

GUIDE SETTORIALI

per interventi di efficienza energetica
nell'ambito del
meccanismo dei certificati bianchi

IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI ARTICOLI IN MATERIALE PLASTICO

attuazione dell'art. 15 del D.M. 11/01/2017

INDICE

IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI ARTICOLI IN MATERIALE PLASTICO	3
Introduzione	3
Metodologia generale	3
Metodologia adottata per la guida nel settore della plastica	3
Il processo produttivo tipo	5
Descrizione delle migliori tecnologie disponibili e degli interventi di efficienza energetica	7
Stampaggio per iniezione	7
Formatura per estrusione.....	8
Formatura per estrusione film in bolla.....	9
Ulteriori interventi di efficienza energetica	11
BIBLIOGRAFIA	12

BOLLA

IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI ARTICOLI IN MATERIALE PLASTICO

Introduzione

Al fine di adempiere a quanto definito all'art. 15 del Decreto Ministeriale 11 gennaio 2017 (di seguito "DM"), il GSE ha predisposto delle Guide Settoriali per individuare le migliori tecnologie disponibili, tenendo in considerazione anche quelle identificate a livello europeo, e fornire indicazioni in merito all'individuazione del consumo di riferimento.

Si precisa che, ai sensi di quanto stabilito dal DM, il **consumo di riferimento** è il consumo che, in relazione al progetto proposto, è attribuibile all'intervento, o all'insieme di interventi, realizzati con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato in termini tecnologici e/o lo standard minimo fissato dalla normativa. Pertanto, per l'individuazione del consumo di riferimento, è necessario definire la configurazione offerta dal mercato che il soggetto titolare del progetto avrebbe installato in assenza di incentivo e non la configurazione maggiormente diffusa alla data di presentazione del progetto.

Definito il consumo di riferimento è possibile individuare il **consumo di baseline**, ossia il consumo di energia primaria del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento ai fini del calcolo dei risparmi energetici addizionali per i quali sono riconosciuti i Certificati Bianchi. Il consumo di baseline è dato dal minor valore tra il consumo della configurazione impiantistica antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica e il consumo di riferimento. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento.

Metodologia generale

Ai fini della predisposizione delle linee guida settoriali, la base dati considerata è rappresentata dai progetti a consuntivo presentati al GSE. In particolare:

1. sono state selezionate le pratiche presentate dal 2012 a dicembre 2016;
2. sono state distinte per tipologia di comparto industriale e tipologia di intervento;
3. sono stati individuati i settori con il maggior numero di pratiche presentate e titoli richiesti, al fine di poter avere una buona affidabilità dei dati.

Definiti i settori di riferimento, l'analisi dei dati ha consentito di individuare le variabili operative che influenzano il consumo energetico e, laddove le informazioni raccolte lo consentissero, la relazione quantitativa.

Ai fini dell'individuazione dei consumi di baseline, sono state consultate anche, laddove disponibili, normative specifiche di settore, schede tecniche di prodotto, documentazione tecnica di settore e diagnosi energetiche.

Si precisa che le guide forniscono valori di riferimento per specifiche condizioni di esercizio. Qualora si ritenga ci siano altre condizioni di esercizio non indicate nelle guide settoriali che influenzino i valori di riferimento, sarà possibile proporre valori differenti fornendo adeguata documentazione tecnica a supporto.

Metodologia adottata per la guida nel settore della plastica

Al fine di definire i consumi di riferimento relativi agli interventi realizzati negli stabilimenti di lavorazione delle materie plastiche ci si è riferiti al database GSE e al documento "Energy Management in Plastics Processing", 2013, R. Kent (di seguito, Documento).

L'analisi delle istanze ha consentito di focalizzare l'attenzione sulle seguenti lavorazioni:

1. stampaggio per iniezione;
2. formatura per estrusione (profili, film in bolla).

Non sono state prese in considerazione le ulteriori fasi di processo in quanto l'elevata eterogeneità dei processi/prodotti e la scarsità dei dati a disposizione nel database non hanno permesso una ricostruzione dei dati affidabili.

Dall'analisi della documentazione pervenuta, in riferimento alle suddette fasi di processo, è stata riscontrata un'elevata variazione dei consumi attribuibile a fattori inerenti alle differenti lavorazioni, ovvero la tipologia e le caratteristiche del prodotto, la producibilità oraria, le taglie dei macchinari, la durata del ciclo di lavorazione, etc.

L'elevata eterogeneità dei dati forniti non ha permesso di individuare una correlazione univoca tra i consumi energetici e le suddette variabili. Pertanto, al fine di determinare il risparmio energetico addizionale, si è fatto riferimento a quanto proposto dal Documento sopra indicato. Tale studio individua una curva del consumo specifico al variare della producibilità oraria sia per le presse ibride/elettriche, sia per gli estrusori. Poiché il campione individuato nel Documento risultava significativo, si sono ritenute affidabili le formulazioni proposte dallo stesso. Inoltre, in conseguenza del fatto che non risulta facilmente determinabile una relazione univoca che permetta di tenere in considerazione tutti i parametri che influenzano il consumo specifico, si è ritenuto opportuno considerare un valore di riferimento univocamente determinato sia per le presse che per gli estrusori.

BOLTA

Il processo produttivo tipo

Le materie plastiche vengono prodotte nelle industrie chimiche (sotto forma di polvere, granuli, pastiglie, cilindretti ecc.) e risulta di fondamentale importanza la ricerca di tecniche di lavorazione che consentano di produrre materiali plastici capaci di prestazioni sempre più sofisticate. Tali polimeri possono essere classificati in base al loro comportamento al riscaldamento, infatti si possono distinguere, in prima approssimazione, in materie termoplastiche e termoindurenti.

Le **materie termoplastiche** (polistirene, polipropilene, polivinilcloruro, resine acriliche, poliammidi, etc.) reagiscono al calore con un processo reversibile entro un dato limite di temperatura in quanto sono in grado di rammollire, acquisire una data malleabilità che ne permette la modellazione per formare prodotti finiti e, successivamente ad una fase di raffreddamento, ritornare ad acquisire rigidità.

Le **materie termoindurenti** (poliuretano, politetrafluoroetilene, etc.) per effetto del riscaldamento induriscono e perdono la capacità di scorrimento. Le lavorazioni delle materie plastiche possono essere suddivise in due macro aree a seconda del tipo di plastica sopra enunciata.

Nella figura seguente sono indicate per le due tipologie di plastiche, i processi maggiormente utilizzati per la loro lavorazione.

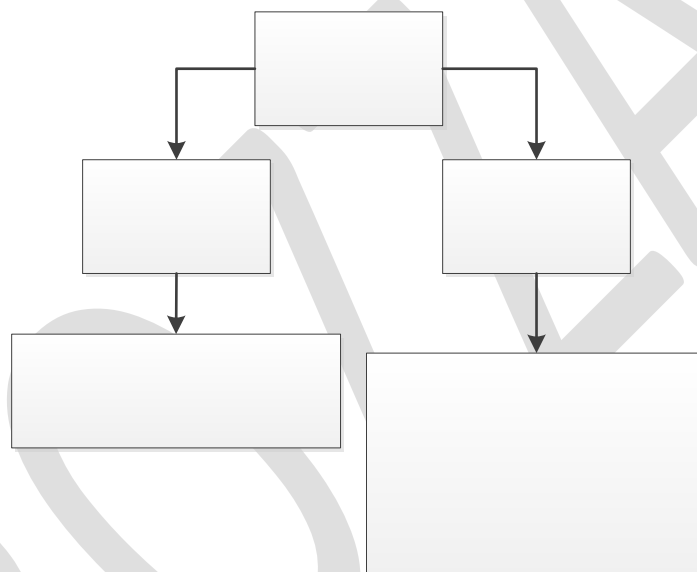


Figura 1 - Macrocategorie per la lavorazione delle plastiche (Fonte: Elementi di tecnologia, 2011)

Mentre nelle lavorazioni termoindurenti le reazioni di polimerizzazione vengono interrotte a uno stadio incompleto, in modo che il materiale possa essere plasmato nella fase di formatura, nelle lavorazioni termoplastiche le reazioni di polimerizzazione vengono completate prima della formatura e gli stampi vengono riscaldati solo per rendere il materiale malleabile. In particolare, nei seguenti paragrafi ci si concentrerà sulle seguenti lavorazioni:

- *stampaggio per iniezione*: è il processo di trasformazione dei polimeri più importante, versatile e complesso adatto per la produzione di oggetti in serie di ogni forma e dimensione. In una delle possibili configurazioni del macchinario è presente una tramoggia, che ha la funzione di caricare e preriscaldare il materiale granulare. Successivamente vengono fatti cadere all'interno del cilindro tramite la rotazione e l'arretramento della vite di alimentazione e plastificazione. All'interno del cilindro i granuli vengono riscaldati da una serie di resistenze elettriche al di sopra della temperatura di fusione e plastificati dalla rotazione della vite in funzione del tipo di materiale, della grammatura del pezzo e della compattezza del pezzo finito. La pressa, dopo aver provveduto alla chiusura dello stampo, inizia la fase di iniezione rapida. Il materiale viene mantenuto in pressione fino a quando il pezzo stampato non si solidifica. In questa fase si ha la "compensazione" del ritiro

volumetrico della materia plastica durante la fase di raffreddamento. Infine la pressa effettua l'apertura dello stampo per permettere l'estrazione del pezzo stampato. Lo stampaggio ad iniezione può avvenire tramite (i) l'iniezione di monomateria o di bimatéria a seconda che si utilizzi un solo polimero o due diversi polimeri, (ii) l'iniezione bicolore o multicolore con polimeri uguali ma di colori differenti, (iii) l'iniezione in costampaggio per la realizzazione di materiale plastico con elementi estranei, (iv) l'iniezione a gas per ottenere cavità interne;

- *formatura per estrusione*: è il processo utilizzato per ottenere, ad esempio, tubi, film e profilati di varie forme; in una delle sue possibili configurazioni è presente una tramoggia che ha la funzione di caricare e preriscaldare il materiale in forma granulare. Successivamente, il granulato viene fatto cadere all'interno del cilindro nel quale è presente una vite senza fine che trascina il polimero fino a farlo passare attraverso un'apertura, chiamata testa di estrusione o filiera, che impartisce la propria forma in maniera continua. L'estrusore può essere monovite o bivate: nel secondo caso l'efficienza della miscelazione è migliore e le due viti parallele possono ruotare nello stesso senso (estrusore bivate co-rotante) o in senso opposto (estrusore bivate contro-rotante), scelto a seconda della specifica applicazione. La temperatura della macchina di estrusione è controllata in modo che il materiale processato acquisti il grado di fluidità adatto ed esca allo stato solido, a seguito di un'eventuale successiva sezione di raffreddamento. Un'ulteriore processo di estrusione prevede la possibilità di unire diversi materiali polimerici, affini sia dal punto di vista chimico che termico; impianti in grado di eseguire tali tipi di lavorazioni vengono definiti di *co-estrusione*.

Descrizione delle migliori tecnologie disponibili e degli interventi di efficienza energetica

Ad oggi non è presente letteratura di settore con indicazione delle migliori tecnologie disponibili in ambito energetico per il settore.

Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi, nonché alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è presente una descrizione degli interventi di efficienza energetica applicabili al settore.

Nel settore dello stampaggio ad iniezione attualmente la migliore tecnologia disponibile è definita dalle presse elettriche, mentre relativamente al processo di estrusione, la migliore tecnologia disponibile prevede l'utilizzo di sistemi di azionamento efficienti, quali motori alimentati in corrente alternata dotati di sistemi elettronici di regolazione della frequenza, che consentono di ridurre il relativo consumo di energia elettrica.

Pertanto, i principali interventi di efficienza energetica per la lavorazione delle materie possono essere l'installazione o la sostituzione di presse e linee di estrusione e/o singoli estrusori con nuovi macchinari ad alta efficienza.

La potenza richiesta dal processo di estrusione e di iniezione risulta essere influenzata da numerosi fattori quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le caratteristiche intrinseche del polimero utilizzato dal processo, la velocità di rotazione, le caratteristiche meccaniche della vite, le caratteristiche dimensionali del prodotto realizzato, etc.

Stampaggio per iniezione

Le presse elettriche presentano un servomotore per ogni singolo movimento, anziché un singolo motore per movimentare tutti gli assi. Ne consegue che il consumo elettrico predominante riguarderà il motore delegato al singolo movimento. Inoltre, non si richiedono ulteriori apporti di energia elettrica derivanti dal circuito di refrigerazione poiché i vari motori elettrici, in sostituzione del motore centrale della pressa idraulica, non necessitano del circuito oleodinamico essendo direttamente accoppiati agli organi di movimento.

Dall'analisi delle prestazioni delle presse attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, espresso in kWh/kg, può essere assunto pari ai valori indicati dalla seguente formula, definita dal sopra citato Documento:

$$SEC \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right] = \frac{3,41}{\text{Production rate}} + 0,58$$

Nella figura seguente è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento delle presse elettriche al variare del "Production rate".

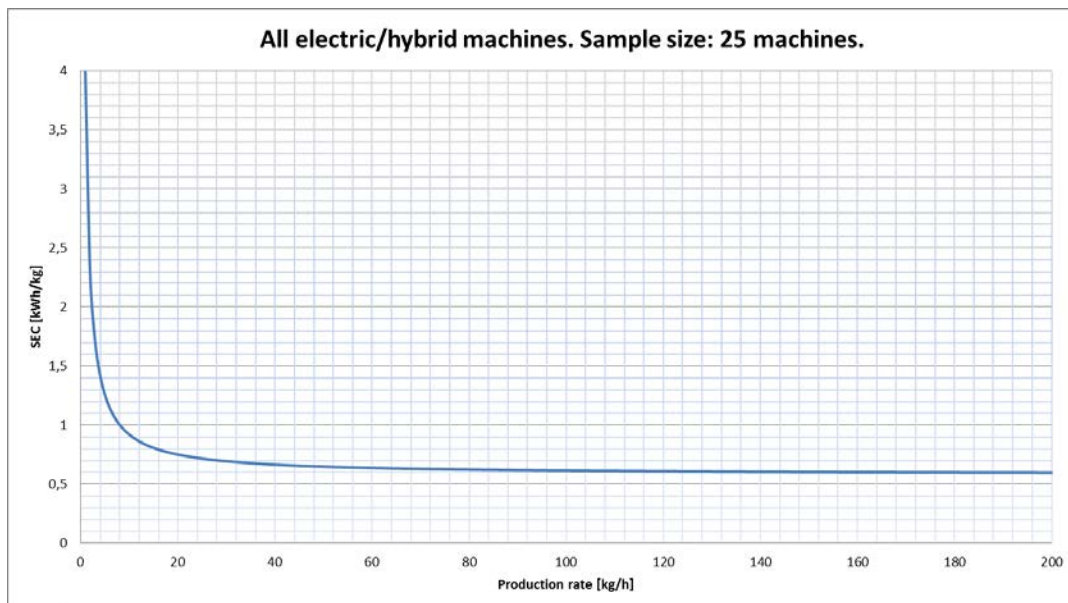


Figura 2 – variazione del consumo specifico di riferimento delle presse ibride ed elettriche in funzione del Production rate

Con “*Production rate*” si intende la produttività oraria della pressa espressa in kg/h. In particolare nel caso di valori di “*Production rate*” uguali o inferiori a 50 kg/h sarà necessario applicare la formulazione per definire il consumo specifico di riferimento.

Nel caso di valori di “*Production rate*” maggiori di 50 kg/h sarà necessario in via conservativa, viste le considerazioni fatte al paragrafo relativo alla “*Metodologia adottata per la guida nel settore della plastica*”, prendere come consumo specifico il valore di 0,58 kg/h. La definizione del consumo specifico post intervento è riassunta di seguito:

$$C_{EX\ POST} = \begin{cases} 0 < P \leq 50; \text{ SEC } \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right] = \frac{3,41}{\text{Production rate}} + 0,58 \\ P > 50; \text{ SEC} = 0,58 \end{cases}$$

Formatura per estrusione

Dall’analisi delle prestazioni degli estrusori attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, espresso in kWh/kg, può essere assunto pari ai valori indicati dalla seguente formula, definita dal sopra citato Documento:

$$\text{SEC} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right] = \frac{2,31}{\text{Production rate}} + 0,38$$

Nella figura seguente è riportato l’andamento del consumo specifico di riferimento degli estrusori al variare del “*Production rate*”.

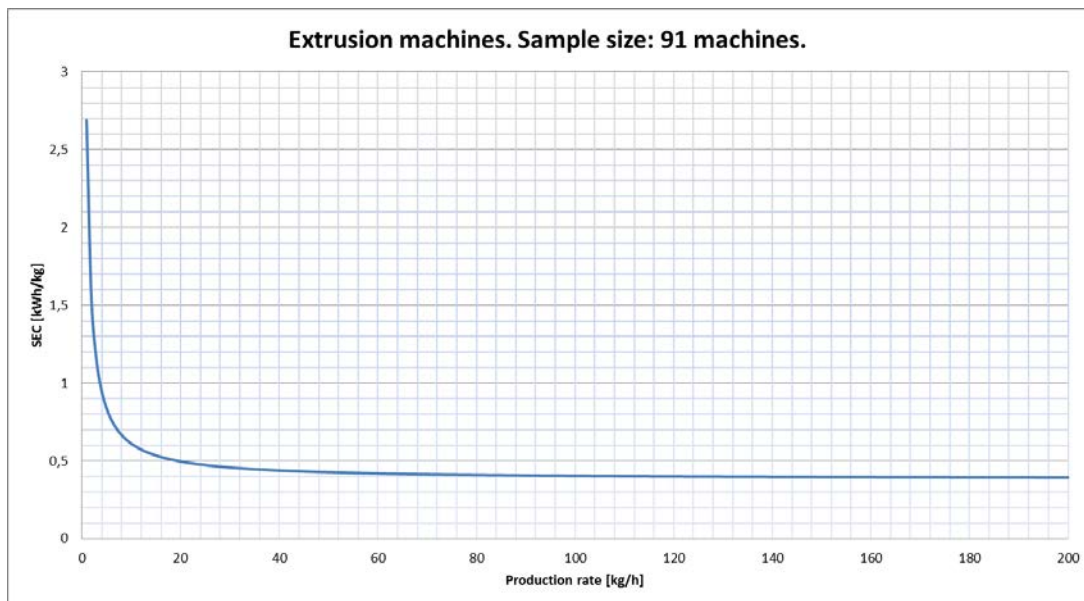


Figura 3 – variazione del consumo specifico degli estrusori in funzione del Production rate

Con “*Production rate*” si intende la produttività oraria dell’estrusore espressa in kg/h. In particolare nel caso di valori di “*Production rate*” uguali o inferiori a 50 kg/h sarà necessario applicare la formulazione per definire il consumo specifico di baseline.

Nel caso di valori di “*Production rate*” maggiori di 50 kg/h sarà necessario in via conservativa, viste le considerazioni fatte al paragrafo “*Metodologia adottata per la guida nel settore della plastica*”, prendere come consumo specifico il valore di 0,38 kg/h. La definizione del consumo specifico post intervento è riassunta di seguito:

$$C_{EX\ POST} = \begin{cases} 0 < P \leq 50; SEC \left[\frac{kWh}{kg} \right] = \frac{2,31}{Production\ rate} + 0,38 \\ P > 50; SEC = 0,38 \end{cases}$$

Formatura per estrusione film in bolla

Dall’analisi delle prestazioni degli estrusori attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, espresso in kWh/kg, può essere assunto pari ai valori indicati dalla seguente formula, definita dal sopra citato Documento:

$$SEC \left[\frac{kWh}{kg} \right] = \frac{29,61}{Production\ rate} + 0,29$$

Nella figura seguente è riportato l’andamento del consumo specifico di riferimento degli estrusori film in bolla al variare del “*Production rate*”.

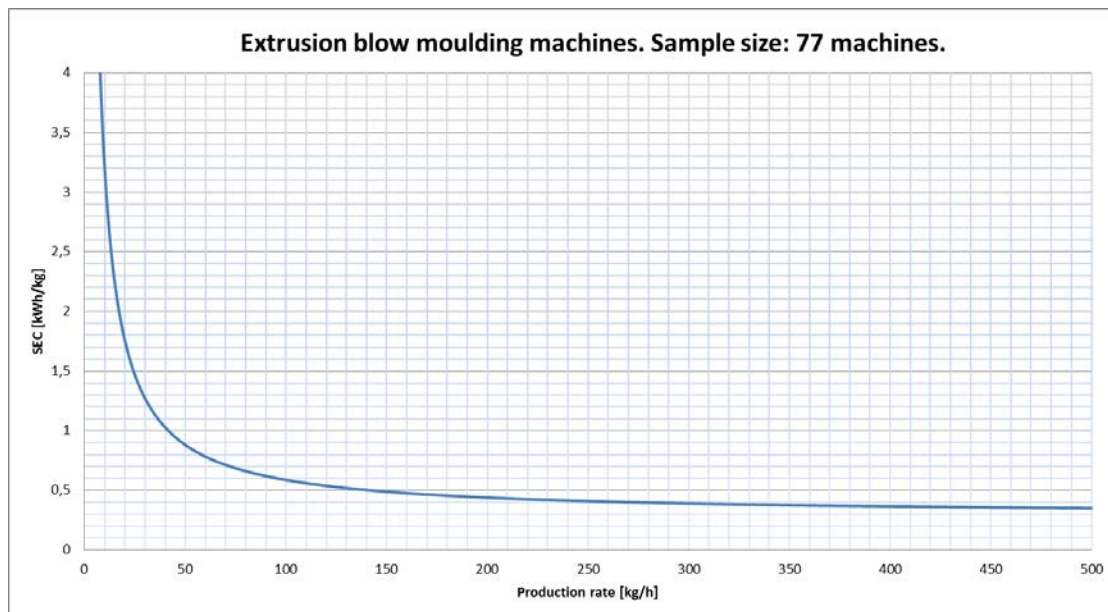


Figura 4 – variazione del consumo specifico degli estrusori film in bolla in funzione del Production rate

Con “*Production rate*” si intende la produttività oraria dell’estrusore espressa in kg/h. In particolare nel caso di valori di “*Production rate*” uguali o inferiori a 50 kg/h sarà necessario applicare la formulazione per definire il consumo specifico di baseline.

Nel caso di valori di “*Production rate*” maggiori di 50 kg/h sarà necessario in via conservativa, viste le considerazioni fatte al paragrafo “*Metodologia adottata per la guida nel settore della plastica*”, prendere come consumo specifico il valore di 0,29 kg/h. La definizione del consumo specifico post intervento è riassunta di seguito:

$$C_{EX\ POST} = \begin{cases} 0 < P \leq 50; SEC \left[\frac{kWh}{kg} \right] = \frac{29,61}{Production\ rate} + 0,29 \\ P > 50; SEC = 0,29 \end{cases}$$

Ulteriori interventi di efficienza energetica

A livello di stabilimento, ulteriori interventi di efficienza energetica trasversali alle varie fasi di processo e relativi macchinari, sono:

- installazione di gruppi frigo a compressione ad alta efficienza per il raffreddamento della camicia dell'estrusore e l'olio delle presse;
- retrofit o nuove installazioni degli impianti di illuminamento con lampade LED e corpi illuminanti ad elevata efficienza;
- installazione motori ad elevata efficienza;
- installazione o sostituzione di uno o più compressori con altri ad alta efficienza, muniti di inverter e sistemi di regolazione e controllo della sala compressori;
- installazione di inverter. Tale intervento, tuttavia, non risulta addizionale in quanto tale intervento rappresenta ad oggi lo standard di mercato.

BOLZA

BIBLIOGRAFIA

- R. J. Kent, *“Energy Management in Plastics Processing”*, ed 2013
- C. Amerio, R. De Ruvo, S. Simonetti, *“Elementi di tecnologia”* ed. 2011

BOZZA