniziò a produrre piastrelle. Il fondatore, Filippo Marazzi, era un droghiere di Sassuolo che costruì il suo primo stabilimento utilizzando due filari di pioppi come sostegno del tetto del capannone. Lo stabilimento, che non subì danni di guerra, occupava circa 250 operai sia nel 1940 che nel 1946⁴⁸ e produceva poco più di 1000 mq al giorno di piastrelle da rivestimento 10x10. Nel 1937 utilizzava già, oltre a fornaci Hoffmann, un forno a tunnel di costruzione francese dotato di pochi primordiali dispositivi automatici⁴⁹. Quando nel dopoguerra iniziò la produzione di piastrelle smaltate furono installati dei forni a passaggi per la cottura del vetrato. Le lavorazioni di smaltatura e la scelta erano manuali e il lay out non era certo il più efficiente: basti pensare che, nel fabbricato con ampie capriate in legno, l'impianto di macinazione era ubicato lontano dal reparto presse.

Nel 1953 la Marazzi costituì l'ufficio tecnico interno: era diretto da un ingegnere minerario e vi lavoravano un ingegnere elettronico, un ingegnere civile e un perito chimico: a questo gruppetto di tecnici fu affiancato un ben organizzato laboratorio chimico. Con l'aiuto di fondi ERP, la Marazzi installò nel 1953 un forno a tunnel Hemsott; tra il 1953 e il 1955 installò anche altri due forni a tunnel per la cottura del vetrato e nel 1956 fu avviata la produzione di sanitari che era stata progettata da uno degli ingegneri della Marazzi in collaborazione con tecnici tedeschi.

In quell'anno entrò nell'ufficio tecnico Mario Poppi, un ingegnere che aveva lavorato già per alcuni anni alla Saces, una delle ceramiche più antiche di Sassuolo, e gli fu assegnato lo sviluppo dell'impiantistica (installazione e layout dei nuovi macchinari). Poppi, che nella Marazzi contribuì in modo rilevante allo sviluppo

⁴⁸ La Marca Corona, una delle più antiche imprese ceramiche di Sassuolo, aveva invece ben 700 operai nel 1940 e dopo i gravi danni subiti durante la guerra ridusse l'occupazione fino ad avere, nel 1946, solo 125 operai. Tra il 1940 e il 1946, anche la Saime (Società Anonima Italiana Materiali Edili) ebbe una riduzione dell'occupazione, da 200 operai a circa 70. In origine di proprietà della famiglia Rubbiani, che produceva piastrelle di maiolica già dal 1700, la Saime aveva cambiato nome (fino al 1936 si chiamava «Ceramica della terra rossa») e si era trasferita dal centro di Sassuolo a via Radici in Piano, la strada che da Modena porta verso la collina e su cui molte altre ceramiche si localizzarono negli anni sessanta. Cfr. Sorrentino (1983-84).

⁴⁹ Si veda Prodi (1971), pp. 37-49.

tecnico dei forni, nel 1960 lasciò la Marazzi per dare vita ad una impresa che diventò ben presto un leader nel settore della progettazione e produzione di forni. Intanto tra il 1956 e il 1960 vi era stata alla Marazzi una ulteriore espansione dell'ufficio tecnico e del laboratorio chimico. L'ufficio tecnico aveva sia il compito di progettare e sviluppare nuove macchine, che la direzione di vari settori della produzione (maiolica, sanitari, ecc). E' in quegli anni che fu possibile produrre all'interno un nuovo forno che era il risultato del perfezionamento del forno Hemsott. Come ricorda Prodi, l'uso di questo forno aveva richiesto molti interventi di modifica, ma proprio per questo aveva «costituito la base di apprendimento per numerosi tecnici e montatori che ebbero così parecchi mesi a disposizione per rendersi conto dei problemi e delle potenzialità della macchina»⁵⁰.

Già la seconda metà degli anni cinquanta era stato per la Marazzi un periodo di forte espansione che continuò negli anni successivi, e che vide a metà degli anni 1960 l'inizio della produzione di piastrelle di pasta bianca. In quegli anni, mentre nelle altre imprese ceramiche si improvvisava una struttura produttiva capace di far fronte alla crescente domanda di piastrelle, la Marazzi aveva già una attenzione capillare agli aspetti organizzativi e tecnici dell'impresa e un minuzioso controllo dei costi di produzione. Nel corso degli anni sessanta muta la composizione e la direzione dell'ufficio tecnico. C'è l'uscita di diversi tecnici e lascia la Marazzi anche l'ingegner Lucchese⁵¹, il direttore di quello che era stato il nucleo originale dell'ufficio tecnico. Dopo l'uscita di Lucchese, la struttura organizzativa della Marazzi fu coordinata per molti anni da alcuni tecnici interni coadiuvati da una società di organizzazione esterna. A questo mutamento di direzione si accompagnò un cambiamento nelle strategie di ricerca e sviluppo. Negli anni cinquanta, infatti, erano entrati alla Marazzi tecnici che avevano sì contribuito alla crescita dell'impresa, ma che avevano appunto acquisito conoscenze e competenze specifiche per lo sviluppo delle tecniche ceramiche: è anche con questo patrimonio che diventarono essi stessi fondatori di imprese ceramiche, di società di consulenza tecnica e di imprese meccano-ceramiche. Negli

⁵⁰ Prodi (1971), pp. 43-44.

⁵¹ L'ingegner Lucchese costituì la Floorgres, una impresa che si specializzò nella produzione di piastrelle in klinker e che contribuì in modo originale allo sviluppo di tecniche adatte per la produzione di formati di grandi dimensioni.

anni sessanta, invece, la Marazzi appare più chiusa ai contributi esterni: il fronte della concorrenza era diventato più ampio ed un mutamento della strategia di ricerca di nuove tecniche fu quindi, in qualche misura, inevitabile.

In questa direzione, ha avuto un ruolo decisivo lo stabilimento sperimentale di Ricò di Fornovo: una fornace rilevata dalla Marazzi nella seconda metà degli anni sessanta. A Fornovo, lontano da Sassuolo e dai grossi centri di ricerca del nord Italia, lavorava un piccolo gruppo di tecnici coordinato da un ingegnere che aveva lavorato alla Saint Gobain. Si trattava quindi di un centro di ricerca lontano da Sassuolo anche per la formazione tecnica dei ricercatori. Si noti, tuttavia, che il background tecnico della produzione del vetro è ricorrente in molte innovazioni in ceramica e, come si vedrà tra poco, si trattava proprio di fare esperimenti su un tipo di forno normalmente usato per la tempra di lastre di vetro. Nello stabilimento di Fornovo doveva essere svolta la ricerca su progetti quali la riduzione dei tempi di cottura e la produzione in monocottura. E' utile soffermarsi sul perché la Marazzi decise di spostare a Fornovo questa importante fase della ricerca.

I tecnici ceramisti, che in buona parte si erano formati nella Marazzi negli anni cinquanta e sessanta, costituivano una piccola comunità integrata in una comunità locale principalmente dedita alle attività connesse con la produzione di piastrelle. Nei primi anni sessanta poteva capitare che un gruppo di amici decidesse al bar di dare avvio ad una impresa ceramica, e di ceramica si parlava quotidianamente nelle case dove almeno uno dei componenti la famiglia lavorava nelle imprese ceramiche di Sassuolo, Fiorano, Maranello o Casalgrande. Inoltre, vi era una notevole mobilità dei lavoratori, e in particolare dei tecnici, fra le varie imprese ceramiche. In generale, era quindi molto difficile mantenere segreti i dati tecnici specifici delle singole ceramiche e questo continuo scambio di informazioni ed esperienze ha certamente contribuito alla diffusione, nel distretto ceramico, di un patrimonio di conoscenze tecniche specifiche che a sua volta ha reso possibile lo straordinario numero di trasformazioni e la diffusione di nuove macchine.

Qualcosa di simile è avvenuto anche in altri casi, come ad esempio nello sviluppo delle fornaci usate nell'industria siderurgica inglese alla fine del secolo scorso. Pur in assenza di conoscenze teoriche sulle proprietà dei diversi tipi di fornaci, si ebbero rilevanti incrementi di efficienza nell'impiego di fornaci che man mano

venivano costruite proprio grazie alle piccole modifiche che scaturivano dal continuo scambio di informazioni rese disponibili dai tecnici costruttori che andavano di fabbrica in fabbrica, dagli operai che erano a conoscenza della resa degli impianti in cui lavoravano, ed anche dai dirigenti di più alto livello che nel corso della loro carriera cambiavano impresa. Secondo Allen (1983), che documenta in modo dettagliato la diffusione di quelle innovazioni, le informazioni circolavano perché era troppo costoso tenerle segrete⁵². Ma le informazioni circolano anche perché si sa che si avranno altre utili informazioni in cambio⁵³.

Ci fu invece chi riteneva che in alcuni casi lo scambio di informazioni potesse essere controproducente. In particolare, l'idea di Pietro Marazzi (subentrato al padre nella direzione dell'impresa) era che per inventare la monocottura non si doveva essere condizionati dai tecnici della bicottura: per questo i tecnici erano stati «isolati» a Fornovo. A sostegno di questa scelta non era certamente secondario il tentativo di evitare il pericolo, che si poteva facilmente correre a Sassuolo, di farsi copiare gli sviluppi tecnici della monocottura, i cui principi di base erano, se così si può dire, nell'aria. Non che fossero conoscenze alla portata di tutti, ma certamente alla portata dei tecnici di cottura che operavano a Sassuolo e che direttamente o indirettamente erano a conoscenza di tutto ciò che si faceva nelle fabbriche del distretto ceramico.

C'era bisogno di una proficua «contaminazione» con altre idee, che non venivano però dalla ceramica, ma dalla produzione del vetro. Nel 1968, quindi, la Marazzi acquistò negli Stati Uniti un forno a rulli Swingell & Dressel per la tempra di lastre di vetro. La Swingell & Dressell modificò la parte di combustione e i bruciatori che furono messi in grado di sopportare una notevole escursione termica. In due anni di esperimenti il forno fu usato a Fornovo per prove di cottura del biscotto, per la cottura lenta e per

⁵² In particolare, Allen sottolinea che la libera circolazione di informazione tra produttori è un efficace strumento di generazione di nuove tecniche in quei settori in cui operano imprese in regime di concorrenza, nessuna delle quali destina una quota rilevante di risorse alla Ricerca e Sviluppo. Una variabile cruciale del modello di Allen è il tasso di investimento lordo: nuovi impianti rendono infatti possibile una più estesa gamma di casi da studiare per verificare le condizioni effettive di funzionamento.

⁵³ Questa interpretazione è suggerita, ad esempio, da von Hippel (1987).

la cottura rapida del vetrato. Fu infine messo a punto per la monocottura e fu installata all'Amic (uno stabilimento Marazzi a Scandiano in provincia di Reggio Emilia) per prove di produzione in quantità rilevanti.

Dalla ricerca della grande impresa ceramica agli sviluppi tecnici dei produttori di forni

La Marazzi ottenne il brevetto, in Usa e in Italia, per il forno Swingell & Dressel modificato per la ceramica. Il forno aveva una galleria di circa 60 metri all'interno della quale vi erano più strati di rulli, con una sezione di circa 10 cm, disposti in senso trasversale rispetto alla direzione di scorrimento delle piastrelle: lo scorrimento delle piastrelle nel forno era azionato dalla rotazione dei rulli sul loro asse, comandata da una centralina elettronica. [figura] La caratteristica di questo tipo di forno era la cottura del materiale senza caselle: i rulli costituivano infatti il piano su cui scorrevano le piastrelle appoggiate su lastre di refrattario il cui spessore era di poco inferiore a quello della piastrella.

La Marazzi, che aveva individuato gli aspetti essenziali della tecnica di cottura in monocottura, affidò la messa a punto dell'impianto ad un'impresa leader nel settore: per la produzione dei forni a rulli e la realizzazione dell'intero impianto di monocottura, la Marazzi avviò una collaborazione con la Siti di Novara⁵⁴. Già negli anni quaranta la Siti produceva forni a passaggi e, nel secondo dopoguerra (su brevetto americano della Cornell University), aveva iniziato a produrre forni a rulli (non molto diffusi nella zona di Sassuolo) diversi da quelli costruiti poi negli anni settanta per la Marazzi⁵⁵.

L'impianto di monocottura della Marazzi fu realizzato, in collaborazione con la Siti, nello stabilimento Marsint di Fiorano. Era un vecchio stabilimento della ex Marca Corona che produceva grès rosso e smaltato. Dopo la ristrutturazione questo stabilimento

⁵⁴ La collaborazione, che è durata fino al 1987, prevedeva la produzione, su licenza, di forni a rulli per monocottura.

⁵⁵ A differenza delle imprese meccano-ceramiche cresciute nel distretto ceramico di Sassuolo-Scandiano, la Siti si è affermata con la produzione non di singoli macchinari, ma con la progettazione di intere linee di produzione e con l'offerta di stabilimenti «chiavi in mano».

fu attrezzato per la ricerca su smalti adatti per la produzione in monocottura. In seguito, tali smalti furono prodotti anche dai colorifici abituali fornitori delle imprese ceramiche. L'innovazione realizzata dalla Marazzi venne man mano adottata da altre imprese che acquistarono la tecnologia di produzione e gli smalti necessari, ed altri produttori, oltre alla Siti, si cimentarono con la produzione di forni e di macchine necessarie nella produzione in monocottura⁵⁶.

E' vero che a Sassuolo - quando la Marazzi iniziò le sue ricerche sulla monocottura - i principi di base della monocottura erano «nell'aria». Ma l'applicazione dei principi di base alla produzione richiedeva la soluzione di molteplici problemi tecnici. Vi era un produttore di forni che addirittura aveva una licenza americana per produrre forni con un solo strato di rulli potenzialmente più efficienti di quello brevettato dalla Marazzi; ma il passaggio dalla licenza americana al forno monostrato fu possibile solo grazie alla soluzione di vari problemi tecnici che erano stati risolti dal forno a rulli Marazzi-Siti. Il forno monostrato ebbe poi un successo maggiore del forno a rulli Marazzi-Siti.

In generale, la ricerca condotta dalla Marazzi sul forno a rulli contribuì in misura rilevante a indirizzare i successivi sviluppi tecnici nella cottura del vetrato, sia in monocottura che in bicottura⁵⁷. Innanzitutto, la cottura in forni a rulli, che non richiedeva l'uso di caselle, aveva evidenziato i notevoli risparmi di combustibile ottenibili riducendo la massa di caselle di refrattario che viene ogni volta cotta con le piastrelle. Ma il salto tecnico più importante è certamente la riduzione del tempo di cottura resa possibile dalla cottura di un solo strato di piastrelle che scorrono su un letto di rulli di acciaio speciale: dalla fine degli anni settanta sono in uso forni monostrato che hanno consentito una riduzione del tempo di cottura da 16 ore (con il forno a tunnel) a poco meno di 1 ora⁵⁸.

⁵⁶ Per una descrizione delle operazioni svolte in monocottura, dalla pressatura alla cottura, si veda l'Appendice 2.

⁵⁷ Rispetto al forno a tunnel con carrelli, il forno a rulli usato negli anni settanta richiedeva però un maggior numero di addetti nella fase di carico e scarico del forno, ma anche tali operazioni sono poi state meccanizzate.

⁵⁸ Vi sono diversi tipi di forni monostrato a seconda del tipo di trasporto delle piastrelle all'interno del forno (su rulli o su particolari carrelli).

Il forno monostrato, messo a punto originariamente per la produzione in monocottura rapida, si è poi diffuso anche per la cottura del materiale smaltato prodotto in bicottura⁵⁹ e ha reso possibile la produzione di piastrelle di notevoli dimensioni (fino a 1x1 m), ma più sottili di quelle prodotte a parità di formato in bicottura o in monocottura tradizionale, con conseguenti vantaggi in fase di trasporto e di posa del materiale.

Un altro tipo di forno, di cui vi sono ancora solo prototipi, è il cosiddetto forno HTP che consente una notevole riduzione dei consumi energetici. Come il forno Swingell & Dressel da cui sono venuti gli sviluppi della monocottura, anche questo forno era in origine usato nella tempra delle lastre di vetro. Gli sviluppi di questa tecnica di cottura, realizzati da un importante produttore di forni, saranno continuati in collaborazione con la Marazzi.

La storia delle tecniche di cottura propone un problema nell'analisi del processo di cambiamento tecnico che emerge, in forme diverse, anche in altre tecniche adottate nella produzione di piastrelle: non è possibile assegnare un ruolo predominante alla grande impresa ceramica, o ai produttori di forni, o alle conoscenze tecniche diffuse, o alle interazioni tra produttori e utilizzatori di forni. Ci sono state fasi dello sviluppo tecnico in cui i forni venivano prodotti all'estero, e - grazie ai pochi tecnici disposti a cimentarsi sulle particolarità dei problemi posti dalla produzione di piastrelle - quei forni sono stati resi efficienti ed si è venuta formando piano piano una capacità diffusa di mettere a posto i forni fatti di refrattario e di renderli il più efficiente possibile. Ci sono state altre fasi in cui per aumentare l'efficienza della cottura si doveva fare un salto tecnologico e per mutare l'orizzonte di riferimento sono stati presi a modello forni in uso in altre produzioni, come nel caso della tempra delle lastre di vetro. Ma prendere a modello, o acquistare una licenza per l'uso di un brevetto, non è sufficiente per far scaturire una innovazione direttamente applicabile alla produzione: in questo decisivo passaggio è stato necessario assegnare risorse alla Ricerca e allo Sviluppo, e questo lo ha fatto la

⁵⁹ L'introduzione dei forni monostrato ha modificato in modo sostanziale non solo le fasi di carico e scarico del forno, ma anche l'operazione di scarico della linea di smalteria e la struttura stessa del parco dello smaltato crudo e dello smaltato cotto. Accanto alla completa automazione di queste operazioni è infatti iniziato l'uso di microprocessori nei sistemi di movimentazione. L'impiego di microprocessori si è poi diffuso in molte altre fasi del processo produttivo.

Marazzi; ed è stato necessario proteggere il know how che man mano emergeva da quella attività («isolando» i tecnici a Fornovo). Nel trasformare i prototipi in macchine industriali è stato necessario poi ricorrere ad imprese specializzate, ed è in questa fase che gli sviluppi tecnici passano, di nuovo, di mano: dalla Marazzi ai produttori di forni. Attraverso forme di cooperazione formalizzata da un accordo, come nel caso Marazzi Siti, ma più spesso in modo informale⁶⁰, per tutti gli anni ottanta va avanti - tra i produttori di forni e i produttori di piastrelle - un intenso scambio di informazioni e di proposte che consente la messa a punto di forni con tempi di cottura finalmente più omogenei con quelli delle altre lavorazioni. E questo apre la strada alla creazione di nicchie di mercato quali i formati di grandi dimensioni, la monocottura sottile, la monocottura a bassa porosità⁶¹. Sembra, infine, che altri sviluppi richiedano ora una collaborazione più formalizzata tra produttori di forni e produttori di piastrelle (come nel caso del forno HTP).

5. Le complementarità tecniche possono avvantaggiare l'innovatore

La storia delle macchine serigrafiche usate in ceramica è un esempio di come mutamenti nel prodotto e nei materiali impiegati siano cruciali per incentivare e rendere possibile l'automazione.

La decorazione veniva svolta, fino alla fine degli anni cinquanta, in modo manuale: infatti, la bassa porosità del supporto e il tipo di smalti utilizzati rendevano impossibile meccanizzare questa operazione. Era, quindi, necessario eseguire l'applicazione dello smalto di un altro colore solo sullo smalto di fondo già vetrificato. In pratica, le piastrelle su cui veniva applicato da una

⁶⁰ Richardson (1972) ha osservato che la cooperazione tra imprese può sorgere proprio nei casi in cui la creazione di nuovi prodotti o processi richiede il coinvolgimento di imprese con capacità tecniche differenti. Cfr. Richardson (1975, pp. 892-93).

⁶¹ Ma apre anche la strada per il diffondersi della monocottura su pasta rossa che può essere confusa con la bicottura facendo perdere di vista i pregi caratteristici di ciascuna produzione. Alcuni produttori hanno, infatti, iniziato a produrre in monocottura piastrelle che non hanno più le caratteristiche tecniche, di resistenza termica e all'usura, tipiche della monocottura. Hanno però creato una nicchia di mercato per prodotti di basso prezzo e di media qualità in concorrenza con la bicottura.

macchina un velo di smalto - il cosiddetto «fondo» - venivano cotte, successivamente decorate a mano con l'uso di pennelli e quindi nuovamente cotte. Talvolta dopo aver applicato lo smalto di fondo le piastrelle venivano decorate manualmente a spolvero così da evitare la terza cottura.

La decorazione richiedeva, quindi, non solo un tempo di produzione molto lungo, ma anche una notevole quantità di forza lavoro specializzata, e in genere per eseguire queste operazioni erano impiegate donne a cui veniva pagato un salario a cottimo.

Quando, all'inizio degli anni sessanta, insieme alla produzione di maiolica si fece strada la produzione di piastrelle di pasta bianca fu possibile meccanizzare l'operazione di decoro: infatti, era possibile decorare il supporto bianco e poi coprire la decorazione con una soluzione cristallina trasparente o lievemente colorata. Ma questa non era ancora la soluzione definitiva per l'automazione del decoro perché il diverso coefficiente di dilatazione del supporto di pasta bianca e dello smalto provocava la crepatura della superficie smaltata. Tale difetto (denominato «cavillo») risultava ancora più evidente su superfici dai colori tenui e chiari (come nel caso delle piastrelle di pasta bianca), e consigliavano l'uso di questo prodotto solo per rivestimento.

Lo sviluppo di tecniche di decorazione meccanizzate fu possibile attraverso modifiche del tipo di supporto e degli smalti utilizzati. Negli anni cinquanta e nei primi anni sessanta si erano, infatti, moltiplicati i tentativi di produrre materiali con caratteristiche nuove. Nel 1964, l'Iris, una delle più grandi imprese di Sassuolo, brevettò un tipo di supporto di media porosità, denominato semigrès⁶², che fu quasi subito prodotto da numerose altre imprese. Sul fronte degli smalti, oltre alla ricerca condotta all'interno di alcune grandi imprese ceramiche e da alcuni colorifici, la spinta decisiva venne dai colorifici che producevano smalti per le imprese ceramiche. E' su queste basi che, a metà degli anni sessanta, fu possibile meccanizzare la decorazione utilizzando macchine pennellatrici e macchine serigrafiche.

⁶² L'impasto utilizzato nella produzione del semigrès era ricavato da una particolare miscela di argille esistenti in natura e reperibili nell'appennino modenese e reggiano.

La tecnica serigrafica è molto antica: la mascherina, o retino serigrafico, consiste di un telaio su cui è teso un tessuto (in genere di seta) ricoperto di materiale impermeabile che lascia scoperta la sagoma del disegno da riprodurre. Il retino viene messo a contatto con la superficie da decorare. Il colore è versato sul retino e, sotto la pressione di una spatola, penetra attraverso la trama del tessuto riproducendo così sulla superficie il disegno. Il tessuto di seta fu sostituito ben presto da un tessuto sintetico più resistente all'usura.

I primi telai con retini serigrafici utilizzati in ceramica erano prodotti artigianalmente e, per alcuni anni, anche la serigrafia fu svolta in modo manuale: un'operaia disponeva il telaio sulla piastrina, versava lo smalto sul retino, passava una spatola per filtrare il liquido, sollevava poi il telaio e lo appoggiava su un'altra piastrina.

Nei primi anni sessanta, si iniziò a produrre macchine per la serigrafia delle piastrelle. La Marazzi e la Richard Ginori progettarono e produssero le macchine serigrafiche utilizzate nei propri stabilimenti; le altre imprese ceramiche, invece, acquistavano le macchine prodotte dalla Gabrielli di Sesto Fiorentino, dalla Cibec di Sassuolo (una impresa di circa 100 addetti che produceva macchine serigrafiche rettilinee di tipo meccanico) e da una piccola impresa metalmeccanica di Parma, la Boschi. Non appena la domanda di queste macchine aumentò, si aggiunsero altri produttori locali come l'officina Morandi di Sassuolo e la System di Fiorano.

L'automazione della serigrafia rese indispensabile il superamento di numerosi squilibri tecnici, il principale dei quali era dovuto alla necessità di sincronizzare e rendere più veloci i vari movimenti. La piastrina, che scorreva sul nastro trasportatore, doveva essere fermata e posizionata esattamente sotto il retino: nel caso di disegni policromi ogni macchina serigrafica applica un colore del disegno ed è quindi indispensabile la centratura delle successive applicazioni per ottenere il disegno desiderato. Inoltre, la macchina serigrafica, che al tempo della sua introduzione era la attrezzatura che determinava la capacità produttiva della linea, poteva funzionare solo con una velocità non superiore a 60-70 pezzi al minuto nella produzione di 15x15: con movimenti troppo rapidi della spatola, che erano regolati da relè, gli smalti non venivano distribuiti in modo uniforme; inoltre le piastrelle trasportate troppo velocemente potevano essere danneggiate in fase di fermata sotto la macchina serigrafica.

Prima che i relè potessero essere sostituiti da dispositivi elettronici, fu sviluppata la ricerca sugli smalti e sui dispositivi di fermata delle piastrelle. Inoltre, per aumentare la capacità produttiva della macchina serigrafica fu studiata la possibilità di realizzare una macchina serigrafica multipla: il retino serigrafico era stato ingrandito fino a consentire l'applicazione del decoro su sei piastrelle. Il prototipo di questa macchina, che era stato progettato e costruito dalla System alla fine degli anni sessanta, non fu mai messo in produzione: le piastrelle non erano infatti perfettamente piane e quindi il decoro veniva applicato in modo diverso sulle 2 o 6 piastrelle che venivano a trovarsi contemporaneamente sotto la macchina serigrafica ⁶³.

Fallito il tentativo di macchina serigrafica multipla, dopo un paio di mesi di progetti la System realizzò, nel dicembre del 1970, il primo prototipo di macchina serigrafica rotativa. Con questa macchina il retino non è teso su un telaio rettilineo, ma su un tamburo cilindrico, così che la velocità di rotazione del cilindro poteva essere sincronizzata con quella di scorrimento delle piastrelle sulla linea: in questo modo la macchina poteva applicare il decoro più velocemente e in particolare, a parità di formato delle piastrelle, aveva una capacità produttiva doppia rispetto alla

⁶³ Nel 1960, il titolare della System, Franco Stefani, era entrato a lavorare alla Marazzi: aveva 16 anni e per cinque anni lavorò come manutentore elettricista nel reparto smalteria. Nel 1962 faceva parte del gruppo di tecnici della Marazzi che mise a punto l'apparecchiatura elettrica per le macchine serigrafiche. Lasciata la Marazzi, Stefani iniziò a produrre le macchine serigrafiche prima in una cantina, poi in un garage e solo dopo alcuni anni in un capannone industriale. Nel 1970 la System aveva 20 dipendenti: 1 addetto alle vendite, 7 ingegneri e 12 periti meccanici ed elettronici. La produzione mensile era di circa 20-30 macchine serigrafiche. All'interno dello stabilimento veniva fatta, oltre alla progettazione, l'assemblaggio e il collaudo. Per la produzione dei vari componenti ci si rivolgeva, invece, ad imprese metalmeccaniche della zona che lavoravano per la System in modo continuo, anche se non esclusivo. Erano circa 20 gli operai esterni che lavoravano nelle imprese artigiane subfornitrici della System. Ancora oggi la System, che ha quasi 200 addetti di cui poco più di 60 sono operai, non svolge all'interno la produzione di componenti.

macchina serigrafica piana. Inoltre, nel caso della macchina serigrafica rotativa l'intervento per la pulizia del retino era di gran lunga minore⁶⁴.

La diffusione delle macchine serigrafiche rotative fu abbastanza rapida soprattutto nei casi in cui si avevano poche applicazioni di colori diversi: tali macchine infatti non erano precise come quelle piane perché il retino è teso solo lungo l'asse del cilindro. Il principio della serigrafia con macchina rotativa era già in uso nell'industria tessile dove una matrice rigida riproduceva una immagine senza fine su un materiale deformabile, il tessuto da stampare. Nel caso delle piastrelle, invece, fu necessario utilizzare una matrice deformabile (di tessuto sintetico) che riproduceva immagini successive. Fu quindi necessario produrre macchine adatte alla produzione degli schermi rotativi e in particolare quelle per tendere il tessuto in modo uniforme, per la fotoincisione e per la polimerizzazione del tessuto. Tali operazioni erano infatti eseguite in modo diverso rispetto a quelle analoghe della produzione di retini piani. Furono in parte adattate macchine usate nella produzione di retini piani, ma nel caso della fotoincisione⁶⁵ la lampada a raggi ultravioletti doveva essere corredata di un dispositivo per posizionare la stessa immagine su 4 o 5 posizioni dello stesso retino cilindrico. La macchina per la fotoincisione utilizzava un cilindro la cui partizione veniva realizzata da un artigiano di Modena che nel suo garage aveva in funzione una macchina Genevoise di grande precisione.

In genere, chi produce macchine serigrafiche non produce anche i retini perché questa produzione è realizzata in stretto contatto con coloro che preparano i disegni da applicare sulle piastrelle e si avvalgono di tecnologie e di competenze diverse da quelle impiegate nella produzione di macchine serigrafiche. Invece, nel caso delle macchine serigrafiche rotative, la System, che ha brevettato tale macchina, produce anche le particolari macchine

⁶⁴ Gli sviluppi nelle caratteristiche degli smalti e l'impiego di componenti elettroniche hanno colmato il divario di capacità produttiva tra le macchine serigrafiche piane e quelle rotative; inoltre, l'introduzione di un meccanismo automatico per la pulizia del retino ha ridotto a metà il numero di addetti necessari al controllo delle macchine serigrafiche rettilinee così che la scelta tra l'uno e l'altro tipo di macchine serigrafiche dipende oggi dalla particolarità del disegno che si vuole riprodurre.

⁶⁵ La fotoincisione consente di riprodurre sul retino serigrafico un disegno realizzato su carta.

necessarie per la produzione di retini cilindrici. Più che la copertura del brevetto, è stata questa condizione di complementarità tecnica, come la chiama Rosenberg (1969, 1979), che ha reso possibile alla System di appropriarsi dei benefici che derivano dalla invenzione delle macchine serigrafiche rotative. E questa condizione è stata importante anche per impedire ad altri produttori di affiancarsi alla System nella produzione di macchine serigrafiche rotative, proprio perché si tratta di una produzione che richiede, appunto, un know how non incorporato nell'innovazione ⁶⁶.

6. Convergenze tecnologiche e invenzione collettiva

Il cambiamento tecnico più appariscente in termini di aumento della produttività del lavoro e di diminuzione della fatica fisica è la meccanizzazione delle operazioni di carico e scarico delle macchine e di trasporto del materiale tra le varie operazioni; ma anche delle operazioni di scelta biscotto e vetrato, e di smaltatura. Queste operazioni, sino alla fine degli anni sessanta, erano svolte quasi esclusivamente in modo manuale.

Convergenze tecnologiche

Le modalità con cui man mano vennero sviluppate e si diffusero le tecniche per meccanizzare le operazioni di cui si è appena detto hanno caratteristiche simili a quel processo che Nathan Rosenberg chiama di «convergenza tecnologica». Rosenberg (1963) sottolinea come il rapido sviluppo tecnico in settori quali la produzione di fucili, di macchine da cucire, di biciclette, di automobili può essere spiegato in larga misura dal fatto che in questi diversi settori si pose «una serie di problemi tecnici largamente simili, la cui soluzione [richiese] una serie di abilità e conoscenze tecniche anch'esse largamente simili» ⁶⁷. Tali soluzioni si diffusero velocemente, perché le conoscenze tecniche, muovendo dal loro punto di origine, si diffusero in altre «industrie apparentemente disparate

⁶⁶ Sull'importanza di questa particolare condizione di appropriabilità dei benefici che derivano dall'invenzione si veda von Hippel (1982, pp. 99-104)

⁶⁷ Rosenberg (1963), p. 54.

sotto il profilo della natura e degli impieghi dei rispettivi prodotti finali, [ma] intimamente collegate (tecnologicamente convergenti) sul piano tecnologico»⁶⁸.

Nel caso della ceramica, la movimentazione delle piastrelle nelle varie fasi del processo produttivo ha fatto emergere una serie di esigenze tecniche largamente simili a cui non si poteva far fronte semplicemente adottando le tecniche di movimentazione che pure erano già in uso, da decenni, in altre industrie: la fragilità del materiale, ad esempio, richiedeva l'impiego di particolari accorgimenti tecnici che, una volta adottati per meccanizzare la movimentazione in una fase del processo produttivo, si sono rapidamente diffusi in altre operazioni di movimentazione. In particolare, l'impiego di attrezzature dotate di dispositivi ad aria compressa e, in generale, di componenti oleodinamiche hanno consentito la soluzione di molti di quei problemi tecnici.

Movimentazione dei carrelli e carico del materiale pressato sui carrelli

Già negli anni quaranta la fabbrica era attraversata da binari per il trasporto manuale dei carrelli carichi di piastrelle tra i vari reparti, e nei parchi di deposito dei forni. Con la movimentazione manuale i carrelli erano spinti lungo i binari e fatti passare da un binario all'altro manualmente. Negli anni sessanta, quest'ultima operazione era in genere svolta utilizzando una specie di piccolo spintore a motore. Successivamente la meccanizzazione della movimentazione dei carrelli lungo i binari è stata regolata da centraline elettroniche che memorizzano i comandi dati in precedenza da un operatore. Alla fine degli anni settanta tutte le imprese ceramiche avevano in uso trasportatori attrezzati con pistoni idraulici, in grado di prelevare automaticamente il carrello dal

⁶⁸ *Ibid.*, p. 61.

binario di partenza e di spostarlo sul binario di arrivo⁶⁹. Con questa tecnica è stata eliminata la fatica fisica e si è ridotto in modo notevole il numero di operai necessari a questa operazione⁷⁰.

La meccanizzazione dell'impilaggio e carico del materiale pressato sui carrelli è iniziata verso i primi anni sessanta: in trenta anni ha consentito un aumento della produttività del lavoro dei pressisti di circa cinquanta volte, e la crescente affidabilità degli impianti di pressatura fa prevedere ulteriori aumenti nei prossimi anni.

In questo caso, la meccanizzazione è stata possibile solo dopo che le operazioni di pressatura erano state completamente automatizzate. Il primo dispositivo meccanico, posto davanti alla pressa, impilava circa 10 piastrelle; queste pile venivano poi prelevate dall'operaio e caricate sul carrello. Oltre all'impilatore, che fu brevettato nel 1960 da Morandi (il titolare di una piccola impresa metalmeccanica di Sassuolo di cui parleremo più avanti), si diffuse rapidamente l'impiego di attrezzature per la deviazione automatica del materiale impilato a due sezioni di carico del carrello⁷¹, e per la movimentazione del carrello in senso verticale e rotatorio. Con queste attrezzature, il lavoratore poteva spostare il carrello senza fatica e mantenere una posizione fisica costante, anziché piegarsi, o sollevare le braccia o girare attorno al carrello fisso (il cui volume di carico è di circa 2 mc)⁷². Dalla fine degli

⁶⁹ L'utilizzo di pistoni idraulici ha consentito anche l'automazione delle operazioni di carico e scarico del forno: prima che si introducessero questi spintori idraulici i carrelli venivano spinti all'imboccatura del forno e trascinati fuori dal forno in modo manuale.

⁷⁰ Nel reparto prima cottura, la stessa squadra di lavoratori può controllare uno, due, o tre forni a seconda che la movimentazione dei carrelli, lungo i binari del parco del crudo e del parco del cotto, sia, rispettivamente, manuale, semiautomatica o automatica.

⁷¹ Le operazioni di pressatura e di carico del materiale pressato sui carrelli sono un caso di squilibrio tra componenti di una stessa operazione di cui si è discusso nel paragrafo 3.

⁷² Proprio la riduzione della fatica fisica ha reso possibile l'impiego di donne alla mansione di pressista che era tradizionalmente una mansione maschile.

anni settanta, l'intera sequenza di operazioni di impilaggio e carico del materiale pressato sui carrelli è svolta da attrezzature completamente automatiche ⁷³.

Scelta biscotto e scelta vetrato

Notevoli aumenti di produttività si sono avuti anche grazie all'automazione della scelta.

Fino agli inizi degli anni settanta, la scelta biscotto veniva fatta in modo manuale da operaie che avevano una grande abilità nel maneggiare il materiale e nel riconoscerne le imperfezioni. Con la scelta manuale, la squadra di lavoro era in genere composta da 8-10 donne che con una spazzola di penne spolveravano le piastrelle e con il manico della spazzola sbattevano le piastrelle per sentire se «cantavano», cioè se erano cavillate, oppure facevano scorrere le piastrelle l'una su l'altra: variazioni nel rumore segnalavano la presenza di una consistenza non omogenea e la piastrella difettosa veniva scartata. Le piastrelle integre venivano impilate su panconi e portate in testa alla smaltatrice (nel caso di fabbrica a ciclo completo) o nel magazzino del prodotto finito (nel caso di fabbrica di supporto).

La scelta del vetrato è un pó diversa da quella del biscotto perché le piastrelle devono essere confrontate con piastrelle campione per classificare la tonalità di colore della superficie smaltata ⁷⁴. Le operaie prelevavano le piastrelle dalle pedane, le appoggiavano su un tavolo per effettuare la scelta ⁷⁵, e man mano le mettevano in scatole diverse secondo la qualità e la tonalità del colore. Su ogni scatola era posto un timbro che specificava le caratteristiche delle piastrelle in essa contenute. Un'operaia, infine, era addetta alla formatura e alla timbratura.

⁷³ L'operaio addetto alla pressatura ha ormai solo il compito di pulizia dello stampo, nei casi in cui non vi sia la pulizia automatica, e di controllo delle operazioni di carico del materiale pressato sui carrelli (controllo necessario per segnalare in tempo eventuali guasti al meccanico).

⁷⁴ Questa operazione è denominata «specchiatura».

⁷⁵ La preparazione dei campioni dei diversi livelli di classificazione di qualità e tonalità del colore è in genere svolta dalla caporeparto o dalla operaia più esperta.

Per meccanizzare la scelta sono state innanzitutto separate le operazioni di controllo del materiale da quelle che consistono nel prendere e deporre il materiale: questo è un aspetto molto frequente nella meccanizzazione. Le operazioni di controllo del supporto sono oggi diventate due operazioni distinte: una meccanica e l'altra eseguita manualmente. Un martelletto azionato in modo meccanico consente di rompere le piastrelle cavillate (che cadono così tra le due cinghie su cui scorrono le piastrelle); dopo questa attrezzatura le piastrelle non cavillate, ma non regolari, venivano invece scartate da un'operaia.

Con l'introduzione delle linee, sia nella scelta del biscotto che nella scelta del vetrato⁷⁶, fu possibile adottare dei dispositivi per la codificazione magnetica della scelta. Mentre nella scelta biscotto la codificazione è dicotomica (integra/da scartare), la scelta vetrato rende necessario codificare molte opzioni, ciascuna delle quali comanda le diverse sezioni di inscatolatura, una per ogni classificazione di qualità e tonalità prevista⁷⁷.

La diffusione della scelta su linea è stata rapida in tutti i casi dove si producevano serie lunghe di piastrelle dello stesso formato. La scelta a mano era invece più conveniente nelle produzioni che richiedevano un controllo più accurato della qualità del prodotto (come nel caso di formati di grandi dimensioni a cui si attribuisce un alto valore commerciale); o nei casi in cui la quantità prodotta di un particolare formato era talmente piccola da non rendere possibile un utilizzo soddisfacente della linea di scelta⁷⁸.

⁷⁶ Il primo passo verso la meccanizzazione della scelta vetrato è consistito nell'uso di un trasportatore circolare provvisto di cestelli che contenevano le piastrelle. Un operaio provvedeva al riempimento dei cestelli, e le operaie addette alla scelta prelevavano man mano la quantità di piastrelle che riuscivano a scegliere lasciando proseguire le altre. Tale sistema era denominato «giostra».

⁷⁷ Nella scelta delle piastrelle di monocottura, il controllo dell'integrità e nella misura delle dimensioni del supporto è eseguito automaticamente da strumenti che, oltre a misurare, memorizzano le caratteristiche dimensionali e i coefficienti di planarità di ciascun pezzo. Successivamente la qualità della superficie viene classificata tramite codificazione magnetica. Alla sezione di inscatolatura e timbratura automatica, una striscia di cartone avvolge automaticamente un certo numero di piastrelle raggruppate secondo le caratteristiche precedentemente memorizzate, e indicate dal timbro.

⁷⁸ Fino ad dieci anni fa, la tecnica di scelta manuale era adottata anche per tutti quei formati che non avevano spigoli ad angolo retto e che quindi non consentivano l'uso di pinze al carico e all'impanconatura, ma ora vi sono pinze adatte anche per questi formati.

Il controllo delle tonalità: la rapida evoluzione nelle componenti elettroniche e i tempi lunghi della ricerca

L'evoluzione delle tecniche di scelta vetrato è stata resa possibile anche dal miglioramento delle operazioni a monte che hanno ridotto il numero di tonalità. Infatti, è nella fase di smaltatura e di cottura del materiale smaltato che variazioni nella densità degli smalti o nelle temperature di cottura determinano le diverse tonalità di colore della superficie smaltata.

Il controllo delle tonalità della superficie smaltata è una delle poche operazioni che ancora oggi vengono svolte in modo manuale. I tentativi di automatizzare questa operazione sono sollecitati dai produttori di piastrelle perché un controllo automatico consentirebbe una scelta costante nel tempo, mentre questo non si verifica nel caso di scelta visiva compiuta dalle operaie: la sensibilità a cogliere le diverse sfumature del colore non solo varia da individuo a individuo, ma può anche essere alterata, nello stesso individuo da fattori quali la stanchezza o la diversa luminosità dell'ambiente di lavoro. All'automazione si oppongono, però, non solo vincoli di natura tecnica, ma anche vincoli che derivano dalla particolare natura del mercato del prodotto finito.

Nel 1973-74 la Agrop di Monaco, che produceva piastrelle, mise a punto una macchina per il controllo delle tonalità che utilizzava un dispositivo che illuminava la piastrella e un misuratore dell'intensità della luce riflessa tramite sensori con fotocellule: questa attrezzatura era adatta però solo nel caso di produzione a tinta unita. Nel 1978-80 la Tasco di Torino iniziò a produrre una apparecchiatura che ricostruiva l'immagine della piastrella per punti e poi misurava l'intensità della luce riflessa. L'apparecchiatura faceva ricorso all'impiego di schede elettroniche che venivano progettate e costruite dalla stessa Tasco. Sebbene i criteri di costruzione dell'apparecchiatura fossero validi, i prototipi installati non dettero risultati tali da incentivare lo sviluppo della produzione di tali macchine su scala industriale, e la Tasco cessò poi la sua attività. Vi era indubbiamente una debolezza tecnica in quei prototipi: in particolare la parte elettronica che governava l'elaborazione delle informazioni rilevate (la lettura dell'immagine per punti) era infatti inadeguata perché troppo lenta. La scelta visiva eseguita da un'operaia era al confronto molto più rapida. Si potrebbe dire che una ragione dell'insuccesso di quell'invenzione fu che i tempi (dello sviluppo tecnico) non erano maturi: a quel tempo, infatti, la capacità di elaborazione era molto bassa, assai è più

bassa di oggi. Vi è anche un'altra spiegazione che non ha forse avuto una importanza minore. I tecnici della Tasco non conoscevano i problemi tecnici specifici della produzione di piastrelle, né tali problemi venivano illustrati dai produttori di piastrelle, che in generale trovano estremamente difficile definire in teoria la lista stessa di tonalità e di difetti che è opportuno tenere sotto controllo.

Nel cercare di ampliare la propria gamma di prodotti, la System iniziò nel 1980-81 a fare progetti di macchine per il controllo delle tonalità, e nel 1985 presentò al Tecnoargilla il primo prototipo: in cinque anni i progetti erano però diventati velocemente obsoleti proprio per il ritmo di obsolescenza tecnica delle componenti elettroniche da utilizzare nella macchina. Dal 1985 ad oggi sono stati realizzati altri prototipi fino a quello attualmente in prova in alcune imprese ceramiche che è in grado di controllare, su tre tonalità, 80-100 pezzi al minuto: una produttività paragonabile al controllo visivo di un'operaia. Secondo la System, un fattore di successo per la diffusione di questa macchina è proprio l'uniformità con cui la macchina assegna il codice di tonalità alle piastrelle. A differenza della Tasco, la System conosce i vari aspetti tecnici e organizzativi della produzione di piastrelle e cerca di dominarli, anche se le difficoltà non sono piccole. Si è già detto infatti che le tonalità variano nello stesso lotto di produzione a causa della reazione degli smalti durante la cottura: i colori che oggi il mercato privilegia sono fortemente «instabili» in fase di cottura e rendono quindi estremamente variabile la tonalità della superficie smaltata. Se i produttori di piastrelle esaltano l'instabilità degli smalti (perché garantisce la creazione di una nicchia di mercato riservata a quel particolare prodotto), è difficile che, in queste condizioni, si diffonda l'uso di una macchina per il controllo delle tonalità che richiede, invece, che si privilegino smalti «stabili» (così che si elimini o si riduca l'importanza della componente casuale che determina la varietà di tonalità). Quindi, sebbene dal punto di vista tecnico sia possibile controllare automaticamente fino a decine di tonalità, il controllo visivo è ancora il più conveniente dal punto di vista economico, anche se non garantisce l'uniformità nell'assegnazione del codice di tonalità.

Carico e scarico delle linee

L'aver separato le operazioni di scelta da quelle che consistono nel prendere e deporre il materiale da scegliere ha consentito inizialmente il raddoppio della produttività, ma questo è stato solo l'inizio di aumenti di produttività ancora maggiori che sono stati resi possibili dall'utilizzo di pinze nelle operazioni di carico e scarico delle linee. Le pinze sono attrezzi provvisti di motore che, mediante un congegno ad aria compressa, consentono al lavoratore di afferrare senza fatica una intera pila di piastrelle dal carrello e di caricarla sulla linea e viceversa di prelevarla dalla linea e metterla nei panconi. L'uso di questi attrezzi è stato il primo passo verso l'eliminazione della fatica fisica nelle operazioni di carico e scarico. Le pinze sono state adattate per l'uso in molte altre fasi di movimentazione, quali il carico della linea di smalteria⁷⁹, il carico della linea di scelta⁸⁰, il riempimento e la movimentazione delle scatole alla fine della linea di scelta vetrato⁸¹.

Nelle fabbriche a ciclo completo, l'automazione della scelta biscotto ha reso possibile integrare la linea di scelta e quella di smalteria⁸² mediante un nastro trasportatore eliminando, quindi, le operazioni di scarico della linea di scelta, di trasporto tra la scelta e la smalteria e di carico della linea di smalteria.

⁷⁹ La tecnica di carico manuale della linea di smalteria richiedeva un operaio all'alimentazione di ogni linea di smalteria, con l'uso di pinze e con l'alimentatore automatico era richiesto un operaio rispettivamente ogni due ed ogni quattro linee di smalteria.

⁸⁰ Con questa tecnica era necessario un operaio per il carico di due linee di scelta, ed un altro per lo scarico di due linee. La produttività del lavoro è ulteriormente raddoppiata con l'uso della tecnica di alimentazione automatica che richiede soltanto un operaio al controllo della alimentazione di quattro linee. Alla fine degli anni settanta, la tecnica di scarico automatico era, invece, in uso in pochi casi perché le macchine disponibili erano poco affidabili; ma i miglioramenti realizzati hanno successivamente esteso l'uso di questa tecnica.

⁸¹ In questo caso non vi era un aumento di produttività, ma solo diminuzione della fatica fisica. È interessante notare che spesso i lavoratori preferivano non usare le pinze perché richiedevano un loro impegno continuo (ma senza sforzo), mentre il lavoro manuale (sebbene più faticoso) consentiva delle pause.

⁸² Prima che la scelta fosse meccanizzata, le operaie disponevano il materiale su un tavolo posto in prossimità della linea di smalteria, un'altra operaia prelevava dal tavolo il supporto di buona qualità e alimentava la linea di smalteria. Questa tecnica è ancora in uso nei casi in cui si producono formati di notevoli dimensioni che non rendono possibile effettuare il controllo del supporto in modo meccanico.

L'operazione di scarico della linea di smalteria richiede l'uso di attrezzi particolari perché le piastrelle devono essere inserite nelle caselle. Fino a metà degli anni settanta, questa operazione, denominata «incasellatura», era svolta a mano esclusivamente da donne con una grande abilità nel maneggiare il materiale senza toccare la superficie smaltata. Successivamente, si è iniziato ad utilizzare un incasellatore semiautomatico: alla fine della linea di smalteria le piastrelle entravano automaticamente in una casella di metallo; una volta riempita, l'operaio azionava il meccanismo ad aria compressa, molto simile alle pinze descritte più sopra, che faceva passare le piastrelle dalle caselle di metallo a quelle di refrattario. A seconda che le caselle fossero fisse su carrelli o mobili (usate esclusivamente nel forno a passaggi), il lavoratore spostava le caselle di metallo o le caselle di refrattario. Questa tecnica, che ha rapidamente sostituito quella manuale, ha raddoppiato la produttività del lavoro grazie ad una riduzione dei movimenti del lavoratore e ad una alta velocità di esecuzione dell'incasellatura. Ancora maggiore è stato l'aumento di produttività del lavoro reso possibile dall'uso dell'incasellatore automatico ⁸³.

Il materiale è levato dalle caselle solo dopo la seconda cottura, quando cioè la superficie smaltata è ormai vetrificata e quindi non danneggiabile dalla sovrapposizione di altro materiale. Questa operazione, denominata «scasellatura», è eseguita prima del carico della linea di scelta vetrato, utilizzando dispositivi che effettuano una sequenza inversa di operazioni rispetto a quella descritta per l'incasellatura ⁸⁴.

⁸³ Questa attrezzatura prelevava automaticamente le caselle vuote, eseguiva l'incasellatura e caricava le caselle piene su pedane che venivano poi trasportate nel reparto di seconda cottura. La incasellatura automatica era utilizzata solo nei casi in cui la cottura delle piastrelle smaltate era fatta in forni a passaggi, proprio perché era con questo tipo di forno che si usano caselle mobili.

⁸⁴ La scasellatura manuale, nel caso di cottura in forno a passaggi, veniva eseguita nel reparto forni: man mano che le caselle uscivano dal forno gli operai estraevano le piastrelle dalle caselle utilizzando un uncino di ferro o ruotando le caselle su un piano inclinato così da farne uscire il contenuto. Le piastrelle erano quindi impilate su pedane che venivano inviate al reparto scelta. Le caselle vuote erano invece trasportate nel reparto smalteria. L'automazione della scasellatura ha triplicato la produttività del lavoro.

Smaltatura

Nel secondo dopoguerra la smaltatura delle piastrelle veniva fatta in modo manuale: l'operaio disponeva le piastrelle su un piano orizzontale e dopo averle spazzolate e inumidite, versava sulle piastrelle lo smalto contenuto in una caraffa. Dopo questa operazione era necessario raschiare i bordi della piastrella per eliminare lo smalto che era colato sui bordi. La raschiatura era molto importante perché nella fase di cottura le piastrelle venivano inserite in canali di cottura lunghi 7-8 metri entro cui le piastrelle strisciavano su piastre di refrattario: all'imboccatura del forno l'operaio inseriva una piastrella per volta che spingeva con un attrezzo fino a spostare di un posto l'intera fila di piastrelle, le piastrelle erano quindi a contatto e, se fosse rimasto lo smalto sui bordi, durante la vetrificazione si sarebbero attaccate tra loro. Nel 1945 un giovane meccanico di Sassuolo brevettò una macchina per la raschiatura: le piastrelle venivano caricate su un trasportatore fatto di cavi di acciaio e scorrevano fino alla sezione di raschiatura in cui era installato anche un attrezzo per girare le piastrelle così da effettuare la raschiatura di tutti e quattro i bordi. Per l'inventore di questa macchina, Leo Morandi, si trattò della prima di una lunga serie di invenzioni relative alle varie operazioni di smaltatura. Il successo della macchina raschiatrice fu immediato: basti pensare che, nella produzione di piastrelle 15x15, la macchina aveva una capacità produttiva di cento pezzi al minuto e non richiedeva alcun intervento dell'uomo. Le foto dell'epoca mostrano il reparto smaltatura prima e dopo l'introduzione di tale macchina, e all'affollamento di donne in fondo al reparto, là dove si effettuava la raschiatura e si disponevano le piastrelle sui telai di legno, fa da contrasto l'immagine dell'inventore in giacca e cravatta che osserva il funzionamento delle macchine raschiatrici appena installate sulla linea: una macchina era in grado infatti di eseguire il lavoro di venti donne. [foto]

Il banco di smaltatura venne quindi ben presto abbandonato e fu sostituito dalla linea di smalteria che consiste di due cinghie (trascinate su pulegge da motori a velocità variabile)⁸⁵ sulle quali le piastrelle raggiungono le varie attrezzature quali quelle per la

⁸⁵ Le cinghie di materiale plastico (che hanno ben presto sostituito i cavi di acciaio) hanno distanza variabile a seconda del formato da smaltare. La variazione di velocità dei motori che trascinano le cinghie è funzione non solo alla produzione di formati diversi, ma anche ai vari tipi di smaltatura.

spazzolatura e la sbavatura del supporto, le raschiatrici, i girapiastrelle, le macchine serigrafiche, le macchine pennellatrici, le attrezzature per la smaltatura a campana, per la spruzzatura, ecc. In genere le linee sono costruite in modo tale da consentire l'installazione di tutte le varie attrezzature, anche se non sempre queste attrezzature sono utilizzate contemporaneamente⁸⁶.

L'impiego di queste attrezzature ha però comportato in una prima fase anche degli svantaggi. Se un guasto (o anche la momentanea mancanza di smalto) impedisse il funzionamento di una di queste attrezzature, ad esempio della macchina per la gocciolatura, le piastrelle continuerebbero a scorrere sul trasportatore e, pur non avendo subito la gocciolatura, arriverebbero alle stazioni successive dove verrebbero eseguite le altre operazioni: non resterebbe che scartare il materiale prodotto in queste condizioni. Per ridurre la quantità di scarto si sono inizialmente aumentati i controlli manuali del funzionamento delle varie macchine e si è ricorso all'estrazione manuale dalla linea di alcuni pezzi che venivano reinseriti in casi come quelli descritti. Questa operazione era assegnata allo smaltatore e ai retinisti che in questo modo erano però meno attenti alle altre funzioni loro assegnate. Verso la fine degli anni settanta sono entrate in uso delle attrezzature (denominate «compensatori» o «accumulatori») che prelevano automaticamente un certo numero di piastrelle per reinserirle sulla linea qualora la macchina operatrice che è disposta subito a monte si sia momentaneamente fermata; in questo modo è garantito un flusso regolare di produzione, ma vi è anche una notevole riduzione degli scarti⁸⁷. L'introduzione del compensatore ha eliminato uno squilibrio tecnico che aveva origine proprio nel basso *livello di mec-*

⁸⁶ La linea a di smalteria è costituita sostanzialmente da una serie di trasportatori posti l'uno dopo l'altro: è immaginabile, quindi, che - a parità di formato da smaltare e di velocità di scorrimento delle piastrelle - l'aumento di capacità produttiva della linea sia realizzabile solo attraverso l'aggiunta di un altro trasportatore, e il conseguente aumento dei ritmi di carico e di incasellatura. Questa soluzione era largamente adottata fino a che le varie operazioni di smaltatura erano eseguite in modo manuale: da quando queste operazioni sono state meccanizzate, la capacità produttiva dell'impianto nel suo complesso risulta dal bilanciamento della produzione delle varie attrezzature installate.

⁸⁷ Anche lungo la linea di scelta biscotto collegata alla smaltatrice è inserito un compensatore che garantisce, a fronte della casualità nell'eliminazione di pezzi difettosi, un flusso costante di produzione nella sezione di smaltatura.

canizzazione⁸⁸ delle attrezzature per la smaltatura che eseguono una funzione a ciclo fisso⁸⁹. L'aumento del livello di meccanizzazione dell'impianto di smaltatura è stata la soluzione per eliminare le inefficienze connesse all'impiego di apparecchiature a ciclo fisso.

Come superare rigidità ed inefficienze imposte dalla meccanizzazione: le mani, il decentramento, l'elettronica

L'aumento del livello di meccanizzazione di molte operazioni descritte in questo paragrafo ha comportato rigidità nella gamma di prodotti che ogni singola macchina era in grado di produrre. E' questo il motivo per cui, ad esempio, nonostante che alla fine degli anni settanta gli impianti di scelta su linea fossero adottati in quasi tutte le fabbriche, la scelta a mano era utilizzata in tutti i casi in cui si producevano serie corte per le quali sarebbe stato necessario modificare la distanza tra le cinghie e la velocità di scorrimento delle piastrelle a seconda del formato in produzione: l'alto tempo di attrezzaggio poteva cioè rendere più vantaggioso l'impiego della scelta manuale.

Un problema analogo si ha per tutte le attrezzature di movimentazione del prodotto. La meccanizzazione di queste operazioni ha richiesto, quindi, una riorganizzazione di ogni reparto che prevede l'utilizzo di ciascun impianto per un particolare formato, e di una o poche linee per la produzione di tutti gli altri vari formati speciali prodotti in piccole quantità. Solo con il diffondersi di centraline elettroniche, che comandano i parametri di distanza tra le cinghie e la velocità di scorrimento, è stato possibile ridurre i tempi di attrezzaggio così che, anche nella produzione di serie corte, è conveniente adottare attrezzature di movimentazione automatica.

⁸⁸ Si usa qui la definizione di «livello di meccanizzazione», proposta da Bright (1958), che verrà discussa in dettaglio nel prossimo capitolo.

⁸⁹ Le macchine serigrafiche si attivano solo in presenza del pezzo da lavorare così da consentire il perfetto posizionamento del decoro da applicare, ma il meccanismo di attivazione automatica, che permette di classificare le macchine serigrafiche ad un livello di meccanizzazione più alto degli altri macchinari posti lungo la linea, non riconosce altro che l'arrivo del pezzo e non le sue caratteristiche. E' quindi utile l'installazione del compensatore anche prima delle macchine serigrafiche.

Se per quanto riguarda i formati sono stati adottati gli accorgimenti organizzativi di cui si è detto più sopra ⁹⁰, non è tecnicamente efficiente utilizzare l'impianto di smaltatura e scelta vetrato per produrre decori in piccolissima serie, mentre questo è previsto dal campionario dei prodotti delle imprese ceramiche che in genere offrono una vasta gamma di decori che vengono scelti dai vari compratori in proporzioni diverse rispetto alla quantità acquistata di piastrelle a tinta unita. Questo comporta, non solo un utilizzo inefficiente delle attrezzature di smaltatura (perché che non consente di ottenere tutti i vantaggi economici derivanti dalla meccanizzazione delle varie operazioni), ma anche una complessa gestione degli ordini in magazzino. Per far fronte a questa situazione, si è fatta strada la pratica di preparare solo un ristretto numero di decori da combinare in quota fissa con le piastrelle a tinta unita. Gli altri decori, man mano che vengono richiesti, sono realizzati mediante l'applicazione di decalcomanie sulle piastrelle a tinta unita (smaltate e cotte) che vengono successivamente cotte per la terza volta. Questa fase di lavorazione può essere eseguita in un reparto staccato da quello di smaltatura, ma più spesso è decentrata ad imprese artigiane ⁹¹.

Invenzione collettiva e inventori individuali

L'insieme delle operazioni descritte in questo paragrafo [] merita un'attenzione particolare perché è l'esempio di casi in cui le innovazioni non emergono né dalla ricerca svolta da grandi imprese, né dalla ricerca svolta in laboratorio, e solo in rari casi si

⁹⁰ Nel caso della cottura del vetrato, la standardizzazione dei formati era stata indispensabile per la diffusione dei forni a tunnel che, come si è visto più sopra, utilizzavano carrelli dotati di caselle, fisse, capaci di contenere solo un particolare formato di piastrelle. La varietà nei formati producibili senza eccessivi costi è riemersa invece con l'affermarsi dei forni monostrato nei quali le piastrelle scorrono su un letto di rulli o di lastre di refrattario.

⁹¹ L'ulteriore costo che deriva dall'esecuzione di questa lavorazione è più che compensato da un lato dalla migliore organizzazione del reparto smaltatura e del magazzino; dall'altro lato dalla valorizzazione del materiale classificato come 2° scelta che, una volta applicata la decalcomania, può essere venduto ad un prezzo di gran lunga più alto rispetto a quello del prodotto a tinta unita di 2° scelta.

tratta di innovazioni brevettate. Se non fosse che a queste innovazioni si deve un imponente incremento di produttività del lavoro, si sarebbe tentati di definirle «minori».

Come è emerso dalla storia delle tecniche di movimentazione, scelta, smaltatura, all'inizio della fase di meccanizzazione furono introdotti, più che delle macchine, dei nastri trasportatori a cui man mano venivano aggiunti vari dispositivi che potevano essere sostituiti non appena se ne trovava uno più efficiente. Solo dopo diversi anni di meccanizzazione si è iniziato a produrre macchine per la movimentazione carrelli o macchine per la scelta, o, ancora, macchine per la smalteria.

La meccanizzazione richiedeva dispositivi elettronici e meccanici che avevano un costo bassissimo ed erano facili da usare. Queste due condizioni hanno contribuito alla rapidissima diffusione delle attrezzature meccaniche descritte in questo paragrafo. Le modalità del processo di invenzione, prova, diffusione e adattamento di queste attrezzature sono in larga misura descrivibili in termini di un processo di apprendimento che ha avuto luogo, anche in questo caso, nel continuo scambio di informazioni tra produttori di piastrelle e produttori di macchine. E il successo ottenuto nel produrre alcuni dispositivi utilizzati per la meccanizzazione, insieme alla crescente domanda di meccanizzazione, ha indotto centinaia di piccole officine a localizzarsi nel distretto ceramico e a specializzarsi nella produzione di questi dispositivi. Dalla ricerca di Bursi (1984) risulta che, delle 136 imprese rilevate in provincia di Modena e Reggio Emilia nel 1980, solo 8 erano nate prima del 1960, 44 imprese erano nate nel corso degli anni sessanta, mentre altrettante erano nate in cinque anni tra il 1971 e il 1975.

La crescente meccanizzazione in ceramica spiega solo in parte gli alti tassi di natalità di imprese meccano-ceramiche. Le opportunità di crescita del comparto meccano-ceramico sono, infatti, inscindibili dal particolare tessuto sociale e produttivo le cui caratteristiche sono tipiche di quello che Brusco (1980) ha chiamato «il modello Emilia». In particolare, la diffusa cultura meccanica ha certamente contribuito a fornire soluzioni ai problemi tecnici che man mano venivano posti dalla meccanizzazione nella produzione di piastrelle. Inoltre, la diffusa presenza di imprese meccaniche specializzate nella produzione di una vasta gamma di semilavorati e di lavorazioni, ha contribuito a rendere efficiente la struttura produttiva del comparto meccano-ceramico caratterizzata da piccole imprese. Basta ricordare che, nel 1980, un quarto delle

imprese meccano-ceramiche aveva meno di 10 addetti e le imprese con più di 50 addetti erano appena il 5 per cento. Si tratta di imprese, specializzate per tipo di macchinario prodotto, che in larga misura fanno ricorso - per la produzione di componenti o per alcune lavorazioni - a subfornitori localizzati principalmente nelle provincie di Modena, Reggio Emilia e Bologna ⁹².

L'Officina Morandi è una delle prime imprese meccano-ceramiche di Sassuolo e la storia di questa impresa può servire a mettere in luce le modalità del processo di creazione e diffusione di molte innovazioni per la produzione di piastrelle. Già operaio alla ceramica Carani negli anni trenta, Leo Morandi fu assunto alla Marazzi negli anni quaranta. Nello stabilimento di Sassuolo, Filippo Marazzi mise uno spazio a disposizione di quel giovane meccanico di cui aveva apprezzato la inclinazione nel campo della ricerca meccanica. E' in quel «laboratorio» che Morandi iniziò la sua attività di inventore ed è lì che realizzò il suo primo brevetto: il dispositivo per la raschiatura automatica dei bordi delle piastrelle smaltate, di cui si è detto più sopra. Dopo qualche anno, avviò una attività in proprio con pochi dipendenti. Morandi non faceva i disegni dei suoi prototipi; per i dispositivi e le macchine che man mano ideava, si avvaleva della collaborazione dei suoi tecnici ed operai: andava in officina e si faceva costruire i vari pezzi nelle misure e nei materiali più adatti. Negli anni sessanta, i componenti necessari per realizzare le macchine utilizzate nel processo produttivo ancora non erano disponibili sul mercato e bisognava quindi produrli in officina di lima e martello. E' così che Morandi realizzava i prototipi che poi mandava in prova in ceramica.

Questo modo informale di realizzare i prototipi aveva i vantaggi di una invenzione «collettiva» ⁹³: tutti, tecnici e operai, po-

⁹² Questi dati sono tratti dalla ricerca di Bursi (1984). Negli anni sessanta e settanta, il tasso di crescita dell'occupazione nelle imprese metalmeccaniche che producevano macchine per la ceramica è stato simile al tasso di crescita dell'occupazione nelle imprese ceramiche, mentre l'andamento dell'occupazione nell'intera industria metalmeccanica nella provincia di Modena aveva un diverso andamento (cfr. Levi, 1978). Su questo punto è interessante il riferimento a Chapman (1904, p. 155-6) per le illuminanti osservazioni sull'industria metalmeccanica e sui processi di localizzazione.

⁹³ Sulla definizione di invenzione collettiva si veda Allen (1983). Secondo von Hippel (1987), la invenzione collettiva sarebbe un caso di scambio di know how che, anziché comportare scambi di informazioni tra persone che le tengono segrete a chi non partecipa allo scambio, prevede invece che tutti abbiano libero accesso al know how.

tevano in qualche misura intervenire sull'idea di base formulata da Morandi, ed anche la fase di messa a punto, quando il prototipo veniva installato in una fabbrica ceramica, consentiva di verificare quali miglioramenti erano necessari. Vi erano, però, anche degli svantaggi. Innanzitutto la mancanza di disegni era un ostacolo alla presentazione della domanda di brevetto e, anche se ci si poteva rivolgere a studi tecnici specializzati nella realizzazione dei disegni (necessari per presentare la domanda di brevetto), si temeva che, proprio attraverso questi studi tecnici, le informazioni cruciali per il brevetto venissero trasmesse a imprese concorrenti: ed è anche per questo che per molte invenzioni non è stata presentata la domanda di brevetto. Inoltre, anche la stessa fase di messa a punto del prototipo, che aveva i vantaggi della sperimentazione non in laboratorio, aveva però lo svantaggio che chiunque poteva vedere il prototipo e copiarne le caratteristiche.

Il particolare processo di invenzione collettiva che ha accompagnato molte innovazioni descritte in questo paragrafo è stato caratterizzato dalla presenza di inventori che non erano in grado di appropriarsi dei benefici che derivavano dall'uso esclusivo di quell'invenzione, o dalla concessione delle licenze per l'uso dei brevetti. In pratica, sono molti i casi in cui le innovazioni possono essere copiate, se ispezionate da qualcuno che ha conoscenze tecniche adeguate, e in molti altri casi è facile fare invenzioni che permettono di ottenere lo stesso risultato ⁹⁴. Infatti, la probabilità che l'innovatore si possa appropriare dei benefici dell'innovazione dipende - a parità di altre condizioni, quali il sistema dei brevetti o la legislazione sul segreto industriale - dalla quantità di conoscenze specifiche incorporate nell'innovazione. Se, come nei casi esaminati, la generazione di innovazioni è radicata nelle conoscenze tecniche diffuse nel tessuto produttivo, è molto difficile (o eccessivamente costoso) tenerle segrete.

In generale, la necessità di appropriarsi dei benefici dell'innovazione è tanto più forte quanto maggiore è la quantità di risorse che l'impresa innovatrice assegna alla R&S rispetto ad imprese concorrenti ⁹⁵. Dalle interviste a tecnici e imprenditori, è emerso che solo poche imprese meccanico-ceramiche avevano destinato

⁹⁴ Si tratta dei casi che von Hippel (1982) indica come *reverse engineering* e *inventing around*.

⁹⁵ Allen (1982) sottolinea che l'invenzione collettiva è efficiente per le singole imprese, e non solo per l'insieme di imprese, quando nessuna impresa destina una quantità rilevante di risorse alla R&S.

risorse alla attività innovativa, intesa come quel complesso di attività di percezione di esigenze tecniche, progettazione e messa a punto dell'innovazione. Questo ha avuto conseguenze sulle capacità delle imprese di rispondere a mutamenti nel particolare mercato in cui operavano: nei primi anni ottanta, quando ormai la fase di meccanizzazione descritta in questo paragrafo si era esaurita, circa il 10 per cento delle imprese meccano-ceramiche ha cessato l'attività. Si trattava spesso di imprese incapaci di far fronte ad una domanda che non riguardava più singoli dispositivi meccanici, ma macchine per eseguire una sequenza di operazioni: questo spesso richiede capacità di progettazione, o di scelta dei particolari componenti necessari, che a quelle imprese, appunto, mancava. Alcune imprese si sono ridimensionate (come nel caso dell'Officina Morandi), altre sono state acquisite da imprese dello stesso settore. Altre ancora hanno cambiato settore di destinazione dei loro prodotti ⁹⁶, ma anche nelle imprese rimaste è iniziata la diversificazione dei progetti produttivi verso settori che mostrano esigenze tecniche simili a quelle emerse nella produzione di piastrelle, come nel caso della movimentazione nell'industria alimentare.

7. Conclusioni

Il cambiamento tecnico entra da molte porte

Indicatori quali l'aumento di produttività del lavoro o la riduzione dei costi di produzione mostrano che, in quaranta anni, il cambiamento tecnico nella produzione di piastrelle è stato di grande rilievo. Altri importanti effetti del cambiamento tecnico sono stati il miglioramento delle condizioni di lavoro, la riduzione degli scarti, la diminuzione dei consumi di combustibile nelle fasi di cottura, la creazione di nuovi prodotti e la diversificazione, per formati e decori, dei prodotti esistenti.

⁹⁶ In particolare, un quarto delle imprese che nel 1980 producevano macchine per la ceramica aveva cambiato, nel 1985, il settore di destinazione del suo prodotto. Si veda a questo proposito Bursi (1988).

La storia delle tecniche descritta in questo capitolo è in larga misura la storia di come sono state inventate macchine per svolgere una serie di operazioni che prima venivano svolte in modo manuale: la messa a punto di quelle macchine ha comportato molti passaggi la cui descrizione tecnica ha evidenziato le difficoltà nel distinguere tra invenzioni principali e secondarie; ma ha anche offerto numerosi esempi dell'importanza delle innovazioni incrementali frutto dei piccoli miglioramenti che rendono possibile l'ottenimento di notevoli incrementi di produttività del lavoro.

Inoltre, sia nel caso del trasferimento di tecniche in uso in altri settori, che nella diffusione di tecniche tra le imprese del settore ceramico, la distinzione tra innovazione, imitazione e diffusione è meno netta di quanto, in genere, si assume nella letteratura sul cambiamento tecnico. Infatti, nel caso di tecniche in uso in altri settori, la loro adozione nella produzione di piastrelle ha comportato trasformazioni spesso radicali perché quel trasferimento di tecnologia fosse efficiente dal punto di vista economico. La diffusione di nuove tecniche all'interno del settore ceramico ha, invece, reso possibile molte innovazioni proprio perché ha esteso il numero di casi osservabili consentendo ai tecnici una verifica delle caratteristiche di funzionamento in una varietà di condizioni produttive. Le imprese di uno stesso settore, infatti, non sono identiche tra loro e ogni nuova installazione di macchine può accrescere anche in modo significativo le informazioni tecniche.

In generale, dalla descrizione delle tecniche svolta in questo capitolo non sembra possibile interpretare il processo di cambiamento tecnico in questo settore in termini di uno o di pochi modelli interpretativi finora offerti nell'analisi del cambiamento tecnico. E' emersa infatti l'importanza del processo cumulativo di piccoli miglioramenti che ha avuto in molti casi l'effetto di trasformare in modo radicale le macchine originali, ma per tecniche come la monocottura, o il brevetto Enduro e più in generale nel passaggio ad un'altra traiettoria tecnologica si richiede un salto tecnologico che difficilmente può scaturire da un cumulo di piccoli miglioramenti.

E anche il ruolo della libera circolazione di informazioni mostra più facce. E' stata fonte di crescita di competenze tecniche specifiche, ma in alcuni casi è stato necessario tener segrete le informazioni cruciali per difendere i vantaggi che possono derivare dall'introdurre per primi una nuova tecnica. Non solo, la libera circolazione di informazioni tecniche ha consentito alla collettività

3. GLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO TECNICO SULLA PROFESSIONALITA' ¹

1. Premessa

Lo scopo dell'analisi che segue è quello di mettere in evidenza in quali modi l'adozione di nuove tecniche modifica il numero di lavoratori necessari nel processo produttivo, e come influenza il contenuto del lavoro e la qualificazione richiesta. L'analisi verrà focalizzata su questi due aspetti, che denominiamo rispettivamente come quantitativi e qualitativi.

L'esame degli effetti del cambiamento tecnico sul numero di lavoratori necessari nel processo produttivo, che sarà presentato nel paragrafo 1, costituisce la premessa per l'analisi degli effetti del cambiamento tecnico sulla qualificazione del lavoro, che verrà sviluppata nel paragrafo 2.

2. Cambiamento tecnico, profilo di meccanizzazione e quantità di forza lavoro necessaria nel processo produttivo

Livello di meccanizzazione e intervento dell'uomo nel processo produttivo

Per stimare in che misura l'introduzione di nuove tecniche

¹ Una versione in inglese di questo capitolo sarà pubblicata da *Labour*, n. 1, 1991.

influenza il numero di lavoratori necessari nel processo produttivo metteremo a confronto, per ciascuna mansione, il numero di addetti necessari con la più antica e con la più recente delle tecniche dei primi anni ottanta². Poichè il numero di lavoratori necessari non è proporzionale alla scala di produzione, useremo per il confronto i dati - per ciascuna delle due tecniche - relativi alla dimensione minima efficiente³.

L'analisi dei dati terrà conto del caso in cui le tecniche in esame sono caratterizzate da una diversa divisione dei compiti tra i lavoratori. Tali differenze saranno messe in evidenza e si indicheranno, inoltre, le aggregazioni di mansioni che rendono possibile il confronto tra le due tecniche.

In questa parte dello studio utilizzeremo la classificazione delle tecniche proposta da Bright (1958) secondo il quale il flusso di tecniche nel tempo è caratterizzabile con una crescente automazione delle operazioni eseguite nel processo produttivo. Bright definisce innanzitutto il significato di «livello di automazione»⁴. A conclusione di una breve rassegna delle varie definizioni del termine *automazione*, Bright sottolinea che è in genere più chiaro riferirsi alla automazione nel confronto con una situazione preesistente, così da fornire una definizione più di carattere relativo che assoluto⁵: il termine automazione implica esso stesso l'idea di *maggior automazione*, ed ha come suo opposto il termine *manuale*. Bright definisce una gamma di casi intermedi tra l'operazione svolta esclusivamente dall'uomo e quella in cui

² I dati su cui si basa l'analisi sono quelli rilevati secondo il metodo ingegneristico illustrato nell'Appendice 3.

³ Un metodo alternativo consiste nel mettere a confronto i dati di produttività del lavoro alla dimensione minima efficiente di ciascuna delle due tecniche in esame. Questo metodo è consigliabile nei casi in cui il numero di addetti necessari per produrre quantità di prodotto superiori alla dimensione minima efficiente aumenti in modo non proporzionale all'aumentare della scala, oppure nei casi in cui oltre la dimensione minima efficiente la distribuzione dei lavoratori tra le varie mansioni si modifichi in modo sostanziale.

⁴ Molti studi - in particolare quelli di Scortecci (1961), Crossman (1960 e 1966), National Commission on Technology (1966) e Bell (1973) - usano l'analisi proposta da Bright nella classificazione delle tecniche di produzione allo scopo di stimare gli effetti del cambiamento tecnico sulla forza lavoro. In particolare Crossman (1966) propone una classificazione dell'automazione che, rispetto alla linea proposta da Bright, evidenzia il ruolo dell'automazione come processo di rimpiazzamento di informazioni fornite dall'uomo con informazioni fornite dalla macchina.

⁵ «Automation is a *value* word, not a *content* word» (Bright, 1958, p. 6).

L'uomo non interviene nel processo produttivo. Egli classifica il grado, o il livello di automazione di ciascuna operazione in 17 livelli, sulla base di tre variabili. La prima variabile è la fonte di energia la quale può essere fornita dall'uomo o da una macchina. La seconda variabile è il tipo di risposta della macchina rispetto alle azioni che essa deve eseguire. Tale risposta può essere variabile, vale a dire che è l'uomo che definisce l'azione da svolgere utilizzando la macchina; oppure la macchina può rispondere attraverso segnali predisposti sollecitando, in questo modo, particolari interventi da parte dell'uomo; oppure la macchina può rispondere agendo entro una gamma di alternative limitata o anche assai ampia, richiedendo così un intervento dell'uomo sempre più ristretto man mano che aumenta il livello di meccanizzazione. L'ultima variabile, usata da Bright per classificare il livello di automazione, è la fonte che attiva l'operazione. La fonte può essere l'uomo stesso (il quale avvia la macchina, o introduce i pezzi da lavorare); oppure vi può essere un meccanismo di controllo che dirige una serie di azioni predeterminate; oppure si tratta di una variabile dell'ambiente.

La figura 1, tratta dal saggio di Scortecci (1961, p. 312), evidenzia per ciascun livello di automazione (di *meccanizzazione* come lo chiama Bright) il tipo di intervento dell'uomo nel processo produttivo⁶. E' proprio questo aspetto che caratterizza la classificazione di ciascuna operazione: «Il concetto di livelli di meccanizzazione è basato sull'assunzione che vi sono differenti gradi di compiutezza meccanica delle macchine. In che modo la macchina integra i muscoli, i processi mentali, la capacità di giudizio e la misura del controllo dell'uomo?» (Bright, 1958, p. 41).

Quella di Bright si propone, quindi, come una teoria che identifica la tecnica con il suo livello di meccanizzazione e che «riconnette l'evoluzione delle macchine al contributo del lavoratore» (Bright, 1966, p. 58). Ed è proprio rispetto al ruolo che essa assegna all'uomo che questa teoria ci sembra analoga alla trattazione dell'evoluzione tecnica da parte di Marx nel capitolo dodici del primo libro del *Capitale*.

⁶ La figura originale (in Bright, 1958, p. 45) contiene le stesse informazioni, ma mette i 17 livelli di meccanizzazione in relazione alla fonte d'energia e al tipo di controllo; questa rappresentazione schematica è utilizzata più oltre (cfr. figura 2)

L'analisi di Bright non permette di tener conto di variabili quali la capacità produttiva delle macchine, l'organizzazione del lavoro (divisione dei compiti tra i lavoratori, turni), o i costi di produzione. Essa costituisce, tuttavia, un riferimento fondamentale per descrivere le tecniche di produzione.

Il profilo di meccanizzazione

L'assegnazione del livello di meccanizzazione è riferita a ciascuna delle operazioni che costituiscono il processo produttivo e non al processo produttivo nel suo insieme proprio perché l'esecuzione di ciascuna operazione può essere il risultato di una linea differente dell'evoluzione tecnologica ⁷.

Una volta assegnato il livello di meccanizzazione a ciascuna operazione per ognuna delle tecniche prese in esame, è possibile mettere in evidenza la *diffusione* dell'automazione tra le varie operazioni del processo produttivo. Allo scopo di esprimere tale diffusione, Bright costruisce un grafico che egli chiama *profilo di meccanizzazione* ⁸. In questo studio utilizziamo il profilo di meccanizzazione non tanto per esaminare la diffusione dell'automazione, quanto per valutare gli effetti del cambiamento tecnico sulla forza lavoro.

La figura 2 rappresenta il profilo di meccanizzazione della più antica e della più recente delle tecniche in uso nei primi anni ottanta per produrre piastrelle in bicottura. I dati si riferiscono alla dimensione minima efficiente della fabbrica verticalmente integrata.

⁷ Si può ipotizzare, tuttavia che l'evoluzione tecnica tenda a ridurre gli squilibri tecnologici fra fasi di uno stesso processo. Su questo aspetto si veda Rosenberg (1976)

⁸ Bright propone l'uso di questo profilo per valutare eventuali differenze in riferimento al livello tecnico adottato da unità locali che producono lo stesso prodotto (cfr. Bright, 1958, cap. 5): questo è l'uso del profilo di meccanizzazione negli studi di Gallino (1961) e Scortecchi (1961). Bright utilizza il profilo di meccanizzazione anche per la valutazione di differenze nella meccanizzazione nelle varie fasi del processo produttivo all'interno della singola unità locale.

Le varie mansioni sono rappresentate sull'asse delle ascisse ⁹; sull'asse delle ordinate sono riportati i 17 livelli di meccanizzazione in ordine crescente di meccanizzazione. L'area dei cerchi è proporzionale al numero di lavori richiesti da ogni tecnica per ciascuna mansione.

Nell'interpretazione dei dati riportati nel profilo di meccanizzazione farò riferimento a quattro tipi di mansioni ¹⁰. Il primo si riferisce alle mansioni svolte durante il processo di *trasformazione*, che è quello che cambia lo stato del materiale in lavorazione; il secondo tipo include le mansioni di *trasporto* del materiale tra i vari stadi della trasformazione; il terzo tipo è quello delle mansioni di *controllo* delle operazioni di trasformazione e trasporto (spesso è indicata come mansione di sorveglianza). L'ultimo tipo consiste di tutte le mansioni di *manutenzione* che comprendono le operazioni di controllo, riparazione e modifica delle macchine ¹¹.

Gli effetti del cambiamento tecnico sulla quantità di forza lavoro necessaria nella produzione di piastrelle in bicottura: analisi dei dati ingegneristici

Il confronto fra i due profili di meccanizzazione evidenzia innanzitutto che la tecnica più recente, rispetto alla più antica, richiede meno operai: poco più della metà. Vale la pena ricordare

⁹ Alcune mansioni non risultano immediatamente classificabili in uno dei livelli proposti da Bright. Occorre talvolta spaccare la mansione nelle sue unità elementari così da assegnare a ciascuna di esse il livello di meccanizzazione appropriato; oppure definire quali delle unità elementari è più importante (in termini di tempo di esecuzione, di effetto sul prodotto, ecc.) così da considerare il livello di meccanizzazione di questa unità come il livello di meccanizzazione della mansione nel suo insieme.

¹⁰ L'insieme delle mansioni preso come riferimento esclude gli addetti alla installazione degli impianti, i capireparto, i tecnici addetti alla direzione della produzione. Nel corso dell'analisi, che sarà svolta nel prossimo paragrafo, si porrà in luce, tuttavia, come sia sempre più necessario rivolgere l'attenzione verso l'importanza che questo gruppo di lavoratori assume nel processo produttivo.

¹¹ Questa classificazione fa riferimento a quella proposta da Bell (1973, p. 61). Egli studia la tecnologia di un processo produttivo come un complesso di tre *funzioni* o sistemi: trasformazione, trasporto e controllo. Nel presente lavoro, questa classificazione è invece caratterizzata in termini di mansioni ed è stato aggiunto il gruppo di mansioni di manutenzione.

che la differenza in termini di occupazione sarebbe ancora maggiore se la tecnica più antica presa come riferimento fosse quella in uso nei primi anni sessanta: in venti anni, infatti, la produttività del lavoro è addirittura quadruplicata¹².

E' inoltre opportuno sottolineare che non in tutte le operazioni la tecnica più recente richiede un minor numero di operai di quello necessario con la tecnica più antica; e ancora: non in tutte le operazioni la tecnica più recente adotta un livello di meccanizzazione più alto di quello previsto dalla tecnica più antica. Questo conferma che la produttività del lavoro e il livello di meccanizzazione sono solo due dei molti aspetti che permettono di caratterizzare le tecniche di produzione. E tuttavia, proprio perchè il livello di meccanizzazione è stato definito come misura dell'intervento dell'uomo nel processo produttivo, il profilo di meccanizzazione risulta un'utile chiave di lettura di altri aspetti del cambiamento tecnico quali il miglioramento delle caratteristiche tecniche dei macchinari, la riduzione della fatica fisica, la divisione delle operazioni, il ruolo delle operazioni secondarie e della manutenzione.

In particolare, l'esame della relazione tra il livello di meccanizzazione e la quantità di forza lavoro necessaria con le due tecniche (rappresentate nella figura 2) suggerisce le seguenti osservazioni.

(a) Per la maggior parte delle operazioni di movimentazione del materiale (compreso il carico e lo scarico delle macchine), per la scelta del vetrato, e per una operazione ausiliaria (la pulizia del retino serigrafico), la tecnica più recente è classificata ad un livello di meccanizzazione più alto della tecnica più antica e questo determina una diminuzione del numero di addetti di quasi 3/4. Il gruppo di operazioni in esame richiede 170 lavoratori con la tecnica più antica ma solo 46 con la tecnica più recente. E' l'entità di questa riduzione che spiega la forte diminuzione globale del numero di addetti tra le due tecniche, di cui si è detto più sopra.

Se poi prendiamo in esame solo le operazioni di movimentazione, l'aumento del livello di meccanizzazione ha determinato una riduzione percentuale della forza lavoro ancora maggiore (140 operai con la tecnica più antica contro i 32 necessari con la tecnica più recente). Con la tecnica più recente gli operai addetti alla movimentazione hanno il compito di sorvegliare il funzionamento

¹² I dati per mansione sono riportati nella tabella 1.

delle attrezzature di carico e scarico (o di movimentazione dei carrelli) ¹³. In pratica la tecnica più recente non richiede più la notevole fatica fisica, caratteristica della tecnica di movimentazione manuale e vale la pena notare che proprio la eliminazione della fatica fisica ha reso possibile impiegare le donne in queste mansioni tradizionalmente maschili.

Nel caso dell'operazione di scelta vetrato, l'aumento del livello di meccanizzazione è stato reso possibile dalla crescente divisione del lavoro. Con la tecnica più antica le operaie classificano e via via inscatolano le piastrelle; la tecnica più recente, invece, prevede l'inscatolatura automatica e le operaie devono solo classificare il materiale. Ma alla automazione dell'inscatolatura è seguita la modifica della stessa operazione di scelta: l'operaia non deve più prendere (dal tavolo o dal nastro trasportatore) e deporre (nelle scatole) il materiale da classificare; deve solo valutare la qualità della superficie smaltata. Le piastrelle scorrono sul nastro trasportatore e l'operaia esprime il suo giudizio sulla qualità del materiale non attraverso l'immissione delle piastrelle in scatole diverse a seconda del tipo di classificazione (come con la tecnica più antica), ma toccando ciascuna piastrella in una particolare posizione con un codificatore magnetico. L'assegnazione del codice (entro una gamma ristretta di alternative) è quindi l'elemento base per eseguire automaticamente l'inscatolatura. Con la suddivisione dell'operazione di scelta in tre mansioni - movimentazione, codifica e inscatolatura - la produttività del lavoro di scelta è aumentata in modo notevole perchè questo è l'unico compito che l'operaia deve eseguire.

Infine, l'aumento del livello di meccanizzazione ha ridotto il numero di lavoratori necessari per la pulizia del retino serigrafico da 6 a 2.

(b) Per le mansioni di scelta del supporto e pallettizzazione, l'aumento del livello di meccanizzazione non ha determinato alcuna diminuzione della quantità di lavoratori necessari, ma ha completamente eliminato la fatica fisica. Questo è stato reso possibile, nel caso della scelta del supporto, dividendo l'operazione nei due controlli di base relativi all'integrità del supporto e della

¹³ L'automazione delle fasi di trasporto del materiale è un caso classico nella letteratura sugli effetti del cambiamento tecnico sull'organizzazione del lavoro: si pensi al ruolo, più volte preso in esame degli studiosi, dell'introduzione dei convogliatori alla Ford nei primi decenni del XX secolo.

superficie. Con la tecnica più antica l'operaia esegue entrambi i controlli in modo manuale, la tecnica più recente, invece, prevede l'esecuzione automatica del primo, e l'intervento dell'operaia esclusivamente per deviare dalla linea, mediante l'uso di un codificatore magnetico, i pezzi la cui superficie presenta difetti.

(c) La mansione di pulizia dello stampo della pressa ha lo stesso livello di meccanizzazione con le due tecniche, ma la tecnica più recente richiede un minor numero di lavoratori rispetto alla tecnica più antica. Sebbene questo caso sia in sé del tutto irrilevante (sono in tutto 4 operai contro i 6 necessari con la tecnica più antica), ci dà lo spunto per introdurre un aspetto dello sviluppo tecnico che sarà discusso al punto successivo: l'aumento della capacità produttiva delle singole macchine. Per alcune operazioni il numero di lavoratori è funzione del numero di macchine a cui essi sono assegnati e non della capacità produttiva delle macchine; da questo segue che l'aumento della capacità produttiva delle macchine, senza alcun cambiamento nel livello di meccanizzazione, determina un aumento nella produttività del lavoro.

(d) Per la metà delle mansioni le sue tecniche coincidono sia per il livello di meccanizzazione che per il numero di addetti necessari. Questo insieme di mansioni comprende casi alquanto diversi che possono essere suddivisi in quattro gruppi. Innanzitutto, vi è un'operazione ausiliaria (formatura scatole) e varie altre mansioni raggruppate nella voce Servizi vari, che sono state rappresentate nel grafico per tener conto di tipiche operazioni che Bright chiamerebbe terziarie (si tratta del laboratorio per gli smalti, della preparazione dei campioni, e del lavoro di portineria e sorveglianza notturna). L'esame di queste operazioni ci fa concludere che il cambiamento tecnico non le ha sfiorate in nessun modo ¹⁴. Il secondo gruppo di operazioni comprende l'immagazzinamento

¹⁴ A ben altra conclusione saremmo giunti se il profilo di meccanizzazione avesse incluso operazioni non connesse direttamente alla produzione quali il lavoro di ufficio sia per quanto riguarda il lavoro amministrativo (buste paga, contabilità, ecc.), sia con riferimento al lavoro di direzione della produzione. Questa analisi non è stata oggetto della nostra indagine, ciò nonostante tutti gli elementi emersi durante i colloqui con i tecnici e sindacalisti saranno presi in esame in relazione agli effetti del cambiamento tecnico sulla divisione del lavoro tra le imprese.

del prodotto finito e la gestione dei pezzi di ricambio delle macchine. Attualmente nessuna fabbrica ceramica ha un sistema automatico per la gestione dei magazzini, anche se i computer potrebbero essere utilizzati in futuro nel magazzino del prodotto finale, in particolare per funzioni amministrative. Un simile sviluppo è invece improbabile nel caso del magazzino dei pezzi di ricambio: infatti tali scorte sono tenute in genere in quantità assai limitate essendo assai rapido il rifornimento presso i produttori, in larga parte localizzati nel distretto industriale. Il terzo gruppo include le operazioni di movimentazione che sono meccanizzate già da lungo tempo (si tratta della pala caricatrice, utilizzata nel riempimento delle tramogge e dei mulini, e del carrello elevatore in uso per il trasporto dei pallets). Nell'ultimo gruppo vi sono tutte le operazioni di trasformazione per le quali lo sviluppo tecnico ha determinato un perfezionamento dei macchinari utilizzati senza influenzare la forza lavoro necessaria, già ridotta al minimo indispensabile. In questo caso l'innovazione tecnica ha migliorato le caratteristiche tecniche dei macchinari rendendo maggiore la loro capacità produttiva nell'unità di tempo sia attraverso un aumento nella velocità della macchina nell'eseguire le varie azioni, sia attraverso una riduzione dei tempi persi per operazioni secondarie (quali quella di alimentazione e scarico o di manutenzione)¹⁵. L'aumento della capacità produttiva di queste macchine non determina, tuttavia, un aumento proporzionale nel numero di lavoratori necessari. Infatti, quando i compiti associati con le operazioni di trasformazione consistono esclusivamente, o prevalentemente, nel controllo del funzionamento della macchina, allora l'aumento della capacità produttiva influenza non tanto il numero di sorveglianti, ma il numero di manutentori necessari. Questo introduce l'ultimo caso in esame.

(e) Le due tecniche hanno lo stesso livello di meccanizzazione, ma la tecnica più recente richiede un maggior numero di lavoratori. Questo è il caso del reparto scelta vetrato: la tecnica più antica non richiede lavoro di manutenzione di reparto, mentre le attrezzature previste dalla tecnica più recente rendono indispensabile il lavoro

¹⁵ A. Touraine (1955) sottolinea che: «I cronometristi raggruppano sotto il nome di «fattore k» i tempi perduti per cause riguardanti il materiale, per la lubrificazione della macchina, il suo avviamento, il suo arresto, il cambio e la sostituzione dell'utensile, le piccole modifiche [...] i tempi perduti per cause riguardanti il personale» (1974 ed. it., p. 119).

di manutenzione. L'altro caso è quella della mansione di elettricista. In particolare con la tecnica più recente pur essendoci un maggior numero di attrezzature (proprio per la meccanizzazione di operazioni secondarie e di movimentazione) il numero di manutentori non varia sia perchè parte della manutenzione è stata automatizzata, sia perchè sono ridotte le possibilità di guasto, sia perchè la sostituzione di pezzi è più rapida. Tuttavia, la tecnica più recente prevede l'uso di macchine per eseguire operazioni che, con la tecnica più antica, erano svolte in modo manuale: è quindi necessario un certo numero di manutentori per installare queste macchine, per intervenire in caso di guasti, per adattare le macchine alla produzione di formati diversi. Infine: il cambiamento tecnico ha modificato il ruolo dei manutentori non solo in termini numerici (con la tecnica più recente i manutentori rappresentano una quota più alta di lavoratori), ma anche in termini qualitativi (si pensi all'uso dell'elettronica e alla specializzazione delle competenze). Quest'ultimo aspetto sarà esaminato in dettaglio nel prossimo paragrafo.

3. Cambiamento tecnico e professionalità

Come misurare la professionalità?

L'esame degli effetti del cambiamento tecnico sulla qualificazione del lavoro è centrale per poter avere un quadro del tipo di forza lavoro necessaria qualora si adottino tecniche via via più meccanizzate. Si tratta, in particolare di valutare se, rispetto alle tecniche precedenti, le nuove tecniche richiedono forza lavoro con una qualificazione diversa e, in questo caso, quali sono gli strumenti attraverso cui si acquisisce tale qualificazione.

Il tema in questione è stato oggetto di numerosi studi sin dal

secondo dopoguerra ¹⁶. E' importante notare che il termine «qualificazione» è stato utilizzato per definire un insieme di variabili alquanto diverse. Ad esempio, Bright (1958, p. 187) afferma che la qualificazione «è un miscuglio indefinito di cose diverse: abilità manuali, conoscenza delle arti, conoscenza della teoria, capacità di comprensione e capacità di prendere decisioni basate sull'esperienza». Oltre a questi elementi sembra concorrano nel definire la qualificazione anche variabili quali la fatica fisica e mentale, o le condizioni dell'ambiente di lavoro, o il rischio che una particolare mansione comporta, o la capacità di sostenere un ritmo considerato elevato. «Qualificazione» appare quindi un insieme ancora più indefinito di quanto quello considerato da Bright. In particolare, sorge spesso una confusione tra gli elementi che definiscono la qualificazione e quelli utilizzati per caratterizzare - attraverso il contributo, o il sacrificio del lavoratore nel processo produttivo - il salario da assegnare a ciascun lavoratore. Spesso, cioè, e lo studio di Bright è un esempio, sono gli attributi della *job evaluation* ad essere usati per stimare la qualificazione del lavoro.

Ci interessa evidenziare due critiche a una tale analisi della professionalità. Innanzitutto, anche accettando quelli indicati dalla *job evaluation* come gli elementi da usare per definire la qualificazione, sorge un problema di misura di ciascuno di questi attributi. Tale misura ci appare ambigua e non intendiamo classificare i singoli attributi secondo una scala i cui criteri di gradazione ci sembrano comunque soggettivi. Lo stesso Bright, pur utilizzando nella sostanza la *job evaluation*, non discute la misura da utilizzare

¹⁶ Vale la pena ricordare che negli anni cinquanta e sessanta numerosi paesi hanno promosso studi sugli effetti dell'automazione sulla qualificazione del lavoro. Di grande interesse sono, in particolare, gli studi condotti da Crossmann (1960, 1966) e da Woodward (1958) in Inghilterra per conto del Department of Scientific and Industrial Research, in Italia dal Centro Nazionale di Prevenzione e Difesa Sociale (1961), negli Stati Uniti dalla National Commission on Technology (1966), e da Crossmann per l'Oecd (1966). Tali studi si muovono su una linea di indagine comune volta a focalizzare gli aspetti quantitativi (in particolare circa l'aumento di produttività del lavoro che fa seguito all'adozione di nuove tecniche), gli effetti sul tipo di forza lavoro che le nuove tecniche richiedono, le implicazioni in termini di addestramento professionale e in termini di salario. Queste ricerche hanno in comune, inoltre, non solo la struttura analitica, ma anche i risultati che emergono dallo studio di vari processi produttivi.

Una diversa prospettiva è invece quella indicata da Friedmann (1959, 1960) e da Touraine (1955). Questi autori discutono principalmente gli effetti qualitativi del cambiamento tecnico sulla professionalità.

per stimare il livello di qualificazione, e si limita a segnalare solo l'aumento o la diminuzione della qualificazione al crescere del livello di meccanizzazione (che egli deduce da impressioni tratte dall'esame di vari casi e in base alla sua idea di qualificazione)¹⁷.

Il secondo punto della nostra critica riguarda l'individuazione di ciò che è oggetto dello studio. E' nostra convinzione che se si vuole prendere in esame gli effetti del cambiamento tecnico sulla qualificazione, e non sul salario o sulle condizioni di lavoro, occorre dare una definizione del termine qualificazione che isoli l'esame di questo aspetto dagli altri. Questo può essere fatto, come già per la scala di meccanizzazione, con riferimento al contributo del lavoratore nel processo produttivo. In base ai compiti che il lavoratore deve eseguire si potrà quindi misurare il livello di qualificazione richiesto in base al tempo necessario per apprendere i compiti che gli sono stati assegnati.

Tempo di apprendimento: specificazioni della misura adottata

Sono tre le principali specificazioni che riguardano il «tempo di apprendimento». Innanzitutto il tempo di apprendimento viene valutato avendo a mente un individuo che ha terminato il corso di studi previsti nella scuola dell'obbligo, non ha precedenti esperienze di lavoro, ed è disposto ad eseguire solo i compiti assegnatigli. Il tempo di apprendimento consiste di un periodo di tempo in cui il lavoratore è istruito da tecnici o esperti, e di un altro periodo in cui egli esegue il suo lavoro avendo la possibilità di osservare il modo di esecuzione degli stessi compiti da parte di un altro lavoratore¹⁸.

In secondo luogo, i compiti da svolgere sono definiti da un insieme di operazioni da eseguire in una determinata unità di tempo. Inoltre è necessario caratterizzare i compiti assegnati a ciascun lavoratore non solo rispetto ad una serie di movimenti o di interventi, ma anche rispetto all'abilità nell'eseguirli, alla responsabilità sugli impianti, sulla qualità del prodotto e verso

¹⁷ Si veda Bright (1958) cap. IV.

¹⁸ Nel caso di manutentori e degli elettricisti noi consideriamo nel tempo di apprendimento anche il periodo trascorso nelle scuole tecniche.

l'incolumità degli altri individui che lavorano nella fabbrica: tutte queste sono particolari qualità che si richiede il lavoratore abbia¹⁹.

E' infine necessario specificare che il tempo di apprendimento è definito in un dato momento del tempo, e occorre, inoltre, rilevare il tempo di apprendimento *effettivo*, vale a dire quello oltre il quale i tecnici reputano possibile affidare la mansione al lavoratore senza ulteriori controlli se non quelli che di norma vengono effettuati.

Per concludere, il tempo di apprendimento è molto influenzato dalle condizioni culturali e sociali che costituiscono aspetti cruciali nell'indirizzare la conoscenza teorica e pratica degli individui.

Effetti qualitativi e quantitativi del cambiamento tecnico sulla forza lavoro

Il risultato che si ottiene dal confronto delle due tecniche relativamente al livello *medio* di qualificazione sembra convalidare la tesi secondo cui il cambiamento tecnico determina l'aumento della qualificazione richiesta. Con la tecnica più recente, infatti, il livello medio di qualificazione (misurato in termini di tempo di apprendimento) è di 18 settimane, con la tecnica più antica in uso nei primi anni ottanta è di poco inferiore alle 10 settimane. Tuttavia è nostra convinzione che questo risultato sia in sé poco significativo e che una analisi più dettagliata evidenzii conclusioni assai diverse.

Innanzitutto la relazione tra il numero di addetti e il livello di qualificazione non ha una distribuzione normale in nessuna delle due tecniche (cfr. figura 3). In particolare, con riferimento alla tecnica più recente, l'80 per cento della forza lavoro ha una qualificazione inferiore alla media, mentre meno del 6 per cento della forza lavoro ha una qualificazione quattro volte superiore la media. Con la tecnica più antica addirittura l'85 per cento della forza lavoro ha una qualificazione inferiore alla media. Da questo primo esame si conclude, quindi, che il cambiamento tecnico ha lasciato sostanzialmente inalterata la aggregazione della forza lavoro in due poli: l'uno in cui il livello di qualificazione è assai basso, l'altro in cui la qualificazione è molto alta. In base a questa conclusione è

¹⁹ Per quanto riguarda la responsabilità si discuterà in dettaglio, più oltre, il ruolo di questo attributo che caratterizza il tipo di forza lavoro nell'analisi della qualificazione.

chiaro che il concetto di livello *medio* di qualificazione non è sufficiente per interpretare i modi in cui il cambiamento tecnico ha influenzato la qualificazione del lavoro.

A questo scopo risulta, invece, assai utile un esame della qualificazione che, relativamente alle singole mansioni, metta in luce la relazione tra l'effetto del cambiamento tecnico sulla qualificazione e l'effetto che il cambiamento tecnico ha determinato sulla quantità di forza lavoro necessaria nel processo produttivo (i dati sono riportati nella tabella 1).

Le osservazioni che scaturiscono da questo esame sono delineate nei seguenti cinque punti.

(a) Per nessuna delle singole mansioni la tecnica più recente richiede una qualificazione più alta.

(b) La qualificazione diminuisce in molte delle mansioni in cui la tecnica più recente è caratterizzata, rispetto alla tecnica più antica oggi in uso, da un più alto livello di meccanizzazione e da una quantità di forza lavoro di gran lunga minore. E' questo il caso di mansioni di movimentazione, di alcune mansioni ausiliarie, e delle mansioni di scelta del biscotto e del vetrato.

(c) Per quanto riguarda alcune mansioni la qualificazione rimane uguale, ma diminuisce notevolmente il numero di addetti a causa dell'aumento del livello di meccanizzazione. Tre di queste mansioni (carico della linea di smalteria, incasellatura e scasellatura) hanno un livello di qualificazione assai basso (inferiore alle 4 settimane). Nel caso, invece, degli addetti alla movimentazione dei carrelli nel reparto di prima e seconda cottura il livello di qualificazione è più alto (8 settimane), ma questo è determinato non tanto dalla mansione di movimentazione dei carrelli, quanto dai compiti di controllo delle apparecchiature di cottura. In genere queste due mansioni sono svolte dallo stesso operaio, ma ciò che ha determinato la diminuzione della forza lavoro è, come si è già detto, l'automazione della movimentazione dei carrelli (è per questo motivo che la mansione è stata spaccata in due nella tabella 1).

(d) Per tutte le operazioni di trasformazione, per quasi tutta la manutenzione, per quanto riguarda la gestione dei magazzini, e per le operazioni incluse nel reparto Servizi le due tecniche coincidono - oltre che per il livello di meccanizzazione - anche per la qualificazione richiesta e per numero di addetti.

(e) Infine, a parità di qualificazione richiesta (3 anni e mezzo) la tecnica più recente richiede un aiuto elettromeccanico in più. Un caso analogo è quello della manutenzione nel reparto scelta vetrato per il quale solo la tecnica più recente richiede manutentori (in particolare due).

Da quanto detto finora si può concludere che le due tecniche si differenziano più rispetto al numero di lavoratori necessari che rispetto alla qualificazione richiesta. In particolare: con la tecnica più recente l'occupazione è minore proprio per livelli di bassa, e soprattutto bassissima, qualificazione, mentre vi è un aumento della forza lavoro - anche se solo di poche unità - per alti livelli di qualificazione.

Un cambiamento nella nozione di professionalità

Se si considera che la tecnica più antica in uso nei primi anni ottanta era la tecnica prevalente alla fine degli anni sessanta si può concludere che in questo periodo le tecniche introdotte non hanno variato in modo sostanziale il livello di qualificazione delle singole mansioni.

Eppure nell'ultimo decennio in numerosi casi è stato assegnato un aumento di salario per mansioni in cui aumentava il livello di meccanizzazione e si presumeva, quindi, aumentasse il livello di qualificazione. Inoltre, e soprattutto a seguito del finanziamento da parte della Cee, sono stati richiesti e organizzati corsi di formazione professionale.

Questi fatti contraddicono le implicazioni insite nella conclusione a cui siamo giunti. Ci sembra che essi si riferiscono ad un concetto di qualificazione diverso da quello che noi abbiamo definito. In particolare si tratta di un concetto nel quale il tempo di apprendimento è una variabile del tutto trascurabile come misura della qualificazione richiesta.

Solo a partire da un esame della evoluzione professionale del lavoro operaio in ceramica è possibile capire come gli elementi che definiscono la nozione di professionalità cambiano al cambiare delle tecniche e della organizzazione del lavoro. I punti fondamentali su cui si basa l'analisi che segue sono gli studi di Touraine (1955), Friedmann (1956), Bright (1956), Braverman (1975). Ciò che accomuna questi studi, e che li rende importanti nella nostra analisi, è l'idea che l'evoluzione professionale sia interpretabile in

modo più completo grazie alla lettura dell'evoluzione delle caratteristiche tecniche delle macchine utilizzate e del tipo di prodotto.

L'evoluzione professionale del lavoro operaio in ceramica

Dal secondo dopoguerra fino alla fine degli anni cinquanta le uniche macchine utilizzate nella produzione di piastrelle sono il mulino, la pressa, il forno. Gli operai che lavorano in ceramica in questo periodo sono solo in piccola parte dei manovali addetti al trasporto del materiale tra le varie operazioni. La maggior parte degli operai è assegnata alle operazioni di trasformazione. Sono questi i tipici operai di fabbricazione, di cui parla Touraine, i quali determinano l'uso della macchina. L'abilità dell'operaio di fabbricazione definisce le sue qualità professionali. Tale abilità è misurabile non solo in termini del tempo di apprendimento necessario ad acquisirla, ma soprattutto in riferimento al risultato del lavoro - il prodotto - sia in termini qualitativi che quantitativi. E' in questo periodo, infatti, che inizia ad affermarsi il salario a cottimo come incentivo per aumentare la quantità prodotta: tanto più l'operaio conosce la sua macchina tanto più alto è il numero di pezzi che egli è in grado di produrre, e quindi tanto più alto è il suo salario. La professionalità dell'operaio di fabbricazione - la sua abilità e la sua esperienza - determina quindi l'ammontare di una quota rilevante del suo salario.

Descriviamo ora brevemente, a titolo di esempio, la mansione del pressista.

Egli deve conoscere la *sua* macchina per imprimere, con la sua forza, il giusto movimento della massa battente. Questo è il compito centrale a cui il pressista deve rivolgere tutta la sua attenzione e per la cui esecuzione ci si può solo affidare alla sua esperienza maturata dopo anni di lavoro come aiutante. E' la sua capacità che garantisce la buona qualità e l'uniformità dei pezzi prodotti. Ma il pressista ha anche altri compiti: egli, infatti, sa quando sostituire lo stampo o i pezzi logori della pressa così da ottimizzarne il funzionamento; e ancora: è il pressista che riempie lo stampo ed estrae il materiale pressato per poi impilarlo in modo opportuno sui carrelli; egli inoltre sposta i carrelli. Per eseguire queste operazioni il pressista può anche essere aiutato da un altro operaio che via via imparerà come si governa una pressa e dopo alcuni anni

diventerà anch'egli pressista. Per concludere, quindi, in questa mansione, come anche per il mugnaio e per il fuochista, accanto a compiti che richiedono un alto livello professionale vi sono da svolgere compiti faticosi e privi di alcuna qualificazione. Fino alla fine degli anni cinquanta la quantità prodotta è ancora assai limitata e, inoltre, l'unico formato producibile è di piccole dimensioni (infatti la forza muscolare del più forte degli uomini non riesce ad imprimere, con i meccanismi esistenti all'epoca, la notevole capacità di pressione necessaria per formati superiori a 7,5x15 cm).

Ciò che caratterizza, invece, gli anni sessanta è proprio l'aumento e la diversificazione del prodotto, anche a seguito della smaltatura delle piastrelle. L'aumento della produzione è, come si è detto, garantito anche al perfezionamento dei macchinari utilizzati.

L'aumento della produzione spinge verso una maggiore divisione dei compiti. In sostanza il lavoro qualificato del mugnaio, del pressista, del fuochista è via via liberato da quei compiti faticosi, privi di qualsiasi qualificazione, presenti nel periodo precedente. Questa liberazione divide chi controlla l'impianto di macinazione da chi carica le tramogge; chi pressa da chi pulisce lo stampo e poi carica il materiale pressato e sposta i carrelli; chi regola le apparecchiature di cottura da chi trasporta i carrelli nel reparto. Il retaggio del periodo precedente lascia talvolta confusa questa divisione, ma già dalla metà degli anni sessanta inizia ad assumere un ruolo sempre più consistente il gruppo di addetti alla movimentazione del materiale. Questi operai, che negli anni cinquanta erano in larga parte destinati a divenire operai di fabbricazione, sono privati quasi tutti, negli anni sessanta, di qualsiasi carriera professionale all'interno della fabbrica. I compiti che essi svolgono sono molto faticosi e il tempo necessario ad apprendarli è sostanzialmente uguale al tempo che è loro necessario ad adeguarsi a sostenere il ritmo di lavoro. Non si tratta più, quindi, di anni di apprendistato, in cui si svolgono anche lavori pesanti in previsione di una mansione qualificata che consente più alti salari, ma di pochi giorni di addestramento. Questi operai non determinano l'uso della macchina, al contrario è la macchina che determina il ritmo del loro lavoro. In questo gruppo di mansioni il salario è a cottimo, ma non è più garantito nei termini discussi più sopra per l'operaio di fabbricazione. E' la forza fisica, e non il livello di qualificazione, che determina quanti pezzi produrre e quindi il salario.

sulla quantità e sulle qualità del prodotto ²⁰. Si pensi ad esempio all'operaio che ha il compito di sorvegliare la pressa e la macchina automatica di impilaggio e carico del materiale pressato. Egli deve eliminare eventuali piastrelle rotte ed indicare al meccanico di reparto eventuali imperfezioni del funzionamento della pressa tali da provocare malformazioni nel materiale pressato. Se l'operaio si distrae dal suo compito può accadere che venga impilato materiale rotto il quale può provocare danni durante la cottura, e dovrà essere scartato dopo la cottura. L'operaio si distrarrà? Sarà disponibile a controllare e chiamare in fretta il meccanico?

Il punto in questione è: se l'operaio deve alimentare una macchina una interruzione in tale compito è subito avvertita nelle operazioni a valle e certamente l'operaio viene redarguito dal suo caporeparto; se invece il compito dell'operaio è sorvegliare il funzionamento della macchina ma egli non esegue il suo compito, allora eventuali problemi, derivanti da questo suo atteggiamento, sono riscontrabili in operazioni a valle solo dopo molto tempo e inoltre sarà impossibile individuare il lavoratore che ha causato quei problemi.

La situazione che stiamo descrivendo è forse un po' estremizzata, e sarebbe infatti necessario sapere quali risposte e quali comportamenti sono i più diffusi tra i lavoratori sorveglianti. E questo si può fare solo chiedendolo ai lavoratori ²¹. L'impressione che si ha parlando con i tecnici è che vi sia sempre meno la possibilità di fidarsi del sorvegliante. I tecnici fanno intravedere tre possibili soluzioni a questo stato di fatto. La prima consiste nell'impegnare l'operaio anche in compiti, quali la manutenzione ordinaria, che gli lascino una capacità di giudizio e un'autonomia di intervento, anche se pochissima. L'altra soluzione consiste nell'assegnare incentivi salariali: una versione aggiornata del lavoro a cottimo. La terza soluzione la possiamo, invece, definire

²⁰ «Poichè la stessa produzione attualmente viene svolta rispetto al passato con un numero inferiore di addetti e con impianti più costosi, l'investimento per posto di lavoro è aumentato moltissimo. Questo è il significato dell'incremento del parametro responsabilità sul valore degli impianti, gli addetti devono quindi essere in grado di gestire e conservare il patrimonio impiantistico affidato loro». Gruppo di studio Assiceram, Delegazione di Sassuolo, relazione presentata all'Incontro-Dibattito, sul tema «Professionalità nel sistema produttivo ceramico», Sassuolo 27 maggio 1978, citazione da pp. 7-8.

²¹ Sulla base di interviste ad operai americani, Brecher e Costello (1979) offrono un'interessante descrizione del comportamento operaio sulla questione della responsabilità.

più radicale: il miglioramento nelle caratteristiche tecniche delle macchine e la diminuzione nella durata del processo produttivo (che vuol dire più rapido intervento per porre riparo a guasti non segnalati) giustificano infatti la eliminazione del sorvegliante. Eventuali guasti saranno presi in considerazione direttamente dal meccanico di reparto. La fabbrica in cui l'unico tipo di operaio è il manutentore non è un caso improbabile e ci sembra che la tendenza nelle trasformazioni delle tecniche di produzione lo rendano possibile. Ma il punto è, ancora una volta: come si comporteranno i manutentori in questa situazione in cui la responsabilità è affidata loro? Il meccanico, figura tipica di alta qualificazione, entra in scena come vero responsabile. Ma anche nel caso di questo gruppo di lavoratori iniziano a comparire i sintomi di «irresponsabilità».

Si pensi ad esempio ai compiti di un meccanico. Egli deve intervenire con la manutenzione ordinaria che consiste essenzialmente in un intervento preventivo. Questo lavoro può essere organizzato in due modi. O ci si affida alla conoscenza che il meccanico ha dei tempi di usura dei singoli pezzi della macchina, e quindi all'arbitrarietà nel suo intervento di manutenzione; o si definiscono tali tempi e si assegna al manutentore un elenco dettagliato dei compiti da svolgere con la definizione delle scadenze in cui tali compiti devono essere eseguiti. Solo in questo modo diventano prevedibili gli effetti sul flusso di produzione causati dalle interruzioni per la manutenzione ordinaria. Un tempo, il basso costo della macchina rendeva possibile la presenza di un certo numero di macchine di scorta da utilizzare quando le macchine normalmente necessarie alla produzione erano ferme per manutenzione. Oggi l'elevato costo dei macchinari consente un limitato uso di macchinari di scorta ed eventuali fermate per manutenzione o sono programmate (in termini di frequenza e durata), o determinano irregolarità nel flusso di produzione con la conseguenza di effetti assai dannosi su tutte le fasi del processo produttivo. E' in questo contesto che la responsabilità del manutentore diventa un elemento importante. Ma se i tecnici hanno proposto una soluzione radicale per il sorvegliante, per i manutentori si prevede una restrizione della autonomia di giudizio. Una fabbrica senza lavoratori è un'utopia che non vale la pena discutere qui. Una fabbrica invece in cui sono gli uomini a consentire la flessibilità nel processo produttivo è ancora un tema importante la cui analisi dovrebbe andare oltre la frontiera della fabbrica.

4. Conclusioni

Le conclusioni che emergono dallo studio di caso in parte contraddicono quelle degli studi quali quelli di Crossmann (1960, 1966), Woodward (1958). Da tali studi emergono infatti due tesi.

La prima è che l'aumento del livello di meccanizzazione riduce il contributo del lavoratore direttamente impegnato nel processo produttivo in termini di conoscenze teoriche e di esperienza. Ciò si verifica, tuttavia, non attraverso il semplice trasferimento di questi attributi dall'uomo alla macchina, ma piuttosto mediante modificazioni profonde del processo produttivo e del prodotto stesso. E questo è quanto emerge anche nel caso della produzione ceramica.

La seconda tesi è che i lavoratori direttamente impegnati nella produzione sono addetti esclusivamente al controllo delle macchine e la loro funzione consiste nel segnalare eventuali irregolarità al capireparto, o ai tecnici di produzione, o ai manutentori. La contrapposizione tra l'addetto al controllo della macchina (il sorvegliante) e le altre figure più sopra indicate è netta. In questa contrapposizione si trova ad un polo un insieme di lavoratori a cui è richiesto effettivamente di essere responsabile (vale a dire di segnalare in fretta i guasti), all'altro polo vi sono lavoratori che si presume siano in possesso di conoscenze teoriche e pratiche che consentono loro di intervenire per correggere le irregolarità intervenute nel processo produttivo.

Vi sono numerosi elementi che ingannano nella lettura di tale contrapposizione.

Il primo è un effetto quantitativo: nel confronto tra tecniche via via più meccanizzate emergerà in generale che, a parità di altre condizioni, il numero di lavoratori addetti alla manutenzione rimane pressochè costante, o aumenta lievemente, mentre il numero di addetti alle altre mansioni diminuisce in modo notevole. In base a questo risultato si registra un aumento percentuale del lavoro che possiamo definire qualificato, ed una diminuzione percentuale del lavoro dequalificato (e in questo caso stiamo attribuendo alla responsabilità un peso nullo nel definire la qualificazione). Ci sembra molto importante mettere in rilievo questo effetto perchè se esso si verifica allora, a parità di altre condizioni, non sarà necessario affrontare i problemi connessi alla qualificazione di altri lavoratori.

Il secondo elemento da mettere in rilievo è la modificazione delle conoscenze che i manutentori dovrebbero possedere, perchè si ha un cambiamento radicale delle caratteristiche tecniche delle macchine le quali richiedono ad esempio maggiore assistenza elettromeccanica e minore assistenza meccanica. Ma in questo caso è ancora dubbia l'esigenza di una vera e propria riqualificazione. Decenni di utilizzo di attrezzature elettroniche nella produzione hanno insegnato che esso riduce l'intervento del manutentore alla mera sostituzione di schede magnetiche: anche se è indubbiamente una semplificazione, si può affermare che per eseguire tale operazione è sufficiente conoscere dove sono nel magazzino le scorte di schede, e dove le schede devono essere collocate nella macchina. Anche in questo caso, quindi, la necessità di riqualificare i lavoratori è assai dubbia.

L'ultimo elemento da evidenziare nella lettura della contrapposizione tra lavoro dequalificato e lavoro qualificato è relativa alla nozione di responsabilità. Da molte parti viene sostenuta la tesi che, pur considerando valide le argomentazioni più sopra discusse circa la qualificazione dei manutentori, resta tuttavia l'esigenza di qualificazione per i sorveglianti. Nelle occasioni in cui è ci è stato possibile discutere con imprenditori e tecnici il fondamento su cui si basa questa tesi, abbiamo trovato sempre la stessa idea di qualificazione: la responsabilità. L'idea è che controllare una macchina può voler dire anche solo aspettare che si accenda una spia per segnalare il guasto e avvertire il manutentore della presenza del guasto.

Dipende totalmente dall'arbitrio del sorvegliante la prontezza dell'intervento da parte del manutentore. Il sorvegliante potrebbe decidere di ritardare la segnalazione del guasto provocando così rallentamenti nel flusso di produzione: questo è il vero spettro che si nasconde dietro all'idea che i sorveglianti devono essere qualificati, o addirittura riqualificati. Ciò che molto spesso non si dice è che in casi come questi i vari corsi di qualificazione, pieni di istruzioni teoriche e pratiche, sono del tutto inutili. Al loro posto sarebbe più efficace l'istituzione, piuttosto, di giuramenti vincolanti, atti di fede, o in generale qualcosa di questo tipo. Quando si definisce qualificata la figura del sorvegliante si sta affermando che essa è centrale nel processo produttivo. Con le tecniche più

meccanizzate il sorvegliante rimane infatti l'unico lavoratore direttamente impegnato nel processo produttivo²². Egli non ha niente in comune con l'operaio di fabbricazione della «fase A» descritta da Touraine (1955). Il sorvegliante, infatti, non ha nulla su cui applicare la sua intelligenza, la sua creatività, la sua abilità manuale. Gli si richiede solo di avere riflessi pronti e di servirsene all'occorrenza. I sostenitori della tesi che il sorvegliante è un lavoratore qualificato sono perfettamente consapevoli che in questo compito sono insite ben poche motivazioni. In un'epoca in cui l'idea della centralità del lavoro nella vita dell'operaio va lentamente consumandosi, ciò che i padroni possono fare è proclamare che i sorveglianti sono qualificati e quindi meritano salari più alti²³. E questa sì che può essere la motivazione per la quale può valere la pena stare all'erta e segnalare i guasti!²⁴

Tutto ciò è largamente evitabile, ed è solo il segno di una fase dell'evoluzione tecnica. Riferendoci alla scala di meccanizzazione di Bright, già dal livello 9 la figura del sorvegliante scompare. All'aumentare del livello di meccanizzazione le funzioni di controllo, di misura, di modificazione e di correzione sono via via incorporate nelle macchine ed il sorvegliante è sostituito dal manutentore o da un tecnico di produzione.

Una delle caratteristiche insite nel flusso di tecniche via via più meccanizzate è la minore necessità di intervento di manutenzione: molte funzioni di manutenzione sono, infatti, eseguite automaticamente (si pensi ad esempio alla lubrificazione o al controllo della pressione dell'olio nelle attrezzature oleodinamiche). L'intervento del manutentore consiste essenzialmente

²² Ci sembra che l'evoluzione tecnica imponga una modifica nel concetto di lavoro *diretto*. Occorre definire, quindi, quale è la linea di demarcazione tra il lavoro direttamente e indirettamente impegnato nel processo produttivo.

²³ Nel suo studio Bright pone in evidenza la necessità di mettere in guardia gli imprenditori dalla convinzione che si debba pagare salari più alti agli addetti ad impianti più automatizzati. Ciò che Bright non può prendere in esame sono, ovviamente, gli effetti che si sono determinati, dopo decenni di sviluppo nella meccanizzazione, sul comportamento dei lavoratori.

²⁴ Brecher e Costello (1976) e Blackburn e Mann (1979) arrivano per strade diverse a considerazioni assai simili. I primi sono illuminanti nel riportare le reazioni dei lavoratori di fronte a questo stato di cose. I secondi, invece, discutono in modo dettagliato la finzione padronale che sta dietro alla presunta idea di qualificazione del sorvegliante, e argomentano lungamente la tesi del «divide et impera» che sta alla base di aumenti salariali elargiti per «motivare» i lavoratori.

nell'attrezzaggio della macchina allo scopo di modificare la velocità di esecuzione del processo, o di cambiare le caratteristiche del prodotto. Ma, come già nel confronto tra sorvegliante e l'operaio di fabbricazione, il manutentore ha compiti alquanto diversi da quelli assegnati all'attrezzatura della *fase C* indicata da Touraine. Infatti, gli interventi che devono essere eseguiti dal manutentore sono in genere classificati in gerarchie di competenze piuttosto rigide così che a ciascun lavoratore sarà assegnata solo una porzione circoscritta della manutenzione.

Esaminiamo ora che ruolo ha anche per il manutentore la responsabilità. Anche nell'ipotesi in cui sia richiesto un alto livello di qualificazione, è molto importante il modo in cui il manutentore interviene. Si pensi ad esempio al caso in cui egli deve eseguire tutta la manutenzione di una macchina. Un possibile modo in cui egli può organizzarsi il lavoro è procedere con una stima dei tempi di usura delle varie componenti così da intervenire con una manutenzione preventiva, anziché dopo che di è verificato il guasto dovuto all'usura del pezzo. La differenza è notevole se si pensa che la manutenzione preventiva può essere fatta programmando le interruzioni del funzionamento della macchina in questione, consentendo - quindi - maggiore regolarità del flusso di produzione. Questo però ha inquietanti risvolti del tipo di quelli discussi per il sorvegliante. Il manutentore organizzerà la manutenzione preventiva? E, una volta organizzata procederà nel piano di interventi secondo le scadenze da lui stesso prefissate? Lo spettro della irresponsabilità e della mancanza di collaborazione dà adito, anche in questo caso, all'elargizione di aumenti salariali come premio alla responsabilità. Ma anche in questo caso, come per il sorvegliante, sono immaginabili delle soluzioni alternative. La prima di esse consiste nel porre sotto controllo i manutentori, vale a dire nel fissare le scadenze di manutenzione e verificare che i lavoratori le rispettino. Per fare questo ci vorrebbero piani di manutenzione che solo raramente sono preparati dalle ditte costruttrici delle macchine: diventa, allora, necessario allestire un gruppo di lavoro con l'obiettivo di preparare tale piano. La seconda soluzione è quella di far eseguire la manutenzione da parte di imprese specializzate in questo tipo di intervento. In questo modo i problemi si spostano in altre imprese.

E' forse opportuno tirare le somme di queste riflessioni sulla responsabilità perchè potrebbe apparire ossessiva l'attenzione che intendiamo rivolgere a questo aspetto. Ciò che abbiamo in mente è anche la responsabilità del lavoratore assume un'importanza notevole via via che l'aumento del livello di meccanizzazione consente che la macchina esegua tutte le altre funzioni del processo di produzione. Quando al lavoratore erano assegnati i compiti per la cui esecuzione egli doveva impiegare la sua intelligenza, la sua abilità, la sua esperienza, le sue conoscenze teoriche egli dimostrava un gusto per il lavoro che non poneva alcun problema di responsabilità: essa era insita nel modo stesso in cui egli si rapportava al *suo* lavoro. Da ciò scaturiva un senso di identificazione con il *suo* lavoro, con la *sua* fabbrica. Tutto questo viene meno già a partire dalla fine del secolo scorso. La produzione di massa, l'organizzazione della produzione in grandi fabbriche, l'adozione del taylorismo come strumento di espropriazione di conoscenze, la crescente meccanizzazione dei processi di produzione sono le cause della perdita di ciò che rendeva, per definizione, il lavoratore responsabile ²⁵.

²⁵ Il processo di modificazione del rapporto tra il lavoratore e il lavoro viene descritto in modo suggestivo in due studi: il primo è quello di Braverman (1975), il secondo è quello di Accornero (1980). Tra i due autori vi è una differenza sostanziale. La degradazione del lavoro nel XX secolo è l'oggetto del libro di Braverman e al fondo della sua tesi vi è l'idea che sarebbe bello riunificare ciò che il capitale ha smembrato nei 150 del suo impetuoso sviluppo. Braverman, tuttavia, non indica la direzione di tale riunificazione in termini precisi e la sua rimane un'affermazione di principio di chi si limita ad indicare il socialismo come la vera alternativa per cui valga la pena combattere per modificare l'attuale stato di cose. Accornero, invece, discute da un lato le radici storiche dell'idea del lavoro come elemento centrale nella vita dell'uomo; dall'altro lato Accornero esamina le modificazioni, intervenute a partire dalla fine del secolo scorso, nel rapporto tra lavoro e capitale. Accornero va oltre l'affermazione di principio di Braverman, proponendo di mettere in discussione l'intera ideologia marxista-rinascimentale che vede l'*homo faber* come l'uomo «riunificato» del futuro socialista, e di avviare un'esame delle implicazioni che questo cambiamento ha nei rapporti tra le classi (cfr. Accornero, 1980, cap. 3).

Figura 1 Livelli di meccanizzazione e loro relazione con l'intervento del lavoratore e delle macchine nel processo di produzione

			con energia	controllare				eseguire			soddisfare			correggere		
				funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione	funzione
livello di meccanizzazione	17	Anticipazione del funzionamento richiesto e regolazione conseguente														
	16	Correzione del funzionamento durante l'operazione														
	15	Correzione del funzionamento dopo l'operazione														
	14	Azione appropriata di identificazione e selezione														
	13	Accantonamento e scarico secondo la misura														
	12	Cambiamento di velocità, posizione e direzione secondo la misura														
	11	Funzionamento e regolazione														
	10	Regolazione del valore della misura														
	9	Misura di una caratteristica														
	8	Passa in moto mediante introduzione pezzi e materiali di lavoro														
	7	Utensile automatizzato, controllo a distanza														
	6	Utensile automatizzato, controllo a programma (funzionamento sequenziale)														
	5	Utensile automatizzato a ciclo fisso (funzione sequenziale)														
	4	Utensile automatizzato														
	3	Utensile automatizzato														
	2	Utensile														
	1	Utensile														

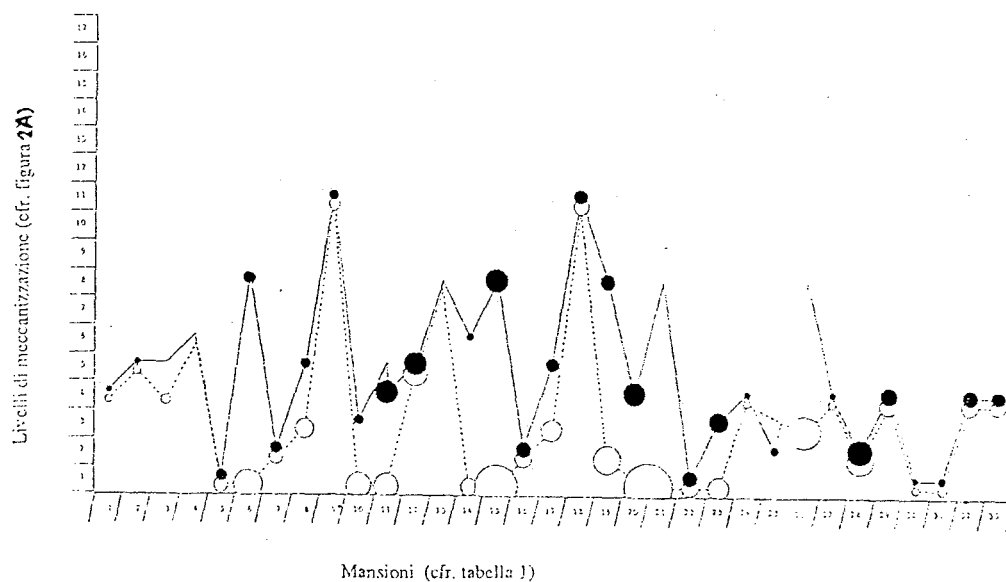
Fonte: Elaborazione di Scortecci (1961, p. 312) della figura di Bright (1958, p. 46)

Figura 2 **A**

Livelli di meccanizzazione e loro rapporto con le fonti di energia e di controllo (elaborazione di James R. Bright).

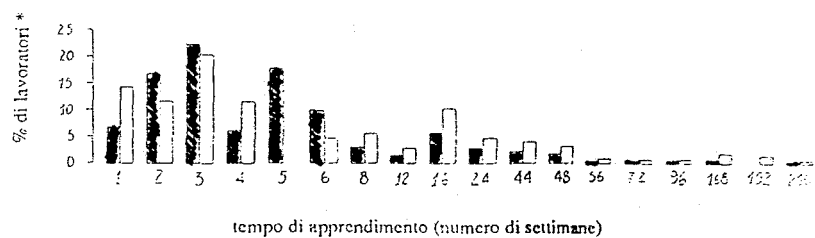
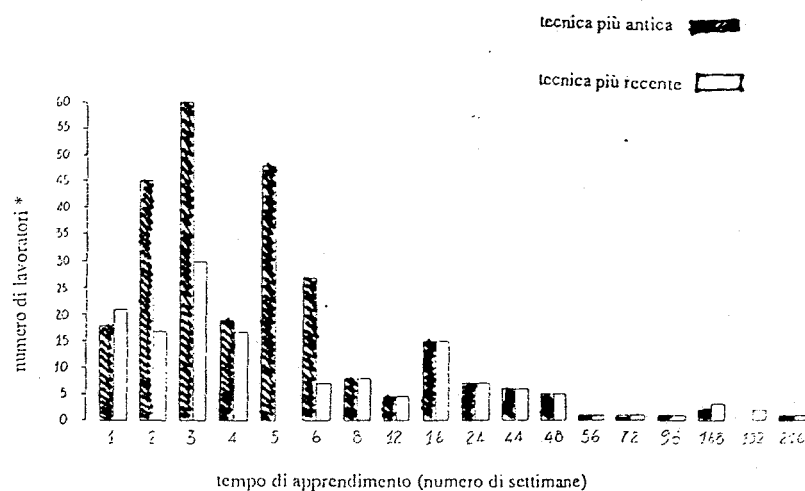
Da una variabile nell'ambiente			Da un meccanismo di comando che dirige uno schema d'azione predeterminato		Da parte dell'uomo	Comando di avviamento
Risponde con l'azione		Risponde con segnale con segnale	Variabile			Tipo di risposta della macchina
Modifica la propria azione secondo un'ampia gamma di variazioni		Sceglie entro una gamma ristretta di possibili azioni prefissate				
			Meccanica (non manuale)			
			Manuale			
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
			10			
			11			
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			Numero del livello			
			Livello di meccanizzazione			
			Mano			
			Utensile a mano			
			Utensile a motore tenuto in mano			
			Utensile a motore con comando a mano			
			Utensile a motore a ciclo fisso (funzione singola)			
			Utensile a motore con comando programmato (sequenza di funzioni fisse)			
			Sistema di utensili a motore con comando a distanza			
			Attivata con l'introduzione di pezzi o materiale da lavorare			
			Misura le caratteristiche del lavoro			
			Segnala valori di misura preselezionati (compresa l'individuazione di errori)			
			Registra la prestazione			
			Cambia velocità, posizione, direzione, secondo il segnale di misura			
			Accantona o scarta in base alle misure			
			Identifica e seleziona opportune sequenze di azioni			
			Corregge la prestazione dopo il funzionamento			
			Corregge la prestazione durante il funzionamento			
			Anticipa l'azione richiesta e si regola in modo da fornirla			

Figura 2B Profilo di meccanizzazione della tecnica più antica e della tecnica più recente in uso nei primi anni ottanta nella produzione di piastrelle in bicottura



Fonte: Nostra elaborazione di dati ingegneristici raccolti nel corso di interviste a tecnici di imprese ceramiche e a imprese che producono macchine per la ceramica.
Livello di meccanizzazione: cfr. Bright (1958), cap. 5.

Figura 3 Tempo di apprendimento di ciascuna mansione nella produzione di piastrelle ceramiche. Confronto fra la più antica e la più recente delle tecniche in uso all'inizio degli anni ottanta



* Il numero di lavoratori è quello necessario nella produzione in bicompattezza in fabbrica verticalmente integrata di dimensioni minima efficiente (i dati sono nella tabella 1)

Fonte: Nostra elaborazione di dati ingegneristici raccolti nel corso di interviste a tecnici di imprese ceramiche e a imprese che producono macchine per la ceramica

Tabella 1

Livello di meccanizzazione, numero di addetti e tempo di apprendimento per mansione con la tecnica più antica e con la tecnica più recente in uso all'inizio degli anni ottanta. (I dati si riferiscono alla produzione di piastrelle 20x20 in bicottura prodotte in una fabbrica verticalmente integrata)

RIPARTO	OPERAZIONE	TECNICA PIÙ ANTICA			TECNICA PIÙ RECENTE		
		Livello di meccanizzazione	numero di addetti	Tempo di apprendimento in ore lavorative	Livello di meccanizzazione	numero di addetti	Tempo di apprendimento in ore lavorative
MACINAZIONE	D ₁ 1 Carico travolge	4	1	4	4	1	4
	D ₂ 2 Macinazione	5	1	24	5	1	24
PIRESSATURA	A ₁ 3 Sovinazione argilla	4	2	2	5	8	2
	D ₁ 4 Pressatura	6	8	2	6	8	2
	C ₁ 5 Pulizia stampo e sorveglianza presse	1	5	6	1	4	4
	A ₁ 6 Impilaggio e carico	1	15	6	6	4	4
ESSICCAZIONE E PRIMA COTTURA	D ₁ 7 Manutenzione	2	4	40	2	4	40
	A ₁ 8 Movimentazione	3	6,5	8	5	2,5	8
	D ₂ 9 Essiccazione e prima cottura	11	1,5	8	11	2,5	8
	A ₁ 10 Carico linea	1	12	1	3	3	1
SCELTA BISCOTTO E SMALTATURA	B 11 Scelta biscotto	1	12	3	12	12	1
	D ₁ 12 Smaltatura	5	12	16	5	12	16
	D ₁ 13 Serigrafia	6	8	7	8	8	7
	A ₁ 14 Pulizia retino e serv.macchine serigrafiche	1	6	3	6	2	2
SECONDA COTTURA	A ₁ 15 Inscottellatura	1	35	3	8	12	3
	D ₁ 16 Manutenzione	2	6	4	2	6	4
	A ₁ 17 Movimentazione	3	8,5	8	5	4,5	8
	D ₂ 18 Seconda cottura	11	4,5	8	11	4,5	8
	A ₁ 19 Scostellatura	2	16	4	2	6	4
	A ₂ 20 Scelta vetrato	1	45	5	4	12	2
	A ₁ 21 Inscottellatura	1	5	1	6	8	2
	D ₁ 22 Preparazione scatole	1	8	1	1	6	1
	B 23 Preparazione palletta	1	8	2	3	8	2
	D ₁ 24 Trasporto palletta	4	1	3	4	1	2
MAGAZZINO PRODOTTO FINITO	E 25 Manutenzione	1	1	7	2	2	107
	D ₂ 26 Magazziniere	1-4	7	6	1-4	7	6
MANUTENZIONE DI FABBRICA	D ₂ 27 Preparazione componenti	1	2	4	1	2	4
	D ₁ 28 Meccanico	2	1	96	2	1	96
	D ₁ 29 Aiuto meccanico	2	4	24	2	4	24
	D ₁ 30 Fustiere	2	2	24	2	2	24
	D ₁ 31 Idraulico	2	1	96	2	1	96
	D ₁ 32 Aiuto idraulico	2	1	16	2	1	16
	D ₁ 33 Elettromecc.	2	1	48	2	1	48
	E 34 Elettrotecnico	2	1	216	2	1	216
	E 35 Aiuto elettricista	2	2	168	2	3	168
	E 36 Aiuto elettricista	2	2	168	2	3	168
MOVIMENTAZIONE DI FABBRICA	A ₁ 37 Movimentazione forcelli	3	20	2	6	6	2
	D ₂ 38 Movimentazione pontoni e scarico	4	1	2	4	1	2
	D ₁ 39 Preparazione scatole	1	1	72	1	1	72
	D ₁ 40 Preparazione palletti	4	4	12	4	4	12
SERVIZI	D ₁ 41 Laboratorio	4	2	16	4	2	16
	D ₁ 42 Autista	4	1	6	4	1	6
	D ₁ 43 Sorveglianza notturna e portineria	4	4	3	4	4	3
TOTALE			269			266	

LEGENDA

- A : aumento il livello di meccaniz. e diminuisce il numero di addetti
- B : aumenta il livello di meccaniz. e uguale numero di addetti
- C : uguale il livello di meccaniz. e diminuisce il numero di addetti
- D : uguale livello di meccanizzazione e uguale numero di addetti
- E : uguale livello di meccanizzazione e aumento numero addetti
- A₁ carico, scarico, movimentazione
A₂ scelta vetrato
A₃ operazione ausiliaria
- D₁ carico, scarico e movimentazione
D₂ trasformazione
D₃ trasformaz.fatto solo dalla macch. con entrambi i bracci
D₄ manutenzione
D₅ magazzino
D₆ operazione secondaria
D₇ servizi
- E₁ manutenzione reparto scelta elettricista
E₂ aiuto elettricista

Fonte:

Nostra elaborazione di dati ingegneristici raccolti nel corso di interviste a tecnici di imprese ceramiche e a imprese che producono macchine per la ceramica

4. CAMBIAMENTO TECNICO, ECONOMIE DI SCALA, INTEGRAZIONE VERTICALE E SPECIALIZZAZIONE DELLE IMPRESE

1. Premessa

Il cambiamento tecnico dà luogo a modificazioni nella struttura dell'industria attraverso molteplici canali. Uno di questi è la dimensione alla quale si realizzano economie di scala. Una variazione di tale dimensione potrà dar luogo a fenomeni di concentrazione o a modificazioni della divisione del lavoro tra le imprese, o a variazioni nel livello di integrazione verticale del ciclo produttivo all'interno della singola impresa. Attraverso l'analisi delle economie di scala è quindi possibile individuare in quali stadi del processo produttivo, e con quale rilevanza, si verificano tali mutamenti.

Le economie di scala sono riduzioni dei costi di produzione e distribuzione che si realizzano all'aumentare della capacità produttiva *progettata* dell'impianto o dell'impresa¹. Robinson (1958) distingue le variabili che determinano il sorgere di economie di scala a seconda che derivino: da una maggiore divisione del lavoro; dalla opportunità di utilizzo di macchine il cui costo aumenta in misura meno che proporzionale all'aumentare della capacità produttiva; dalla integrazione dei processi; dal bilanciamento dei

¹ Il riferimento è alla distinzione, suggerita da Bain (1975, p. 91), tra la riduzione dei costi che, data la dimensione dell'unità produttiva, deriva dall'uso più intensivo o prolungato delle macchine e della forza lavoro, rispetto alla riduzione che si verifica nel caso in cui è la dimensione della unità produttiva che viene ad essere aumentata.

processi, che rende possibile utilizzare completamente i macchinari disponibili nelle varie fasi del ciclo produttivo; dalla possibilità di mantenere una quantità di scorte (sia di macchine che di materie prime e semilavorati) proporzionalmente minore all'aumentare della scala di produzione²; dalla specializzazione delle unità produttive di una impresa, o delle diverse linee di produzione di un'impresa con un unico stabilimento.

Accanto a queste fonti di natura tecnica sono presenti anche diverse fonti di carattere pecuniario. Basta pensare alle maggiori opportunità di accesso al credito di cui godono imprese di grandi dimensioni, o alle economie che si realizzano nell'acquisto di grandi lotti di materie prime³. La distinzione analitica tra economie di scala tecniche ed economie pecuniarie è, ricorda Bain (1975), «abbastanza rilevante perché i benefici sociali delle seconde sono spesso posti in discussione, ma dal punto di vista della valutazione degli effetti delle economie di scala sulla entrata, tutte le economie che danno luogo a sistematici risparmi monetari si trovano in posizione identica»⁴.

Sebbene l'analisi delle economie di scala sia in genere condotta solo a livello di impresa⁵, la natura ingegneristica dei dati utilizzati in questa ricerca consente un attento studio delle economie di scala tecniche a livello di fabbrica. L'analisi che segue sarà condotta, inoltre, ipotizzando che i prezzi degli inputs utilizzati nel processo produttivo non varino al variare della scala di produzione. Tale ipotesi ha lo scopo di mettere in luce le variazioni nei costi unitari dovute a mutamenti nelle condizioni tecniche di produzione.

Lo studio delle economie di scala ruota attorno alla misura-

² In questo studio non si terrà conto di questa possibile fonte di economie di scala.

³ In questo caso si dovrebbe esaminare se vi sono economie di scala tecniche nell'industria che produce questi inputs.

⁴ Bain (1975), pp. 97-8.

⁵ Per una discussione sulle economie di *multi-plant operation* si veda Robinson (1958), Scherer *et al.* (1975), Williamson (1975).

zione della scala ottima⁶ che è definita da Bain (1956) come la più piccola scala di produzione oltre la quale i costi unitari cessano di diminuire. Questa definizione è stata estesa da Pratten (1971) per valutare, innanzitutto, se l'aumento della quantità prodotta è realizzato attraverso l'aumento del numero di macchine dello stesso tipo o se risulta dalla adozione di tecniche alternative⁷; e, in secondo luogo, per specificare su quali voci di costo si realizzano le economie di scala⁸. Questi due aspetti sono presi in esame congiuntamente dalla definizione di Pratten di *dimensione minima*

⁶ Possiamo distinguere quattro filoni di studi nella determinazione della dimensione ottima.

a. Steckler (1963) e Hall e Weiss (1967) ipotizzano che il saggio di rendimento dell'investimento sia funzione alla scala di produzione. Tali studi, che devono far fronte a problemi di omogeneità dei dati, possono essere difficilmente condotti a livello di stabilimento e non permettono, inoltre, di distinguere i vantaggi nei costi di produzione e distribuzione dalla capacità dell'impresa di far fronte alle particolari condizioni di mercato.

b. Stigler (1958) assume che le dimensioni ottimali sono quelle degli impianti o delle imprese che sopravvivono o che contribuiscono all'incremento della quota dell'output dell'industria. La sopravvivenza delle imprese nel tempo può tuttavia nascondere, oltre ad economie di scala vere e proprie, potere di monopolio o discriminazioni legislative. Per una applicazione della *survivor technique*, proposta da Stigler, si veda Saving (1961) e Weiss (1964, 1965). Una critica puntuale è invece in Shepherd (1967) e in Bain (1969).

c. L'analisi statistica dei costi tratti dalla contabilità aziendale utilizza serie storiche e *cross sections* la cui elaborazione comporta difficoltà dovute ai differenti metodi contabili adottati dalle imprese. Johnson (1960) e Walters (1963) presentano una illustrazione di tale metodo; si veda invece Haldi e Whitcomb (1967) per una applicazione. L'ipotesi su cui si basa questo tipo di studi è che ciascuna coppia di tali dati costo-quantità rappresenti un punto della funzione di costo di lungo periodo, non si tiene conto cioè della *X-inefficiency* che caratterizza la effettiva attività di produzione. In questo senso va interpretata la critica di Smith (1955) e Moore (1959) a questo tipo di studi.

d. Vi sono infine gli studi ingegneristici di cui si è discusso nel capitolo 1. Oltre a Chenery (1949), Ferguson (1950), Grosse Carter (1953), che utilizzano i calcoli fatti dagli ingegneri per costruire la funzione di produzione della singola unità produttiva, in questo filone di studi ingegneristici possono essere inclusi anche gli studi di Bain (1965), Pratten e Dean (1966), Pratten (1971), Silberston (1972), Cockerill (1975), Scherer (1975), Gorecki (1976) nei quali la dimensione ottima dell'impresa è ricavata dai dati richiesti, attraverso l'uso di questionari, a tecnici ed esperti del settore.

⁷ Questo caso è evidenziato da eguali valori di costo unitario per multipli interi della scala di produzione che corrisponde al pieno utilizzo dell'impianto.

⁸ Si noti che in questo studio si potranno valutare solo le economie di scala realizzate sul costo di ammortamento e sul costo del lavoro: si è infatti ipotizzato che il prezzo degli altri inputs per unità di prodotto non varia al variare della scala di produzione.

efficiente (d.m.e.) come «la scala minima oltre la quale qualsiasi raddoppio nella scala comporta una diminuzione dei costi unitari totali di meno del 5 per cento e oltre la quale qualsiasi raddoppio della scala diminuisce il valore aggiunto di meno del 10 per cento»⁹. In pratica, tuttavia, Pratten non utilizza mai tale definizione per calcolare la dimensione minima efficiente sulle curve di scala che egli ottiene per le varie industrie esaminate.

Le particolarità delle curve di costo calcolate con il metodo ingegneristico, rendono possibile adottare una definizione di dimensione minima efficiente come quella scala di produzione oltre la quale i costi totali per unità di prodotto sono del 5 per cento più alti del minimo calcolato sulla curva di costo totale medio minimo. Poiché le stime della dimensione minima efficiente così calcolate non differiscono dai valori indicati dai tecnici del settore, sembra possibile considerare affidabile il metodo di calcolo della *d.m.e.* utilizzato in questa ricerca.

Per studiare l'influenza delle economie di scala tecniche sulla struttura dell'industria, occorre sviluppare un indicatore della significatività delle economie di scala¹⁰. Un possibile indicatore consiste nello stimare se a un quarto, o a metà della *d.m.e.* i costi per unità di prodotto sono significativamente più alti che alla *d.m.e.* Si può assumere che, a parità di altre condizioni, vi saranno considerevoli economie di scala quando, per una scala di produzione pari al 50 per cento della *d.m.e.*, il costo medio è maggiore del 10 per cento rispetto al costo alla *d.m.e.* Un altro indicatore della significatività assoluta delle economie di scala è l'ammontare di investimento necessario per costruire una fabbrica di dimensione minima efficiente. In questo modo è possibile valutare se le economie di scala costituiscono una barriera all'entrata nell'industria. Accanto a questi indicatori è necessaria una stima della significatività relativa delle economie di scala. A questo scopo è

⁹ Pratten (1971), p. 26. Il valore aggiunto è il costo totale meno il costo di materie prime, semilavorati e servizi. E' utile osservare che se i costi di materiali, semilavorati e servizi sono una rilevante quota del costo totale e se ci sono deboli (o nulle) economie di scala su questi costi, allora la seconda condizione (quella sulla diminuzione del valore aggiunto) tende ad aumentare il valore della *d.m.e.*

¹⁰ Sulla determinazione della significatività assoluta e relativa delle economie di scala si veda Bain (1956) e Silberston (1972).

utile calcolare la *d.m.e.* in termini della dimensione del mercato, distinguendo se si tratta di mercato regionale, nazionale o internazionale.

Silberston (1972) suggerisce di utilizzare un unico indicatore dell'importanza assoluta e relativa delle economie di scala calcolando la quota di *d.m.e.* a cui il valore aggiunto (misurato in termini di costo) sarebbe più alto del 10 per cento che alla *d.m.e.* Questo è l'indicatore utilizzato nell'analisi svolta in questo capitolo ¹¹.

Lo studio delle economie di scala è strettamente connesso al livello di integrazione verticale del processo produttivo ¹². L'analisi dello sviluppo tecnico per reparto, discussa nel capitolo 2, consente uno studio dettagliato degli elementi che determinano una aggregazione, o una spaccatura fra i vari reparti. E' possibile quindi stimare le cause di natura tecnica ed economica che rendono vantaggiosa l'integrazione del processo produttivo e quali cause consigliano, invece, la disintegrazione verticale.

Il fenomeno di separazione tra le varie fasi del processo produttivo, la *disintegrazione verticale* come la chiama Robinson (1931), è il risultato in parte della storia del settore, e in parte di considerazioni tecniche ed economiche. In particolare può accadere che, a parità di altre condizioni, fabbriche di piccole dimensioni eseguiranno solo quelle lavorazioni per le quali il tasso di produzione nell'unità di tempo consente il pieno utilizzo dei vari macchinari, mentre, per elevati tassi di produzione nell'unità di tempo, sarà possibile produrre con un minore sottoutilizzo dei vari macchinari e non risulterà quindi necessario ricorrere alla disintegrazione del ciclo produttivo.

L'esame degli effetti delle caratteristiche tecniche ed economiche delle singole fasi del processo produttivo sulla scala di produzione deve quindi essere svolto considerando la relazione tra costi e scala di produzione a parità di livello di integrazione verticale.

¹¹ Per calcolare questo valore di prodotto Silberston, che conosce solo i dati di costo relativi alla dimensione minima efficiente e al 50 per cento della *d.m.e.*, utilizza il coefficiente di scala. In particolare egli interpola i valori a lui noti con una funzione esponenziale del tipo $C = aX^b$ trasformata in una funzione log lineare. Nel presente studio è invece possibile stimare l'indicatore proposto da Silberston facendo a meno di questo passaggio perché sono noti numerosi valori della funzione di costo.

¹² Sulle economie di disintegrazione verticale si veda Chapman (1904), Marshall (1919), Lavington (1927), Young (1928), Robinson (1958), Blair (1972) e Harrigan (1983).

Nell'analisi che segue sarà innanzitutto esaminato in che misura il cambiamento tecnico ha comportato variazioni nella *d.m.e.* di reparto. Saranno poi prese in esame le economie di scala a livello di fabbrica considerando, prima, lo stesso livello di integrazione verticale e, successivamente, livelli di integrazione verticale alternativi.

L'esame degli effetti del cambiamento tecnico sulla struttura dell'industria ceramica si basa sul confronto di due tecniche di produzione: la tecnica più diffusa nei primi anni sessanta nelle fabbriche del distretto industriale ceramico, e la tecnica più recente in uso all'inizio degli anni ottanta nello stesso distretto. Il confronto di queste due tecniche in termini di forza lavoro necessaria, costi di produzione (a prezzi 1980), dimensione minima efficiente, livello di integrazione verticale, grado di flessibilità nel produrre diversi tipi di piastrelle, è reso possibile dal fatto che la tecnica più diffusa nei primi anni sessanta era ancora disponibile venti anni dopo e quindi, non solo tutte le informazioni di natura tecnica, ma anche i dati di costo sono stati raccolti senza difficoltà. Questo permette di confrontare le due tecniche nello stesso ambiente economico e, sebbene questo tipo di confronto sia uno strumento insolito, è tuttavia un metodo assai utile per superare i numerosi problemi connessi al cambiamento non solo dei prezzi relativi, ma anche di altre condizioni quali le istituzioni o le infrastrutture.

2. Economie di scala e disintegrazione verticale

Cambiamento tecnico e dimensione minima efficiente

L'analisi empirica ha mostrato che, ad eccezione dei reparti di macinazione e cottura, la dimensione minima efficiente di tutti gli altri reparti è più grande con la tecnica più recente presa in esame¹³. Ma, poiché la dimensione minima efficiente dei reparti di macinazione e cottura determina in larga parte la *d.m.e.* di fabbrica, segue che nonostante i molti cambiamenti risultanti dall'adozione di nuove tecniche, la *d.m.e.* dell'unità di produzione non è cambiata. Diverse sarebbero invece le conclusioni se l'analisi fosse

¹³ I dati ingegneristici di costo su cui si basa l'analisi empirica sono stati rilevati secondo il metodo illustrato nella Appendice 1.

condotta a livello di impresa. Considerazioni di natura finanziaria, oltre che la necessità di ottenere una maggiore diversificazione dei prodotti, hanno infatti contribuito nell'aumentare la dimensione minima efficiente dell'impresa ¹⁴.

L'importanza delle economie di scala nel determinare la struttura dell'industria ceramica

Lo studio delle opportunità tecniche per la disintegrazione verticale nella produzione di piastrelle in bicottura mostra che è possibile spaccare il processo produttivo dopo la macinazione dell'argilla, la prima cottura, la scelta del biscotto, la seconda cottura. E' inoltre possibile separare, dalla decorazione di piastrelle smaltate e cotte, la successiva operazione di cottura (terzo fuoco). Al contrario, i problemi di trasporto rendono impossibile separare la pressatura dalla prima cottura, e la smaltatura dalla seconda cottura. Il processo di produzione in monocottura è invece concepito come una linea di produzione integrata dalla pressatura alla smaltatura, e l'unica fase separabile è appunto la macinazione delle materie prime.

Queste possibilità tecniche di separare le varie fasi del processo

¹⁴ Se confrontassimo, per ciascun reparto, la tecnica più recente con la tecnica in uso negli anni cinquanta, osserveremmo una dimensione minima efficiente più bassa nei reparti di cottura, e conseguentemente una *d.m.e.* più bassa a livello di fabbrica. Ciò è dovuto al fatto che a quell'epoca i forni erano costruiti secondo il livello di produzione desiderato e la capacità produttiva del forno, che è circa proporzionale alla sua lunghezza, aveva un minimo tecnico molto basso. Durante gli anni sessanta la dimensione dei forni divenne sempre più uniforme tra le varie fabbriche fino a raggiungere lo standard di 4000 e 2000 metri quadri di produzione giornaliera, rispettivamente per la prima e la seconda cottura.

produttivo sono state sfruttate solo in parte ¹⁵. Lo stimolo alla disintegrazione verticale è venuto sia da vantaggi in termini di riduzione dei costi, che da vantaggi - ben più importanti - connessi alla specializzazione delle imprese su una particolare linea di prodotti o su un particolare processo produttivo. Prima di discutere in dettaglio le ragioni economiche che hanno incentivato la specializzazione delle unità produttive in una particolare fase del processo produttivo, è utile discutere l'importanza delle economie di scala nel determinare la struttura dell'industria ceramica.

Poiché nella produzione in monocottura sono pochi i casi in cui il processo produttivo sia diviso tra unità di produzione (una che produce l'argilla macinata, e l'altra in cui si esegue il resto delle operazioni) i dati relativi a questo processo produttivo si riferiscono solo al caso di produzione verticalmente integrata. Per la produzione in bicottura le economie di scala saranno discusse sia per la produzione verticalmente integrata, che per ciascuna delle due fasi in cui solitamente è diviso il processo produttivo: la produzione di supporto e la smaltatura.

Per ciascuno dei casi in esame, la tabella 1 riporta la stima del valore della dimensione minima efficiente, e dell'incremento percentuale sia del costo totale medio che della somma di costo del lavoro e costo fisso medio per una produzione pari al 50 per cento della *d.m.e.* Questi dati, che si riferiscono alla curva di costo totale medio minimo definita nell'Appendice 1, sono utilizzati per stimare la significatività assoluta e relativa delle economie di scala nella produzione di piastrelle.

¹⁵ In particolare, è largamente diffusa la separazione della produzione del supporto dalla smaltatura. I casi in cui il ciclo produttivo è spaccato dopo la macinazione delle materie prime è frequente in tutte le produzioni che utilizzano materie prime trasformate con la lavorazione a umido. Con le tecniche in uso negli anni sessanta la scelta del biscotto era separata dalle operazioni a monte e a valle: i produttori di supporto eseguivano il controllo dell'integrità del materiale, e nelle fabbriche di smaltato si controllava nuovamente il supporto per scartare i pezzi danneggiati durante il trasporto. Questa divisione del lavoro tra le imprese, è stata modificata dal diffondersi delle tecniche più meccanizzate disponibili sin dalla metà degli anni settanta. Tali tecniche, infatti, consentono di accorpare la scelta del biscotto alla smaltatura così da eliminare non solo il ripetersi della operazione di scelta, ma anche le operazioni di scarico della linea di scelta biscotto e di carico della linea di smalteria. Infine la separazione della scelta del vetrato dalla seconda cottura renderebbe necessario verificare non solo la qualità della superficie smaltata, ma anche l'integrità del supporto che potrebbe infatti subire danni dovuti all'ulteriore trasporto.

Diverse osservazioni emergono dall'analisi di tali dati riportati nella tabella 1. Innanzitutto, mentre nella produzione in bicottura integrata e in monocottura il produrre al 50 per cento della *d.m.e.* comporta un aumento percentuale dei costi totali medi abbastanza piccolo, nella produzione di supporto e di smaltato si ottengono invece più consistenti economie di scala prima di raggiungere la *d.m.e.* In secondo luogo, se l'analisi delle economie di scala viene riferita all'andamento non del costo totale medio, ma della somma di costo del lavoro e costo fisso medio, si può osservare che la percentuale di incremento di tali costi quando si produce al 50 per cento della *d.m.e.* (colonna 5 della tabella 1) è in tutti casi in esame, assai più alta di quella dei costi totali medi: ciò che attenua le economie di scala nei costi totali è, infatti, l'andamento costante, all'aumentare della scala di produzione, degli altri costi medi (che comprendono il costo di materie prime, energia, combustibile, ecc.). Infine, l'indicatore della significatività relativa delle economie di scala in esame consiste, come suggerito da Silberston (1972), nell'esprimere la *d.m.e.* come percentuale della dimensione del mercato. In tale confronto si utilizzano i dati relativi alla quantità venduta, nel 1985, dalle imprese italiane rispettivamente di maiolica e di monocottura. Risulta che la *d.m.e.* della produzione in bicottura integrata e di monocottura rappresentano l'1,6 e il 2,5 per cento dei rispettivi mercati. Da ciò segue che tali valori sarebbero ancora più bassi se si potesse esprimere la *d.m.e.* come percentuale dei mercati mondiali di questi due prodotti. La conclusione è quindi che le economie di scala tecniche non costituiscono, per il settore in esame, una barriera all'entrata. Questa conclusione è, d'altra parte, alquanto ovvia se si considera che in Italia vi sono oltre 400 imprese di piastrelle e che molte di esse esportano larga parte delle loro vendite.

Disintegrazione verticale nella produzione in bicottura

E' importante esaminare ora quanto siano state rilevanti questioni di costo nel determinare i livelli di integrazione verticale presenti nella produzione di piastrelle in bicottura negli anni settanta.

Nella colonna 3 della tabella 1 sono riportati i dati di costo calcolati rispettivamente per la produzione disintegrata e per quella verticalmente integrata, ciascuna delle quali operi alla dimensione minima efficiente. Dal confronto di questi dati risulta che il costo di produzione di piastrelle smaltate in fabbrica a ciclo completo è del 9 per cento inferiore al costo sostenuto da una fabbrica che smalta il supporto prodotto da altre imprese, e questa differenza in termini di costo per unità di prodotto non sembra essere tale da giustificare particolari vantaggi nella separazione della produzione di supporto da quella di smaltato. Infatti sono stati altri i fattori che hanno dato impulso alla disintegrazione del ciclo produttivo.

I costi di investimento sono uno di questi. La dimensione minima efficiente di una smalteria era pari alla metà della dimensione minima efficiente della produzione a ciclo completo, e l'investimento iniziale richiesto per costruire una fabbrica di smalteria di *d.m.e.* era circa un terzo di quello di una fabbrica a ciclo completo di *d.m.e.* Resta tuttavia da spiegare la scelta di costruire fabbriche per la sola produzione di supporto: la sostanziale motivazione di quella scelta potrebbe essere individuata nel desiderio di alcune imprese di evitare il rischio che deriva dalla commercializzazione del prodotto sul mercato finale, che in questo caso è sia interno che estero.

Le scelte di investimento sono comunque inseparabili dalle strategie produttive dell'impresa nel suo complesso. E, infatti, per meglio delineare le ragioni di disintegrazione verticale, occorre riferirsi anche al tipo di produzione che è caratteristico dei due livelli di integrazione verticale: mentre la produzione di lunga serie di formati standard trova nella fabbrica a ciclo completo la struttura produttiva più efficiente, la separazione del processo produttivo tra le imprese produttrici di supporto e imprese produttrici di smaltato consente la specializzazione nella produzione di formati speciali in piccola serie. Questo schema di specializzazione produttiva (che sebbene non unico, era il più diffuso) era chiaramente determinato dalle tecniche adottate fino alla prima metà degli anni settanta. Da allora il cambiamento tecnico e le mutate condizioni di mercato hanno fatto sorgere nuove opportunità di diversificazione del prodotto e nuove strategie produttive.

3. Gli effetti del cambiamento tecnico sulla specializzazione di prodotto e di processo tra le imprese ceramiche

Differenziazione del prodotto e concorrenza

Gli sviluppi tecnici nella produzione di piastrelle hanno dato luogo, negli ultimi venti anni, alla creazione di nuovi prodotti che hanno consentito l'ampliamento della gamma di prodotti esistenti, piuttosto che la loro scomparsa. Questo è stato il caso del tipo di impasto noto come pasta bianca che, nei primi anni sessanta, rese possibile i primi passi verso la meccanizzazione della smaltatura (che stimolò l'espansione del mercato per piastrelle smaltate) e che non scomparve a seguito della successiva meccanizzazione dell'operazione di decoro del cottoforte, ma invece rimase come prodotto particolarmente pregiato. Un altro caso è quello delle piastrelle prodotte in monocottura che, negli anni settanta, aprì un nuovo mercato per le piastrelle smaltate da utilizzarsi come rivestimento esterno e che costituirà negli anni ottanta una quota crescente della produzione di piastrelle soppiantando in larga parte la produzione di cottoforte monocromatica, da pavimento o rivestimento interno. E, ancora, vale la pena ricordare la produzione di piastrelle di formati via via più grandi (fino al formato 60x100 cm) che tuttavia non indicano la definitiva scomparsa del mosaico.

In questo paragrafo l'attenzione sarà focalizzata sul modo in cui i cambiamenti nella composizione del prodotto finale si sono accompagnati a modificazioni della specializzazione produttiva delle imprese ceramiche, specializzazione sia in termini di prodotto che di processo produttivo.

Un importante strumento nella concorrenza tra le imprese è proprio la differenziazione del prodotto e in particolare quanto maggiore è la gamma di tipi di piastrelle che l'impresa è in grado di offrire, tanto più forte sarà l'immagine dell'impresa, o del marchio che è utilizzato per vendere il suo prodotto. Ma tutto questo è spesso irrealizzabile all'interno di una singola impresa. Si tratta infatti di controbilanciare i vantaggi derivanti dalla diversificazione del prodotto con gli svantaggi (ad essa associati) causati dalla mancata specializzazione del processo di produzione. E' in questo contesto che la disintegrazione verticale del processo di produzione in bicottura ha assunto un ruolo davvero importante in quanto essa

ha consentito una maggiore diversificazione del prodotto come risultato dei rapporti commerciali e produttivi tra le imprese con diverso livello di integrazione verticale.

L'analisi che segue sarà quindi rivolta all'esame di quelle relazioni tra le imprese ceramiche.

Le imprese di bicottura verticalmente integrate

Fino alla metà degli anni settanta la gran parte della produzione era costituita da piastrelle di maiolica prodotte in bicottura e la tipologia di disintegrazione verticale associata con le tecniche di produzione in uso fino a quell'epoca consisteva di 4 tipi di imprese produttrici di piastrelle in bicottura ¹⁶: imprese costituite con un solo stabilimento in cui si esegue l'intero ciclo produttivo ¹⁷; imprese costituite da più stabilimenti che producono separatamente il supporto e lo smaltato; imprese di supporto (con uno o più stabilimenti); imprese di smalteria (con uno o più stabilimenti).

Questa tipologia si basa sugli elementi che caratterizzano le piastrelle di maiolica prodotte in bicottura: il formato e la decorazione della piastrella smaltata ¹⁸.

Per quanto riguarda il formato della piastrella, esso è ottenuto nell'operazione di pressatura, e la produzione di più formati può essere realizzata cambiando lo stampo della pressa. Ma formati diversi richiedono diverse posizioni del materiale pressato sui carrelli, e - inoltre - quando la differenza nei formati è notevole, si deve modificare anche il tempo di cottura.

¹⁶ Si ricordi che è solo nella seconda metà degli anni settanta che si diffuse il processo di produzione in monocottura.

¹⁷ La produzione delle due fasi può essere anche sbilanciata sia perchè la produzione di supporto è maggiore o minore di quella di smaltato, sia perchè l'impresa pur producendo la stessa quantità di supporto e di smaltato può vendere il supporto di alcuni formati e acquistare un'eguale quantità di supporto di formati diversi.

¹⁸ Vale la pena ricordare che ciò che differenzia i vari tipi di piastrelle sono essenzialmente le argille utilizzate nella preparazione dell'impasto, le tecniche di cottura, il formato, il decoro. E' quindi a queste due ultime caratteristiche che bisogna guardare nel riferirsi alla differenziazione tra le piastrelle di maiolica prodotte in bicottura.

I diversi tipi di decorazione delle piastrelle sono ottenuti invece cambiando il colore degli smalti, il metodo di applicazione (spruzzo, pennello, campana), e infine cambiando il disegno del retino serigrafico. Questi cambiamenti sono facilmente realizzabili sulla linea di smalteria. Sorgono invece più gravi problemi quando si intenda produrre decorazioni di vario tipo su piastrelle di diverso formato (quando cioè si combinano le variazioni in entrambe le caratteristiche del prodotto). Infatti, la produzione di formati diversi sulla stessa linea di smalteria richiede che la distanza tra le cinghie della linea di smalteria e che la velocità di scorrimento delle piastrelle sia modificate secondo le caratteristiche del lotto di piastrelle in produzione. Anche la dimensione delle caselle usate per contenere le piastrelle smaltate durante il successivo processo di cottura dovrà essere modificata.

Finché erano in uso le tecniche manuali per il carico e lo scarico delle linee di scelta e smaltatura, e per il trasporto del materiale tra le varie operazioni, una fabbrica verticalmente integrata (monostabilimento) era in grado di produrre una vasta gamma di formati e decori. Sebbene già con quelle tecniche iniziava ad essere diffusa la specializzazione del processo produttivo su una gamma ristretta di formati e decori, e infatti quelle imprese partecipavano alla compravendita del supporto allo scopo di ampliare la gamma di formati¹⁹.

Una strategia simile era seguita dalle imprese con più stabilimenti produttori di supporto e smaltato in unità produttive separate. In questo quadro il ruolo delle fabbriche di supporto e di smaltato non era semplicemente quello di satelliti delle imprese verticalmente integrate. In particolare, le smalterie in quel periodo, erano produttrici o di una gamma di decori su piastrelle dai formati più strani (produzione in lotti di piccola dimensione) oppure decoravano/smaltavano pochi formati.

¹⁹ E' utile osservare che la standardizzazione del formato delle piastrelle è un'importante fonte di economie di scala nella produzione di supporto, mentre la dimensione minima efficiente della fabbrica di smaltato era principalmente determinata dalla capacità produttiva del forno.

I gruppi

La diffusione di tecniche via via più meccanizzate comportò tuttavia nel corso della metà degli anni settanta un netto mutamento nella tipologia di imprese e nelle relazioni tra i vari comparti.

Prima di tutto, la scelta automatica del biscotto rese possibile l'introduzione della scelta all'inizio della linea di smalteria. Questo incoraggiò la riorganizzazione della fabbrica verticalmente integrata allo scopo di sfruttare in pieno i vantaggi derivanti da quella tecnica. Ma l'automazione del carico e della movimentazione del materiale introdusse una nuova barriera ai frequenti cambiamenti nella dimensione delle piastrelle. Nel caso delle imprese con uno stabilimento verticalmente integrato, dove la dimensione della fabbrica era sufficientemente grande, una soluzione efficiente fu rintracciata nell'organizzazione della produzione in sub-processi, uno per ciascun formato (questa soluzione si applicava principalmente ai reparti di pressatura e smaltatura e - per fabbriche molto grandi - anche ai reparti di cottura). Le imprese verticalmente integrate, con più stabilimenti, scelsero - invece - di riorganizzare la struttura produttiva specializzando ogni unità locale su un particolare formato, oppure specializzando alcuni stabilimenti sulla produzione di formati speciali e altri stabilimenti sulla produzione di pochi formati standard.

Ma negli ultimi anni settanta due eventi modificarono in modo rilevante questo nuovo schema di specializzazione del processo produttivo: la crisi finanziaria che colpì molte imprese ceramiche e gli sviluppi tecnici dalla fine degli anni settanta.

Non vi è spazio qui per discutere la natura della crisi finanziaria che condusse al cambiamento della proprietà di molte imprese. Il risultato di quella crisi fu la concentrazione delle imprese nei gruppi²⁰. Questi erano costituiti o sulla base di partecipazioni incrociate o su vincoli commerciali. L'esistenza di gruppi nella produzione di piastrelle non era un fenomeno completamente nuovo. Ma, mentre nel 1973 non più del 15 per cento delle imprese ceramiche nelle province di Modena e Reggio Emilia operava in 5 gruppi, nel 1979 quasi il 50 per cento delle imprese era legato a 12 gruppi. La formazione di nuovi gruppi e l'espansione di quelli esistenti dette

²⁰ Non vi sono dati ufficiali sui gruppi. Le informazioni contenute nel testo sono prese dalla tesi di laurea di Bernardi (1974), e dalle nostre ricerche condotte con il sindacato dei ceramisti (FULC) negli anni 1976 1978 e 1980 (cfr. Russo 1990).

un nuovo impulso alla fine degli anni settanta alla riorganizzazione della struttura produttiva dell'industria. Tuttavia quella riorganizzazione può essere meglio compresa se interpretata alla luce degli sviluppi tecnici di quel periodo. Tra i fattori di natura tecnica ve ne sono tre di particolare importanza.

Vi è stata innanzi tutto la diffusione del processo di produzione in monocottura che risultava sia dalla costruzione di nuove fabbriche, che dalla trasformazione delle fabbriche di bicottura, soprattutto delle fabbriche verticalmente integrate e delle fabbriche di supporto. L'effetto di queste trasformazioni determinò un allentamento delle pressioni da parte delle fabbriche a ciclo completo sulle fabbriche di supporto e di smaltato.

Il secondo sviluppo tecnico è costituito dal processo di cottura rapida che consiste nel cuocere uno strato di piastrelle alla volta. Il tempo di cottura risulta così drasticamente ridotto a 30 minuti contro le 16 ore necessarie per la cottura nel forno tradizionale. Il forno monostrato fu introdotto prima nella produzione in monocottura, ma fu ben presto visto come un importante mezzo per trasformare la seconda cottura (quella del materiale smaltato) nel processo in bicottura. L'adozione di questo tipo di forno libera, infatti, il processo di cottura (e in parte anche la smaltatura) dai vincoli imposti dal formato delle piastrelle²¹, e permette inoltre la produzione di piastrelle di grande dimensione. Inoltre, il breve tempo di cottura permette un più rapido controllo del processo di smaltatura a monte. Questo è molto importante perché il controllo della qualità delle operazioni di smaltatura è possibile solo dopo che le piastrelle smaltate sono cotte. Il tempo di cottura così basso rende quindi possibile una notevole riduzione degli scarti. Dopo il suo primo uso nella produzione in monocottura, il processo di cottura rapida è stato adottato sia nelle fabbriche di bicottura (verticalmente integrate) che da quelle fabbriche di smaltato che convertivano il processo produttivo da bicottura in monocottura²².

Il processo di cottura a «terzo fuoco» è il terzo importante sviluppo tecnico a cui fare riferimento. E' stato sottolineato più sopra che la decorazione della superficie smaltata è un fattore cruciale nella differenziazione del prodotto, risulta tuttavia assai

²¹ Questo perché caselle di dimensioni diverse (usate per i diversi formati) sono sostituite da vassoi di dimensione fissa su cui sono appoggiate le piastrelle non vincolate da particolari supporti laterali.

²² Sulla diffusione dei forni monostrato si veda il cap. 2.

oneroso il mantenimento di scorte di piastrelle con diversi tipi di decoro. Una brillante soluzione a questo problema è stata trovata attraverso la combinazione di poche piastrelle decorate in superfici (pavimenti e pareti) rivestite da piastrelle a tinta unita. Le imprese ceramiche sono così in grado di offrire la particolare decorazione desiderata dai clienti procedendo alla decorazione delle piastrelle a tinta unita in un reparto a parte. La decorazione è fatta a mano o, più frequentemente, attraverso l'uso di decalcomanie. Le piastrelle decorate sono quindi cotte nuovamente per far vetrificare la decorazione sulle piastrelle già smaltate. Questa cottura (nota come terzo fuoco) è fatta utilizzando un forno di piccole dimensioni. Il passo dall'avere in fabbrica un reparto per la decorazione a terzo fuoco, al decentrare questa produzione è molto breve. E infatti le fabbriche che producono a terzo fuoco su commessa di altre imprese ceramiche sono aumentate nel distretto ceramico in misura considerevole: da circa 110 nel 1982 ²³ a oltre 150 alla fine degli anni ottanta. A meno di alcune imprese con oltre 50 addetti, le altre imprese che producono a terzo fuoco sono principalmente unità di produzione di carattere familiare o artigianale.

Il modello di specializzazione negli anni ottanta è quindi profondamente mutato. Qualora si tenti una tipologia di imprese troviamo una struttura produttiva in cui sono gruppi ad avere il ruolo principale. Il vecchio modello di specializzazione caratterizzato dall'impresa di bicottura verticalmente integrata, che per diversificare la sua produzione compra e vende il supporto ed ha relazioni commerciali e produttive con le fabbriche di smaltato, è stato rimpiazzato da un modello caratterizzato dalla presenza di gruppi (multi-imprese multi-stabilimento) costituita da un insieme d'imprese di bicottura (integrata e non), di monocottura e di pasta bianca le quali operano nell'ambito di una articolata struttura organizzativa e produttiva allo scopo di raggiungere quell'immagine di impresa multiprodotto così importante nel mercato dei prodotti.

²³ Questo dato include sia imprese di decorazione a mano che di terzo fuoco. Cfr. Bursi (1982).

5. CONCLUSIONI

1. Uno sguardo d'insieme

Nell'esame della storia delle tecniche vi è una ricorrenza quasi sistematica delle date che scandiscono l'introduzione di nuove tecniche : la fine degli anni cinquanta, i primi anni settanta, la fine degli anni settanta, la metà degli anni ottanta. Possiamo individuare infatti quattro periodi che, pur con delimitazioni temporali forse troppo nette, ci permettono di caratterizzare particolari aspetti dello sviluppo tecnico nel settore ceramico e di completare il quadro dei protagonisti del distretto industriale.

1945-1963 : la fase di industrializzazione

Nel primo periodo, che va dal 1945 al 1963, le tecniche introdotte hanno dato impulso alla produzione ceramica su scala industriale. Alcuni esempi sono: l'utilizzo dell'energia elettrica per il funzionamento delle presse e le modifiche tecniche delle stesse presse (che iniziano ad assumere caratteristiche assai simili alle presse usate ancora oggi); l'utilizzo del gas metano come materiale di combustione in cottura; l'introduzione dei forni a tunnel per la produzione del biscotto; e ancora: l'introduzione della smaltatura su linea. La ricerca sviluppata in questo periodo è principalmente rivolta al miglioramento delle operazioni di macinazione reso possibile dalla adozione di tecniche già in uso nella produzione di altri prodotti granulati, quale latte in polvere. Negli anni successivi, questa ricerca dette avvio all'uso di argilla atomizzata che consentiva di produrre un biscotto di migliore qualità.

lavoro il cui ritmo di funzionamento è determinato dal lavoratore stesso. In questi casi, con l'aiuto e la verifica dei tecnici, il modulo di lavoro e macchine è stato stimato sulla base del tempo necessario per eseguire, da parte del lavoratore e della macchina, ciascuna delle operazioni ¹⁶.

Una volta definita la disaggregazione del processo produttivo in reparti, operazioni, e mansioni, ciascuna tecnica sarà individuata: dalle caratteristiche tecniche, dal modulo e dal costo delle macchine; dal modulo del lavoro, dal livello di qualifica e dal salario dei lavoratori per ciascuna delle mansioni prese in esame; e infine dalla quantità e dal costo di ciascuno degli altri inputs utilizzati nel processo produttivo ¹⁷. La tavola 1 riporta un esempio dello schema di rilevazione dei dati relativi a macchine e lavoro. Le operazioni eseguite nel reparto pressatura, a cui si riferisce l'esempio, sono quattro: la distribuzione dell'argilla alle presse, la pressatura, il carico del materiale pressato sui carrelli e la manutenzione dell'impianto pressatura. Alla denominazione di ogni tecnica segue la specificazione del numero di turni su cui funziona l'impianto. I macchinari sono caratterizzati da una descrizione tecnica dei vari impianti e attrezzature necessarie, dal modulo e dal costo di investimento. Nel caso della tecnica α gli impianti sono stati raggruppati in due voci: l'impianto per la deviazione automatica dell'argilla e l'impianto di pressatura. Quest'ultimo è costituito da una pressa, di cui è specificato il modello (Sacmi PF 500) e il ritmo di produzione (22 battute al minuto) relativo all'uso di uno stampo a 3 uscite; da un impilatore e caricatore automatico e dall'impianto idraulico ed elettrico. La pressa produce 900 mq ¹⁸ di piastrelle in 7 ore e 30 minuti di funzionamento, e poiché l'impianto è utilizzato su due turni, sarà allora necessario un impianto di pressatura ogni 1800 mq di prodotto. E' questa la quantità

¹⁶ Questa procedura è frequente per tutti quei processi produttivi (come ad esempio la confezione di capi di abbigliamento, la maglieria, l'edilizia) in cui si ha una produzione di serie corte: la estrema variabilità del prodotto è realizzata attraverso la continua riassegnazione di compiti ai lavoratori. Ma la procedura di calcolo dei tempi elementari è necessaria anche nei casi in cui una nuova tecnica sia nello stadio iniziale della sua diffusione e la conoscenza delle sue caratteristiche si va man mano consolidando nella pratica quotidiana di assegnazione dei compiti ai lavoratori.

¹⁷ Nella parte dello studio in cui sono stati discussi gli effetti del cambiamento tecnico sulla forza lavoro si è inoltre descritto, ciascuna tecnica in termini del grado di meccanizzazione di ciascuna operazione (capitolo 3).

¹⁸ Il metro quadrato è l'unità di misura del prodotto in esame.

smaltatura. Questi ultimi, insieme con la meccanizzazione del trasporto nei depositi del materiale nei reparti di cottura, sono i soli cambiamenti sostanziali di questo periodo.

L'aumento della produzione nella seconda metà degli anni settanta, accompagnata da un aumento pressoché proporzionale del numero di lavoratori, era realizzato non solo attraverso l'apertura di nuovi stabilimenti, ma anche - in molte fabbriche - attraverso un maggior utilizzo orario dell'impianto di macinazione, l'installazione di un'altra pressa, l'allungamento del forno e delle linee di smalteria, l'ampliamento dei capannoni in cui veniva fatta la scelta a mano. Per quanto riguarda le singole fabbriche, le trasformazioni nei vari reparti crearono situazioni di vero e proprio caos nella disposizione degli impianti. Per quanto riguarda il territorio i nuovi insediamenti mostrarono in modo tangibile l'assenza di un piano di sviluppo. L'impressione globale che si trae dall'esame delle trasformazioni avvenute in questo periodo è che il settore ceramico si sia sviluppato grazie ad investimenti che hanno ripetuto su scala più grande la struttura organizzativa e tecnica di una fabbrica piccola, senza adottare trasformazioni sostanziali.

1974-1980 : radicali trasformazioni

La crisi del 1974 segnò la fine di un'era di facile crescita. Il declino della domanda, che durò dalla metà del 1974 alla metà 1975, colpì particolarmente le fabbriche con una struttura produttiva caratterizzata da tecniche obsolete e da una cattiva organizzazione del processo produttivo, e con una bassa qualità del prodotto. Ma la crisi divenne un'importante occasione per riflettere su futuri sviluppi del settore ceramico. Vi era la consapevolezza che il mercato non poteva più crescer ai ritmi sostenuti nel decennio precedente e che l'apertura di nuovi mercati avrebbe richiesto sforzi notevoli. La risposta di molte imprese alla crisi fu razionalizzare l'intero processo produttivo e ridurre il costo del lavoro, attraverso l'aumento della produttività. Questo fu fatto, a livello di fabbrica, attraverso la riduzione dei tempi morti e la consistente riduzione del tempo di cottura, e introducendo nuove macchine che consentivano una più grande flessibilità nell'organizzazione del processo produttivo e una diminuzione dei costi per unità di prodotto.

E' in questa fase che vediamo per la prima volta l'uso di macchine per l'impilaggio automatico del materiale pressato; la pulizia automatica dello stampo delle presse e del retino delle macchine serigrafiche, il carico e lo scarico semiautomatico e successivamente totalmente automatico delle linee di produzione (sia di scelta che di smaltatura), e l'automazione del trasporto del materiale attraverso le varie fasi del processo produttivo. Molte di queste attrezzature erano già disponibili, sebbene in forma sperimentale, nel periodo precedente e, come si è visto nei capitoli 2 e 3, l'aumento di produttività dovuto all'introduzione di queste macchine è davvero notevole. Lo stimolo all'adozione di queste nuove macchine fu il risultato del rallentamento della crescita nella domanda di piastrelle che della risposta al tentativo del sindacato di controllare il ritmo di lavoro e l'organizzazione del lavoro all'interno della fabbrica. La razionalizzazione del processo produttivo condurrà, alla fine del periodo, a una situazione in cui il ritmo di lavoro non era più determinato dall'intervento del lavoratore, ma era programmato nella macchina. E il successivo uso dei microprocessori, sia nella scelta che nella cottura del materiale, elimina anche l'ultimo tipo di intervento del lavoratore che consisteva nel registrare e modificare il tipo di azione svolto dalla macchina.

Si verificò, inoltre, un'altra importante forma di riorganizzazione: la diversificazione del prodotto e la specializzazione del processo tra le diverse fabbriche e le diverse imprese che fu il risultato della creazione di nuovi gruppi e di nuovi accordi di mercato tra le imprese. Questo condusse l'industria ceramica ad assumere una struttura più adatta a far fronte alle mutate condizioni di mercato e, fra l'altro, aumentò la diffusione delle nuove tecniche.

Gli anni ottanta: evoluzione del distretto ceramico

I mutamenti avvenuti in questo decennio rafforzano le tendenze emerse nel periodo precedente. Il numero di imprese ceramiche si è ridotto in modo consistente, mentre la quantità prodotta è stata in continua crescita. La concorrenza sui mercati internazionali si è fatta più intensa anche per l'affacciarsi sulla scena di altri paesi produttori di piastrelle. La necessità di integrare scelte tecnico-produttive con le scelte relative alle vendite si è fatta sempre più urgente. Sebbene resti un notevole numero di imprese

medio piccole, il fenomeno della concentrazione si è maggiormente accentuato fino alla costituzione di un grosso gruppo industriale che produce circa il 10 per cento della intera produzione nazionale di piastrelle.

Nel distretto ceramico si è articolata in misura maggiore la specializzazione di imprese che operano in moltissimi dei servizi connessi alla produzione, alla vendita, e al trasporto di piastrelle. Le imprese che producono macchine per la ceramica, dopo aver conquistato un ruolo di leader nella produzione mondiale, iniziano ad affrontare un ridimensionamento della crescita della domanda interna e la necessità di una maggiore specializzazione sui mercati internazionali. Si inizia a fare strada, anche, la necessità di diversificare la loro produzione rivolgendola ad altri settori.

Tutti questi elementi fanno intravedere un mutamento del sistema produttivo locale. Permangono, infatti, caratteristiche tipiche del distretto industriale (quali, ad esempio, l'integrazione tra la comunità di persone e la comunità di imprese, la specializzazione e la ricca articolazione del tessuto produttivo), ma la crescente concentrazione - sia tra le imprese ceramiche che tra le imprese meccanico-ceramiche - fa uscire questo sistema locale dalla forma canonica del distretto industriale marshalliano. La concentrazione, infatti, muta i rapporti gerarchici tra le imprese: si riduce, in particolare, il carattere di indipendenza che è tipico dell'impresa nel distretto industriale. La forza dei gruppi più grandi altera in modo marcato l'orizzonte delle scelte anche delle altre imprese non appartenenti ai gruppi. Tuttavia, sebbene a livelli diversi, il condizionamento tra le due fasi del sistema produttivo è reciproco. I grandi gruppi mettono a punto nuovi prodotti, consolidano le possibilità di espansione dei mercati, sono parte attiva nell'indirizzare la ricerca tecnologica. Le altre imprese ceramiche piccole e medie sono però capaci di produrre nuovi prodotti simili a quelli dei gruppi, e di venderli a prezzi più bassi. E inoltre le imprese più piccole hanno spesso un mercato - intoccabile per le grandi imprese - caratterizzato da produzioni in piccolissima serie d'alto valore estetico. Queste condizioni permettono di concludere che il sistema produttivo locale sembra essere ancora molto vitale e capace, nel suo complesso, di rinnovarsi.

2. Natura del cambiamento tecnico

Una prima conclusione che emerge dall'analisi storica del cambiamento tecnico è che il particolare calendario e la particolare sequenza delle innovazioni introdotte nella produzione di piastrelle può essere più facilmente interpretato in termini di reazioni delle imprese a qualsiasi cosa, in ogni dato momento, appaia loro come un vincolo al loro operare.

Nel cambiamento tecnico nel settore ceramico, sembra possibile individuare tre tipi di vincoli. Il primo è quello di natura tecnica che si manifesta in termini di squilibrio tecnico. Vi è poi l'insieme di vincoli imposti dalla 'resistenza operaia' che si è manifestata, ad esempio, quando i sindacati sono riusciti a controllare il ritmo di lavoro. Vi sono infine vincoli imposti da entità decisionali al di fuori delle imprese: lo stato, come nel caso citato della legislazione abitativa che stimolò la produzione di piastrelle su larga scala; e gli enti locali e i sindacati che intervengono nella scelta dei piani delle imprese.

Un importante ruolo di stimolo al cambiamento tecnico è il risultato delle pressioni competitive tra le imprese ceramiche - per l'espansione della loro quota di mercato o per far fronte alle mutate condizioni del mercato del prodotto finito - ma anche della concorrenza tra le imprese meccano-ceramiche: l'invenzione di nuove tecniche è risultata anche dalla necessità di diversificare la loro produzione e di espandere il mercato per le loro invenzioni.

Una seconda importante conclusione è che l'operare delle forze che sollecitano il processo di cambiamento tecnico può essere meglio compreso quando l'unità di analisi è il distretto industriale. I protagonisti del processo di cambiamento tecnico includono, infatti, non solo le singole imprese ceramiche o i produttori di macchine, ma tutte quelle imprese ceramiche e produttrici di macchine che operano nel distretto e, inoltre, quelle istituzioni - come ad esempio gli enti locali e i sindacati - che influenzano l'operare delle imprese nel distretto industriale.

Dalla storia dello sviluppo tecnico nell'industria ceramica è emerso infatti che, con poche eccezioni, non sono le imprese ceramiche che inventano nuove macchine, o nuovi metodi di produzione. Da esse, certamente, è spesso scaturita l'esigenza di miglioramenti e di modifiche alle tecniche di produzione in uso, ma (sicuramente negli anni sessanta) quelle esigenze si sono tradotte nella forma di vaghe indicazioni. Infatti, data la fragile o addirittura inesistente struttura di tecnici, le imprese potevano difficilmente

agire in modo diverso. Inoltre, anche con l'aumento della dimensione delle imprese durante gli anni settanta e ottanta, non vi è stata una diffusione delle attività di Ricerca e Sviluppo all'interno delle singole imprese.

Invece, le nuove tecniche sono state sviluppate largamente grazie ad un complesso intreccio di relazioni tra i produttori di piastrelle e i produttori di macchine. E tra questi vi sono le grandi imprese capaci di svolgere attività di R&S, ma oltre a questo gruppo di produttori e ricercatori, non si può non fare entrare in scena gli artigiani e le piccole imprese metalmeccaniche che producono macchine, o talvolta solo un particolare pezzo di macchina, per la produzione di piastrelle ceramiche. E infine, bisogna sottolineare l'importanza delle imprese che producono smalti per la produzione di piastrelle, che hanno inventato nuovi colori e nuovi tipi di smalto.

I produttori di macchine hanno un contatto quotidiano con la produzione ceramica, così che essi costituiscono una sorta di staff tecnico delle imprese ceramiche. Questo ha permesso alle imprese ceramiche di evitare il costo di uno staff tecnico interno. D'altra parte molte imprese meccano-ceramiche, anziché avere laboratori interni per la prova dei prototipi, in genere usano le imprese ceramiche per verificare l'effettivo funzionamento delle nuove macchine. Questa fase di verifica è un passo molto importante nel processo di miglioramento tecnico del macchinario.

E' all'interno di questo quadro che si può dar ragione di alcuni degli stimoli al cambiamento tecnico nelle imprese ceramiche.

Nell'esame del processo di generazione di nuove tecniche si deve quindi rivolgere l'attenzione verso la complessa rete di relazioni tra produttori di piastrelle e produttori di macchine. Ma occorre tener presente che non è applicabile ai produttori di macchine l'etichetta di "inventori". Infatti tra i produttori di macchine sono pochi quelli che progettano macchinari veramente nuovi o che applicano idee veramente nuove; gli altri imitano quelle idee, quelle macchine originali. Il ruolo dell'imitazione non è secondario. Infatti, sebbene gran parte dei produttori di macchine non svolgono attività "originale" di ricerca, ma imitano il lavoro degli altri, questo ha in genere un effetto positivo in termini di miglioramento globale dei risultati della ricerca di base. E la capacità di questo gruppo di imprese di imitare-modificare ha davvero dato nuovi stimoli allo sviluppo tecnico della produzione di piastrelle. La singola ceramica non è costretta infatti ad adottare

un unico tipo di macchina serigrafica o di compensatore, ma può scegliere secondo le sue particolari necessità, tra dieci o venti modelli della stessa macchina.

Ma il processo non si ferma qui. La varietà di macchinari e attrezzature offerta mette in moto un meccanismo che potremmo definire di dipendenza reciproca tra i produttori di macchine e i produttori di piastrelle. I primi si imitano a vicenda, ma per sopravvivere devono cercare di far conoscere quanto più possibile le caratteristiche delle macchine che essi producono, allargando in questo modo il numero di imprese ceramiche che potrà utilizzarle. I secondi manifestano esigenze, problemi tecnici particolari, richiedono accorgimenti che permettano loro di rendere il proprio prodotto più competitivo. Allora, apparentemente in modo inaspettato i produttori di macchine realizzano l'attrezzatura che soddisfa quelle esigenze, ed una volta trovata questa soluzione particolare viene offerta anche ad altre imprese ceramiche. In altre parole: la relazione tra ideazione, attuazione, imitazione, miglioramento e diffusione di nuove tecniche - che può essere indicata come ciò che caratterizza il processo di cambiamento tecnico - ha luogo non solo all'interno di ciascuno dei due gruppi di imprese (quelle produttrici di macchine da un lato e quelle produttrici di piastrelle dall'altro lato), ma anche tra i due gruppi di imprese nel loro insieme. Ed è anche l'esistenza di questo legame che ci ha permesso di definire come appartenenti ad un *distretto industriale* l'insieme di questi due gruppi di imprese, localizzate nell'area di Sassuolo-Scandiano.

3. Gli effetti del cambiamento tecnico sulla professionalità dei lavoratori

Nella discussione degli effetti del cambiamento tecnico sulla forza lavoro ci siamo avvalsi della classificazione delle tecniche in termini del contributo del lavoratore al processo produttivo. In questo modo non solo abbiamo quantificato l'effetto del cambiamento tecnico nell'aumentare la produttività del lavoro, ma abbiamo anche individuato importanti tendenze nello sviluppo tecnico. Tra queste vi è, innanzitutto, il miglioramento nelle caratteristiche tecniche delle macchine che ha aumentato la loro capacità produttiva per unità di tempo e ridotto i tempi morti; una seconda tendenza è la completa automazione delle operazioni ausiliarie, o

la loro completa eliminazione come conseguenze del cambiamento nelle operazioni di trasformazione e nelle operazioni di carico e scarico e di movimentazione del materiale. Tutto questo ha anche reso possibile una enorme riduzione della percentuale di scarto. Inoltre, lo sviluppo tecnico ha anche consentito la quasi completa automazione delle operazioni di carico e scarico e di movimentazione del materiale. Infine, i più recenti sviluppi tecnici nella produzione di piastrelle sono caratterizzati da un sempre minore intervento del lavoratore nel processo produttivo (per quanto riguarda sia il controllo dei macchinari che le operazioni di misura e modifica del tipo di azioni della macchina).

Le conclusioni che emergono dall'esame degli effetti del cambiamento tecnico sulla qualificazione della forza lavoro sono due. Innanzitutto tecniche diverse sono caratterizzate da elementi diversi che definiscono la qualificazione del lavoro operaio in ceramica. In particolare l'aumento del livello di meccanizzazione richiede sempre meno che il lavoratore abbia una conoscenza dell'intero ciclo produttivo (o di parti di esso), in favore di un aumento della sua capacità di sorvegliare il funzionamento delle macchine. Ed è proprio con riferimento alla nozione di responsabilità del lavoratore che l'analisi dovrebbe guardare oltre la singola fabbrica fino a includere l'intero processo di formazione sociale della forza lavoro.

La seconda conclusione è che le mansioni per le quali le tecniche più meccanizzate richiedono maggiori capacità tecniche, sono svolte da lavoratori la cui formazione professionale si realizza in parte nelle imprese ceramiche e in parte nelle imprese metalmeccaniche che producono macchine per la ceramica. Quella fascia di mansioni altamente qualificate (manutenzione, modifica e attrezzaggio degli impianti) sono svolte per lo più da gruppi di operai che non sempre operano per un'unica impresa ceramica, ma offrono bensì i loro servizi di manutenzione a molte imprese ceramiche del distretto industriale. E qui si incontra la particolarità di un tessuto produttivo che vede nella figura dell'artigiano la soluzione a molti problemi di rigidità nell'uso della forza lavoro imposti dalla contrattazione sindacale nelle imprese industriali.

E' opportuno notare che in molti casi i manutentori ex dipendenti di imprese ceramiche quando diventano artigiani rimangono di fatto legati all'impresa di cui erano dipendenti. Il trasformarsi in artigiani consente loro di aumentare il guadagno netto, e alle imprese non solo di ridurre il costo di manutenzione

(avendo i manutentori interni poteva accadere che in alcuni momenti fossero sottoutilizzati), ma anche di mantenere in fabbrica una forza lavoro più omogenea: così come si tende a non tenere sotto lo stesso tetto lavorazioni sporche (fonderie, ad esempio) e lavorazioni pulite (tornitura), si preferisce che all'interno di una fabbrica la forza lavoro abbia una qualificazione omogenea. E dalla ceramica escono i più qualificati¹.

Per concludere l'analisi degli effetti del cambiamento tecnico sulla qualificazione ci sembra importante richiamare il ruolo del distretto industriale nell'esame dei problemi relativi alla qualificazione del lavoro.

Il flusso di nuove tecniche è accompagnato alla progettazione di prototipi di macchine, alla verifica dei processi, allo studio del lay-out dei macchinari, alla installazione e alla messa a punto dei nuovi impianti, allo studio della divisione dei compiti tra i lavoratori. Tutte queste attività richiedono altissimi livelli di qualificazione. Dallo studio di settore è emerso che l'impresa ceramica che adotta la nuova tecnica non svolge in genere al suo interno le attività sopra indicate. Il problema relativo alla qualificazione del lavoro si sposta allora nei laboratori di ricerca, nelle imprese metalmeccaniche che realizzano i prototipi e in quelle che producono le macchine, nei centri di consulenza tecnica. La relazione tra queste imprese può essere talvolta molto stretta e si può determinare un processo di qualificazione della forza lavoro attraverso carriere professionali nell'ambito delle imprese dell'intero distretto.

4. Gli effetti del cambiamento tecnico sulla struttura del settore ceramico

L'analisi dei dati ingegneristici relativi alla dimensione minima efficiente ha mostrato che le economie di scala hanno avuto un ruolo insignificante nel determinare la struttura del settore ceramico. Possiamo concludere infatti che la disintegrazione verticale del processo produttivo in unità di produzione del supporto e dello smaltato ha avuto invece la sua principale spiegazione

¹ Questi manutentori, che costituiscono in molti casi cooperative e consorzi, aderiscono alla Lapam. Il forte legame tra la Cna e i partiti di sinistra fa infatti preferire l'adesione a una associazione non schierata a favore della Cgil che aveva, in fabbrica, cercato di ostacolare la fuoriuscita dei manutentori.

nella necessità di specializzare il processo e di diversificare il prodotto delle varie unità produttive. Questo è chiaramente mostrato dalla relazione tra cambiamento nella tipologia delle imprese e sviluppi tecnici nel settore ceramico.

Negli anni settanta la specializzazione del prodotto e del processo era realizzata grazie ad una fitta rete di interrelazioni tra le imprese di bicottura verticalmente integrate e le imprese di supporto e di smaltato. Questa struttura industriale è stata successivamente rimpiazzata da una struttura articolata in gruppi (che raggiungono un elevato grado di diversificazione produttiva specializzando le varie imprese e unità locali), insieme ad un tessuto di piccole e medie imprese indipendenti.

Queste trasformazioni hanno solo in parte modificato il processo di generazione e adozione di nuove tecniche da parte delle imprese ceramiche. Infatti le imprese produttrici di macchine per la ceramica rimangono separate dalle imprese ceramiche e l'interrelazione tra loro continua ad essere un aspetto cruciale del processo di cambiamento tecnico. In particolare, le tecniche sempre più sofisticate, che richiedono un sostegno finanziario sempre maggiore, possono essere più facilmente tentate dalle imprese meccano-ceramiche perché esse hanno nei gruppi ceramici un mercato più disponibile ad accogliere quelle nuove tecniche, mentre le singole imprese ceramiche troverebbero maggiori difficoltà di natura finanziaria nel compiere da sole la sperimentazione delle nuove macchine.

APPENDICI

Appendice 1: Analisi del processo produttivo

Il metodo ingegneristico proposto da Chenery

Il metodo di rilevazione dei dati adottato in questa ricerca utilizza una particolare definizione di tecnica di produzione e di processo produttivo che si basa sui lavori di Chenery (1949) e di Georgescu-Roegen (1964, 1967, 1971).

In un saggio del 1949, Chenery osserva che nello studio dei problemi della produzione vi è una grande discrepanza tra la analisi teorica e gli studi empirici. La sua critica è in particolare rivolta alla carenza di studi empirici sulla funzione di produzione, lo strumento analitico che la teoria neoclassica usa per descrivere un processo produttivo e che specifica le quantità di prodotto che possono essere ottenute date le combinazioni di inputs produttivi. Per stimare la forma di tale funzione Chenery propone lo studio del processo produttivo da un angolo visuale diverso da quello generalmente privilegiato dagli economisti e, in particolare, egli suggerisce di adottare, almeno in parte, la visione del processo produttivo che è tipica degli ingegneri. Emergono così due specificazioni fondamentali.

La prima riguarda l'unità di analisi: mentre l'economista tratta di impianti (o imprese, o industrie), l'ingegnere spacca il processo produttivo in unità la cui rappresentazione può essere descritta dalle leggi della fisica e della chimica¹. Chenery sostiene che nessuna delle due unità è soddisfacente: l'una è troppo aggregata, l'altra è troppo dettagliata. Propone quindi l'uso di una unità intermedia: la lavorazione (*processing unit*). Questa è più omogenea dell'impianto (e sicuramente più omogenea dell'impresa o dell'industria), e consiste di un numero di variabili, in base alle quali costruire la funzione di produzione, minore di quello ottenuto dall'ingegnere².

¹ Si veda Chenery (1949), p. 508.

² Chenery (1949), pp. 508-9, p. 529 e segg. Vale la pena notare che l'attenzione di Chenery - rivolta alla specificazione dell'unità di analisi e alle caratteristiche qualitative degli inputs e degli outputs del processo produttivo - rende il suo metodo di analisi del processo produttivo affine a quello adottato da Georgescu-Roegen (1965), di cui si discuterà più oltre.

La seconda specificazione che emerge dal confronto tra la visione del processo produttivo dell'economista e dell'ingegnere si riferisce, secondo Chenery, a quali sono le incognite e quali sono i parametri nell'analisi. Nell'esaminare l'effetto delle variazioni dei prezzi sulle combinazioni produttive l'economista assume come parametri la qualità e il tipo di inputs utilizzati nel processo produttivo. Per l'ingegnere, invece, vi è innanzitutto la scelta degli inputs secondo la qualità e le quantità richieste per ciascuno di essi: in questo caso i prezzi degli inputs sono i parametri. Chenery suggerisce che l'economista che intenda usare dati ingegneristici dovrebbe usare lo stadio intermedio dei calcoli fatti dall'ingegnere: quello in cui sono considerate scelte alternative nell'uso di diversi inputs.

Vale la pena notare che i dati così ottenuti non si riferiscono a tutte le alternative possibili, ma solo alle tecniche progettate ³. Inoltre la funzione di produzione che si ottiene rappresenta le condizioni che sono influenzate solo da elementi di natura tecnica e non dalle condizioni effettive di produzione, come risulterebbe invece utilizzando dati tratti dalla contabilità aziendale.

Nel processo produttivo studiato da Chenery, il trasporto del gas, vi è un numero limitato di relazioni fisiche e chimiche e vi è solo una tecnica disponibile che permette una continua sostituzione tra compressori e tubi; le macchine inoltre sono il principale input nel processo produttivo; infine, il lavoro è considerato insieme al costo delle materie prime e degli *operating costs*, e per queste voci di costo Chenery utilizza dati tratti dalla contabilità. Chenery conclude il suo studio indicando la necessità di limitare l'uso del metodo ingegneristico ai processi chimici o a tecniche di produzione standardizzate o automatizzate: in altri casi, avverte, il risultato potrebbe essere meno accurato sia perché «l'ingegneria potrebbe essere meno sviluppata della chimica» ⁴, sia perché la variabilità dell'input lavoro non è adeguatamente studiata dagli ingegneri ⁵.

³ Sulla distinzione tra tecniche possibili e tecniche progettate si veda la discussione più oltre.

⁴ «A chemical reaction may be described more exactly than a design of a machine», Chenery (1949), p. 510.

⁵ «Engineering as commonly conceived concerns itself principally with the performance of machines rather than men», Chenery (1949), p. 510.

Nei prossimi paragrafi verrà illustrato il metodo di rilevazione ed elaborazione dei dati adottato in questa ricerca, che supera le difficoltà indicate da Chenery ⁶.

Definizione di processo produttivo e di tecnica di produzione

Un metodo di produzione è in genere definito nella letteratura economica come la trasformazione di inputs in outputs. Ma questa definizione non dice molto circa il processo di produzione poiché, come Georgescu-Roegen ha indicato nel suo lavoro (1964, 1967, 1971), essa non significa molto di più che qualcosa sta entrando nel processo (*input*) e qualcosa è il risultato del processo di produzione (*output*). L'attenzione dovrebbe essere rivolta, quindi, alla specificazione di ciò che è il processo. Nella definizione data da Georgescu-Roegen, elemento fondamentale nella rappresentazione analitica di un processo parziale è la frontiera che deve essere caratterizzata da due componenti ⁷. La prima definisce il processo nel tempo, specificando così una durata finita del processo. La seconda componente caratterizza, in ogni dato momento del tempo, il processo rispetto al suo ambiente. Ad ogni istante, essa permette di individuare tre processi: uno al di fuori, uno all'interno e uno sulla frontiera ⁸.

La descrizione analitica del processo è completa quando è specificato ciascun elemento che attraversa la frontiera ⁹. Siamo ora in grado di definire una tecnica di produzione come la descrizione di ciascun processo di produzione e, allo scopo di distinguere processi diversi, e quindi tecniche diverse, l'attenzione

⁶ Nonostante i limiti indicati da Chenery, altri studi adottano il metodo ingegneristico nell'esame dei processi produttivi. Si veda in particolare lo studio di Grosse Carter (1953) sulla produzione tessile.

⁷ Georgescu-Roegen (1967), p. 44. Secondo Georgescu-Roegen: «process is the most baffling concept in scientific thought. Paradoxical though it may seem, the concept of partial process raises far more formidable analytical issues than that of the whole universe in eternity. The mere thought of a partial process necessarily implies some slits cut into a seamless Whole», *Ibid.*

⁸ Si veda Georgescu-Roegen (1967), pp. 44-45, e (1971), p. 213.

⁹ Ogni elemento «crossing the boundary from the environment into the process is an *input* and [...] any element crossing it in the opposite direction is an *output*», Georgescu-Roegen (1971), p. 215.

sarà rivolta alla analisi di quegli elementi che definiscono una tecnica o processo di produzione: la frontiera, le qualità e le quantità degli inputs e degli outputs.

Unità di rilevazione

La specificazione delle frontiere consente di definire l'intero processo produttivo e i vari processi parziali che si svolgono all'interno di una fabbrica. In particolare, le unità di rilevazione dei dati prese in esame in questo saggio sono l'operazione, la mansione, il reparto e la fabbrica. L'operazione è l'unità elementare che costituisce il processo di produzione¹⁰. La mansione è l'insieme di operazioni eseguite dal lavoratore. Il reparto è il luogo fisico dove si svolgono una o più operazioni che, per ragioni tecniche o economiche, è conveniente raggruppare; esso corrisponde all'unità di analisi che Chenery (1953) chiama *processing*. La fabbrica è qui sinonimo di stabilimento, unità locale ed indica il luogo fisico dove più reparti sono raggruppati¹¹.

La definizione di operazione, mansione, reparto è del tutto convenzionale, ma non è affatto arbitraria. Nel caso del reparto, ad esempio, la definizione degli estremi di ciascun reparto è stata controllata con i tecnici che progettano gli impianti i quali hanno spiegato caso per caso dove è ragionevole spezzare il processo produttivo dividendo, magari solo con un ipotetico pannello divisorio, un gruppo di operazioni da un altro¹².

Per ciascun reparto sono state rilevate le varie operazioni che in esso vengono svolte dai lavoratori e dalle macchine. Questo consente lo studio dettagliato di come cambiano i compiti dei lavoratori al variare della tecnica, e quali sono le operazioni che, al variare della tecnica, vengono man mano aggregate in macchine sempre più complesse, o al contrario quali operazioni vengono

¹⁰ L'operazione stessa potrebbe essere disaggregata, a sua volta, in unità elementari quali possono essere, per esempio nel caso del lavoro eseguito da un operaio, i singoli movimenti. Questo livello di disaggregazione, che è assai utile nell'analisi di processi produttivi quali la confezione di capi di abbigliamento, è troppo dettagliato per il processo produttivo in esame.

¹¹ Corrisponde a quella unità che in inglese viene denominata *plant*.

¹² L'Appendice 3 contiene la specificazione delle operazioni considerate nei reparti.

affidate a macchine specializzate ¹³. Per ciascuno dei reparti sono state inoltre specificati, per ognuna delle tecniche prese in esame, i dati relativi alle macchine, al lavoro, alle materie prime, ai semilavorati, e agli altri inputs (quali combustibile, energia elettrica, ecc.) necessari nel processo di produzione. La scelta del reparto, e non della fabbrica o dell'impresa, come unità di rilevazione dei dati consente di sviluppare lo studio del cambiamento tecnico con riferimento sia alla evoluzione delle tecniche nel tempo, sia alle modificazioni che tali tecniche determinano nei costi di produzione e nella dimensione minima efficiente.

La definizione di prodotto e le tecniche prese in esame

Il prodotto è definito secondo due criteri. In particolare, la parte della ricerca in cui si descrive la storia dello sviluppo tecnico nella produzione di piastrelle fa riferimento a una definizione di prodotto che tiene conto di quella vasta gamma di cambiamenti qualitativi che sono il frutto del flusso di tecniche nel tempo. Invece, la parte della analisi in cui sono discussi gli effetti del cambiamento tecnico tiene conto di una definizione del prodotto assai più rigida: le variabili di definizione del prodotto sono quelle che, per una data quantità di produzione, influenzano la qualità e la quantità degli inputs utilizzati nel processo produttivo ¹⁴.

Nell'analisi neoclassica del progresso tecnico l'attenzione è invece rivolta esclusivamente allo studio delle variazioni nelle quantità di un prodotto che sono ottenute mutando le combinazioni di inputs di data qualità. In tale analisi si perde di vista che la creazione di nuovi prodotti è appunto, come Kuznetz (1930) e Schumpeter (1939) hanno sottolineato, un aspetto importante del cambiamento tecnico.

La analisi storica del cambiamento tecnico dal secondo dopoguerra (discussa nel capitolo 2) ha preso in esame tutte le tecniche in uso nelle imprese ceramiche del distretto industriale di Sassuolo-Scandiano. Il riferirsi alle tecniche in uso indirizza lo studio del cambiamento tecnico verso un insieme più ristretto di

¹³ Questo è oggetto del capitolo 3.

¹⁴ Questo criterio è analogo a quello adottato da Grosse Carter (1953, p. 372).

quello rappresentato dalle tecniche possibili. Tale insieme includerebbe, secondo la definizione di Salter (1960), tutte quelle tecniche che consistono nella applicazione, alla produzione, dei principi di base dei fenomeni chimici e fisici. Salter preferisce riferire la sua analisi alle tecniche di produzione possibili perché tale insieme renderebbe l'analisi di lungo periodo non influenzata dai prezzi dei fattori. Tuttavia, egli sottolinea che nel passare da tale insieme di tecniche a quelle effettivamente in uso entrano in gioco considerazioni di natura economica, ma anche di natura tecnica: ulteriori conoscenze sono infatti necessarie per l'utilizzo delle tecniche possibili nella produzione di tutti i giorni. E questo adattamento comporta un costo. Risulta quindi difficile, come nota lo stesso Salter, distinguere tra fattori economici e fattori tecnici.

In una analisi di tipo storico, come quella svolta nel capitolo di questo saggio, è probabile che sfuggano molte delle osservazioni su tecniche di produzione possibili, ma mai effettivamente entrate in uso. Questo perché la documentazione sulle tecniche possibili è oggettivamente più vaga e, in particolare, nel caso in esame i documenti tecnici sono alquanto scarsi. Tuttavia, nella analisi della natura del cambiamento tecnico si è tenuto conto, là dove si è avuto notizia, di tecniche di produzione possibili che non sono poi entrate in uso. Caso per caso si è discusso l'importanza dei vincoli tecnici ed economici che hanno impedito, o semplicemente ritardato, l'utilizzo di quelle tecniche.

Lo studio, inoltre, ha messo in evidenza se tecniche alternative possono essere più adatte a scale di produzione diverse, o se possono garantire livelli diversi di flessibilità dell'organizzazione produttiva¹⁵.

L'esame degli effetti del cambiamento tecnico sulla struttura dell'industria ceramica si basa sul confronto di due tecniche di produzione: la tecnica più diffusa nei primi anni sessanta nelle fabbriche del distretto industriale ceramico, e la tecnica più recente in uso all'inizio degli anni ottanta nello stesso distretto. Il confronto di queste due tecniche in termini di forza lavoro necessaria, costi di produzione (a prezzi 1980), dimensione minima efficiente, livello di integrazione verticale, grado di flessibilità nel produrre diversi tipi di piastrelle, è reso possibile dal fatto che la tecnica più diffusa nei primi anni sessanta era ancora disponibile venti anni dopo e quindi, non solo tutte le informazioni di natura tecnica, ma

¹⁵ Su questo aspetto si veda Robinson (1958, capitolo VI).

anche i dati di costo sono stati raccolti senza difficoltà. Questo permette di confrontare le due tecniche nello stesso ambiente economico e, sebbene questo tipo di confronto sia uno strumento insolito, è tuttavia un metodo assai utile per superare i numerosi problemi connessi al cambiamento non solo dei prezzi relativi, ma anche di altre condizioni quali le istituzioni o le infrastrutture.

La rilevazione dei dati relativi a macchine e lavoro: il modulo

Due sono gli elementi che caratterizzano, rispetto alla formulazione proposta da Chenery, il metodo ingegneristico di rilevazione ed elaborazione dei dati adottato in questo studio. Innanzitutto - anziché trarre questi dati dalla contabilità aziendale come è invece suggerito da Chenery - viene proposto un criterio di rilevazione ingegneristica dei dati relativi al lavoro. In secondo luogo, le macchine utilizzate nel processo produttivo sono specificate in termini delle loro caratteristiche fisiche e della loro capacità produttiva nell'unità di tempo (oltre che in termini di costo). Chenery invece specifica le caratteristiche delle macchine in termini delle loro proprietà chimico-fisiche.

I dati sono stati raccolti attraverso interviste a ingegneri e tecnici delle imprese ceramiche e delle imprese produttrici di macchine; e in particolare ai membri dell'associazione di tecnici Assiceram che opera nel distretto industriale ceramico.

Nel metodo ingegneristico adottato in questa ricerca si ipotizza che sia possibile specificare per ciascun tipo di macchina, e ciascuna delle mansioni, il massimo valore medio di quantità prodotta che corrisponde all'impiego di quel particolare tipo di macchina e di unità di lavoro in un dato luogo, in un dato momento del tempo. Si indicherà con il termine *modulo* tale capacità produttiva definita in termini di quantità di prodotto nell'unità di tempo. E' importante notare che non si intende fare riferimento a dati tratti da un *blue print*, ma piuttosto a quei valori che, in un dato momento del tempo, sarebbero considerati i più frequenti nelle fabbriche del distretto ceramico.

L'individuazione del modulo del lavoro è semplice nei casi in cui il ritmo di lavoro è determinato dal ritmo di funzionamento della macchina. Risulta invece assai complessa nei casi in cui il lavoratore non utilizza strumenti di lavoro, o utilizza strumenti di

lavoro il cui ritmo di funzionamento è determinato dal lavoratore stesso. In questi casi, con l'aiuto e la verifica dei tecnici, il modulo di lavoro e macchine è stato stimato sulla base del tempo necessario per eseguire, da parte del lavoratore e della macchina, ciascuna delle operazioni¹⁶.

Una volta definita la disaggregazione del processo produttivo in reparti, operazioni, e mansioni, ciascuna tecnica sarà individuata: dalle caratteristiche tecniche, dal modulo e dal costo delle macchine; dal modulo del lavoro, dal livello di qualifica e dal salario dei lavoratori per ciascuna delle mansioni prese in esame; e infine dalla quantità e dal costo di ciascuno degli altri inputs utilizzati nel processo produttivo¹⁷. La tavola 1 riporta un esempio dello schema di rilevazione dei dati relativi a macchine e lavoro. Le operazioni eseguite nel reparto pressatura, a cui si riferisce l'esempio, sono quattro: la distribuzione dell'argilla alle presse, la pressatura, il carico del materiale pressato sui carrelli e la manutenzione dell'impianto pressatura. Alla denominazione di ogni tecnica segue la specificazione del numero di turni su cui funziona l'impianto. I macchinari sono caratterizzati da una descrizione tecnica dei vari impianti e attrezzature necessarie, dal modulo e dal costo di investimento. Nel caso della tecnica α gli impianti sono stati raggruppati in due voci: l'impianto per la deviazione automatica dell'argilla e l'impianto di pressatura. Quest'ultimo è costituito da una pressa, di cui è specificato il modello (Sacmi PF 500) e il ritmo di produzione (22 battute al minuto) relativo all'uso di uno stampo a 3 uscite; da un impilatore e caricatore automatico e dall'impianto idraulico ed elettrico. La pressa produce 900 mq¹⁸ di piastrelle in 7 ore e 30 minuti di funzionamento, e poiché l'impianto è utilizzato su due turni, sarà allora necessario un impianto di pressatura ogni 1800 mq di prodotto. E' questa la quantità

¹⁶ Questa procedura è frequente per tutti quei processi produttivi (come ad esempio la confezione di capi di abbigliamento, la maglieria, l'edilizia) in cui si ha una produzione di serie corte: la estrema variabilità del prodotto è realizzata attraverso la continua riassegnazione di compiti ai lavoratori. Ma la procedura di calcolo dei tempi elementari è necessaria anche nei casi in cui una nuova tecnica sia nello stadio iniziale della sua diffusione e la conoscenza delle sue caratteristiche si va man mano consolidando nella pratica quotidiana di assegnazione dei compiti ai lavoratori.

¹⁷ Nella parte dello studio in cui sono stati discussi gli effetti del cambiamento tecnico sulla forza lavoro si è inoltre descritto, ciascuna tecnica in termini del grado di meccanizzazione di ciascuna operazione (capitolo 3).

¹⁸ Il metro quadrato è l'unità di misura del prodotto in esame.

di prodotto che corrisponde al modulo di tale impianto con la tecnica α . Il costo di investimento dell'impianto pressatura è di 69,5 milioni di lire. E' la pressatura che determina la dotazione di altri impianti del reparto e, in pratica, l'impianto di deviazione automatica dell'argilla è connesso a ciascuna pressa, ma non è stato incluso nell'impianto di pressatura perché si è voluto prendere in esame un impianto di deviazione semiautomatico che potrebbe essere utilizzato con la pressa della tecnica α (questo caso è considerato nella tecnica β). La tecnica α richiede che, dati questi macchinari, per svolgere le operazioni su descritte i lavoratori eseguano i compiti indicati nelle mansioni 1 e 2. Le caratteristiche di ciascuna mansione individuano il livello di qualifica richiesto al lavoratore che le esegue. Il numero di lavoratori necessari è determinato dal ritmo di funzionamento della pressa: per ogni turno è quindi necessario un lavoratore di terzo livello che controlli le varie operazioni di pressatura eseguite da due presse. Il modulo è calcolato sulla base della produzione giornaliera, e poiché la tecnica α prevede l'uso degli impianti su due turni, allora il modulo del lavoro assegnato a quella mansione è di una unità di lavoro (di terzo livello) ogni 3600 mq di prodotto. In questo caso l'unità di lavoro non è un lavoratore, ma due (uno per turno). Per non appesantire lo schema non sono stati riportati nella tavola 1 i dati relativi al salario per livello.

Vale la pena notare che il numero di alternative tecniche prese in esame per ciascun reparto non è il risultato della combinazione tra tutte le alternative tecniche disponibili per le varie operazioni, perché infatti tali tecniche non sono necessariamente combinabili tra loro. Si è preso quindi in esame il più ristretto numero di alternative tecniche disponibili per l'insieme di operazioni raggruppate nel reparto.

In questo studio si considera solo il costo di produzione (che include i costi di ammortamento, lavoro, materie prime e altri inputs, quali: acqua, energia, combustibile, ecc.). I dati saranno esaminati in relazione alla scala di produzione misurata dalla

quantità prodotta nell'unità di tempo ¹⁹. In tale analisi si farà l'ipotesi che al variare della scala di produzione non muti la composizione della gamma di prodotti ²⁰.

Il metodo di elaborazione dei dati relativi a macchine e lavoro

Le ipotesi che stanno alla base del metodo di elaborazione dei dati sono le seguenti.

(1) Il modulo di lavoro e macchine è una unità indivisibile: quantità di prodotto che non corrispondono ad un pieno utilizzo del modulo saranno ottenute sottoutilizzando le corrispondenti quantità di lavoro e macchine. Questo implica che le quantità di lavoro e macchine necessarie sono almeno quelle sufficienti per produrre la quantità di prodotto che corrisponde al modulo.

(2) La quantità di prodotto è proporzionale al tempo di utilizzo di lavoro e macchine.

(3) Il lavoro e le macchine sono utilizzabili solo fino alla quantità di prodotto che corrisponde al modulo: quantità di prodotto maggiori non sono ottenibili con un uso più intensivo o prolungato di lavoro e macchine, ma solo con l'aggiunta di altri moduli di lavoro e macchine.

(4) Il ritmo di lavoro è determinato dalle caratteristiche tecniche della macchina. Si può, cioè, determinare la quantità di prodotto che ogni lavoratore è in grado di produrre nell'unità di tempo (cioè il modulo del lavoro) in base al modulo delle macchine. Il modulo del lavoro può essere uguale a quello della macchina a cui il lavoro si riferisce; può essere anche un multiplo o un sottomultiplo del modulo della macchina.

(5) Si assegna una percentuale di assenti da includere nel calcolo del lavoro necessario con ciascuna tecnica.

¹⁹ In questo studio verrà adottata la distinzione proposta da Silberston (1972, pp. 372-4) delle variabili a cui è opportuno riferire i costi di produzione in termini di *unità* a cui riferire l'analisi (la fabbrica, l'impresa o l'industria), *periodo di tempo* (la cui specificazione riguarda sia la vita delle macchine sia la vita di ciascun prodotto), e *caratteristiche del prodotto* (quantità prodotta durante tutto l'arco di tempo in cui un bene è prodotto, quantità prodotta nell'unità di tempo e lunghezza della serie).

²⁰ Sull'importanza di questa specificazione si veda Smith (1955), p. 215.

(6) Non vi sono macchine di scorta da utilizzare in caso di guasto delle macchine necessarie nel processo produttivo. Questa assunzione riduce solo di poco l'attendibilità dei dati di costo di ammortamento e ha il vantaggio di semplificare in misura notevole la rilevazione dei dati di investimento.

Date queste ipotesi si può calcolare il numero di macchine necessarie all'aumentare della scala di produzione. Questa relazione sarà rappresentata da una funzione costante a tratti del tipo indicata nella figura 1²¹. Moltiplicando i valori delle ordinate di tale funzione per il costo di investimento iniziale di una macchina, si ottiene la funzione di investimento al variare della scala di produzione.

Il costo fisso totale sarà il risultato della moltiplicazione dei valori della funzione di investimento per l'algoritmo dell'ammortamento²². Il risultato è ancora una funzione costante a tratti. Dividendo tale funzione di costo fisso totale per i valori dell'ascisse otteniamo la funzione di costo fisso per unità di prodotto. Questa funzione è costituita da un insieme di tratti di iperbole (figura 2). La funzione di costo fisso medio può essere interpretata come una curva di utilizzo delle macchine. I punti $A_1, A_2, \dots, A_n$, che corrispondono al pieno utilizzo di ogni modulo, hanno tutti lo stesso valore dell'ordinata. Le distanze $A_1B_1, A_2B_2, \dots, A_nB_n$ sono via via più piccole, e all'aumentare della scala di produzione diminuisce il sottoutilizzo medio delle macchine, e i tratti di iperbole che formano la funzione di costo fisso medio sono sempre più inclinati all'aumentare della scala di produzione.

E' da notare che in pratica un piccolo incremento di produzione viene in genere ottenuto utilizzando la macchina per una maggiore quantità di tempo, e non utilizzando un'altra macchina come è invece qui ipotizzato nel calcolo dei costi. Anche se quest'ultima assunzione può sembrare molto forte, si noti che, nell'esame della

²¹ Una formulazione diversa di una serie di ipotesi simili a quelle qui adottate è discussa da Schneider (1936) nel paragrafo del capitolo secondo in cui è illustrata la cosiddetta «legge d'armonia».

²² Per stimare il numero di anni su cui ammortizzare l'investimento di ciascun macchinario è stata considerata sia la durata fisica che l'obsolescenza tecnica di ciascuna macchina. Si è assunto, inoltre, che vi sia una efficienza costante del macchinario durante la sua vita utile, e che il valore di rivendita, o il valore del rottame sia pari a zero. L'algoritmo dell'ammortamento prevede il metodo di calcolo dell'ammortamento a quote costanti.

curva di costo, la distanza A,B, diminuisce all'aumentare della scala di produzione e risulta, quindi, affievolito l'effetto di rigidità della assunzione fatta più sopra ²³.

Per quanto riguarda il costo del lavoro, si calcola innanzitutto il numero di lavoratori necessari al variare della scala di produzione procedendo in modo analogo a quello descritto più sopra: definito il modulo del lavoro si costruisce una funzione costante a tratti. Moltiplicando i valori di tale funzione per il costo di una unità di lavoro si ottiene la curva di costo totale relativa al lavoro. La funzione di costo del lavoro risulta dalla divisione della curva di costo totale del lavoro per la quantità prodotta. In base all'ipotesi che la quantità di prodotto sia proporzionale al tempo di lavoro e che non si utilizzi lavoro in orario straordinario, la curva di costo del lavoro consiste di una serie di tratti di iperbole.

²³ In molti studi ingegneristici è stato messo in evidenza che per alcuni processi produttivi il costo delle macchine non è proporzionale all'aumento della capacità produttiva che esse permettono di realizzare. Il caso tipico è quello dei processi produttivi in cui parte delle attrezzature e dei macchinari è costituita da tubi e contenitori. Il costo di questi macchinari è funzione della loro superficie, mentre la loro capacità produttiva è funzione del volume. Da questa constatazione deriva l'ipotesi, abbastanza frequente, che si possa determinare la relazione tra costo e capacità produttiva utilizzando una funzione esponenziale del tipo $C = aX^n$, dove C è il costo totale, a è una costante, X è la capacità produttiva ed n è il coefficiente di scala. Il valore del coefficiente varia a seconda del tipo di impianto, ma la stima della media ponderata dei coefficienti calcolati sulle varie voci di costo nelle quali si può disaggregare l'insieme delle attrezzature del processo produttivo è in genere pari a 0,6. Questo particolare valore è usato per indicare con «regola dello 0,6» l'uso di funzioni esponenziali nel calcolo dei costi. (Per quanto riguarda l'uso di tale regola nello studio delle relazioni tra costo e scala di produzione si veda ad esempio Haldi e Whitcomb (1967), Pratten (1971), Silberston (1972), Cockerill (1975)). Le leggi della fisica limitano tuttavia l'uso della regola dello 0,6: all'aumentare della scala di produzione occorre infatti modificare i materiali utilizzati nella costruzione di macchine e attrezzature. Si ottiene quindi una variazione nei costi non spiegabile in termini della relazione espressa dalla regola dello 0,6. Inoltre, può verificarsi il caso di diseconomie di scala perché l'uso di impianti di notevoli dimensioni può richiedere, ad esempio, che il numero di lavoratori necessari all'aumentare della scala di produzione aumenti in modo più che proporzionale. (Sulle diseconomie di scala di questa origine si veda quanto scrive Moore (1959)). E' per questo motivo che la regola dello 0,6 non è stata adottata in questo studio della produzione di piastrelle, anche se tale regola potrebbe sembrare adatta nella elaborazione dei dati relativi agli impianti di macinazione e di cottura.

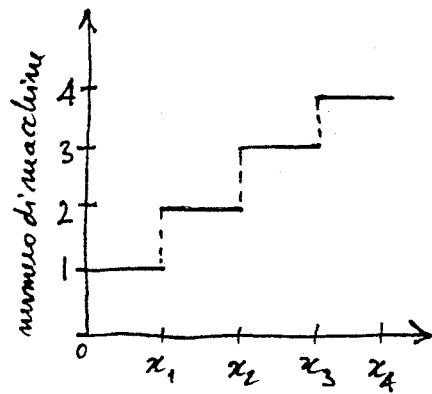
Sommando le curve di costo del lavoro, ammortamento e costo degli altri inputs (questi ultimi sono stati rilevati per unità di prodotto) si ottiene una nuova curva costituita da insiemi di iperboli. Tale curva rappresenta una famiglia di curve di costo di breve periodo e, nella ipotesi che esista una unica tecnica per qualsiasi scala di produzione, l'insieme delle curve di costo di breve periodo è la curva di costo di lungo periodo²⁴. Vale la pena osservare che ciascuna delle curve di breve viene tracciata solo fino al valore di prodotto che corrisponde al modulo di lavoro e macchine proprio perché si è ipotizzato che quantità di prodotto superiori al modulo si ottengono aggiungendo altri moduli di macchine e lavoro.

Per ogni reparto è possibile costruire una famiglia di curve di costo medio di breve periodo relativa a ciascuna delle alternative tecniche prese in esame. L'insieme di quei tratti delle curve di breve periodo che hanno i più bassi valori di costo è la curva di costo medio di lungo periodo: questa è la curva di *costo totale medio minimo*. La relazione tra i costi medi e la scala di produzione relativa all'intero processo produttivo risulta dalla somma delle curve di costo totale medio minimo di reparto²⁵. Il calcolo della curva di costo medio minimo è riferito solo alle tecniche in uso fino all'inizio degli anni ottanta. Le tecniche in uso negli anni ottanta sono caratterizzate infatti da una crescente integrazione fra i reparti e di conseguenza le alternative tecniche prese in esame sono relative all'intero ciclo produttivo, per il quale è possibile individuare per ogni tecnica una scala di produzione ottima. I costi sono stati quindi calcolati direttamente per tali dimensioni dell'unità produttiva. Scale di produzioni maggiori corrispondono in pratica solo alle quantità che sono multipli della dimensione ottima.

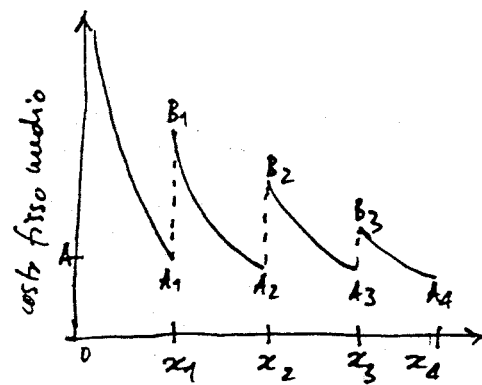
²⁴ Per la costruzione della curva di lungo periodo il riferimento è a Chamberlin (1948).

²⁵ Vale la pena osservare che per sommare i dati di reparto occorre esprimere la produzione di ciascun reparto in termini di una stessa unità di misura del prodotto. Occorre cioè tener conto degli scarti di produzione in varie operazioni e del diverso utilizzo degli impianti in termini di turni e giorni alla settimana.

figura



(a)



(b)

Tavola 1 Esempio dello schema utilizzato nella rilevazione dei dati relativi a macchine e lavoro

Tipo di produzione:	piastrelle 20x20 prodotte in Bicottura
Reparto:	pressatura (dalle tramogge di carico dell'argilla macinata all'impilaggio del materiale pressato sui carrelli)
Operazioni	- distribuzione dell'argilla alle presse - pressatura - carico del materiale pressato sui carrelli - manutenzione dell'impianto di pressatura

TECNICA	MACCHINARI E IMPIANTI	LAVORATORI		
	Caratteristiche tecniche e modulo	Costo unitario in milioni di lire (a prezzi 1980)	Mnsioni	Numero, qualifica e assegnazione
a (2 turni)	- Impianto per la deviazione automatica dell'argilla, ogni 1800 mq, costituito da: • deviatore completo • indicatore di livello • collegamenti elettrici - Impianto pressatura, ogni 1800 mq, costituito da: • pressa tipo Sacmi PP 500, a 3 uscite da 22 battute al minuto, da 900 mq in 7 h e 30' • impilatore e caricatore automatico • impianto idraulico ed elettrico	2 69.5	1. L'operaio controlla le operazioni di pressatura e di impilaggio e carico automatico e pulisce lo stampo della pressa 2. Manutenzione delle presse e delle macchine automatiche di impilaggio e carico; sostituzione dello stampo e della frizione	2 di 3° ogni 3600 mq, (1 ogni 2 presse per ogni turno) 2 di 4° ogni 7200 mq (1 ogni 4 presse per ogni turno)
β (2 turni)	- Impianto per la deviazione semiautomatica dell'argilla, ogni 1800 mq - Impianto pressatura, ogni 1800 mq, costituito da: • pressa tipo Sacmi PP 500, a 3 uscite da 22 battute al minuto, da 900 mq in 7 h e 30' • impilatore e caricatore automatico • impianto idraulico ed elettrico	1 69.5	1. L'operaio sposta manualmente i deviatori dell'argilla 2. L'operaio controlla le operazioni di pressatura e di impilaggio carico automatico e pulisce lo stampo della pressa 3. Manutenzione delle presse e delle macchine automatiche di impilaggio e carico; sostituzione dello stampo e della frizione	2 di 5° ogni 18000 mq (1 ogni 10 presse per ogni turno) 2 di 5° ogni 3600 mq (1 ogni 2 presse per ogni turno) 2 di 4° ogni 7200 mq (1 ogni 4 presse per ogni turno)
γ (2 turni)	- Impianto per la deviazione automatica dell'argilla, ogni 1800 mq, costituito da: • deviatore completo • indicatore di livello • collegamenti elettrici - Impianto pressatura, ogni 1800 mq, costituito da: • pressa tipo Sacmi PP 500, a 3 uscite da 22 battute al minuto, da 900 mq in 7 h e 30' • impilatore • impianto idraulico ed elettrico	2 96.5	1. L'operaio controlla le operazioni di pressatura e di impilaggio automatico; carica manualmente sui carrelli il materiale impilato e pulisce lo stampo 2. Manutenzione delle presse; sostituzione dello stampo e della frizione	2 di 5° ogni 1800 mq (1 per pressa per ogni turno) 2 di 4° ogni 9000 mq (1 ogni 5 presse per ogni turno)

Appendice 2: Pressatura, essiccazione, smaltatura e cottura nella produzione in monocottura

In monocottura lo smalto è applicato sul materiale pressato ed essiccato: sono quindi eliminate, rispetto alla produzione in bicottura, le lavorazioni di cottura e scelta del biscotto. Per l'operazione di pressatura sono in genere utilizzate presse idrauliche che, rispetto alle presse a frizione, hanno una capacità di pressatura costante nel tempo: questa è una proprietà indispensabile nella produzione in monocottura²⁶. Il materiale pressato è convogliato meccanicamente in un essiccatoio, posto dinanzi alla pressa, molto diverso dall'essiccatoio a tunnel usato per la bicottura. Si tratta di una attrezzatura verticale composta da una serie di griglie che vengono man mano riempite automaticamente di piastrelle pressate. Le piastrelle sono essiccate da un flusso di aria calda in un tempo di gran lunga inferiore a quello necessario per l'essiccazione di tipo tradizionale utilizzata in bicottura: per questo motivo è denominata «essiccazione rapida».

All'uscita dell'essiccatoio le piastrelle sono indirizzate tramite convogliatori a cinghia alla linea di smaltatura dove vengono svolte operazioni simili a quelle necessarie nella smaltatura delle fabbriche in bicottura, a meno di due differenze sostanziali. Innanzitutto non si può effettuare il decoro, che talvolta è applicato sulla piastrella smaltata e cotta. In secondo luogo alla fine della linea di smalteria le piastrelle non sono messe in caselle come quelle descritte perché essendo solo essiccate deve essere sostenuta tutta la base e non solo i bordi della piastrella. Per questa operazione si utilizza una macchina che automaticamente dispone le piastrelle su lastre di refrattario ed impila tali lastre.

La monocottura è stata sin da subito caratterizzata dal livello di meccanizzazione più alto disponibile in quegli anni per le attrezzature ceramiche. Si trattava infatti di un processo produttivo che solo in minima parte poteva impiegare macchinari usati in bicottura.

²⁶ Le presse idrauliche sono presse di tipo statico: utilizzano olio per il movimento del pressatore ed hanno il pressatore solidale con un pistone idraulico che scorre dentro un cilindro. L'energia viene fornita da una centralina idraulica ed i movimenti sono coordinati da una centralina elettronica. Fino alla fine degli anni settanta le presse idrauliche avevano una capacità produttiva del 20 per cento inferiore alle presse a frizione, mentre ora il divario si è decisamente ridotto.

Appendice 3: I reparti

La suddivisione del processo produttivo in fasi di lavorazioni e reparti è stata discussa nell'Appendice 1 che espone il modello ingegneristico. In questa appendice, invece, sono riportate le convenzioni adottate nella analisi dei dati di costo relativi alla produzione di piastrelle in bicottura e monocottura: saranno indicate quali operazioni sono state incluse in ciascun reparto.

Macinazione argilla: sono incluse le operazioni eseguite tra il deposito dell'argilla e i silos di deposito dell'argilla macinata.

Pressatura: dalle tramogge di carico dell'argilla macinata all'impilaggio del materiale pressato sui carrelli (la movimentazione dei carrelli, dal parco carrelli vuoti alla fase di pressatura e dalla fase di pressatura al preessiccatoio, viene effettuata dagli operai addetti alla movimentazione o da attrezzature automatiche).

Essiccazione e prima cottura nella produzione in bicottura: dal parco del crudo al parco del cotto.

Scelta biscotto: a seconda che si consideri una fabbrica di supporto o una fabbrica a ciclo completo cambiano le operazioni e le tecniche adottate. Nel caso di scelta supporto in fabbrica di supporto i limiti fisici del reparto sono i seguenti: dal carico allo scarico della linea di scelta biscotto (dal parco del cotto alla linea di scelta biscotto, e dalla linea di scelta al magazzino il materiale viene trasportato dagli addetti alla movimentazione).

Smaltatura: a seconda che si consideri una di smalteria o una fabbrica a ciclo completo cambiano le operazioni da svolgere e le tecniche adottate. I limiti fisici del reparto smaltatura in fabbrica di smaltato sono i seguenti: dal carico della linea di smalteria all'incasellatura (dal magazzino del supporto alla linea di smalteria e dall'incasellatura al parco del crudo il materiale è trasportato dagli addetti alla movimentazione o da attrezzature automatiche). Nel caso di smaltatura in fabbrica a ciclo completo i limiti fisici del reparto smaltatura sono i seguenti: dal carico della linea di scelta biscotto all'incasellatura (dal parco del cotto alla linea di scelta biscotto e dalla incasellatura al parco smaltato crudo, il materiale viene trasportato dagli addetti alla movimentazione o da attrezzature automatiche).

Pressatura, essiccazione e smaltatura nella produzione in monocottura: in questo reparto sono incluse tutte le operazioni eseguite tra le tramogge di carico e l'incasellatura (tra un impianto e l'altro

il trasporto è automatico; dall'incasellatura al parco smaltato crudo il materiale è trasportato dagli addetti alla movimentazione o da attrezzature automatiche).

Cottura vetrato: dal parco smaltato crudo al parco smaltato cotto.

Scelta vetrato: I limiti fisici di questo reparto sono i seguenti: dal carico della linea di scelta alla preparazione dei pallets (dal parco smaltato cotto alla linea di scelta il materiale viene trasportato dagli addetti alla movimentazione).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abernathy W.J., Clark K.B. (1985), Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction, *Research Policy*, pp. 3-22
- Accornero A. (1980), *Il lavoro come ideologia*, Bologna, il Mulino
- Alchian A. (1959), Costs and Output, in M. Abramovitz *et al.* (a cura di), *The Allocation of Economic Resources, Essays in Honor of B.F. Haley*, Stanford, Stanford University Press
- Aldini K. (1978-79), Aspetti di vita sociale ed economica a Sassuolo dal 1935 al 1949, Tesi di laurea dell'Università degli Studi di Bologna
- Allen R.C. (1983), Collective Invention, *Journal of Economic Behavior and Organization*, pp. 1-24
- Arrow K.J. (1962), The Economic Implications of Learning by Doing, *Review of Economic Studies*, [trad. it. Le implicazioni economiche dell'apprendere per esperienza, in B. Jossa (a cura di) *Progresso tecnico e sviluppo economico*, Milano, Franco Angeli, 1969, pp. 322-49]
- Arthur W.B. (1986), Industry Location Patterns and the Importance of History, Stanford University, CEPR Publ. series, n. 84
- Arthur W.B. (1989), Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events, *Economic Journal*, pp. 116-31
- Baccarani L. (1984-85), Recenti sviluppi della tecnologia ceramica nel distretto industriale di Sassuolo: considerazioni di natura tecnica e valutazione degli aspetti economici, Tesi di laurea dell'Università degli Studi di Modena
- Bain J.S. (1975), *I limiti della concorrenza*, Milano, Franco Angeli, [tr. it. di *Barriers to New Competition*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1956]
- Bain J.S. (1969), Survival-Ability as a Test of Efficiency, *American Economic Review*, pp. 99-104
- Becattini G. (1979), Dal «settore» industriale al «distretto» industriale. Alcune considerazioni sull'unità d'indagine dell'economia industriale, *Rivista di economia e politica industriale*, pp. 7-21

- Crossmann E.R.F.W. (1966), Taxonomy of Automation: State of Arts and Prospects, in Oecd, *Manpower Aspects of Automation and Technical Change, Supplement to the Final Report*, pp. 75-95
- David P.A. (1988), Comprendere l'economia del sistema qwerty: la necessità della storia, in W. N. Parker (a cura di), *Economia e storia*, Bari Laterza, 41-64
- Davis L.E. (1966), The Design of Job, *Industrial Relations*, vol. 6, pp. 21-45
- Davis L.E. (1971), Job Satisfaction Research: the Post-Industrial View, *Industrial Relations*, vol. 10, pp. 176-93
- Dei Ottati G. (1986), Distretto industriale, problemi delle transazioni e mercato comunitario: prime considerazioni, *Economia e politica industriale*, n. 51, pp. 93-122
- Disr (Department of Scientific and Industrial Research) (1956), *Automation: A Report on the Technical Trends and their Impact on Management and Labour*, London, HMSO
- Dosi G. (1984), Technological Paradigms and Technological Trajectories: The Determinants and Directions of Technical Change and the Transformation of the Economy, in C. Freeman (a cura di), *Long Waves in the World Economy*, London, Frances Pinter Publ., pp. 78-101
- Dosi G. et al. (a cura di) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter
- Emery F.E., Trist E.L. (1960), Sociotechnical Systems, in C.W. Churchman e W. Werhulst (a cura di), *Management, Science, Models and Techniques*, Oxford, Pergamon Press, pp. 83-97
- Enos J. (1958), A Measure of the Rate of Technological Progress in the Petroleum Refining Industry, *Journal of Industrial Economics*, n. 3, pp. 180-97
- Enos J. (1962), Invention and Innovation in the Petroleum Refining Industry, in National Bureau of Economic Research, *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, Princeton University Press, pp. 299-321
- Ferguson A.R. (1950), Empirical Determination of a Multidimensional Marginal Cost Function, *Econometrica*, pp. 217-35
- Friedmann G. (1959), *Industrial Society, The Emergence of Human Problems of Automation*, Glencoe, Ill., Free Press Publ. [trad. inglese di *Problemes Humaines du Machinisme Industriel*, 1945]
- Friedmann G. (1960), *Lavoro in frantumi*, Milano, Edizioni di Comunità
- Gallino L. (1960), Progresso tecnico e organizzativo nella Olivetti, in AA.VV., *Il progresso tecnologico e la società italiana*, Milano, Giuffrè, vol. II, pp. 275-669

- Georgescu-Roegen N. (1964), Measure, Quality and Output, in C.R. Rao (a cura di), *Essays in Econometrics and Planning, Presented to Professor P.C. Mahalanobis on His 70th Birthday*, Oxford, Pergamon Press, pp. 31-56
- Georgescu-Roegen N. (1965), Process in Farming versus Process in Manufacturing: A Problem of Balanced Development, in U. Papi e C. Nunn (a cura di), *Economic Problems of Agriculture in Industrial Societies*, London, Macmillan, pp. 497-528 [tr. it.]
- Georgescu-Roegen N. (1967), Chamberlin's New Economics and the Unit of Production, in R.E. Kuenne (a cura di), *Monopolistic Competition Theory: Studies and Impact*, New York, Wiley, pp. 31-62
- Georgescu-Roegen N. (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge, Mass., Harvard University Press
- Gorecki P.K. (1978), Economies of Scale in U.K. Manufacturing Industries: Some Further Considerations, *Applied Economics*, pp. 31-42
- Gregory R.G. e James D.W. (1973), Do New Factories Embody Best Practice Technology?, *Economic Journal*, pp.1133-55
- Grosse Carter A.P. (1953), The Technological Structure in the Cotton Industry, in W.W. Leontief et al. (a cura di), *Studies in the Structure of the American Economy*, pp. 360-420
- Gyllenhammer P.G. (1977), How Volvo Adapts Work to People, *Harvard Business Review*, pp. 102-13
- Hägerstrand T. (1965), Quantitative Techniques for Analysis of the Speed of Information Technology, in C.A. Anderson e M.J. Bowman (a cura di) *Education and Economic Development*, Chicago, Aldine Publ. Co., cap. 12, pp. 244-80
- Hägerstrand T. (1968), The Diffusione of Innovation, in D.L. Sillis (a cura di) *International Encyclopedia of Social Sciences*, vol. 4, London, Macmillan Co. & Free Press, pp. 174-8
- Hägerstrand T. (1982), Comment to N. Rosenberg, in C. G. Bernhard et al. *Science, Technology and Society at the Time of Alfred Nobel*, Oxford, Pergamon Press
- Haldi J. e Whitcombe D. (1967), Economies of Scale in Industrial Plants, *Journal of Political Economy*, pp. 373-85
- Hall M., Weiss L.W. (1967), Firm Size and Profitability, *Review of Economics and Statistics*, pp. 119-31
- Hamberg D. (1963) Invention in the Industrial Research, *Journal of Political Economy*, n. 2, pp. 95-115
- Harrigan K.R. (1983), *Strategies for Vertical Integration*, Lexington, Mass., Lexington Books
- Hippel E. von (1982), Appropriability of Innovation Benefit as a Predictor of the Source of Innovation, *Research Policy*, vol. 11, pp. 95-115

- Hippel E. von (1987), Cooperation between Rivals: Informal Know-how Trading, *Research Policy*, vol. 16, pp. 291-302
- Hirsch W.Z. (1956) Firm Progress Ratios, *Econometrica*, pp. 136-55
- Kuznets S. (1930), *Secular Movements in Production and Prices. Their Nature and Their Bearing Upon C*
- Lavington F. (1927), Technical Influences on Vertical Integration, *Economica*, pp. 27-36
- Leibenstein H. (1966), Allocative Efficiency vs. «X-Efficiency», *American Economic Review*, pp. 392-415
- Levi T. (1978), *L'industria metalmeccanica in provincia di Modena: Linee di sviluppo 1966-1975*, Documenti del Comprensorio di Modena, Studi e Ricerche n. 9
- Lundvall B.-Å. (1985), *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Industrial Development Research series n. 31, Research Report, Aalborg, Aalborg University Press, ristampato in Dosi (1988)
- Lynn F. (1966), An Investigation of the Rate of Development and Diffusion on Technology in our Modern Industrial Society, in National Commission on Technology, *op. cit.*, pp. 31-43
- Lynn F., Roseberry T., Babich V. (1965), A History of Recent Technological Innovation, in National Commission on Technology (1966), pp. 42-61
- Marshall A. (1919¹), *Industry and Trade*, London, Macmillan
- Marx K. (1890^{4a ed. ried.}, 1975), *Il Capitale. Critica dell'Economia Politica Libro primo*, Torino, Einaudi
- National Commission on Technology, Automation and Technical Progress (1966), *Employment Impact of Technical Change*, Appendice al vol. 2 di *Technology and the American Economy*, Washington, D.C., USGPO
- Nelson R.R., Winter S.G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., Harvard University Press
- Noble D.F. (1977), *America by Design: Science, Technology and the Raise of Corporate Capitalism*, New York, Alfred A. Knopf
- Noble D.F. (1979), Tecnologia e rapporti sociali, *Fabbrica aperta*, pp. 13-32.
- Oecd (1966), *European Conference on Manpower Aspects of Automation and Technical Change*, Zurich, 1-4 February
- Oliver J.M., Turton J.R. (1982), Is There Any Shortage of Skilled Labour?, *British Journal of Industrial Relations*, pp. 195-200.
- Pezzini M. (1986), The Small Firms Economy's Odd Man Out: The case of Ravenna, in E. Goodman, J. Bamford e P. Saynor (a cura di), *Small Firms and Industrial Districts in Italy*, London, Routledge Press, pp. 223-38

- Pratten C.F., Dean R.M. (1965), *Economies of Large Scale Production in the British Industry*, Occasional Paper n. 3, Cambridge, Cambridge University Press
- Pratten C.F. (1971), *Economies of Scale in Manufacturing Industry*, Cambridge, Cambridge University Press
- Prodi R. (1966), *Modello di sviluppo di un settore in rapida crescita. L'industria della ceramica per l'edilizia*, Bologna, il Mulino
- Prodi R. (1971), *La diffusione delle innovazioni nell'industria italiana*, Milano, Franco Angeli
- Pyke F., Becattini G., Sengenberger W. (a cura di), *Industrial Districts and Inter-firm Co-operation in Italy*, Geneva, International Institute for Labour Studies
- Richardson G.B. (1972), The Organisation of Industry, *Economic Journal*, pp. 883-96
- Robinson E.A.G. (1931¹, 1958 edizione riveduta), *The Structure of Competitive Industry*, Cambridge, Cambridge University Press
- Rose N. (1975), *Industrial Behaviour, Theoretical Development since Taylor*, Harmondsworth, Penguin Book
- Rosenberg N. (1963), Technological Change in the Machine Tool Industry: 1840-1910, *Journal of Economic History*, n. 4, pp. 414-43, [ristampato in Rosenberg (1976); trad. it. Il cambiamento tecnico nell'industria delle macchine utensili (1840-1910), in Rosenberg (1989) pp. 49-85]
- Rosenberg N. (1969), The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices, *Economic Development and Cultural Change*, pp. 1-24 [ristampato in Rosenberg (1976); trad. it. La direzione del cambiamento tecnico: Meccanismi di induzione e dispositivi di focalizzazione, in Rosenberg (1989), pp. 121-53]
- Rosenberg N. (1975), Problems in the Economist's Conceptualization of Technological Innovation, *History of Political Economy*, n. 4, pp. 456-81 [ristampato in Rosenberg (1976); trad. it. Problemi della concettualizzazione dell'innovazione tecnologica da parte dell'economista, in Rosenberg (1989), pp. 87-121]
- Rosenberg N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge, Cambridge University Press, [trad. it. (1989), *Le vie della tecnologia*, Torino, Rosenberg & Sellier
- Rosenberg N. (1979), Technological Interdependence in the American Economy, *Technology and Culture*, n. 1, pp. 25-50 [ristampato in Rosenberg (1982); trad. it. Le interdipendenze tecnologiche nell'industria americana, in Rosenberg (1991), pp. 113-46]
- Rosenberg N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press [trad. it. (1991), *Dentro la scatola nera: tecnologia ed economia*, Bologna, il Mulino]

- Russo M. (1985), Technical Change and the Industrial District, *Research Policy*, pp. 329-43
- Russo M. (1990), *Distretto industriale e servizi di trasporto*, Milano, Franco Angeli
- Sabel C.F. (1982), *Work and Politics*, Cambridge, Cambridge University Press
- Salter W.E.G. (1960), *Productivity and Technical Change*, Cambridge, Cambridge University Press
- Scherer F.M. (1975), Economie di scala e concentrazione industriale, *Rivista di Economia e Politica Industriale*, pp. 5-48
- Scherer F.M., Beckenstein A., Kaufer E. e Murphy R.D. (1975), *The Economics of Multi-Plant Operation: An International Comparison*, Cambridge, Mass., Harvard University Press
- Schneider E. (1942), *Teorie della produzione*, Milano, Casa Editrice Ambrosiana
- Schumpeter J. (1939), *Business Cycles*, New York, McGraw-Hill
- Scortecci A. (1961), Rapporto sul progresso tecnico nella industria siderurgica, in AA.VV., *Il progresso tecnologico e la società italiana*, Milano, Giuffrè, vol. III, pp. 277-332.
- Silberston A. (1972), Economies of Scale in Theory and Practice, *Economic Journal*, pp. 369-91
- Smith C.A. (1955), Survey of Empirical Evidence on Economies of Scale, in J. G. Stigler (a cura di), *Business Concentration and Public Policy*, Princeton, Princeton University Press, pp. 213-30
- Sorrentino T. (1983-84), Edilizia popolare a Sassuolo nel dopoguerra, Tesi di laurea dell'Università degli Studi di Bologna
- Stekler H.O. (1963), *Profitability and Size of the Firm*, Berkley, University of California Press
- Stigler G.J. (1951), The Division of Labor is Limited by the Extent of the Market, *Journal of Political Economy*, n. 3, pp. 185-93, [trad. it. La divisione del lavoro è limitata dall'ampiezza del mercato, in W. Breit e H.M. Hochman (a cura di), *Problemi di microeconomia*, Milano Etas Kompass, 1970, pp. 15-29]
- Stigler G.J. (1958), The Economies of Scale, *Journal of Law and Economics*, pp. 54-71
- Teece D. (1988), Technological Change and the Nature of the Firm, in Dosi *et al.* (a cura di), pp. 256-81
- Thirlwall A.P. (1983), A Plain Man's Guide to Kaldor's Growth Laws, *Journal of Post Keynesian Economics*, Spring, pp. 345-58
- Thomson R. (1987), Learning by Selling and Invention: The Case of the Sewing Machine, *Journal of Economic History*, vol. 2, pp. 433-45
- Touraine A. (1974), *L'evoluzione del lavoro operaio alla Renault*, Torino, Rosenberg & Sellier [trad. it di *L'evolution du travail ouvrier aux Usines Renault*, Paris, Editions du Cnrs, 1955]

- Usher A.P. (1954 ed. riv.), *A History of Mechanical Invention*, Cambridge, Mass., Harvard University Press
- Walter A.A. (1963), Production Cost Functions: an Economic Survey, *Econometrica*, pp. 1-66
- Weiss L. (1964), The Survivor Technique and the Extent of Suboptimal Capacity, *Journal of Political Economy*, pp. 246-61
- Williamson O. (1975), *Markets and Hierarchies*, New York, Free Press
- Wood S. (a cura di) (1982), *The Degradation of Work? Skill, Deskilling and the Labour Process*, London, Hutchinson
- Woodward J. (1965), *Industrial Organization: Theory and Practice*, Oxford, Oxford University Press
- Young A. (1928), Increasing Returns and Economic Progress, *Economic Journal*, pp. 528-42 [trad. it. parziale in S. Lombardini (a cura di) *Teoria dell'impresa e struttura economica*, Bologna, il Mulino, pp. 205-19]
- Zimbalist A. (a cura di) (1979), *Case Studies in the Labour Process*, New York, Monthly Review Press

Materiali di discussione

1. Maria Cristina Marcuzzo [1985] "Joan Violet Robinson (1903-1983)", pp.134.
2. Sergio Lugaresi [1986] "Le imposte nelle teorie del sovrappiù", pp.26.
3. Massimo D'Angelillo e Leonardo Paggi [1986] "PCI e socialdemocrazie europee. Quale riformismo?", pp.158.
4. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1986] "Un suggerimento hobsoniano su terziario e occupazione: il caso degli Stati Uniti 1960/1983", pp.52.
5. Paolo Bosi e Paolo Silvestri [1986] "La distribuzione per aree disciplinari dei fondi destinati ai Dipartimenti, Istituti e Centri dell'Università di Modena: una proposta di riforma", pp.25.
6. Marco Lippi [1986] "Aggregation and Dynamics in One-Equation Econometric Models", pp.64.
7. Paolo Silvestri [1986] "Le tasse scolastiche e universitarie nella Legge Finanziaria 1986", pp.41.
8. Mario Forni [1986] "Storie familiari e storie di proprietà. Itinerari sociali nell'agricoltura italiana del dopoguerra", pp.165.
9. Sergio Paba [1986] "Gruppi strategici e concentrazione nell'industria europea degli elettrodomestici bianchi", pp.56.
10. Nerio Naldi [1986] "L'efficienza marginale del capitale nel breve periodo", pp.54.
11. Fernando Vianello [1986] "Labour Theory of Value", pp.31.
12. Piero Ganugi [1986] "Risparmio forzato e politica monetaria negli economisti italiani tra le due guerre", pp.40.
13. Maria Cristina Marcuzzo e Annalisa Rosselli [1986] "The Theory of the Gold Standard and Ricardo's Standard Commodity", pp.30.
14. Giovanni Solinas [1986] "Mercati del lavoro locali e carriere di lavoro giovanili", pp.66.
15. Giovanni Bonifati [1986] "Saggio dell'interesse e domanda effettiva. Osservazioni sul capitolo 17 della General Theory", pp.42.
16. Marina Murat [1986] "Between old and new classical macroeconomics: notes on Leijonhufvud's notion of full information equilibrium", pp.20.
17. Sebastiano Brusco e Giovanni Solinas [1986] "Mobilità occupazionale e disoccupazione in Emilia Romagna", pp.48.
18. Mario Forni [1986] "Aggregazione ed esogeneità", pp.13.
19. Sergio Lugaresi [1987] "Redistribuzione del reddito, consumi e occupazione", pp. 17.
20. Fiorenzo Sperotto [1987] "L'immagine neopopulista di mercato debole nel primo dibattito sovietico sulla pianificazione", pp. 34.
21. M. Cecilia Guerra [1987] "Benefici tributari del regime misto per i dividendi proposto dalla Commissione Sarcinelli: una nota critica", pp 9.
22. Leonardo Paggi [1987] "Contemporary Europe and Modern America: Theories of Modernity in Comparative Perspective", pp. 38.
23. Fernando Vianello [1987] "A Critique of Professor Goodwin's 'Critique of Sraffa' ", pp. 12.
24. Fernando Vianello [1987] "Effective Demand and the Rate of Profits: Some Thoughts on Marx,

Kalecki and Sraffa", pp. 41.

25. Anna Maria Sala [1987] "Banche e territorio. Approccio ad un tema geografico-economico", pp. 40.
26. Enzo Mingione e Giovanni Mottura [1987] "Fattori di trasformazione e nuovi profili sociali nell'agricoltura italiana: qualche elemento di discussione", pp. 36.
27. Giovanna Procacci [1988] "The State and Social Control in Italy During the First World War", pp. 18.
28. Massimo Matteuzzi e Annamaria Simonazzi [1988] "Il debito pubblico", pp. 62.
29. Maria Cristina Marcuzzo (a cura di) [1988] "Richard F. Kahn. A disciple of Keynes", pp. 118.
30. Paolo Bosi [1988] "MICROMOD. Un modello dell'economia italiana per la didattica della politica fiscale", pp. 34.
31. Paolo Bosi [1988] "Indicatori della politica fiscale. Una rassegna e un confronto con l'aiuto di MICROMOD", pp. 25.
32. Giovanna Procacci [1988] "Protesta popolare e agitazioni operaie in Italia 1915-1918", pp. 45.
33. Margherita Russo [1988] "Distretto industriale e servizi. Uno studio dei trasporti nella produzione e nella vendita delle piastrelle", pp. 157.
34. Margherita Russo [1988] "The effects of technical change on skill requirements: an empirical analysis", pp. 28.
35. Carlo Grillenzoni [1988] "Identification, estimation of multivariate transfer functions", pp. 33.
36. Nerio Naldi [1988] "Keynes' concept of capital" pp. 40.
37. Andrea Ginzburg [1988] "Locomotiva Italia?" pp. 30.
38. Giovanni Mottura [1988] "La 'persistenza' secolare. Appunti su agricoltura contadina ed agricoltura familiare nelle società industriali" pp. 40.
39. Giovanni Mottura [1988] "L'anticamera dell'esodo. I contadini italiani dalla 'restaurazione contrattuale' fascista alla riforma fondiaria" pp. 40.
40. Leonardo Paggi [1988] "Americanismo e riformismo. La socialdemocrazia europea nell'economia mondiale aperta" pp. 120.
41. Annamaria Simonazzi [1988] "Fenomeni di isteresi nella spiegazione degli alti tassi di interesse reale" pp. 44.
42. Antonietta Bassetti [1989] "Analisi dell'andamento e della casualità della borsa valori" pp. 12.
43. Giovanna Procacci [1989] "State coercion and worker solidarity in Italy (1915-1818): the moral and political content of social unrest" pp. 41.
44. Carlo Alberto Magni [1989] "Reputazione e credibilità di una minaccia in un gioco bargaining" pp. 56.
45. Giovanni Mottura [1989] "Agricoltura familiare e sistema agroalimentare in Italia" pp. 84.
46. Mario Forni [1989] "Trend, Cycle and 'Fortuitous Cancellations': a Note on a Paper by Nelson and Plosser" pp. 4.
47. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1989] "Le origini del debito pubblico e il costo della stabilizzazione" pp. 26.
48. Roberto Golinelli [1989] "Note sulla struttura e sull'impiego dei modelli macroeconomici"

pp. 21.

49. Marco Lippi [1989] "A Short Note on Cointegration and Aggregation" pp. 11.
50. Gian Paolo Caselli and Gabriele Pastrello [1989] "The Linkage between Tertiary and Industrial Sector in the Italian Economy: 1951-1988. From an External Dependence to an Internal One" pp. 40
51. Gabriele Pastrello [1989] "François Quesnay: dal Tableau Zig-Zag al Tableau formule: una ricostruzione" pp. 48
52. Paolo Silvestri [1989] "Il bilancio dello stato" pp. 34
53. Tim Mason [1990] "Tre seminari di Storia Sociale Contemporanea" pp. 26
54. Michele Lalla [1990] "The Aggregate Escape Rate Analysed through the Queueing Model" pp. 23
55. Paolo Silvestri [1990] "Sull'autonomia finanziaria delle Università" pp. 11
56. Paola Bertolini, Enrico Giovannetti [1990] "Uno studio di 'filiera' nell'agroindustria. Il caso del Parmigiano Reggiano" pp. 164
57. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1990] "Effetti macroeconomici, settoriali e distributivi dell'armonizzazione dell'IVA" pp. 24
58. Michele Lalla [1990] "Modelling Employment Spells from Emilian Labour Force Data" pp. 18
59. Andrea Ginzburg [1990] "Politica nazionale e commercio internazionale" pp. 22
60. Andrea Giommi [1990] "La probabilità individuale di risposta nel trattamento dei dati mancanti" pp. 13
61. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "The service sector in planned economies. Past experiences and future perspectives" pp. 32
62. Giovanni Solinas [1990] "Competenze, grandi industrie e distretti industriali. Il caso della Magneti Marelli" pp. 23
63. Andrea Ginzburg [1990] "Debito pubblico, teorie monetarie e tradizione civica nell'Inghilterra del Settecento" pp. 30
64. Mario Forni [1990] "Incertezza, informazione e mercati assicurativi: una rassegna" pp. 37
65. Mario Forni [1990] "Misspecification in Dynamic Models" pp. 19
66. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "Service Sector Growth in CPE's: An Unsolved Dilemma" pp. 28
67. Paola Bertolini [1990] "La situazione agro-alimentare nei paesi ad economia avanzata" pp. 20
68. Paola Bertolini [1990] "Sistema agro-alimentare in Emilia Romagna ed occupazione" pp. 65
69. Enrico Giovannetti [1990] "Efficienza ed innovazione: il modello "Fondi e Flussi" applicato ad una filiera agro-industriale" pp. 38

