

Collegio di Ingegneria Meccanica,
Aerospaziale, dell'Autoveicolo e della
Produzione



POLITECNICO DI TORINO

Corso di laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica
Automazione

Elaborato di Laurea

Implementazione di soluzioni 4.0 per una Macchina da Fiera per Packaging Secondario

Studente:

Luca Capra

Matricola:

s255286

Relatore:

Prof. Luca Iuliano

Referente aziendale:

Stefano Delfino

“If I had asked people what they wanted, they
would have said ‘faster horses.’”

Henry Ford

Ringraziamenti

Sono molte le persone che dovrei ringraziare per il raggiungimento di questo traguardo: innanzitutto, i miei genitori, per l'instancabile supporto, in ogni sua forma, e l'incrollabile fiducia nelle mie capacità, anche nei momenti più bui, senza i quali non avrei mai raggiunto questo traguardo;

mio fratello, per l'esempio fornitomi, per il sostegno morale, e per il tempo trascorso insieme; ringrazio poi tutti i miei amici, per la grande compagnia e l'accoglienza sempre benevola, anche nei miei periodi peggiori, tra i quali un grazie speciale va a Calza, Fau, Gabbia e Mauro.

Un ringraziamento unico a Matteo, amico di sempre e da sempre al mio fianco, si è dimostrato un porto sicuro ed affidabile sia nei momenti peggiori, che in quelli migliori;

i miei compagni di corso, sia quelli del primo periodo che sono diventati amici incredibilmente affidabili e pazienti, sia agli ultimi arrivati che sono stati compagni di dure battaglie, in ordine alfabetico Benny, Carlo, Frank, Gabri, Johnnino, Laura e Ste; un encomio speciale va a Lollo il compagno di corso di cui tutti hanno bisogno, ma che nessuno si merita.

i miei amici di Diano, troppi per citarvi, ma non meno importanti e con uno speciale posto nel mio cuore e nei miei ricordi;

uno speciale ringraziamento anche al mio coinquilino Raffa, che ci tiene sempre a ricordarmi quanto la vita non debba solo essere studio e lavoro e che sa sempre accogliermi a casa con l'entusiasmo che lo contraddistingue;

un grande ringraziamento va, infine, al mio relatore, il prof. Iuliano, al mio tutor aziendale Stefano Delfino ed alla Abrigo S.P.A e tutto il suo personale, per l'opportunità offertami e l'esperienza condivisa.

Grazie di cuore a tutti!

Sommario

1	Definizione e storia dell'Industria 4.0	9
1.1	Industria 4.0: storia ed evoluzione tecnologica	9
2	Linee guida di innovazione per l'industria 4.0	11
2.1	Aspetti economici e finanziari dell'industria 4.0	11
2.1.1	Iper e super ammortamento.....	11
2.1.2	Nuova Sabatini	12
2.1.3	Fondo di garanzia per piccole e medie imprese.....	14
2.1.4	Credito d'imposta R&S.....	15
2.1.5	Accordi per l'innovazione.....	16
2.1.6	Start up e PMI innovative.....	18
2.1.7	Patent box: tassazione agevolata sui redditi derivanti dall'utilizzo di taluni beni immateriali	19
2.1.8	Centri di competenza ad alta specializzazione	20
2.1.9	Centri di trasferimento tecnologico	21
2.1.10	Credito d'imposta formazione 4.0.....	21
2.2	Aspetti tecnici per rientrare nel bando impresa 4.0.....	22
2.2.1	Beni strumentali controllati da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori ed azionamenti.....	22
2.2.2	Sistemi per l'assicurazione della qualità e della sostenibilità.....	29
2.2.3	Dispositivi per l'interazione uomo macchina e per il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica 4.0.....	32
2.2.4	I beni immateriali oggetto della misura del super ammortamento	33
3	Punti chiave dell'automazione.....	39
3.1	Internet Of Things (IoT).....	40
3.1.1	Energy Saving	41

3.1.2	Manutenzione Predittiva	41
3.1.3	Cambio Formato Assistito	42
3.2	Big Data Analytics	42
3.2.1	Telecontrollo e Teleassistenza	43
3.3	Cloud Computing	44
3.4	Cybersecurity	45
3.5	Additive Manufacturing	47
3.6	Robotica Avanzata	47
3.7	Realtà Aumentata e Dispositivi Indossabili	49
3.8	Horizontal/Vertical integration	50
3.8.1	Manualistica e Documentazione Interattiva	50
3.9	Simulation	50
4	Abrigo S.P.A.....	53
4.1	L'Azienda.....	53
4.2	La storia.....	54
4.3	I Valori Aziendali.....	55
4.4	Tecnologia.....	58
5	Macchina da fiera	63
5.1	Caratteristiche innovative di processo.....	63
5.2	Funzionamento della macchina.....	64
5.2.1	Approvvigionamento prodotto verso Loading	65
5.2.2	Fase di carico (side load) del prodotto	66
5.2.3	Approvvigionamento lato imballaggio.....	67
5.2.4	Formatura del cartone ed output prodotto finito.....	68
5.3	Innovazione 4.0	69
6	Ricerca ed applicazione di caratteristiche 4.0 alla macchina da fiera	70

6.1	Soluzioni individuate.....	71
6.1.1	Controllo macchina.....	71
6.1.2	Cambio Formato.....	75
6.1.3	Teleassistenza, Telecontrollo e Telemanutenzione.....	78
6.1.4	Manutenzione Predittiva	82
6.1.5	Documentazione interattiva	85
6.1.6	Risparmio Energetico.....	85
6.1.7	Sintesi costi-benefici dei dispositivi proposti	87
6.2	Soddisfacimento dei requisiti obbligatori	94
6.2.1	Controllo per mezzo di CNC e/o PLC	94
6.2.2	Interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni e/o part program.....	94
6.2.3	Integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo.....	94
6.2.4	Interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive.....	95
6.2.5	Rispondenza ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro	95
6.2.6	Parametri aggiuntivi	96
7	Customer Service.....	99
7.1	Definizione di after-sales service	99
7.2	Il modello Bosch di customer service per il packaging	100
7.2.1	Ottimizzazione del magazzino (stock-optimization).....	101
7.2.2	Audit tecnico (Technical Audit)	102
7.2.3	Servizi remoti (remote services).....	102
7.2.4	Servizi digitali (digital services).....	103
7.2.5	Training	104

7.2.6	Embedded Engineer	105
7.2.7	Manutenzione preventiva (Preventive Maintenance).....	106
7.3	Situazione corrente dell'assistenza post-vendita in Abrigo S.P.A.	107
7.3.1	Servizi attualmente garantiti con l'acquisto.....	107
7.3.2	Principali problematiche aziendali in merito all'assistenza post-vendita ..	107
7.4	Le possibilità offerte dall'industria 4.0 nel customer service	109
7.5	Servizi applicabili al caso Abrigo S.P.A.	111
7.5.1	Servizio di assistenza tecnica telefonica	111
7.5.2	Telecontrollo e Condition Monitoring	112
7.5.3	Manutenzione Predittiva	112
7.5.4	Telemanutenzione.....	113
7.5.5	Manutenzione Preventiva.....	113
7.5.6	Ricambi ed Area Clienti.....	114
7.5.7	Consulenza tecnica per l'ammodernamento di impianti esistenti.....	114
7.5.8	Training	115
	Conclusioni	116
	Bibliografia	117
	Sitografia.....	118

Capitolo I: Industria 4.0

1 Definizione e storia dell'Industria 4.0

Il termine Industria 4.0 indica una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro, creare nuovi modelli di business e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti.

1.1 Industria 4.0: storia ed evoluzione tecnologica

Nell'infografica sottostante ecco la road map che riassume le 4 tappe evolutive della storia industriale.

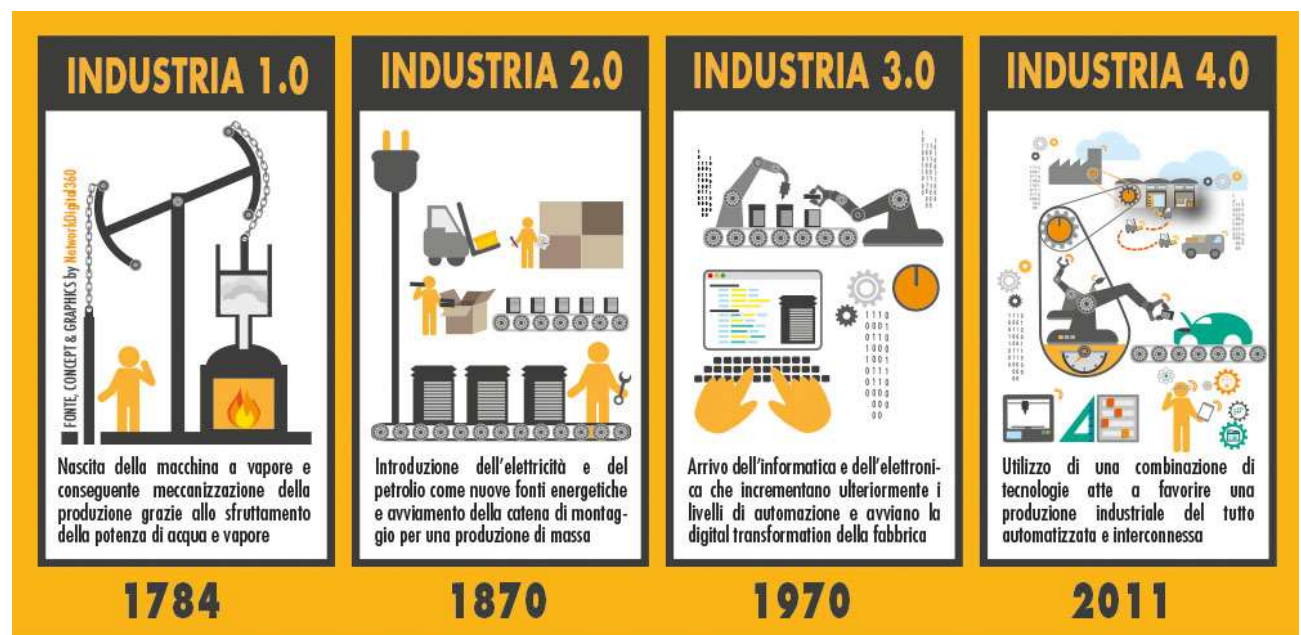


Figura 1.1: Roadmap dell'evoluzione industriale.

1784 – Industria 1.0

L'Industria 1.0 corrisponde a una rivoluzione della manifattura rispetto all'uso dell'energia: l'invenzione della macchina a vapore, infatti, consente alle fabbriche di abbandonare mulini e introdurre una meccanizzazione della produzione all'insegna di una maggiore velocità e potenza.

1870 – Industria 2.0

L'Industria 2.0 rappresenta la seconda generazione energetica, legata all'utilizzo dell'elettricità prima e del petrolio poi, che permettono di incrementare ulteriormente i

livelli di meccanizzazione e di produzione. È grazie a questa rinnovata potenza che nella manifattura si afferma progressivamente quella catena di montaggio che inaugura l'era della produzione di massa.

1970 – Industria 3.0

L'industria 3.0 riassume l'ingresso in fabbrica dell'ICT di prima generazione: informatica ed elettronica incrementano ulteriormente i livelli di automazione non solo nell'ambito produttivo ma anche (e soprattutto) organizzativo. Si diversificano le infrastrutture e si avviano nuovi processi che, all'insegna della progressiva digitalizzazione, diversificano e agevolano il lavoro delle persone migliorando la qualità della produzione.

2011 (e oltre) – Industria 4.0 (fino al 2019)

L'Industria 4.0, includendo un mix tecnologico di robotica, sensoristica, connessione e programmazione, rappresenta una nuova rivoluzione rispetto al modo di fabbricare i prodotti e di organizzare il lavoro. Grazie a nuovi modelli di produzione sempre più automatizzati e interconnessi, asset e prodotti intelligenti e comunicanti, una tracciabilità e una rintracciabilità dei processi tale da portare a una gestione delle informazioni collettiva, condivisa e collaborativa a livello di filiera, nuove logiche di servizio all'insegna del cloud e della mobility. Il tutto incentrato su una Internet di ultima generazione (Industrial Internet), capace di portare dentro e fuori alle fabbriche più informazione, più integrazione, più interazione e più efficienza, rinnovando i processi e i sistemi ma anche portando nuove regole di comunicazione e di servizio. Software di nuova generazione da un lato e Big Data Management d'altro, è così che la produzione riesce ad arrivare a una personalizzazione di massa. La continua evoluzione delle tecnologie sta diversificando la declinazione del 4.0 su più livelli e ambiti operativi associati all'uso dell'Intelligenza Artificiale e di tutte le derive del digitale, Blockchain inclusa.

2 Linee guida di innovazione per l'industria 4.0

Il Piano nazionale Impresa 4.0 è l'occasione per tutte le aziende che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale.

Il Piano prevede misure concrete in base a tre principali linee guida:

- operare in una logica di neutralità tecnologica
- intervenire con azioni orizzontali e non verticali o settoriali
- agire su fattori abilitanti

Sono state potenziate e indirizzate in una logica 4.0 tutte le misure che si sono rivelate efficaci e, per rispondere pienamente alle esigenze emergenti, ne sono state previste di nuove.

2.1 Aspetti economici e finanziari dell'industria 4.0

Si annoverano le seguenti azioni del Piano nazionale Impresa 4.0 **il cui rinnovo è stato confermato nella prossima Legge di Bilancio.**

2.1.1 Iper e super ammortamento

Ha lo scopo di supportare e incentivare le imprese che investono in beni strumentali nuovi, in beni materiali e immateriali (software e sistemi IT) funzionali alla trasformazione tecnologica e digitale dei processi produttivi. Presenta i seguenti vantaggi:

- Iper-ammortamento: supervalutazione del 250% degli investimenti in beni materiali nuovi, dispositivi e tecnologie abilitanti la trasformazione in chiave 4.0 acquistati o in leasing
- Superammortamento: supervalutazione del 130% degli investimenti in beni strumentali nuovi acquistati o in leasing. Per chi beneficia dell'iperammortamento possibilità di fruire anche di una supervalutazione del 140% per gli investimenti in beni strumentali immateriali (software e sistemi IT).

Risulta accessibile a tutti i soggetti titolari di reddito d'impresa, comprese le imprese individuali assoggettate all'IRI, con sede fiscale in Italia, incluse le stabili organizzazioni di imprese residenti all'estero, indipendentemente dalla forma giuridica, dalla dimensione aziendale e dal settore economico in cui operano.

Presenta la seguente procedura di accesso:

- Si accede in maniera automatica in fase di redazione di bilancio e tramite autocertificazione
- Si applica agli investimenti effettuati nel corso del 2018, con la possibilità di completare l'investimento entro il 31 dicembre 2019 se entro il 31 dicembre 2018 l'ordine risulti accettato dal venditore e sia avvenuto il pagamento di acconti in misura almeno pari al 20% del costo di acquisizione.
- Per il superammortamento, la data di completamento dell'investimento è il 30 giugno 2019 se entro il 31 dicembre 2018 l'ordine risulti accettato dal venditore e sia avvenuto il pagamento di acconti in misura almeno pari al 20% del costo di acquisizione.
- Per gli investimenti in iper-ammortamento superiori a 500.000 € per singolo bene è necessaria una perizia tecnica giurata da parte di un perito o ingegnere iscritti nei rispettivi albi professionali attestante che il bene possiede caratteristiche tecniche tali da includerlo negli elenchi di cui all'allegato A o all'allegato B della legge di Bilancio 2017.

2.1.2 Nuova Sabatini

La misura Beni strumentali ("Nuova Sabatini") è l'agevolazione messa a disposizione dal Ministero dello sviluppo economico con l'obiettivo di facilitare l'accesso al credito delle imprese e accrescere la competitività del sistema produttivo del Paese. La misura sostiene gli investimenti per acquistare o acquisire in leasing macchinari, attrezzature, impianti, beni strumentali ad uso produttivo e hardware, nonché software e tecnologie digitali.

Possono beneficiare dell'agevolazione le micro, piccole e medie imprese (PMI) che alla data di presentazione della domanda:

- sono regolarmente costituite e iscritte nel Registro delle imprese o nel Registro delle imprese di pesca
- sono nel pieno e libero esercizio dei propri diritti, non sono in liquidazione volontaria o sottoposte a procedure concorsuali
- non rientrano tra i soggetti che hanno ricevuto e, successivamente, non rimborsato o depositato in un conto bloccato, gli aiuti considerati illegali o incompatibili dalla Commissione Europea

- non si trovano in condizioni tali da risultare imprese in difficoltà
- hanno sede in uno Stato Membro purché provvedano all'apertura di una sede operativa in Italia entro il termine previsto per l'ultimazione dell'investimento

Sono ammessi tutti i settori produttivi, inclusi agricoltura e pesca, ad eccezione dei seguenti:

- attività finanziarie e assicurative
- attività connesse all'esportazione e per gli interventi subordinati all'impiego preferenziale di prodotti interni rispetto ai prodotti di importazione

I beni finanziati devono essere nuovi e riferiti alle immobilizzazioni materiali per “impianti e macchinari”, “attrezzature industriali e commerciali” e “altri beni” ovvero spese classificabili nell'attivo dello stato patrimoniale alle voci B.II.2, B.II.3 e B.II.4 dell'articolo 2424 del Codice civile, come declamati nel principio contabile n.16 dell'OIC (Organismo italiano di contabilità), nonché a software e tecnologie digitali. Non sono in ogni caso ammissibili le spese relative a terreni e fabbricati, relative a beni usati o rigenerati, nonché riferibili a “immobilizzazioni in corso e acconti”

Gli investimenti devono soddisfare i seguenti requisiti:

- autonomia funzionale dei beni, non essendo ammesso il finanziamento di componenti o parti di macchinari che non soddisfano tale requisito
- correlazione dei beni oggetto dell'agevolazione all'attività produttiva svolta dall'impresa

Le agevolazioni consistono nella concessione da parte di banche e intermediari finanziari, aderenti all'Addendum alla convenzione tra il Ministero dello sviluppo economico, l'Associazione Bancaria Italiana e Cassa depositi e prestiti S.p.A., di finanziamenti alle micro, piccole e medie imprese per sostenere gli investimenti previsti dalla misura, nonché di un contributo da parte del Ministero dello sviluppo economico rapportato agli interessi sui già menzionati finanziamenti.

L'investimento può essere interamente coperto dal finanziamento bancario (o leasing)

Il finanziamento, che può essere assistito dalla garanzia del “Fondo di garanzia per le piccole e medie imprese” fino all'80% dell'ammontare del finanziamento stesso, deve essere:

- di durata non superiore a 5 anni

- di importo compreso tra 20.000 euro e 4 milioni di euro
- interamente utilizzato per coprire gli investimenti ammissibili

Il contributo del Ministero dello sviluppo economico è un contributo il cui ammontare è determinato in misura pari al valore degli interessi calcolati, in via convenzionale, su un finanziamento della durata di cinque anni e di importo uguale all'investimento, ad un tasso d'interesse annuo pari al:

- 2,75% per gli investimenti ordinari
- 3,575% per gli investimenti in tecnologie digitali e in sistemi di tracciamento e pesatura dei rifiuti (investimenti in tecnologie cd. "industria 4.0")

I beni materiali e immateriali rientranti tra gli investimenti c.d. "industria 4.0" che possono beneficiare del contributo maggiorato del 30% previsto dalla legge 232 dell'11 dicembre 2016 (legge di bilancio 2017), sono individuati all'interno degli allegati 6/A e 6/B alla circolare 15 febbraio 2017 n.14036 e s.s.mm. ii. Alla luce delle novità introdotte dall'articolo 1, comma 32, legge 27 dicembre 2017 n. 205 (legge di bilancio 2018), con circolare n. 269210 del 3 agosto 2018 si è provveduto a adeguare l'elenco dei beni immateriali (allegato 6/B) in relazione ai quali può essere riconosciuta la misura massima del contributo.

2.1.3 Fondo di garanzia per piccole e medie imprese

Il Fondo di Garanzia per le PMI è uno strumento istituito con Legge n. 662/96 (art. 2, comma 100, lettera a) e operativo dal 2000.

La sua finalità è quella di favorire l'accesso alle fonti finanziarie delle piccole e medie imprese mediante la concessione di una garanzia pubblica che si affianca e spesso si sostituisce alle garanzie reali portate dalle imprese. Grazie al Fondo l'impresa ha la concreta possibilità di ottenere finanziamenti senza garanzie aggiuntive (e quindi senza costi di fidejussioni o polizze assicurative) sugli importi garantiti dal Fondo, che non offre comunque contributi in denaro.

Secondo le ultime rilevazioni, oltre il 99% delle imprese ha avuto accesso al finanziamento con la copertura del Fondo in assenza della presentazione di garanzie reali.

2.1.4 Credito d'imposta R&S

Ha lo scopo di stimolare la spesa privata in Ricerca e Sviluppo per innovare processi e prodotti e garantire la competitività futura delle imprese

Garantisce un credito d'imposta del 50% su spese incrementalmente in Ricerca e Sviluppo, riconosciuto fino a un massimo annuale di 20 milioni di €/anno per beneficiario e computato su una base fissa data dalla media delle spese in Ricerca e Sviluppo negli anni 2012-2014. Il credito d'imposta può essere utilizzato, anche in caso di perdite, a copertura di un ampio insieme di imposte e contributi.

Sono agevolabili tutte le spese relative a ricerca fondamentale, ricerca industriale e sviluppo sperimentale: costi per personale altamente qualificato e tecnico, contratti di ricerca con università, enti di ricerca, imprese, start up e PMI innovative, quote di ammortamento di strumenti e attrezzature di laboratorio, competenze tecniche e private industriali

La misura è applicabile per le spese in Ricerca e Sviluppo che saranno sostenute nel periodo 2017-2020. Il beneficio è cumulabile con:

- Superammortamento e Iperammortamento
- Nuova Sabatini
- Patent Box
- Incentivi alla patrimonializzazione delle imprese (ACE)
- Incentivi agli investimenti in Start up e PMI innovative
- Fondo Centrale di Garanzia

È rivolto alle seguenti categorie:

- Tutti i soggetti titolari di reddito d'impresa (imprese, enti non commerciali, consorzi e reti d'impresa), indipendentemente dalla natura giuridica, dalla dimensione aziendale e dal settore economico in cui operano
- Imprese italiane o imprese residenti all'estero con stabile organizzazione sul territorio italiano che svolgono attività di Ricerca e Sviluppo in proprio o commissionano attività di Ricerca e Sviluppo
- Imprese italiane o imprese residenti all'estero con stabile organizzazione sul territorio italiano che svolgono attività di Ricerca e Sviluppo su commissione da parte di imprese residenti all'estero.

Vi si accede automaticamente in fase di redazione di bilancio, indicando le spese sostenute nella dichiarazione dei redditi, nel quadro RU del modello Unico. Sussiste l'obbligo di documentazione contabile certificata.

2.1.5 Accordi per l'innovazione

Possono beneficiare delle agevolazioni le imprese di qualsiasi dimensione, con almeno due bilanci approvati, che esercitano attività industriali, agroindustriali, artigiane o di servizi all'industria (attività di cui all'art. 2195 del Codice civile, numeri 1, 3 e 5) nonché attività di ricerca.

Le imprese proponenti possono presentare progetti anche in forma congiunta tra loro e/o con Organismi di ricerca, fino a un numero massimo di cinque co-proponenti. In tali casi, i progetti devono essere realizzati mediante il ricorso allo strumento del contratto di rete o ad altre forme contrattuali di collaborazione quali, ad esempio, l'accordo di partenariato e il consorzio.

Vengono finanziati progetti riguardanti attività di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale finalizzati alla realizzazione di nuovi prodotti, processi o servizi o al notevole miglioramento di prodotti, processi o servizi esistenti, tramite lo sviluppo di una o più delle tecnologie identificate dal Programma quadro dell'Unione europea per la ricerca e l'innovazione 2014 – 2020 “Orizzonte 2020”, quali:

- Tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC)
- Nanotecnologie
- Materiali avanzati
- Biotecnologie
- Fabbricazione e trasformazione avanzate
- Spazio
- Tecnologie volte a realizzare i seguenti obiettivi della priorità “Sfide per la società” prevista dal Programma Orizzonte 2020

I progetti di ricerca e sviluppo devono prevedere spese e costi ammissibili non inferiori a 5 milioni di euro e non superiori a 40 milioni di euro, avere una durata non superiore a 36 mesi ed essere avviati successivamente alla presentazione della proposta progettuale al Ministero dello sviluppo economico.

Ai fini dell'accesso alle agevolazioni previste dal DM 24 maggio 2017 è necessario che sia definito l'Accordo per l'innovazione tra il Ministero dello sviluppo economico e le Regioni e le province autonome interessate e/o il soggetto proponente.

Per l'attivazione della procedura negoziale diretta alla definizione dell'Accordo per l'innovazione i soggetti proponenti devono presentare al Ministero dello sviluppo economico una proposta progettuale contenente almeno i seguenti elementi:

- la denominazione e la dimensione di ciascun soggetto proponente, nonché una descrizione del profilo aziendale, con particolare riferimento alla struttura tecnico-organizzativa e alla presenza in ambito nazionale e internazionale
- il piano strategico industriale aggiornato
- la descrizione di ciascun progetto, con indicazione dei relativi obiettivi, delle date di inizio e fine, delle unità produttive coinvolte e dei costi previsti
- la tipologia e l'importo dell'aiuto richiesto per la realizzazione di ciascun progetto

Il Ministero dello sviluppo economico, ricevuta la proposta progettuale, provvede ad avviare la fase di interlocuzione con le regioni e le province autonome e a valutare la validità strategica dell'iniziativa proposta analizzando i seguenti elementi:

- rilevanza dell'iniziativa sotto il profilo degli sviluppi tecnologici e del grado di innovatività dei risultati attesi
- interesse industriale alla realizzazione dell'iniziativa in termini di capacità di favorire l'innovazione di specifici settori o comparti economici
- effetti diretti e indiretti sul livello occupazionale del settore produttivo e/o del territorio di riferimento
- valenza nazionale degli interventi sotto il profilo delle ricadute multiregionali dell'iniziativa
- eventuale capacità di attrarre investimenti esteri, anche tramite il consolidamento e l'espansione di imprese estere già presenti nel territorio nazionale
- capacità di rafforzare la presenza di prodotti italiani in segmenti di mercato caratterizzati da una forte competizione internazionale

Nel caso in cui le valutazioni si concludano con esito positivo si procede alla definizione dell'Accordo per l'innovazione. Successivamente alla stipula dell'accordo, le imprese non maturano alcun diritto alle agevolazioni che sono, comunque, subordinate alla

presentazione dei progetti esecutivi ed alla successiva valutazione da parte del Soggetto gestore.

Con decreto direttoriale 25 marzo 2019 è stata disposta, a partire dal 26 marzo 2019, la sospensione dei termini per la presentazione delle proposte progettuali per l'accesso alle agevolazioni di cui al decreto del Ministro dello sviluppo economico 24 maggio 2017, recante la disciplina degli Accordi per l'innovazione, da realizzare nei territori delle regioni Abruzzo, Basilicata, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Lazio, Liguria, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Sardegna, Trentino-Alto Adige, Umbria, Valle d'Aosta e Veneto. Lo sportello rimarrà aperto per il sostegno ai progetti di ricerca e sviluppo da realizzare nei territori delle regioni Calabria, Campania, Puglia, Sicilia e Toscana e per progetti delle imprese italiane selezionati nel bando emanato nel 2019 dall'impresa comune europea ECSEL istituita ai sensi del regolamento (UE) n. 561/2014 del Consiglio, del 6 maggio 2014, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea L 169 del 7 giugno 2014.

Le agevolazioni consistono in:

- un contributo diretto alla spesa per una percentuale minima pari al 20 per cento dei costi e delle spese ammissibili (a cui si può aggiungere una quota variabile definita in relazione alle risorse finanziarie regionali disponibili)
- un finanziamento agevolato, nel caso in cui sia previsto dall'Accordo, nel limite del 20 per cento dei costi e delle spese ammissibili (a cui si può aggiungere una quota variabile definita in relazione alle risorse finanziarie regionali disponibili)

2.1.6 Start up e PMI innovative

Le nuove imprese (startup) innovative godono di un quadro di riferimento dedicato in materie come la semplificazione amministrativa, il mercato del lavoro, le agevolazioni fiscali, il diritto fallimentare. Larga parte di queste misure sono estese anche alle PMI innovative, cioè a tutte le piccole e medie imprese che operano nel campo dell'innovazione tecnologica, a prescindere dalla data di costituzione o dall'oggetto sociale.

- Startup innovative
- PMI innovative

2.1.7 Patent box: tassazione agevolata sui redditi derivanti dall'utilizzo di taluni beni immateriali

Il decreto "Patent Box" del 28 novembre 2017 (recante le disposizioni di revisione del precedente decreto del 30 luglio 2015) prevede un regime opzionale di tassazione per i redditi derivanti dall'utilizzo di software protetto da copyright, di brevetti industriali, di disegni e modelli, nonché di processi, formule e informazioni relativi ad esperienze acquisite nel campo industriale, commerciale o scientifico giuridicamente tutelabili.

L'opzione esercitata per i primi due periodi d'imposta successivi a quello in corso al 31 dicembre 2014 può avere ad oggetto i marchi d'impresa, ivi inclusi i marchi collettivi, siano essi registrati o in corso di registrazione.

Possono esercitare l'opzione i soggetti titolari di reddito d'impresa, indipendentemente dal tipo di contabilità adottata e dal titolo giuridico in virtù del quale avviene l'utilizzo dei beni.

L'opzione deve essere esercitata nella dichiarazione dei redditi relativa al primo periodo d'imposta per il quale si intende optare per la stessa, è valida per cinque periodi di imposta, è irrevocabile e rinnovabile.

L'opzione sui marchi d'impresa esercitata per i primi due periodi d'imposta successivi a quello in corso al 31 dicembre 2014 ha durata pari a cinque periodi d'imposta ovvero, se inferiore, fino al 30 giugno 2021 e non è rinnovabile.

Rientrano nell'ambito dell'agevolazione i redditi derivanti dall'utilizzo di software protetto da copyright, di brevetti industriali per invenzione e per modello di utilità e certificati complementari di protezione, di disegni e modelli e di processi, formule e informazioni relativi a esperienze acquisite nel campo industriale, commerciale o scientifico giuridicamente tutelabili, nonché dall'utilizzo congiunto di due o più dei suddetti beni immateriali, collegati tra loro da un vincolo di complementarietà ai fini della realizzazione di un prodotto o di una famiglia di prodotti o di un processo o di un gruppo di processi.

Il regime ha l'obiettivo di rendere il mercato italiano maggiormente attrattivo per gli investimenti nazionali ed esteri di lungo termine, tutelando al contempo la base imponibile italiana, in quanto:

- incentiva la collocazione in Italia dei beni immateriali attualmente detenuti all'estero da imprese italiane o estere;
- incentiva il mantenimento dei beni immateriali in Italia, evitandone la ricollocazione all'estero;
- favorisce l'investimento in attività di ricerca e sviluppo.

2.1.8 Centri di competenza ad alta specializzazione

La misura promuove la costituzione dei centri di competenza ad alta specializzazione su tematiche Industria 4.0, nella forma del partenariato pubblico-privato. I centri di competenza dovranno svolgere attività di orientamento e formazione alle imprese nonché di supporto nell'attuazione di progetti di innovazione, ricerca industriale e sviluppo sperimentale finalizzati alla realizzazione, da parte delle imprese fruitrici, in particolare delle Pmi, di nuovi prodotti, processi o servizi (o al loro miglioramento) tramite tecnologie avanzate in ambito Industria 4.0.

È rivolta ad operatori pubblici e privati (imprese e altri operatori economici, inclusi quelli che svolgono attività di intermediazione finanziaria e/o assicurativa, associazioni di categoria nazionali o territoriali, etc.), con la partecipazione di almeno un organismo di ricerca.

I benefici sono concessi nella forma di contributi diretti alla spesa in relazione a:

- costituzione e avviamento del centro di competenza, nella misura del 50 per cento delle spese sostenute, per un importo complessivo non superiore a 7,5 milioni di euro
- progetti di innovazione, ricerca industriale e sviluppo sperimentale presentati dalle imprese, nella misura del 50 per cento delle spese sostenute, per un importo massimo non superiore a 200 mila euro per progetto.

Le risorse disponibili sono pari a 20 milioni di euro per il 2017 e 20 milioni di euro per il 2018.

2.1.9 Centri di trasferimento tecnologico

È online il regolamento per la certificazione dei centri di trasferimento tecnologico in ambito Industria 4.0 di cui al Decreto Direttoriale 22 dicembre 2017, approvato con delibera del Comitato esecutivo di Unioncamere n. 15 del 14 febbraio 2018.

Tali centri svolgono attività di formazione e consulenza tecnologica, nonché di erogazione di servizi di trasferimento tecnologico verso le imprese negli ambiti di operatività individuati dal Ministero dello sviluppo economico, tra i quali:

- manifattura additiva
- realtà aumentata
- internet delle cose
- cloud
- cybersicurezza
- analisi dei big data.

La certificazione sarà rilasciata da Unioncamere, nelle more dell'accreditamento degli enti di certificazione nazionali di cui al comma 2 dell'art. 3 del Decreto Direttoriale 22 dicembre 2017, attraverso una propria struttura tecnica nazionale e potrà essere riconosciuta a società e a enti, iscritti al Registro delle Imprese e/o al Repertorio delle notizie Economiche e Amministrative (REA) e agli albi, ruoli e registri camerali obbligatori, che non siano in stato di liquidazione o scioglimento o sottoposti a procedure concorsuali e a enti ed istituzioni pubbliche e private, incluse le associazioni imprenditoriali e loro strutture tecniche, rispondenti ai requisiti stabiliti decreto.

2.1.10 Credito d'imposta formazione 4.0

Stimolare gli investimenti delle imprese nella formazione del personale nelle materie aventi a oggetto le tecnologie rilevanti per il processo di trasformazione tecnologica e digitale delle imprese previsto dal "Piano Nazionale Impresa 4.0", cosiddette "tecnologie abilitanti".

I vantaggi principali consistono in:

- Credito d'imposta del 40% delle spese relative al personale dipendente impegnato nelle attività di formazione ammissibili, limitatamente al costo aziendale riferito alle ore o alle giornate di formazione, sostenute nel periodo d'imposta agevolabile

e nel limite massimo di 300.000 euro per ciascun beneficiario, pattuite attraverso contratti collettivi aziendali o territoriali.

- Sono ammissibili al credito d'imposta anche le eventuali spese relative al personale dipendente ordinariamente occupato in uno degli ambiti aziendali individuati nell'allegato A della legge n. 205 del 2017 e che partecipi in veste di docente o tutor alle attività di formazione ammissibili, nel limite del 30% della retribuzione complessiva annua spettante al dipendente.
- La misura è applicabile alle spese in formazione sostenute nel periodo d'imposta successivo a quello in corso al 31 dicembre 2017.

Imprese residenti nel territorio dello Stato, indipendentemente dalla natura giuridica, dal settore economico di appartenenza, dalla dimensione, dal regime contabile e dal sistema di determinazione del reddito ai fini fiscali.

Enti non commerciali residenti svolgenti attività commerciali rilevanti ai fini del reddito d'impresa.

Imprese residenti all'estero con stabili organizzazioni sul territorio italiano.

2.2 Aspetti tecnici per rientrare nel bando impresa 4.0

La lista dei beni che possono beneficiare dell'iper ammortamento è descritta nell'allegato A della legge 11 dicembre 2016, n. 232 (legge di bilancio 2017) e si articola su 3 linee di azione:

1. Beni strumentali il cui funzionamento è controllato da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori e azionamenti;
2. Sistemi per l'assicurazione della qualità e della sostenibilità;
3. Dispositivi per l'interazione uomo macchina e per il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica «4.0».

2.2.1 Beni strumentali controllati da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori ed azionamenti

Tipologie di macchinari appartenenti alla categoria

Sono riportati di seguito i beni strumentali oggetto dell'iper ammortamento con una serie di esempi e spiegazioni a supporto dell'interpretazione:

- **macchine utensili per asportazione.** In tale contesto si fa riferimento a tutte le macchine atte alla trasformazione di pezzi, indipendentemente dal materiale lavorato (metallo, compositi, marmo, polimeri, legno, ceramica, ecc.). Ne sono un esempio torni a CN, centri di lavoro, centri di rettifica, ecc.;
- **macchine utensili operanti con laser e altri processi a flusso di energia, elettroerosione, processi elettrochimici.** Sono comprese, per esempio, macchine per la lavorazione a ultrasuono (USM), a getto abrasivo (AJM), waterjet (WJM), chimiche (CHM), elettrochimiche (ECM), elettroerosione (EDM), taglio laser (LBM), con fascio di elettroni o di ioni (EBM), plasma (PAM), ecc.;
- **macchine e impianti per la realizzazione di prodotti mediante la trasformazione dei materiali e delle materie prime.** In questo caso, si intendono macchine e impianti impiegati nell'industria manifatturiera discreta, nell'industria di processo e in quella di trasformazione che devono essere dotati di proprietà di riconfigurabilità o flessibilità (sia per quanto riguarda le tipologie di operazioni che possono essere eseguite, sia per quanto riguarda la gestione dei flussi all'interno dell'impianto). La voce nell'elenco è applicabile indipendentemente dal prodotto (o semilavorato) realizzato o trasformato o trattato e dal relativo ciclo tecnologico e indipendentemente dal tipo di realizzazione o trasformazione o trattamento (meccanico, chimico, fisico, ecc.) indotto sul prodotto o semilavorato. Per impianto o porzione di impianto si intende un insieme di macchine connesse fisicamente tra di loro anche se ogni macchina o attrezzatura funziona in maniera indipendente. L'impianto gode del beneficio fiscale anche nel caso in cui i singoli componenti provengano da fornitori diversi;
- **macchine utensili per la deformazione plastica dei metalli e altri materiali.** Si intendono tutte quelle macchine che eseguono la deformazione plastica operanti sia a freddo che a caldo. Ne sono un esempio presse, punzonatrici a CN, laminatoi, pannellatrici, trafilatrici, ecc.;
- **macchine utensili per l'assemblaggio, la giunzione e la saldatura.** In questo caso possono essere compresi anche linee, celle e sistemi di assemblaggio;
- **macchine per il confezionamento e l'imballaggio.** Queste possono includere per esempio macchine adibite al packaging e all'imbottigliamento;
- **macchine utensili di de-produzione e riconfezionamento per recuperare materiali e funzioni da scarti industriali e prodotti di ritorno a fine vita** (ad

esempio macchine per il disassemblaggio, la separazione, la frantumazione, il recupero chimico). Sono inclusi i dispositivi che, in un'ottica di economia circolare, sono finalizzati al riutilizzo diretto, alla riparazione, al remanufacturing e al riciclo/riutilizzo delle materie prime. Sono da ritenersi escluse le macchine finalizzate allo smaltimento in discarica e quelle finalizzate al recupero energetico;

- **robot, robot collaborativi e sistemi multi-robot;**
- **macchine utensili e sistemi per il conferimento o la modifica delle caratteristiche superficiali dei prodotti o la funzionalizzazione delle superfici.** Ne sono un esempio: lappatrici, rettificatrici, macchine per trattamenti superficiali, termici e/o chimici, macchine per il coating, macchine per granigliatura, sabbiatura, pallinatura, vibrofinitura, verniciatura, funzionalizzazione mediante plasma, stampa su carta e tessuti, funzionalizzazione con plasma, smaltatura, decorazione della ceramica, ecc.;
- **macchine per la manifattura additiva utilizzate in ambito industriale.** Ne sono un esempio le macchine per laser melting/sintering di polveri metalliche o polimeri, ecc.;
- **macchine, anche motrici e operatrici** (sono comprese, per esempio, macchine per l'agricoltura 4.0, quali tutte le trattrici e le macchine agricole - portate, trainate e semoventi - che consentono la lavorazione di precisione in campo grazie all'utilizzo di elettronica, sensori e gestione computerizzata delle logiche di controllo; sono, inoltre, inclusi dispositivi e macchine di supporto quali, ad esempio, sistemi di sensori in campo, stazioni meteo e droni), **strumenti e dispositivi per il carico e lo scarico, la movimentazione, la pesatura e la cernita automatica dei pezzi** (es. carrelli elevatori, sollevatori, carriponte, gru mobili, gru a portale), **dispositivi di sollevamento e manipolazione automatizzati** (es. manipolatori industriali, sistemi di pallettizzazione e dispositivi pick and place), **AGV e sistemi di convogliamento e movimentazione flessibili, e/o dotati di riconoscimento dei pezzi** (ad esempio sistemi attivi come RFID, sistemi passivi come ad esempio QR code, visori e sistemi di visione e mecatronici). Si precisa che la dicitura "macchine motrici" non include i veicoli ai sensi della definizione di cui all'art. 1 della direttiva 70/156/CEE

- **magazzini automatizzati interconnessi ai sistemi gestionali di fabbrica.** Si intendono, per esempio, magazzini automatici asserviti da traslo-elevatori o mini-loaders e software WMS per la gestione delle missioni in/out; i sistemi di selezione, prelievo e deposito automatico controllati da software di gestione e/o il controllo delle scorte e dei punti di riordino.

Infine, l'allegato A include tra i beni funzionali alla trasformazione anche i dispositivi, strumentazione e componentistica intelligente per l'integrazione, la sensorizzazione e/o l'interconnessione e il controllo automatico dei processi utilizzati anche nell'ammodernamento o nel revamping dei sistemi di produzione esistenti. Per dispositivi, strumentazione e componentistica, si intendono anche package e componenti di impianto purché assicurino che la macchina o l'impianto oggetto di ammodernamento rispettino, grazie all'ammodernamento, le caratteristiche obbligatorie e le ulteriori caratteristiche (riportate di seguito). Inoltre, si specifica che, nel caso di revamping di un impianto consegnato prima del 2017, godono del beneficio fiscale i soli beni in oggetto (i dispositivi, la strumentazione e la componentistica compresi package e componenti di impianto) e non l'intero impianto ammodernato.

In generale la parola "macchine" va intesa ai sensi della definizione di cui all'art. 2 lett. a della Direttiva 2006/42/CE.

Caratteristiche obbligatorie per beneficiare dell'agevolazione

Al fine dell'applicazione dell'iper ammortamento, i beni classificati nel paragrafo precedente (1.2.1) devono obbligatoriamente avere tutte le seguenti 5 caratteristiche:

1. controllo per mezzo di CNC (Computer Numerical Control) e/o PLC (Programmable Logic Controller);
2. interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni e/o part program;
3. integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo;
4. interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive;
5. rispondenza ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro.

Inoltre, devono essere dotati di almeno due tra le seguenti ulteriori caratteristiche per renderle assimilabili o integrabili a sistemi cyberfisici:

- sistemi di telemanutenzione e/o telediagnosi e/o controllo in remoto;
- monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dei parametri di processo mediante opportuni set di sensori e adattività alle derive di processo;
- caratteristiche di integrazione tra macchina fisica e/o impianto con la modellizzazione e/o la simulazione del proprio comportamento nello svolgimento del processo (sistema cyberfisico).

Analizziamo adesso le singole caratteristiche per meglio specificarne il senso applicativo:

1. La caratteristica del controllo per mezzo di CNC (Computer Numerical Control) e/o PLC (Programmable Logic Controller) è da considerarsi pienamente accettata anche quando la macchina/impianto possiede soluzioni di controllo equipollenti, ovvero da un apparato a logica programmabile PC, microprocessore o equivalente che utilizzi un linguaggio standardizzato o personalizzato, oppure più complessi, dotato o meno di controllore centralizzato, che combinano più PLC o CNC (es.: soluzioni di controllo per celle/FMS oppure sistemi dotati di soluzione Distributed Control System).
2. La caratteristica dell'interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni e/o part program è soddisfatta se il bene scambia informazioni con sistemi interni (es.: sistema gestionale, sistemi di pianificazione, sistemi di progettazione e sviluppo del prodotto, monitoraggio, anche in remoto, e controllo, altre macchine dello stabilimento, ecc.) per mezzo di un collegamento basato su specifiche documentate, disponibili pubblicamente e internazionalmente riconosciute (esempi: TCP/IP, HTTP, MQTT, ecc.). Inoltre, il bene deve essere identificato univocamente, al fine di riconoscere l'origine delle informazioni, mediante l'utilizzo di standard di indirizzamento internazionalmente riconosciuti (es.: indirizzo IP). Si specifica che lo scambio di informazioni con sistemi esterni è contemplato al successivo punto 3. Ulteriori precisazioni:
 - la parola fabbrica deve essere intesa come un ambiente fisico dove avviene creazione di valore attraverso la trasformazione di materie prime o semilavorati e/o realizzazione di prodotti;
 - nel caso di macchine motrici od operatrici, che operano in ambiente esterno (tipicamente macchine utilizzate in agricoltura e nelle costruzioni), si deve intendere la caratteristica assoluta se le stesse siano a guida

automatica (senza operatore a bordo) o semi-automatica (o assistita con operatore che controlla in remoto) e in grado di ricevere dati relativi al compito da svolgere da un sistema centrale remoto (in questo caso ricadono anche i droni) situato nell'ambiente di fabbrica;

- per istruzioni si può intendere anche indicazioni, che dal sistema informativo di fabbrica vengano inviate alla macchina, legate alla pianificazione, alla schedulazione o al controllo avanzamento della produzione, senza necessariamente avere caratteristiche di attuazione o avvio della macchina.

3. La caratteristica dell'integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo specifica che la macchina/impianto debba essere integrata in una delle seguenti opzioni:

- Con il sistema logistico della fabbrica: in questo caso si può intendere sia una integrazione fisica che informativa. Ovvero, rientrano casi di integrazione fisica in cui la macchina/impianto sia asservita o in input o in output da un sistema di movimentazione/handling automatizzato o semiautomatizzato (ad es. rulliera, AGVs, sistemi aerei, robot, carroponte, ecc.) che sia a sua volta integrato con un altro elemento della fabbrica (ad es. un magazzino, un buffer o un'altra macchina/impianto, ecc.); oppure casi di integrazione informativa in cui sussista la tracciabilità dei prodotti/lotti realizzati mediante appositi sistemi di tracciamento automatizzati (p.e. codici a barre, tag RFID, ecc.) che permettano al sistema di gestione della logistica di fabbrica di registrare l'avanzamento, la posizione o altre informazioni di natura logistica dei beni, lotti o semilavorati oggetto del processo produttivo;
- Con la rete di fornitura: in questo caso si intende che la macchina/impianto sia in grado di scambiare dati (ad es. gestione degli ordini, dei lotti, delle date di consegna, ecc.) con altre macchine o più in generale, con i sistemi informativi, della rete di fornitura nella quale questa è inserita. Per rete di fornitura si deve intendere sia un fornitore a monte che un cliente a valle;
- Con altre macchine del ciclo produttivo: in questo caso si intende che la macchina in oggetto sia integrata in una logica di integrazione e

comunicazione M2M con un'altra macchina/impianto a monte e/o a valle (si richiama l'attenzione sul fatto che si parla di integrazione informativa, cioè scambio di dati o segnali, e non logistica già ricompresa nei casi precedenti);

4. La caratteristica dell'interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive specifica che la macchina/impianto deve essere dotata di un sistema hardware, a bordo macchina o in remoto (ad esempio attraverso dispositivi mobile, ecc.), di interfaccia con l'operatore per il monitoraggio e/o il controllo della macchina stessa. Per semplici e intuitive si intende che le interfacce devono garantire la lettura anche in una delle seguenti condizioni:
 - Con indosso i dispositivi di protezione individuale di cui deve essere dotato l'operatore;
 - Consentire la lettura senza errori nelle condizioni di situazione ambientale del reparto produttivo (illuminazione, posizionamento delle interfacce sulle macchine, presenza di agenti che possono sporcare o guastare i sistemi di interazione, ecc.).
5. La caratteristica "rispondenza ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro" specifica che la macchina/impianto deve rispondere ai requisiti previsti dalle norme in vigore.

Caratteristiche aggiuntive

Per poter beneficiare dell'agevolazione fiscale, i beni devono inoltre essere dotati di almeno due tra le seguenti caratteristiche:

- a) Sistemi di telemanutenzione e/o telediagnosi e/o controllo in remoto, specifica che la macchina/impianto debba prevedere almeno una delle seguenti caratteristiche:
 - Sistemi di telemanutenzione: si intendono sistemi che possono da remoto, in automatico o con la supervisione di un operatore, effettuare interventi di riparazione o di manutenzione su componenti della macchina/impianto. Si devono considerare inclusi anche i casi in cui un operatore sia tele-guidato in remoto (anche con ricorso a tecnologie di augmented reality, ecc.);
 - Sistemi di telediagnosi: sistemi che in automatico consentono la diagnosi sullo stato di salute di alcuni componenti della macchina/impianto;

- Controllo in remoto: si intendono sia le soluzioni di monitoraggio della macchine/impianto in anello aperto che le soluzioni di controllo in anello chiuso, sia in controllo digitale diretto che in supervisione, a condizione che ciò avvenga in remoto e non a bordo macchina.
- b) monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dei parametri di processo mediante opportuni set di sensori e adattività alle derive di processo. Il monitoraggio si intende non esclusivamente finalizzato alla conduzione della macchina o impianto, ma anche al solo monitoraggio delle condizioni o dei parametri di processo e all'eventuale arresto del processo al manifestarsi di anomalie che ne impediscono lo svolgimento (es. grezzo errato o mancante);
- c) caratteristiche di integrazione tra macchina fisica e/o impianto con la modellizzazione e/o la simulazione del proprio comportamento nello svolgimento del processo (sistema cyberfisico). Si fa riferimento al concetto del cosiddetto digital twin, ovvero della disponibilità di un modello virtuale o digitale del comportamento della macchina fisica o dell'impianto, sviluppato al fine di analizzarne il comportamento anche, ma non esclusivamente, con finalità predittive e di ottimizzazione del comportamento del processo stesso e dei parametri che lo caratterizzano. Sono inclusi modelli o simulazioni residenti sia su macchina che off-line come ad esempio i modelli generati tramite tecniche di machine learning.

2.2.2 Sistemi per l'assicurazione della qualità e della sostenibilità

Di seguito sono riportati i sistemi oggetto dell'iper ammortamento con una serie di esempi e spiegazioni a supporto dell'interpretazione: Esempi delle voci previste dalla relativa voce dell'allegato A, articolo 1 comma 9 della legge di bilancio sono:

- **sistemi di misura a coordinate e no (a contatto, non a contatto, sistemi ibridi, multi-sensore o basati su tomografia computerizzata tridimensionale) e relativa strumentazione per la verifica dei requisiti micro e macro-geometrici di prodotto per qualunque livello di scala dimensionale al fine di assicurare e tracciare la qualità del prodotto e che consentono di qualificare i processi di produzione in maniera documentabile e connessa al sistema informativo di fabbrica.** In questa voce sono comprese per esempio le Coordinate Measuring

Machine (CMM) utilizzate per l'ispezione geometrica, dimensionale e per l'identificazione di geometrie incognite.

- **altri sistemi di monitoraggio in process per assicurare e tracciare la qualità del prodotto o del processo produttivo e che consentono di qualificare i processi di produzione in maniera documentabile e connessa al sistema informativo di fabbrica**, diretta o indiretta. Sono compresi ad esempio i sistemi per il controllo di processo, il monitoraggio delle emissioni, delle vibrazioni, della temperatura e i sistemi per il controllo della forza e della potenza, i test di prodotto durante la fase di giunzione e assemblaggio industriale, le bilance di controllo peso, telecamere di controllo riempimento, stazioni di testing, validazione, collaudo e calibratura, ecc.;
- **sistemi per l'ispezione e la caratterizzazione dei materiali (ad esempio macchine di prova materiali, macchine per il collaudo dei prodotti realizzati, sistemi per prove o collaudi non distruttivi, tomografia) in grado di verificare le caratteristiche dei materiali in ingresso o in uscita al processo e che vanno a costituire il prodotto risultante a livello macro (ad esempio caratteristiche meccaniche) o micro (ad esempio porosità, inclusioni) e di generare opportuni report di collaudo da inserire nel sistema informativo aziendale;**
- **dispositivi intelligenti per il test delle polveri metalliche e sistemi di monitoraggio in continuo che consentono di qualificare i processi di produzione mediante tecnologie additive.** Ne sono un esempio sistemi utilizzati per il supporto tecnico, l'analisi e l'ispezione in termini di composizione, granulometria, flussometria, conservazione, e l'omogeneità delle polveri;
- **sistemi intelligenti e connessi di marcatura e tracciabilità dei lotti produttivi e/o dei singoli prodotti (ad esempio RFID Radio Frequency Identification).** In questo senso possono rientrare anche altre tecnologie quali Bar Code Reader, Pistole, Sistemi di riconoscimento etichette su trans-pallet, dispositivi IoT, sistemi di geolocalizzazione inbound/outbound;
- **sistemi di monitoraggio e controllo delle condizioni di lavoro delle macchine (ad esempio forze, coppia e potenza di lavorazione; usura tridimensionale degli utensili a bordo macchina; stato di componenti o sottoinsiemi delle macchine) e dei sistemi di produzione interfacciati con i sistemi informativi di fabbrica e/o con soluzioni cloud.** Si intendono per esempio, i sistemi dedicati alla

misura dell'utensile durante la truciolatura in termini di potenza, vibrazioni e sforzo e/o quelli dedicati al controllo geometrico dell'utensile post truciolatura;

- **strumenti e dispositivi per l'etichettatura, l'identificazione o la marcatura automatica dei prodotti, con collegamento con il codice e la matricola del prodotto stesso in modo da consentire ai manutentori di monitorare la costanza delle prestazioni dei prodotti nel tempo e di agire sul processo di progettazione dei futuri prodotti in maniera sinergica, consentendo il richiamo di prodotti difettosi o dannosi.** Ne sono un esempio sistemi capaci di stampare e applicare l'etichetta sui prodotti in automatico e quindi senza l'intervento dell'operatore;
- **componenti, sistemi e soluzioni intelligenti per la gestione, l'utilizzo efficiente e il monitoraggio dei consumi energetici e idrici e per la riduzione delle emissioni.** Questa voce si riferisce a quelle soluzioni che interagiscono a livello di macchine e componenti del sistema produttivo e basate sulla combinazione di sensori, sistemi di controllo e di elaborazione/simulazione connessi e in grado di gestire il consumo della risorsa energetica, idrica e per la riduzione delle emissioni in maniera intelligente recuperando o rilasciando energia in base allo stato del processo e delle macchine, ottimizzando la distribuzione di energia elettrica e minimizzando eventuali sovraccarichi (smart grid). Sono invece escluse soluzioni finalizzate alla produzione di energia (ad es. sistemi cogenerativi, sistemi di generazione di energia da qualunque fonte rinnovabile e non); si ricorda peraltro che queste ultime possono beneficiare di misure di agevolazione all'efficienza energetica già in vigore;
- **filtri e sistemi (si intendono anche impianti) di trattamento e recupero di acqua, aria, olio, sostanze chimiche, polveri con sistemi di segnalazione dell'efficienza filtrante e della presenza di anomalie o sostanze aliene al processo o pericolose, integrate con il sistema di fabbrica e in grado di avvisare gli operatori e/o di fermare le attività di macchine e impianti.**

2.2.3 Dispositivi per l'interazione uomo macchina e per il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica 4.0

Si precisa che, purché soggiacenti a una logica 4.0, sono agevolabili i dispositivi per l'interazione uomo macchina finalizzati al miglioramento della sicurezza del posto di lavoro. Di seguito sono riportati i beni strumentali oggetto dell'iper ammortamento con una serie di esempi e spiegazioni a supporto dell'interpretazione:

- **banchi e postazioni di lavoro dotati di soluzioni ergonomiche in grado di adattarli in maniera automatizzata alle caratteristiche fisiche degli operatori.** Ne sono un esempio postazioni di lavoro ergonomiche integrate in cui l'operatore ha a disposizione moduli di trasporto intelligenti (per l'approvvigionamento delle merci), terminali touch screen (con guida intuitiva delle attività per l'utente), illuminazione antiabbagliante e personalizzabile della postazione (per un'illuminazione ottimale della postazione di lavoro), elementi con braccio a snodo (per l'ottimizzazione ergonomica dello spazio di prelievo), tavolo di lavoro regolabile elettricamente in altezza (per un rapido adattamento a diverse condizioni fisiche e lavorative dell'operatore);
- **sistemi per il sollevamento/traslazione di parti pesanti o oggetti esposti ad alte temperature in grado di agevolare in maniera intelligente/robotizzata/interattiva il compito dell'operatore;**
- **dispositivi wearable, apparecchiature di comunicazione tra operatore/operatori e sistema produttivo, dispositivi di realtà aumentata e virtual reality.** Un esempio è costituito da dispositivi intelligenti in grado di fornire istruzioni sul lavoro e di visualizzare in real time i dati sul funzionamento delle macchine e sulle attività che gli operatori dovranno svolgere;
- **interfacce uomo-macchina (HMI) intelligenti che supportano l'operatore in termini di sicurezza ed efficienza delle operazioni di lavorazione, manutenzione, logistica.**

2.2.4 I beni immateriali oggetto della misura del super ammortamento

I beni immateriali (software, sistemi e system integration, piattaforme e applicazioni) che possono godere della agevolazione del super ammortamento elencato nell'Allegato B sono stati individuati con il criterio di essere strettamente legati ai processi aziendali connessi al concetto Industria 4.0. Si ricorda che:

- tali beni immateriali potranno godere dell'agevolazione solo nel caso in cui l'impresa abbia beneficiato della misura dell'iper ammortamento prima descritta;
- il bene immateriale non deve necessariamente riguardare gli stessi beni materiali che sono stati oggetto della misura dell'iper ammortamento;
- la lista dei software agevolati al 140% previsti nell'allegato B alla legge di bilancio 2017 fa riferimento ai soli software acquistati stand alone. I software necessari al funzionamento della macchina sono invece considerati parte della stessa e quindi agevolati al 250%.

L'elenco dei beni immateriali oggetto dell'agevolazione è di seguito riportato con alcuni commenti a supporto della corretta interpretazione:

- **Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la progettazione, definizione/qualificazione delle prestazioni e produzione di manufatti in materiali non convenzionali o ad alte prestazioni, in grado di permettere la progettazione, la modellazione 3D, la simulazione, la sperimentazione, la prototipazione e la verifica simultanea del processo produttivo, del prodotto e delle sue caratteristiche (funzionali e di impatto ambientale) e/o l'archiviazione digitale e integrata nel sistema informativo aziendale delle informazioni relative al ciclo di vita del prodotto (sistemi EDM, PDM, PLM, Big Data Analytics).** Si vuole precisare che:
 - la modellazione 3D si riferisce esclusivamente agli strumenti di progettazione di prodotto, sono invece inclusi gli strumenti di modellazione di processo e di sistemi produttivi in 2D;
 - affinché il tool sia incluso in questa voce, è sufficiente che una sola delle funzioni su elencate (ad es. progettazione, modellazione 3D, simulazione, sperimentazione, prototipazione e verifica simultanea, ecc.) sia disponibile.

- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la progettazione e la riprogettazione dei sistemi produttivi che tengano conto dei flussi dei materiali e delle informazioni.** In questa voce rientrano anche i tool di supporto alla progettazione fisica del layout, ecc.
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni di supporto alle decisioni in grado di interpretare dati analizzati dal campo e visualizzare agli operatori in linea specifiche azioni per migliorare la qualità del prodotto e l'efficienza del sistema di produzione.** Si precisa che:
 - per “operatori in linea” si devono intendere quelle figure che in qualche modo sono direttamente coinvolte nelle operazioni di monitoraggio e controllo della conduzione della macchina/impianto o che semplicemente devono essere informate sui dati dal campo. Pertanto, rientrano in questa voce anche quelle applicazioni che consentono la visualizzazione del dato in remoto utilizzando anche, ma non esclusivamente, dispositivi mobile;
 - per “efficienza” si devono intendere in senso lato le prestazioni della produttività, affidabilità, disponibilità, efficienza energetica, ecc. della macchina/impianto.
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la gestione e il coordinamento della produzione con elevate caratteristiche di integrazione delle attività di servizio, come la logistica interna ed esterna e la manutenzione (quali ad esempio sistemi di comunicazione intrafabbrica, bus di campo/fieldbus, sistemi SCADA, sistemi MES, sistemi CMMS, soluzioni innovative con caratteristiche riconducibili ai paradigmi dell'IoT e/o del cloud computing).** Si precisa che:
 - o solo i moduli di un sistema ERP dedicati alla gestione della produzione, alla logistica (interna ed esterna, i.e. sistemi di SCM) e alla manutenzione sono da ritenersi inclusi in questo allegato;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per il monitoraggio e controllo delle condizioni di lavoro delle macchine e dei sistemi di produzione interfacciati con i sistemi informativi di fabbrica e/o con soluzioni cloud.** Rientrano in questa voce anche quelle applicazioni che consentono il monitoraggio e il controllo anche in remoto utilizzando anche, ma non esclusivamente, dispositivi mobile;

- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni di realtà virtuale per lo studio realistico di componenti e operazioni (ad esempio di assemblaggio), sia in contesti immersivi o solo visuali.** Ne sono un esempio i visori che sovrappongono immagini e informazioni digitali agli oggetti fisici;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni di reverse modeling and engineering per la ricostruzione virtuale di contesti reali;**
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni in grado di comunicare e condividere dati, e informazioni sia tra loro che con l'ambiente e gli attori circostanti (Industrial Internet of Things) grazie a una rete di sensori intelligenti interconnessi.** Si precisa che si intende la condivisione dei dati anche in remoto. Esempi ne sono tutti i software con le seguenti capacità:
 - collezionare e organizzare i sensori, il device management, la visualizzazione e la sicurezza del collegamento verso il campo;
 - ricezione dati multiprotocollo: ad esempio http e MQTT;
 - capacità di utilizzare protocolli di messaggistica come MQTT che permettono la gestione di caratteristiche di trasporto dei dati su TCPIP come Quality Of Service e Reliability;
 - comando e controllo verso sensori e gateway;
 - scalabilità orizzontale delle componenti;
 - routing e filtraggio dei dati;
 - data streaming (Complex Event Processing);
 - capacità di mettere in sicurezza il canale di comunicazione, ad esempio con certificato SSL;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per il dispatching delle attività e l'instradamento dei prodotti nei sistemi produttivi;**
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la gestione della qualità a livello di sistema produttivo e dei relativi processi.** Si vuole evidenziare che non si fa riferimento a sistemi documentali di qualità, ma a sistemi attivi, in grado ad esempio di analizzare la qualità di prodotto attraverso analisi video per l'individuazione di pattern anomali e la generazione di alert al sistema di gestione della produzione;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per l'accesso a un insieme virtualizzato, condiviso e configurabile di risorse a supporto di processi**

produttivi e di gestione della produzione e/o della supply chain (cloud computing). Nel caso in cui una impresa acquisti un sistema ERP, i soli moduli di gestione della produzione o della supply chain, il cui valore deve quindi, ai fini del calcolo della quota di ammortamento, essere estrapolato dalle altre funzioni (i.e. amministrazione, finanza, ecc.) possono essere oggetto del beneficio fiscale in quanto rientrano in tale voce. Sono compresi in questa categoria anche le componenti necessarie per garantire l'interconnessione dei sistemi, come connettori e service bus;

- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per industrial analytics dedicati al trattamento e all'elaborazione dei big data provenienti dalla sensoristica IoT applicata in ambito industriale (Data Analytics & Visualization, Simulation e Forecasting).** Esempi sono piattaforme con le seguenti capacità:

- archiviazione, reporting e analisi delle informazioni e della gestione dei dati non strutturati (audio, video, immagini);
- capacità di acquisire ed elaborare dati tramite protocolli ad alte performance di messaggistica (es: MQTT);
- capacità di persistere dati su basi dati altamente scalabili e performanti (es: Data Lake, DB NoSQL e NewSQL, piattaforme specializzate su big data);
- capacità di analizzare serie storiche mediante algoritmi data driven (machine learning e/o deep learning), applicando modelli statistici di tipo sia predittivo che cognitivo, dedicati al monitoraggio dello stato di salute di impianti e attrezzature, alla previsione dei livelli di degrado prestazionale o di guasto, alternativi ai piani manutentivi tradizionali;

- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni di artificial intelligence & machine learning che consentono alle macchine di mostrare un'abilità e/o attività intelligente in campi specifici a garanzia della qualità del processo produttivo e del funzionamento affidabile del macchinario e/o dell'impianto.**

Si vuole precisare che il machine learning è un processo di analisi dati che ha come output il tuning di algoritmi in grado di descrivere statisticamente il comportamento di un sistema. Tale output viene utilizzato per dare ai sistemi abilità di previsione. Questo punto descrive piattaforme che utilizzano tale abilità, mentre il punto precedente è relativo a sistemi in grado di produrre tale abilità;

- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la produzione automatizzata e intelligente, caratterizzata da elevata capacità cognitiva, interazione e adattamento al contesto, autoapprendimento e riconfigurabilità (cybersystem).** Ne sono esempi le piattaforme in grado di analizzare l'ambiente attraverso i dati provenienti dai sensori ed effettuare una continua ottimizzazione dei sistemi decisionali, predittivi e d'interazione basati su deep e machine learning;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per l'utilizzo lungo le linee produttive di robot, robot collaborativi e macchine intelligenti per la sicurezza e la salute dei lavoratori, la qualità dei prodotti finali e la manutenzione predittiva.** Si tratta ad esempio dei sistemi che governano l'interazione di robot con l'ambiente circostante;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la gestione della realtà aumentata tramite wearable device.** Si sottolinea che in questa categoria si trovano sia sistemi operativi e applicazioni per visori di realtà aumentata e virtuale, ma anche di altri wearable (braccialetti, orologi, giubbotti, ecc.) che permettano di interagire nel sistema cyberfisico. In questo perimetro si trovano anche applicazioni per smartphone e tablet che abbiano queste caratteristiche;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per dispositivi e nuove interfacce tra uomo e macchina che consentano l'acquisizione, la veicolazione e l'elaborazione di informazioni in formato vocale, visuale e tattile.** Sono un esempio i sistemi di speech recognition ed eye tracking;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per l'intelligenza degli impianti che garantiscano meccanismi di efficienza energetica e di decentralizzazione in cui la produzione e/o lo stoccaggio di energia possono essere anche demandate (almeno parzialmente) alla fabbrica.** Ne sono esempi software per la gestione di smart grid locali e per la rappresentazione digitale dei modelli di consumo energetico dei macchinari;
- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la protezione di reti, dati, programmi, macchine e impianti da attacchi, danni e accessi non autorizzati (cybersecurity).** Alcuni esempi sono i sistemi di controllo degli accessi al sistema informatico, i sistemi di monitoraggio del traffico dati, i sistemi di crittazione dei

dati e dei canali di trasmissione, sistemi di gestione della privacy e sicurezza dei dati sensibili, sistemi per l'interazione sicura degli oggetti;

- **software, sistemi, piattaforme e applicazioni di virtual industrialization che, simulando virtualmente il nuovo ambiente e caricando le informazioni sui sistemi cyberfisici al termine di tutte le verifiche, consentono di evitare ore di test e di fermi macchina lungo le linee produttive reali.** Sono tutti i sistemi in grado di definire un digital twin del sistema reale, o attraverso una progettazione digitale di tutte le componenti o attraverso la costruzione della versione digitalizzata di oggetti e processi attraverso analisi data driven, su serie storiche di dati acquisiti. Si vuole segnalare che i software relativi alla gestione di impresa in senso lato non sono oggetto della agevolazione. Pertanto, un Customer Relationship Management (CRM), un configuratore di prodotto finalizzato alla vendita e non alla progettazione, un tool di Document Manager, Enterprise Performance Management e Business Process Management sono da ritenersi esclusi dal beneficio del super ammortamento.

3 Punti chiave dell'automazione

La quarta rivoluzione industriale viene comunemente associata ad un insieme di tecnologie, definite abilitanti: Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Additive Manufacturing, Big Data Analytics, Robotica Avanzata, Realtà Aumentata e Cybersecurity. Queste tecnologie sono, in molte realtà, già diffuse all'interno delle imprese, ma in questo momento la loro applicazione è ancora limitata e sporadica, essendo concentrata sul controllo di processo industriale. Il trend verso la digitalizzazione dell'industria è già da tempo consolidato all'interno dell'universo imprenditoriale, ma si deve sottolineare come la rivoluzione oggetto della seguente analisi non debba essere analizzata solamente in termini di produttività di efficienza dei processi produttivi, ma è di fondamentale importanza focalizzare l'attenzione sulle numerose e preziose opportunità che essa offre grazie alle nuove opportunità proposte. L'ottimizzazione del consumo delle risorse, l'abilitazione di nuovi modelli di business, la migliore gestione del ciclo di vita dei prodotti, il controllo e monitoraggio continuo dei mezzi di produzione, la riduzione del time-to-market, la customizzazione di massa e la possibilità di conoscere in tempo reale le esigenze dei consumatori sono solo alcuni dei molteplici vantaggi conseguenti all'interconnessione e all'integrazione dell'intero ecosistema, possibili grazie alle tecnologie sopra elencate (figura 3.1).

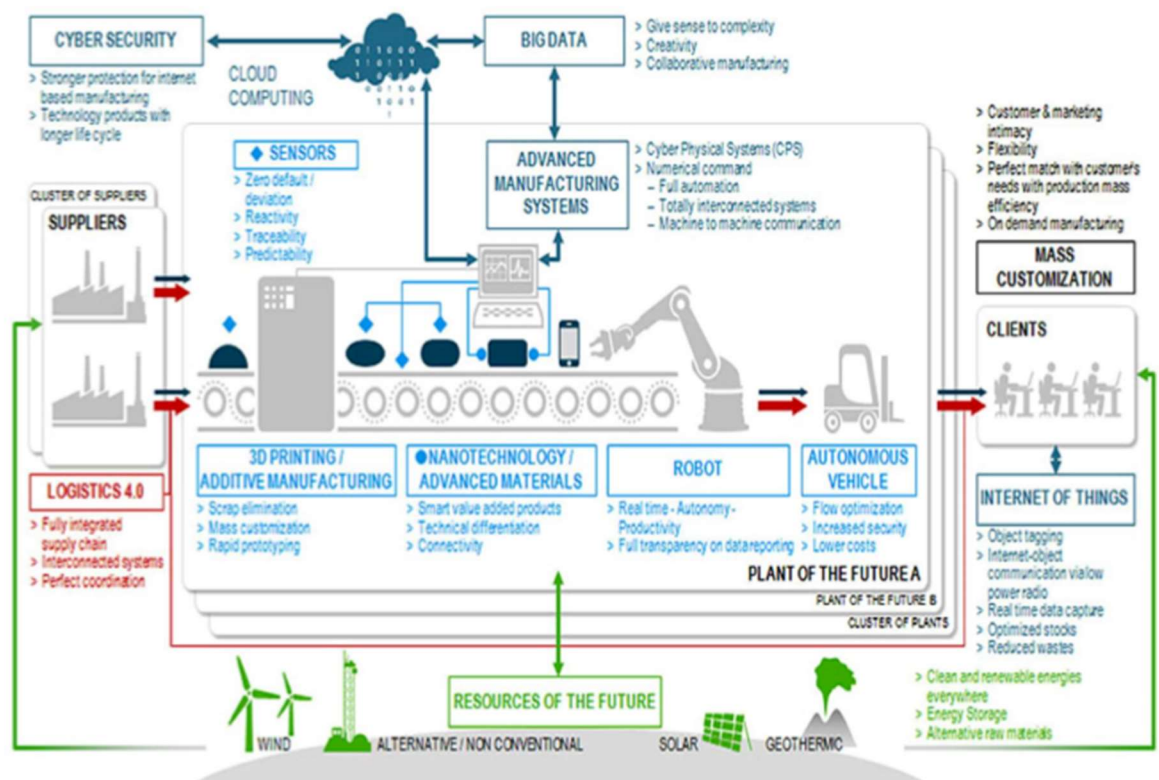


Figura 3.1: Esempio di ecosistema 4.0

Verranno di seguito esaminate nel dettaglio le singole tecnologie che caratterizzano questa rivoluzione tecnologica.

3.1 Internet Of Things (IoT)

L'Internet of Things si configura come un network di oggetti fisici che incorporano particolari tecnologie atte al rilevamento e alla trasmissione di dati attraverso una rete Internet. Mediante l'applicazione di opportuni sensori è possibile integrare il mondo virtuale dell'IT con il mondo reale (OT), andando così a plasmare un vero e proprio ecosistema nel quale, ad esempio, un prodotto diventa capace di trasmettere, ovunque ed in qualsiasi momento, informazioni sul proprio stato o sull'ambiente che lo circonda in tempo reale. Sebbene gli ambiti di applicazione della seguente tecnologia siano pressoché infiniti, l'attenzione sarà volta principalmente al mondo della manifattura. Numerosi sono i benefici che possono derivare dall'utilizzo dell'IoT nei settori produttivi; infatti, andando ad installare un insieme di sensori nelle varie fasi che compongono il processo produttivo, è possibile ottenere dati relativi a qualunque tipo di parametro, che permettono di intervenire tempestivamente in casi di malfunzionamento e di effettuare, in

questo modo, quella che viene definita manutenzione predittiva, evitando di incorrere in tempi morti e costi di setup.

3.1.1 Energy Saving

L'IoT può per esempio essere applicato con lo scopo di sviluppare soluzioni tecnologiche innovative in ambito energetico, applicabili anche a macchinari già esistenti, è possibile analizzare i tempi di lavoro e funzionamento dei macchinari e, tramite un'analisi dei dati raccolti, andare ad ottimizzare i consumi dei macchinari riducendone il consumo energetico nei momenti di inattività "ibernandoli" in una condizione di energy saving. Numerose aziende offrono anche soluzioni applicabili non solo a livello macchina, ma anche a livello di qualsiasi flusso aziendale: energia elettrica, gas combustibili, gas di processo, aria compressa, acqua.

Diventa così possibile intervenire rapidamente sulle principali inefficienze per ridurre i costi di produzione ma anche la spesa per climatizzare i capannoni.

Questo tipo di tecnologie oltre a rappresentare un vantaggio economico, comportando una riduzione dei costi, introduce anche una riduzione dell'impatto ambientale dell'azienda.

3.1.2 Manutenzione Predittiva

Si può applicare l'IoT anche in ambiti legati allo stato di salute della macchina tramite soluzioni che vanno a sviluppare processi di manutenzione predittiva la quale analizza dati provenienti dalla macchina e viene effettuata in base all'individuazione di precisi parametri: delle variazioni della temperatura di lubrificanti di una macchina, delle vibrazioni di un asse, la combustione dei fumi o del particolato presente nell'olio, possono infatti essere altrettanti segnali di usura o di guasti in arrivo; questo tipo di programma di manutenzione offre grandi risparmi sui costi perché, oltre a rilevare tempestivamente i guasti, consente anche di pianificare con largo anticipo i tempi di riparazione, le forniture e la manodopera necessaria per l'operazione.

Il suo principale inconveniente è la difficoltà di ottenere una risposta chiara e sicura, poiché non esiste un parametro o un insieme di parametri che rivela perfettamente lo stato dell'apparecchiatura.

3.1.3 Cambio Formato Assistito

Un'altra opportunità offerta da un uso efficiente dell'IoT è il cambio formato automatico su macchinari multiformato. comporta grandi vantaggi rispetto all'attrezzaggio mediante volantino, il risparmio di tempo è notevole, inoltre consente di ridurre al minimo gli scarti, poiché il cambio formato può essere riprodotto sempre con la massima precisione e la sua regolazione è automatica.

La tecnologia permette di adattare sia la comunicazione via bus sia il grado di protezione IP alle specifiche esigenze dei clienti, il tutto senza che cambi importanti misure. Il costruttore di macchine potrà così ridurre in maniera notevole i tempi necessari per adattare e modificare i macchinari secondo le richieste del cliente.

3.2 Big Data Analytics

I dati figurano indubbiamente tra i protagonisti principali della quarta rivoluzione industriale; la digitalizzazione dell'impresa comporta infatti la creazione di una grande quantità di informazioni, le quali necessitano di essere rese fruibili e, in seguito, analizzate al fine di divenire validi strumenti di supporto alle decisioni aziendali. Le potenzialità di tali tecnologie sono insite nel fatto che permettono, per esempio, di prevedere malfunzionamenti dalla raccolta di parametri anomali e di monitorare, controllare ed eventualmente misurare in tempo reale le performance dei processi di produzione. Inoltre, le attività di Data Analytics consentono anche uno studio approfondito dei propri clienti dal momento che rendono possibile la conoscenza delle loro tendenze e consuetudini, favorendo in questa maniera, qualora rientri tra gli obiettivi dell'organizzazione, la customizzazione di massa. In estrema sintesi, i dati rappresentano un concetto cardine dell'Industria 4.0 e una loro corretta analisi costituisce il prerequisito irrinunciabile per poter implementare con successo l'opportunità di una trasformazione digitale della fabbrica. La presente tecnologia abilitante, però, presenta una criticità non trascurabile: come sopra accennato, l'enorme massa di dati resa disponibile dalle funzioni aziendali digitalizzate necessita di un'accurata attività di raccolta ed analisi che, senza le infrastrutture per poter effettuare le suddette operazioni, porterebbe a trovarsi meramente in possesso di una quantità spropositata di informazioni prive di alcuna utilità.

3.2.1 Telecontrollo e Teleassistenza

L'analisi di dati può essere sfruttata al fine di sviluppare sistemi improntati all'analisi dei moltissimi dati resi disponibili dalla presenza di sensoristica e di renderli fruibili da remoto in qualsiasi momento su dispositivi opportunamente abilitati. Le attività ed i vantaggi competitivi di Teleassistenza e Telecontrollo sicuri possono essere sintetizzati come segue:

- Diagnosi, configurazione e programmazione via Internet
- Supporto tecnico qualificato quasi immediato agli utilizzatori di macchine ed impianti localizzati in tutto il mondo
- Generazione di ricavi aggiuntivi attraverso contratti di assistenza e manutenzione
- Consente di risparmiare i tempi ed i costi delle trasferte per assistenza in loco
- Supporto tecnico qualificato per più clienti contemporaneamente

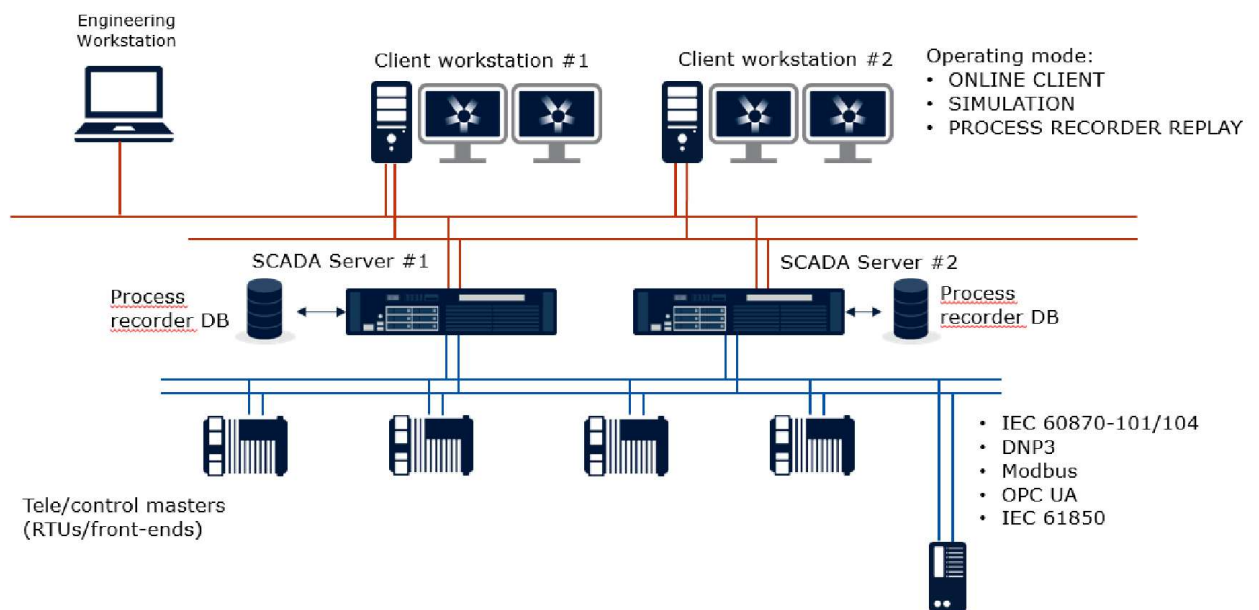


Figura 3.2: esempio di rete dotata di telecontrollo

Lo schema qui sopra rappresentato illustra una classica configurazione SCADA di un centro di telecontrollo con due server ridondati, una stazione client, una stazione di ingegneria e una stazione client che può assumere anche il ruolo di simulazione / process recorder replay.

La funzione “process recorder” si attiva attraverso la l’ambiente di configurazione SCADA, dalla stazione di ingegneria. La parte principale viene svolta dai server SCADA

(in questo caso in configurazione ridondata), i quali, oltre ad effettuare la classica funzione di supervisione e controllo, raccolgono i dati dal campo e li archiviano su un database specializzato per la funzione “process recorder”.

3.3 Cloud Computing

“Il Cloud è un’infrastruttura IT che permette l’archiviazione, il prelievo e la gestione di dati da una piattaforma condivisa fra più utenti dotati delle opportune credenziali di accesso.”¹

Questa tecnologia rende quindi possibile governare l’enorme quantità di dati generata dai sensori caratterizzanti l’IoT sopra descritto. Il Cloud Computing, tendenzialmente, si configura come un servizio erogato da terze parti secondo le modalità, i tempi e i costi decisi dagli utenti stessi, assolvendo chi ne usufruisce da ogni responsabilità in merito alla gestione e alla manutenzione, dal momento che si richiede come unico requisito la presenza di una connessione Internet. È una tecnologia molto flessibile che permette di modificare le condizioni contrattuali pattuite con il fornitore in tempo reale sulla base delle proprie esigenze. La sicurezza dei dati costituisce, senza alcun dubbio, la principale criticità derivante dall’adozione di un’infrastruttura Cloud: sarà infatti interesse dell’utente verificare l’affidabilità dell’azienda che eroga il servizio al fine di garantire un corretto trattamento delle informazioni caricate sulla piattaforma virtuale. Il Cloud Computing si suddivide secondo tre principali categorie di offerta:

- Software as a Service (SaaS), tramite un’interfaccia Web consente l’accesso alle proprie applicazioni, che vengono a loro volta gestite interamente dal provider di terze parti;
- Platform as a Service (PaaS), fornisce un ambiente virtuale per implementare soluzioni software e servizi online utilizzando strumenti messi a disposizione dal fornitore stesso. A differenza della prima, il PaaS richiede all’utente la gestione e l’aggiornamento delle proprie applicazioni;
- Infrastructure as a Service (IaaS), è una tipologia di servizio Cloud in cui il provider ospita all’interno della propria infrastruttura virtuale applicazioni e dati

¹ Michele Rossi, Marco Lombardi, La Fabbrica Digitale: Guida all’Industria 4.0, Milano, Tecniche Nuove, 2017.

appartenenti all'utente. La seguente modalità di pay-per-use offre l'opportunità all'utilizzatore di pagare solamente lo spazio fisico utilizzato garantendo, oltre ad un beneficio di tipo economico, anche un vantaggio in termini di efficienza, dal momento che colui che usufruisce del servizio è assolto completamente da ogni mansione inerente alla gestione della piattaforma Cloud.

3.4 Cybersecurity

In questo contesto di continua generazione di dati, che possono essere sensibili, relativi a persone, processi e prodotti, il tema della sicurezza informatica assume un'importanza di rilievo nel processo di digitalizzazione dell'impresa. Le informazioni generate da tecnologie come l'IoT, potrebbero essere utilizzate non solamente dalle aziende, ma anche da altri attori, quali fornitori e clienti finali, ragione per cui la garanzia di un corretto utilizzo e trattamento dei dati diventa necessario, se non obbligatorio.

1	Esiste ed è mantenuto aggiornato un inventario dei sistemi, dispositivi, software, servizi e applicazioni informatiche in uso all'interno del perimetro aziendale.
2	I servizi web (social network, cloud computing, posta elettronica, spazio web, ecc...) offerti da terze parti a cui si è registrati sono quelli strettamente necessari.
3	Sono individuate le informazioni, i dati e i sistemi critici per l'azienda affinché siano adeguatamente protetti.
4	È stato nominato un referente che sia responsabile per il coordinamento delle attività di gestione e di protezione delle informazioni e dei sistemi informatici.
5	Sono identificate e rispettate le leggi e/o i regolamenti con rilevanza in tema di cybersecurity che risultino applicabili per l'azienda.
6	Tutti i dispositivi che lo consentono sono dotati di software di protezione (antivirus, antimalware, ecc...) regolarmente aggiornato.
7	Le password sono diverse per ogni account, della complessità adeguata e viene valutato l'utilizzo dei sistemi di autenticazione più sicuri offerti dal provider del servizio (es. autenticazione a due fattori).
8	Il personale autorizzato all'accesso, remoto o locale, ai servizi informatici dispone di utenze personali non condivise con altri; l'accesso è opportunamente protetto; i vecchi account non più utilizzati sono disattivati.
9	Ogni utente può accedere solo alle informazioni e ai sistemi di cui necessita e/o di sua competenza.
10	Il personale è adeguatamente sensibilizzato e formato sui rischi di cybersecurity e sulle pratiche da adottare per l'impiego sicuro degli strumenti aziendali (es. riconoscere allegati e-mail, utilizzare solo software autorizzato, ...). I vertici aziendali hanno cura di predisporre per tutto il personale aziendale la formazione necessaria a fornire almeno le nozioni basilari di sicurezza.
11	La configurazione iniziale di tutti i sistemi e dispositivi è svolta da personale esperto, responsabile per la configurazione sicura degli stessi. Le credenziali di accesso di default sono sempre sostituite.
12	Sono eseguiti periodicamente backup delle informazioni e dei dati critici per l'azienda (identificati al controllo 3). I backup sono conservati in modo sicuro e verificati periodicamente.
13	Le reti e i sistemi sono protetti da accessi non autorizzati attraverso strumenti specifici (es: Firewall e altri dispositivi/software anti-intrusione).
14	In caso di incidente (es. venga rilevato un attacco o un malware) vengono informati i responsabili della sicurezza e i sistemi vengono messi in sicurezza da personale esperto.
15	Tutti i software in uso (inclusi i firmware) sono aggiornati all'ultima versione consigliata dal produttore. I dispositivi o i software obsoleti e non più aggiornabili sono dismessi.

Tabella 3.1: principali misure di precauzione in termini di Cybersecurity; Fonte: 2016 Italian Cybersecurity

“Sotto il termine Cybersecurity sono comprese tutte le pratiche, le tecnologie e le procedure volte a salvaguardare la sicurezza dei dati e la difesa da attacchi informatici di server, infrastrutture e sistemi di produzione.”²

² Michele Rossi, Marco Lombardi, La Fabbrica Digitale: Guida all'Industria 4.0, Milano, Tecniche Nuove, 2017

Come emerge dalla definizione appena esposta, la sicurezza informatica non riguarda unicamente l'adozione di sistemi, più o meno avanzati, di antivirus e protezione da attacchi hacker, ma include anche attività come l'individuazione di quelle che possono essere considerate informazioni critiche, al fine di limitarne l'accesso alle sole persone autorizzate e adottare misure per impedirne l'entrata in possesso da parte di eventuali cybercriminali o la divulgazione di informazioni sensibili.

3.5 Additive Manufacturing

Da un punto di vista tecnologico le stampanti tridimensionali non costituiscono un'innovazione di ultima generazione. La loro evoluzione nel tempo, tuttavia, ha portato alla possibilità di produrre qualsiasi tipo di prodotto con un abbattimento consistente degli sprechi. L'opportunità di plasmare un oggetto fisico partendo direttamente da una rappresentazione digitale, rappresenta un'occasione preziosa per il perseguimento di obiettivi quali la riduzione del time-to-market, la personalizzazione di massa, la riduzione dei costi di produzione e delle scorte. Il principale vantaggio di questa tecnologia consiste nel fatto che anche oggetti aventi forme e conformazioni particolarmente sofisticate diventano facilmente realizzabili in qualsiasi luogo e momento. La fase preliminare ad un eventuale adozione di una stampante 3D all'interno dell'azienda richiede, da parte degli organi competenti, un'attenta attività di re-ingegnerizzazione degli oggetti che possono effettivamente essere realizzati mediante manifattura additiva accompagnata da un'analisi dei fattori economici nella loro totalità. Essendo, infatti, una tecnologia molto costosa e spesso difficile da gestire, potrebbe rivelarsi molto più conveniente rivolgersi a società il cui core business sia proprio quello di produrre per terze parti.

3.6 Robotica Avanzata

Similmente al caso delle stampanti tridimensionali, anche i robot sono ormai una presenza consolidata e diffusa all'interno delle imprese, ma la robotica avanzata fa riferimento al progresso di cui essi sono stati protagonisti. Tale espressione, infatti, allude a quelli che vengono definiti CoBot, dall'inglese Collaborative Robot, progettati con lo scopo di operare a stretto contatto con gli umani condividendo con loro i luoghi di lavoro. Essi sono, infatti, dotati di sensori che consentono loro di riconoscere la presenza di

eventuali operatori e di interrompere la propria attività qualora si dovesse verificare un urto con uno di questi e di riavviarsi una volta rientrato il pericolo di impatto. Ne risente, conseguentemente, in maniera considerevole la sicurezza dei lavoratori, dal momento che queste macchine di ultima generazione possiedono dei meccanismi di telecamere speciali che garantiscono un controllo continuativo dell'ambiente che li circonda abbattendo drasticamente le probabilità che si verifichino gravi incidenti. Allo stesso tempo, però, occorre sottolineare come sia impossibile scongiurare eventuali errori commessi da parte degli umani, ragione per la quale si rivela necessario formare ed addestrare le persone ad interfacciarsi nella maniera più idonea con queste nuove tecnologie. Tra i principali benefici apportati da queste “macchine intelligenti” uno consiste nella loro facilità di riprogrammazione che permette una loro collocazione in differenti aree di lavoro conferendo flessibilità ai processi produttivi. Quanto più i CoBot vengono integrati con altre tecnologie caratteristiche dell'industria 4.0 come, per esempio, IoT, Big Data e Cloud Computing, tanto più risulterà possibile implementare il cosiddetto machine learning, ossia la capacità da parte della macchina di apprendere autonomamente senza la necessità di essere riprogrammata.



Figura 3.3: Esempio di Robot Collaborativo ABB.

3.7 Realtà Aumentata e Dispositivi Indossabili

La realtà aumentata permette di estendere la normale percezione sensoriale dell'uomo,

“mediante informazioni in genere manipolate e convogliate elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi”.³

Attraverso l'utilizzo sia di dispositivi portatili a grade diffusione (smartphone e tablet), sia di particolari dispositivi, definiti “wearable”, è possibile visualizzare il mondo reale arricchito di veri e propri oggetti virtuali che permettono all'operatore di entrare in possesso di una mole di informazioni di gran lunga maggiore rispetto a quelli a cui avrebbe accesso senza l'utilizzo dei suddetti devices. Questo permette di semplificare in maniera drastica operazioni molto complesse quali, ad esempio, manutenzioni e riparazioni. La possibilità di visualizzare le modalità di intervento dettagliate, infatti, rappresenta un'enorme opportunità resa possibile dalla suddetta tecnologia mentre si sta compiendo un'attività critica o altamente specializzata.

I cosiddetti dispositivi “wearable” sono apparecchiature elettroniche provviste di particolari sensori che, programmati a dovere, consentono l'elaborazione di informazioni. Nella maggior parte dei casi si tratta di occhiali, braccialetti e orologi “smart” capaci di analizzare i dati e convertirli successivamente in una forma di comunicazione percepibile e comprensibile dall'operatore che li indossa. Anche per quanto riguarda questa tecnologia oltre ai vantaggi di tipo operativo, come il miglioramento dell'efficienza dei processi e la semplificazione consistente di mansioni complicate o ad alta specializzazione, è necessario mettere in evidenza i benefici apportati in termini di sicurezza sul posto di lavoro sia per gli operatori che per i mezzi di produzione. Infatti, i dispositivi appena descritti sono capaci di misurare e monitorare lo stato di salute del lavoratore attraverso indicatori chiave, come il battito cardiaco, al fine di limitare al minimo gli infortuni e gli incidenti sul lavoro.

La realtà aumentata, in sintesi, non ha come obiettivo quello di sostituire la realtà, ma al contrario, ha come fine ultimo quello di incrementarne le possibilità secondo modalità interattive e in tempo reale e rendendo fruibili informazioni altrimenti inaccessibili alla limitata sensibilità umana.

³ Indagine conoscitiva su “Industria 4.0”. Quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali.

3.8 Horizontal/Vertical integration

L'adozione di tecnologie interconnesse, in grado di analizzare big data e creare sistemi aperti di condivisione dati ed informazioni in tempo reale, genera una possibilità per la digitalizzazione e l'integrazione lungo la value-chain, con il fine di creare efficienti catene automatizzate in grado di ridurre costi di inventario e tempi attraverso un miglior coordinamento delle attività produttive e non. L'integrazione, che avviene sia orizzontalmente, attraverso l'intera organizzazione (dallo sviluppo del prodotto all'acquisto, passando dalla produzione, logistica e servizi), che verticalmente, coinvolgendo tutti i partner chiave della catena del valore (dai fornitori, alle aziende, fino ai consumatori).

3.8.1 Manualistica e Documentazione Interattiva

Un esempio di integrazione verticale, nei confronti del cliente, è la documentazione interattiva; quest'ultima rende infatti fruibile in vari formati su qualsiasi dispositivo elettronico le documentazioni ed i manuali utili legati a qualsiasi ambito del prodotto trattato: manuali d'uso, manuali officina, manuali riparazione, circuiti elettrici, troubleshooting, catalogo ricambi e documentazione tecnica di qualsivoglia genere che può essere fornita tramite device elettronici di qualunque genere o da remoto, sia in cloud che sul web.

3.9 Simulation

L'adozione di tecnologie e macchine interconnesse darà la possibilità di attuare simulazioni efficaci sulle diverse linee di produzione al fine di ottimizzare i processi industriali. Queste simulazioni faranno leva sullo sfruttamento di dati in tempo reale, in modo tale da rispecchiare la realtà materiale in un modello virtuale, che garantirà agli operatori di poter testare ed ottimizzare il setting dei macchinari coinvolti nel processo produttivo nel mondo virtuale prima ancora che nel mondo fisico. Sarà in questo modo possibile attuare modifiche e correzioni nel processo produttivo di uno specifico prodotto senza dover affrontare gli onerosi costi derivanti dal learning-by-doing, ridurre il tempo

di set-up delle macchine ed incrementare la qualità dei processi industriali e, conseguentemente, dei prodotti realizzati.

Capitolo II: Abrigo S.P.A.

4 Abrigo S.P.A.



Figura 4.1: Logo dell'azienda

4.1 L'Azienda

Dal 1979, Abrigo S.p.A. è punto di riferimento internazionale per l'automazione applicata all'industria food e non-food per linee di packaging e taglio a ultrasuoni. L'azienda offre soluzioni robotizzate, 100% Made in Italy, che garantiscono prestazioni all'avanguardia durature nel tempo. Lo sviluppo dei macchinari parte dalle esigenze del cliente, e vengono proposte soluzioni in grado di adattarsi a linee e layout già esistenti. È offerta la possibilità di progettare sistemi modulari e scalabili, fino alla realizzazione di linee complete con l'aiuto dei partner aziendali.



Figura 4.2: Esempio di soluzione di confezionamento offerto dall'azienda

4.2 La storia

1979 - Nasce Abrigo

Angelo Abrigo fonda l'azienda ad Alba, capitale delle Langhe, celebre polo internazionale dell'industria alimentare e della produzione vitivinicola. Il primo nucleo aziendale è una piccola officina per la manutenzione e la costruzione di componenti meccaniche.

1983 – Dalle componenti alle macchine industriali

Grazie alla collaborazione con importanti gruppi dolciari del Piemonte, Abrigo affianca la costruzione della componentistica alla progettazione e realizzazione di macchinari completi.

1993 – L'avvento del digitale

La matita, i lucidi e il tecnigrafo lasciano posto al disegno digitale. La collaborazione con la scuola professionale di Alba porta all'acquisto del primo calcolatore per la progettazione CAD.

1995 – Taglio ad ultrasuoni

Viene realizzata la prima macchina per il taglio industriale ad ultrasuoni.

1995 – Primo impianto automatico di handling e packaging

Viene realizzata la nostra linea automatica per il packaging in cui meccanica ed elettronica sono progettate dai nostri reparti specializzati.

1995 – Primo impianto automatico di handling e packaging

Viene realizzata la nostra linea automatica per il packaging in cui meccanica ed elettronica sono progettate dai nostri reparti specializzati.

1999 – Packaging robotizzato

Abrigo applica i primi robot industriali su macchine specializzate nel settore food e non food.

2002 – Verso nuovi mercati

Abrigo espande gli orizzonti presentando il proprio know how sui mercati internazionali del packaging e dei sistemi robotizzati per l'industria alimentare.

2005 – Abrigo Canada

A Brantford, Ontario, nasce la filiale Canada di Abrigo Spa, azienda specializzata nella vendita e nell'assistenza post-vendita degli impianti progettati e costruiti in Italia.

2012 – Costituzione ADNET

Abrigo è cofondatore dell'ADNET, società consortile che – assieme a qualificati partner – offre soluzioni di automazione industriale per ordini e commesse dall'alto valore tecnologico ed economico.

2014 e 2015 - Cina e India

Abrigo apre le proprie succursali ad Hangzhou, in Cina, e a Bhosari, in India.

4.3 I Valori Aziendali

Sistemi Integrati e Personalizzati

“Creiamo per armonizzare, armonizziamo per creare”

Su richiesta del cliente, grazie alla collaborazione con partner e fornitori di fiducia, l'azienda è in grado di progettare e costruire linee complete, armonizzando e integrando il lavoro di ciascuna macchina. Il focus si pone sempre soluzioni su misura, sartoriali, confezionate seguendo nel dettaglio le esigenze e le necessità del cliente. Ogni macchina è progettata per essere perfettamente integrabile agli impianti e ai layout preesistenti, operando in sinergia con il sistema industriale. Le soluzioni proposte includono tutte le attrezzature necessarie per collegare le parti della linea, gestire i flussi di prodotto ed effettuare i necessari controlli di qualità lungo le diverse parti del ciclo produttivo.

Versatilità E Flessibilità

“Pronti al cambiamento, in qualsiasi momento”

Viene garantita una repentina capacità di adattamento e un controllo verticale della filiera. In ogni fase della lavorazione – dalla definizione delle specifiche tecniche alla progettazione esecutiva, strutturale e impiantistica – è possibile operare modifiche e variazioni al progetto, agendo con tempestività ed efficacia nella risoluzione dei problemi, sempre a stretto contatto con il cliente e le sue esigenze.

Affidabilità

“Soluzioni che durano nel tempo”

Le macchine vengono progettate in modo da garantire soluzioni che durino nel tempo e richiedano la minore assistenza possibile. Affidabilità significa anche rispetto assoluto delle consegne: gli impegni vengono presi ottimizzando i tempi di lavoro e consegna delle soluzioni «chiavi in mano» al cliente.

Ricerca E Innovazione

“Valorizziamo le nuove idee e le persone creative”

I tecnici e progettisti studiano soluzioni e prodotti utilizzando le ultime tecnologie disponibili sul mercato. L'azienda collabora in modo attivo con il Politecnico di Torino, polo di eccellenza ingegneristica a livello globale, valorizzando le nuove idee e le persone creative. Innovazione significa anche sicurezza: l'azienda dispone di macchine robotizzate per simulazioni di avanprogetto, stazioni di calcolo a elementi finiti e laboratori elettronici per sperimentazioni su componenti e sistemi. Le tecnologie vengono consegnate solo dopo attenti test e minuziosi collaudi interni. Ricerca significa anche collaborazione tra uffici e reparti che lavorano fianco a fianco nella sede di Alba, per migliorare, quotidianamente, la qualità e l'efficienza dei sistemi.

Formazione

“La migliore assistenza parte dalla formazione”

L’obbiettivo è fornire soluzioni «chiavi in mano», immediatamente operative, in grado di minimizzare i tempi di start-up. Accanto alla progettazione e al collaudo, i tecnici forniscono una formazione completa al personale del cliente addetto alla gestione dei macchinari di linea.

Assistenza After Sale

“Ci siamo, quando ne avete più bisogno”

Parte integrante delle soluzioni Abrigo è l’assistenza lungo il ciclo vita della macchina, sia sulla parte software sia su quella dell’hardware. Vengono offerti monitoraggio dei clienti in ogni parte del mondo e viene offerta assistenza tecnica a distanza o direttamente in loco.

Teleassistenza e tecnologie predittive

Attraverso sistemi di teleassistenza integrati, gli ingegneri monitorano ogni macchina Abrigo in remoto per la risoluzione di problemi software o hardware. Vengono montate tecnologie preventive e di manutenzione predittiva che analizzano i dati sull’uso e l’usura dei nostri sistemi: un controllo 24/7 su tutte le linee, che permettendo interventi tempestivi ed efficaci, prima ancora che insorgano problemi.

Assistenza on site

In accordo con il cliente e in base al livello di assistenza, i tecnici e ingegneri specializzati possono intervenire direttamente in loco. Grazie alle filiali internazionali vengono garantite assistenza diretta in ogni parte del mondo in cui siano state installate macchine.

Modularità

“Macchine personalizzate e uniche”

Le macchine prodotte sono personalizzate e uniche, e tuttavia posseggono alti standard di modularità. Le soluzioni si applicano a molteplici ambiti produttivi, sono implementabili

e facilmente adattabili a piccole realtà bisognose di una prima automazione come ai grandi gruppi operanti a livello internazionale.

Sostenibilità

“Una produzione sostenibile”

È principio aziendale credere in un mondo il cui ecosistema che ci sostiene è un patrimonio da conservare, non una risorsa da saccheggiare. È per questo che, negli ultimi anni, si è fatto della responsabilità ambientale un obiettivo strategico. Gli impianti si alimentano con energia fotovoltaica. Il riscaldamento dei locali è autonomo e si alimenta utilizzando fonti rinnovabili come pellet, legno e biomasse. Viene posta particolare attenzione alla differenziazione dei rifiuti industriali, per facilitarne il recupero e il riciclo.

Componenti intelligenti

Quando progettiamo i nostri sistemi pensiamo anche al risparmio del cliente: accessori, parti meccaniche e motori sono scelti e ottimizzati per garantire performance eccellenti minimizzando il consumo e lo spreco di energia.

4.4 Tecnologia

L'obiettivo è fornire soluzioni «chiavi in mano»: tecnologie modulari e macchine uniche, personalizzate nei dettagli, pronte a adattarsi ai layout preesistenti.

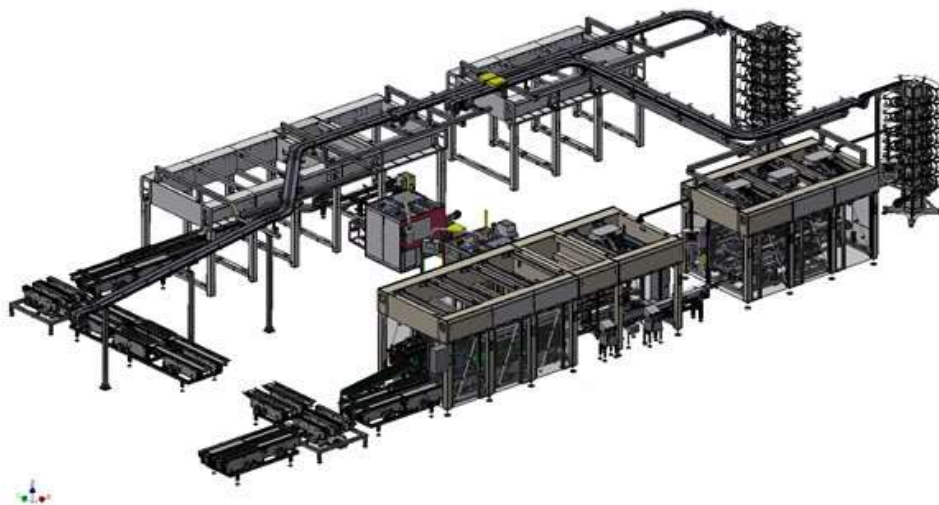


Figura 4.3: CAD di una catena di confezionamento

Le tecnologie proposte si integrano tra loro e con gli impianti dei clienti per realizzare sistemi di automazione in grado di soddisfare diverse esigenze produttive.

Soluzioni che includono tutte le attrezzature necessarie per collegare le diverse parti della linea, gestire i flussi di prodotto, effettuare i necessari controlli di qualità nelle diverse parti del ciclo produttivo.

Modularità e Scalabilità

Questo è il concetto che ha guidato la progettazione del MRS, ovvero Modular Robotic System.

Abrigo è stata una delle prime aziende ad applicare i robot industriali al confezionamento di prodotti alimentari. La flessibilità operativa dei robot, unita alla realizzazione di dispositivi dedicati alla specifica funzione richiesta e di dettagli personalizzati su prodotti e confezioni da trattare, hanno consentito di ottenere sistemi che hanno elevate caratteristiche di modularità e scalabilità.

Prodotti Trattati

I prodotti possono arrivare alle macchine Abrigo in diversi modi: in fila ordinata, in teglie o vassoi, senza ordine né orientamento; per ognuna di queste viene sviluppata la soluzione più adatta. I prodotti trattati principalmente sono i seguenti:

- Packaging cioccolato
- Cioccolatini nudi e incartati
- Prodotti da forno nudi
- Prodotti Flowpackati
- Barattoli e bottiglie
- Astucci in cartone
- Buste a cuscino
- Buste a fondo piatto
- Prodotti con incarto diverso
- Doypack
- Affettati
- Carne

Confezioni Ottenibili

I prodotti possono essere posti in contenitori di diverso tipo, oppure alimentati a macchine confezionatrici del cliente o proposte da noi. Le confezioni ottenibili sono:

- Flowpack
- Multipack
- Con coperchio laterale
- Espositori
- Termoformati
- Scatole americane
- Scatole fondo con coperchio
- Imballaggi personalizzati
- Vaschette termoformate
- Shells

Taglio ad Ultrasuoni

La specializzazione nel taglio a ultrasuoni in ambito alimentare risale agli anni '90. Da allora, i sistemi di taglio e porzionatura sono stati ingegnerizzati per massimizzarne i vantaggi:

- Grande qualità estetica del taglio
- Alto livello di pulizia ed igiene
- Minimo scarto di prodotto

Livelli di sanitizzazione elevati, possibilità di auto-pulitura delle lame, opzione di taglio ad inseguimento, completa programmabilità del tipo di taglio, massima versatilità di utilizzo, minima manutenzione e teleassistenza sono le parole chiave che descrivono i nostri sistemi.

I semilavorati in ingresso alle nostre possono provenire da linee automatiche come da carico manuale, e possono essere rotondi, rettangolari o in filoni continui; per ognuna di queste situazioni viene fornita la soluzione appropriata.

Le tipologie di taglio supportate sono:

- a spicchi

- trasversali
- quadrati
- obliqui

I prodotti che possono essere tagliati sono:

- Torte da forno
- Torte di pasticceria
- Layer cakes
- Prodotti da teglia rettangolare
- Prodotti in filoni continui da dividere in barrette
- Prodotti congelati
- Prodotti caseari
- Carne

Linee Speciali

Il know-how sviluppato dalla Abrigo nei campi della manipolazione robotizzata nella movimentazione di prodotti, nell'integrazione di diverse tecnologie in un unico sistema ha permesso di sviluppare applicazioni speciali fianco a fianco con la committenza. Nei casi in cui le soluzioni standard non siano risultate sufficienti a rispondere alle esigenze produttive, la Abrigo ha lavorato in piena partnership con i propri clienti, progettando e realizzando soluzioni ad hoc.

Capitolo III

La macchina da fiera

5 Macchina da fiera

Abrigo S.P.A. intende partecipare alla fiera di Düsseldorf Interpack 2020 con un nuovo prototipo di macchinario forma-riempi multiformato che rappresenta per l'azienda uno step innovativo sotto diversi punti di vista: vi sono infatti sia innovazioni di processo, in cui scenderemo più nel dettaglio in seguito, sia dal punto di vista tecnologico.

5.1 Caratteristiche innovative di processo

La macchina in questione è una soluzione di packaging secondario, nello specifico è un'inscatolatrice di barattoli multiformato.

La prima grande novità è rappresentata dalla tipologia di riempimento della confezione. Questa è la prima volta che Abrigo S.P.A. sviluppa un macchinario in logica side loading anziché top loading. Questa innovazione comporta la necessità di introdurre adeguamenti, se infatti in top loading i prodotti vengono inseriti in una scatola già piegata ed incollata, questo non sarà invece possibile per un side loading, dove la piegatura del cartone avviene in seguito al posizionamento del prodotto sul cartone stesso. Questa variazione comporta il coinvolgimento di due robot nel processo di confezionamento: uno di essi si occuperà del recupero del giusto numero di prodotti mentre il secondo ne assicurerà il corretto posizionamento e mantenimento nella corretta posizione durante il processo di piegatura della confezione attorno al prodotto. Dal momento che la macchina è multiformato i robot dovranno essere regolabili in maniera da poter variare il numero e la misura dei barattoli mobilitati ad ogni ciclo.

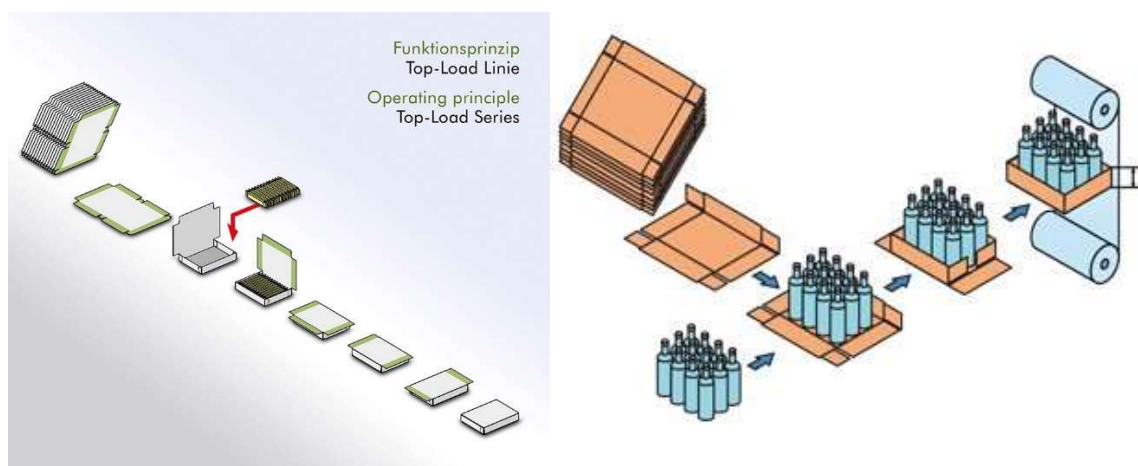


Figure 5.1 e 5.2: Rappresentazione qualitativa di un ciclo top loading (a sinistra) e di uno side loading (destra)

La seconda grande novità dal punto di vista delle scelte tecniche nasce sempre dall'esigenza del macchinario di essere un multiformato. Dal momento che le confezioni supportate si inseriranno in un range piuttosto ampio di dimensione del cartone supportato si è optato per escludere un nastro di trasporto con guide meccaniche per evitare la presenza di spazi vuoti eccessivamente ampi nel caso del formato minimo supportato, che peraltro, assunte costanti le altre velocità del macchinario, comporterebbe un aumento eccessivo della velocità del nastro di mobilitazione dei cartoni per restare al passo degli altri processi e garantire costante il numero di prodotti confezionati nell'unità di tempo. In sostituzione delle guide meccaniche ci si è orientati verso un nastro forato con un sistema di depressurizzazione che tende a trattenere il cartone a contatto col nastro grazie alla depressione prodotta da dei generatori di vuoto. Questa soluzione si adatta a qualsiasi tipo di cartone nel range previsto senza dover andare ad influenzare pesantemente sulle velocità operative del nastro come nella soluzione meccanica.



Figure 5.3 e 5.4: esempi di nastro aspirante a sinistra e nastro a montante a destra

5.2 Funzionamento della macchina

La macchina può essere suddivisa in principalmente due processi che avvengono parallelamente e convogliano nel processo di formatura. I processi verranno analizzati in seguito distinguendo il lato prodotto da quello imballaggi.

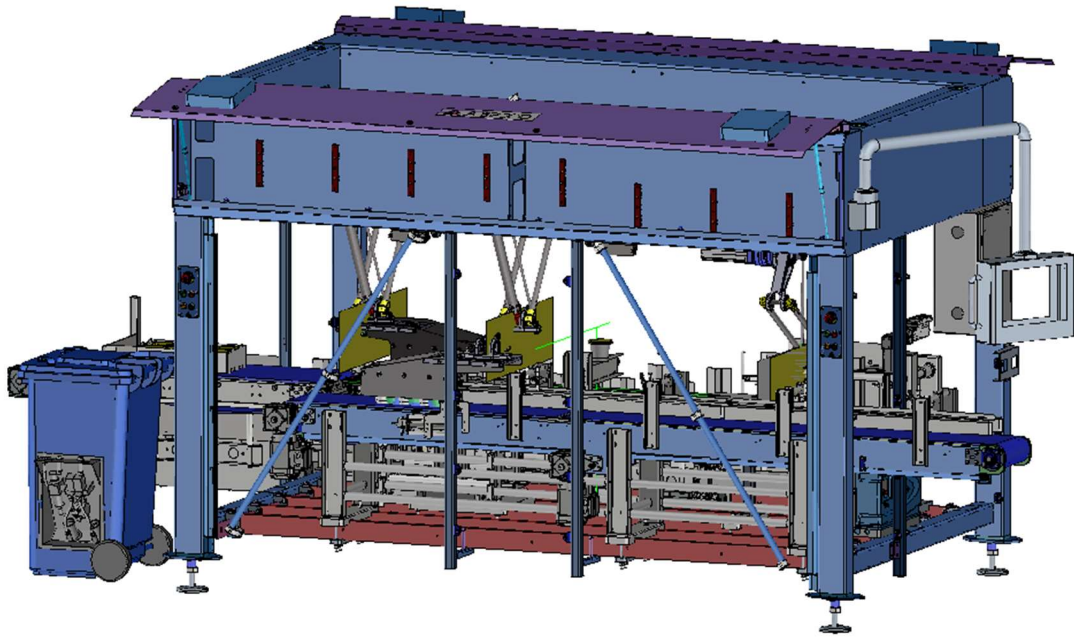


Figura 5.5: Modello CAD del complessivo della macchina

5.2.1 Approvvigionamento prodotto verso Loading

La macchina riceverà in input tramite un nastro proveniente dal packaging primario i prodotti da inscatolare. I barattoli saranno serviti alle successive fasi di processo ordinati da delle guide (regolabili a seconda del formato).

I prodotti verranno forniti su una singola fila, ed il primo robot le disporrà tramite una “pala” su due file uguali che verranno poi insieme portate verso la formatura.

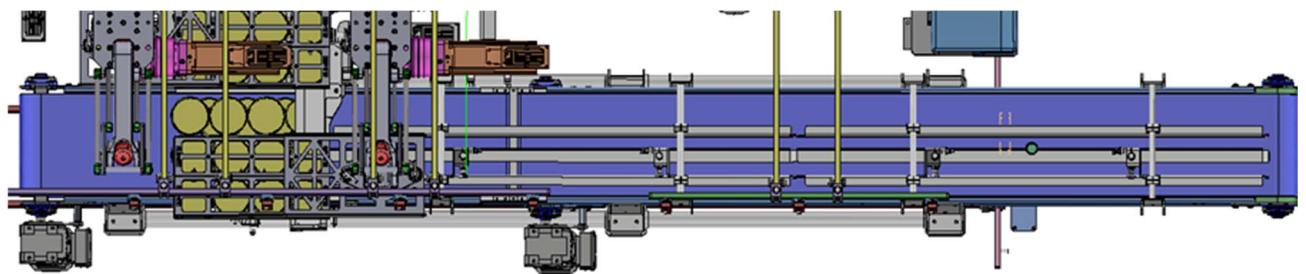


Figura 5.6: Modello CAD del nastro di approvvigionamento del prodotto in ingresso

5.2.2 Fase di carico (side load) del prodotto

Alla fase di avvicinamento del prodotto segue una coppia di robot che lavorano in sequenza:

- il primo mobiliterà il prodotto in una zona intermedia identificata in una piattaforma basculante;
- il secondo posizionerà, con l'ausilio della suddetta piattaforma, i barattoli sul cartone per l'imballo e li manterrà in posizione durante il processo di formatura;

come per le guide in precedenza in questo caso ad essere regolati saranno gli organi di presa dei robot, che dovranno adattarsi al numero di prodotti ed alla dimensione previsti dal formato in uso. I barattoli vengono fisicamente spinti dalle “pale” visibili nella figura seguente, la seconda delle quali fungerà anche da struttura di contrasto nella fase di formazione della scatola di imballaggio.

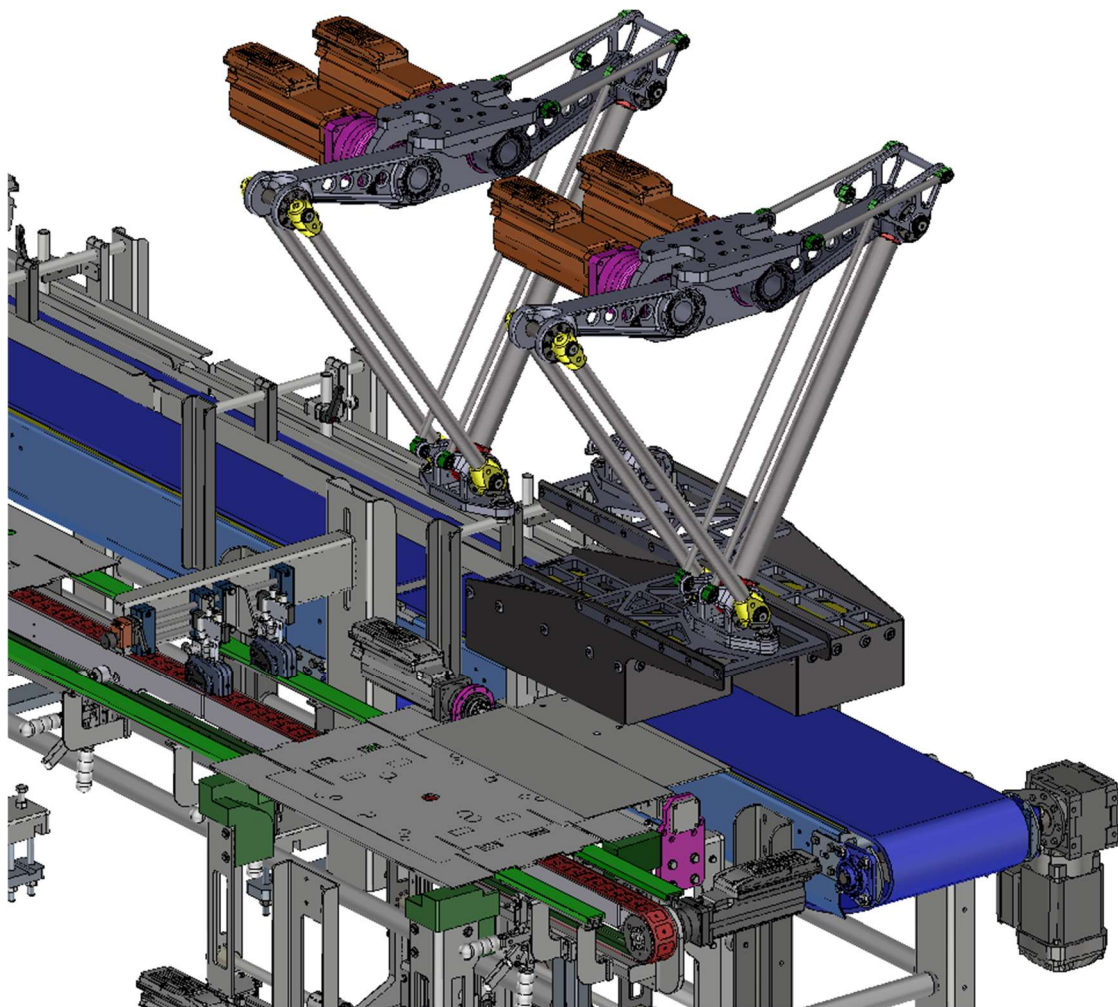


Figura 5.7: Modello CAD del blocco di side loading con i due robot di approvvigionamento

5.2.3 Approvvigionamento lato imballaggio

La macchina presenta un magazzino di approvvigionamento per i fogli di cartone che costituiranno l'involucro dell'imballaggio, il carico dei cartoni nel avviene manualmente (nella zona all'estrema destra della figura 5.8). Visti i limiti di ingombri e l'esigenza di ricariche non troppo frequenti si è introdotto un nastro che sposta delle pile di cartoni che funzionano in maniera simile a dei caricatori: all'estremità sinistra, al termine del nastro trasportatore, vi è un organo (che andrà regolato a seconda del formato in uso) che solleverà la pila di cartoni in utilizzo per servirla sempre alla stessa quota alla fase seguente di processo.

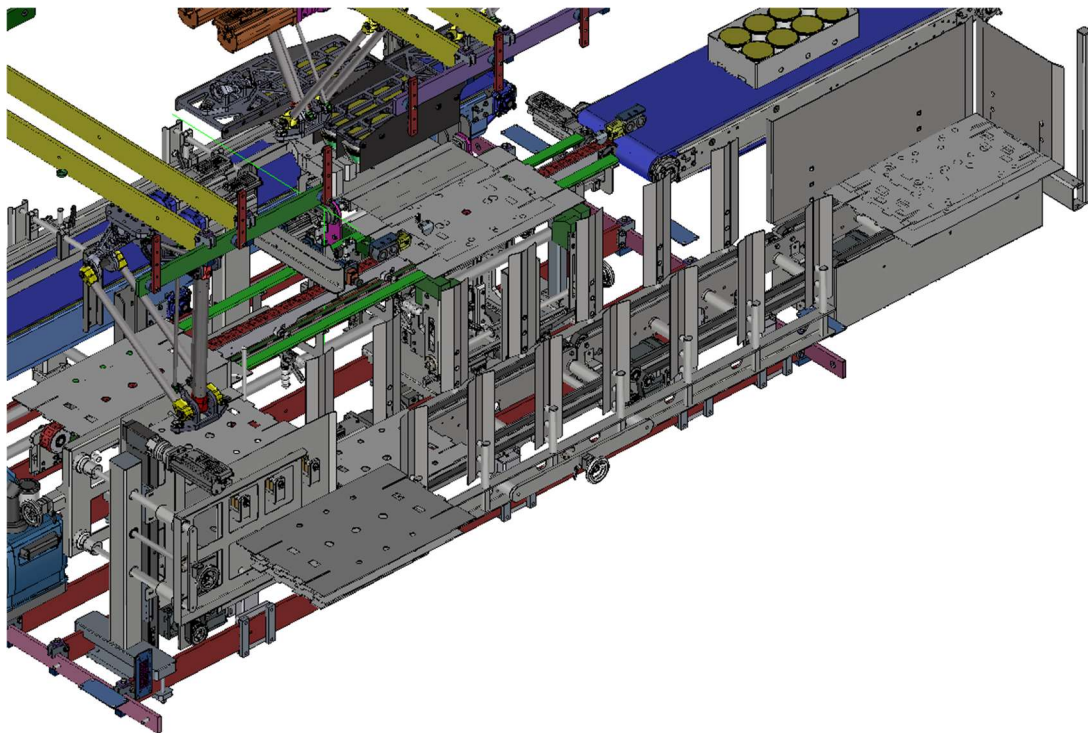


Figura 5.8: Modello CAD del magazzino di cartoni e della sfogliatrice

Un robot, tramite l'utilizzo di ventose, preleva i fogli di cartone dalla pila in uso per depositarli sul nastro a risucchio di cui si è parlato in precedenza, che mobilerà il cartone in direzione della formatrice. Nel tratto in movimento, immediatamente prima del raggiungimento della formatrice sul cartone verrà depositata tramite pistole automatiche la colla necessaria alla creazione della scatola sulle facce in cui avverrà l'incollaggio.

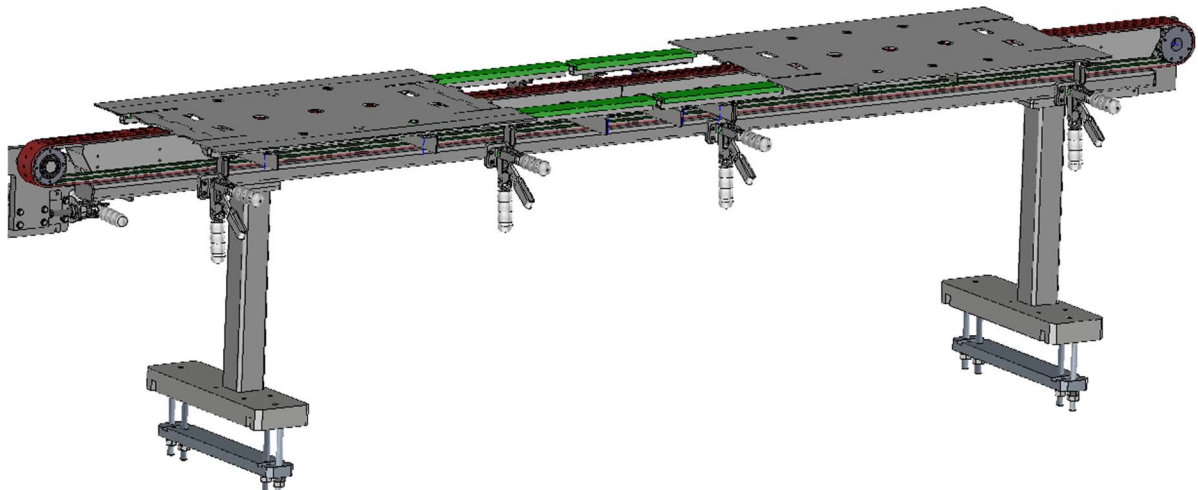


Figura 5.9: Modello CAD del nastro a risucchio

5.2.4 Formatura del cartone ed output prodotto finito

Il cartone con la colla viene depositato dal nastro sulla piattaforma di piegatura, viene caricato il prodotto dal secondo robot che mantiene a questo punto il prodotto in posizione durante la fase di piegatura, per evitare che il prodotto venga estratto dalla scatola durante l'estrazione della pala del robot sono previsti dei getti di aria compressa che spingono il prodotto perché rimanga nella scatola. Anche in questo caso la piegatrice andrà regolata a seconda del formato in uso. Il prodotto finito viene a questo punto inviato in output su un nastro trasportatore verso le fasi successive di lavorazione.

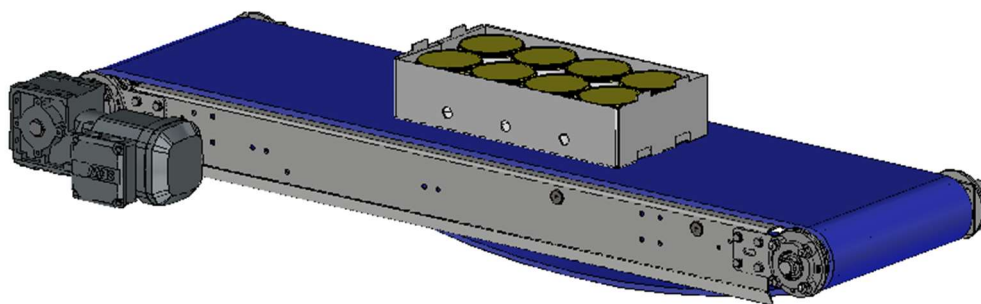


Figura 5.10: Modello CAD del nastro di output prodotto finito

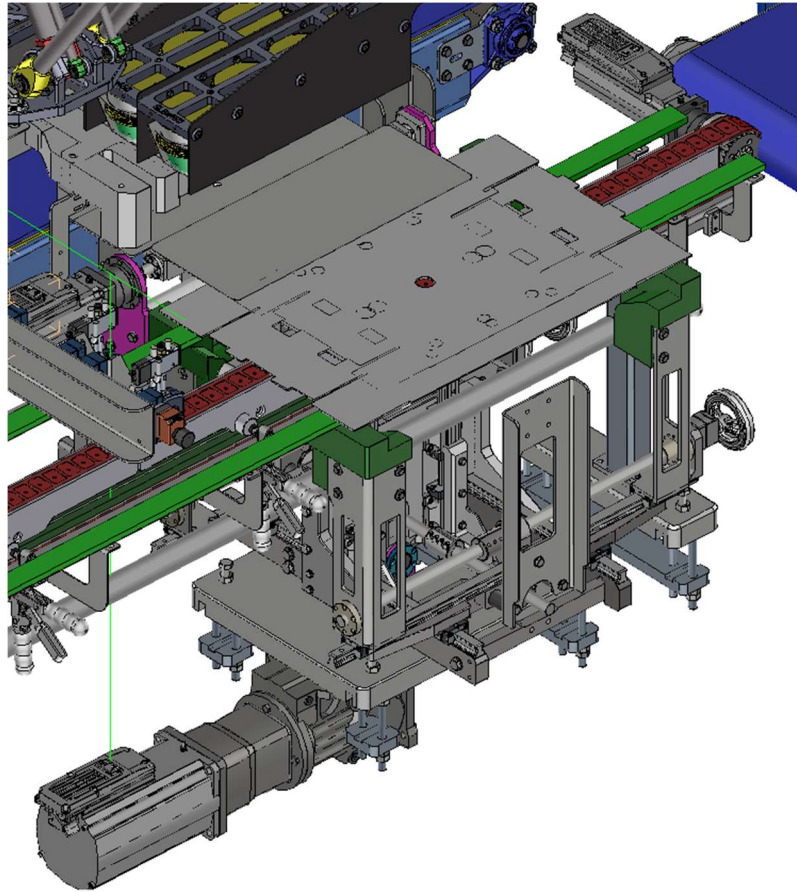


Figura 5.11: Modello CAD della formatrice

5.3 Innovazione 4.0

Uno degli scopi nella realizzazione di questo prototipo è ricercare soluzioni applicabili a questo genere di macchina che rientrino nella definizione di “industria 4.0”. Questo aspetto sarà oggetto del prossimo paragrafo in cui si andranno a valutare quali soluzioni offerte dal mercato possano rappresentare un’aggiunta vantaggiosa sul macchinario in termini sia prestazionali che di interfaccia con l’utente.

6 Ricerca ed applicazione di caratteristiche 4.0 alla macchina da fiera

Per riprendere in breve quanto enunciato nella sezione 2 “Linee guida di innovazione per l’industria 4.0” i beni per beneficiare dell’agevolazione fiscale dell’iperammortamento devono possedere **cinque caratteristiche obbligatorie**:

1. controllo per mezzo di CNC (Computer Numerical Control) e/o PLC (Programmable Logic Controller);
2. interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni e/o part program;
3. integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo;
4. interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive;
5. rispondenza ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro;

E **almeno due** tra le seguenti caratteristiche:

- a) sistemi di telemanutenzione e/o telediagnosi e/o controllo in remoto;
- b) monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dei parametri di processo mediante opportuni set di sensori e adattività alle derive di processo;
- c) caratteristiche di integrazione tra macchina fisica e/o impianto con la modellizzazione e/o la simulazione del proprio comportamento nello svolgimento del processo (sistema cyberfisico).

6.1 Soluzioni individuate

Si sono individuate soluzioni in diversi settori e funzioni della macchina che possano rispondere alle esigenze tecnologiche imposte dall'”industria 4.0”, le seguenti sono le principali tra quelle identificate.

6.1.1 Controllo macchina

Per quanto riguarda il discorso del controllo macchina si è identificata la possibilità di introdurre un display touchscreen on-board valutando come produttore la Schneider Electric vista la vasta gamma di prodotti offerta e dal momento che è già spesso utilizzata come fornitore da Abrigo S.P.A. per quanto riguarda componentistica quali i PLC. Una delle soluzioni proposte dalla Schneider è l'**Enclosed PC Performance SSD 80GB W19 DC Win 8.1 HMIPEPS952D1801** (prezzo di listino: 6.873,00 €) che è un PC standalone da installare direttamente sulla macchina, è dotato di uno schermo multitouch da 18,5” e dei principali I/O utilizzati dalle componentistiche di campo (1 RS232, 1 USB 2.0, 2 porta Ethernet).



Figura 6.1: Enclosed PC Performance di Schneider Electric

In ottica 4.0 il prodotto garantisce una migliore interfaccia uomo macchina, rispetta comunque il grado di protezione con certificazione IP65, che risulta necessario in un

contesto industriale come quello proposto, e, laddove sia previsto nel contesto industriale di destinazione, è completamente integrabile con sistemi SCADA. Questa soluzione è una di livello elevato ed esistono soluzioni nettamente più economiche con monitor di dimensioni ridotte rispetto al caso preso in esame e livello di hardware e potenza di calcolo inferiori, ma che potrebbero essere comunque adeguate allo scopo della macchina, questa soluzione rappresenta, a differenza di altre, una soluzione standalone, che però risulta quindi meno personalizzabile rispetto ad altre, anche più economiche, sempre proposte dalla stessa azienda.

Un'opzione intermedia può essere rappresentata da **HMIGTUDT732 15"** (prezzo di listino di 2.864,00 €), caratteristiche di input e output analoghe, ma è dotato di un sistema operativo più semplice, una potenza di calcolo decisamente inferiore e necessita di essere configurato (tramite software fornito all'acquisto), è però in grado di controllare la macchina tramite i PLC, precaricando i programmi prodotti su pc, ed è inoltre possibile visualizzare dati proveniente dai PLC stessi. Questa opzione non risulta essere una standalone bensì risulterà la combinazione del HMI con la base **HMIG5U2 Open BOX per Universal Panel** (prezzo di listino: 1.790,00 €) che si può adattare alle diverse taglie di HMI supportate.



Figure 6.2 e 6.3: Controllore macchina HMI 15" di Schneider Electric e la rispettiva base HMIG5U2 Open BOX

Un esempio di soluzione più economica proposto dalla Schneider è **Controllore HMI 5,7" macchina (16/10 I/O Digitali) HMISCU8A5** (prezzo di listino: 1.312,00 €) che è dotato di un monitor da 5,7", compatibile con la base appena vista.



Figura 6.4: Controllore macchina HMI 5,7" di Schneider Electric

L'inclusione di dispositivi come quelli sopra citati è finalizzata a fornire la possibilità di gestire le differenze configurazioni di produzione direttamente dalla macchina ed offrire la possibilità di monitorarne il funzionamento corretto ed i dati raccolti dai vari sensori (consumi elettrici, consumi di aria, pezzi prodotti, cadenza di produzione etc.).

In aggiunta al HMI a livello macchina si è valutata l'opzione di poter controllare la macchina anche da dispositivi wireless quali smartphone o tablet. Questa via è percorribile grazie all'inclusione a livello macchina del iPC presentato in precedenza ed all'implementazione tramite l'applicazione **Vijeo Design'Air** (sviluppato da Schneider Electric), disponibile sia per iOS che per Android, di un pannello di controllo virtuale digitale che permette di avere il controllo della macchina attraverso dispositivi che vi sono stati associati. Di questa app esiste anche una versione **Plus** che garantisce un livello maggiore di personalizzabilità dell'interfaccia. Ogni dispositivo sul quale si sia installata l'applicazione può anche essere associato a più macchine e controllarle.



Figura 6.5: Logo di Vijeo Design' Air di Schneider Electric

L'app permette di selezionare quali informazioni e comandi rendere disponibili sul dispositivo di destinazione, addirittura al punto da poter a tutti gli effetti avere le stesse possibilità offerte da un HMI a bordo macchina.

Tramite l'impiego di un Edge box, come per esempio il **HMIBMUHI29D2801** (prezzo di listino 3.727,00 €), sarebbe possibile estremizzare il concetto appena esposto eliminando il HMI tradizionale e utilizzare esclusivamente quello wireless, infatti l'Edge box dopo la programmazione iniziale svolgerà tutta la parte di gestione macchina senza necessità di avere un output video, e si potrebbe quindi ricorrere ad un tablet per il controllo della macchina, tenendo conto che il costo del tablet risulterebbe significativamente inferiore a quello di un HMI.



Figura 6.6: Edge Box HMIBMUHI29D2801 di Schneider Electric

6.1.2 Cambio Formato

Per la questione relativa al cambio formato si intende implementare un software da sfruttare a bordo macchina per selezionare il formato prescelto dalla HMI e visualizzerà sulla stessa una checklist delle operazioni da seguire al fine di avviare correttamente il processo di confezionamento previsto dalla macchina fornendo un feedback video su quali di queste siano state effettuate correttamente. Le operazioni da seguire sono le seguenti:

- regolazione della guida prodotto in input
- regolazione della pinza dei robot
- regolazione della formatrice
- sostituzione del pannello sagomato di approvvigionamento cartoni
- verifica della corretta misura dei cartoni caricati nel magazzino manuale

se il software non riconosce il corretto completamento di tutte le operazioni sopra elencate non permette l'avvio della macchina, per evitare il danneggiamento di persone, componenti fragili o il blocco del macchinario.

Per quanto riguarda la regolazione della guida si è pensato di automatizzarla ed asservirla al software di selezione del formato tramite l'impiego di attuatori della famiglia

StepServo, prodotti dalla Applied Motion Products, che sono motori passo-passo con encoder integrato disponibili in diverse taglie di dimensione e potenza con connettori Ethernet, EtherNet/IP, Ethernet, dual-port ed RS-485 a seconda del modello scelto in una fascia di prezzo che si colloca tra i 300\$ ed i 1500\$ a seconda della taglia scelta.



Figura 6.7: motori della famiglia StepServo di Applied Motion Products

L'applicazione di un motore permetterebbe la completa automazione della regolazione della guida per i prodotti in input, garantendo anche una precisione maggiore di una regolazione manuale.

Un'alternativa in una fascia di prezzo analoga potrebbe essere rappresentata da un attuatore lineare elettrico come per esempio **l'attuatore lineare elettrico ELGC-TB-KF-45-500** (prezzo di listino: 600 € circa) prodotto dalla Festo. Questa famiglia di attuatori lineari consente di sfruttare al meglio lo spazio a disposizione grazie alle dimensioni compatte. Sono adatti alla mobilitazione di carichi limitati ed hanno una buona precisione di posizionamento.



Figura 6.8: l'attuatore ELGC-TB-KF-45-500 della Festo

Un'ulteriore alternativa potrebbe essere l'adozione di un cilindro pneumatico dotato di un controllo di posizione vista la disponibilità di aria compressa già presente per alimentare organi vari sulla macchina, come ad esempio **la serie BTL** della Balluff. Questi sensori di posizionamento lineare magnetostrittivi a profilo sono sistemi a misurazione contactless e assoluta per il rilevamento preciso di una o più posizioni. Sono applicabili negli ambienti gravosi, ad esempio in presse, macchine per stampaggio a iniezione o robot a portale, poiché dispongono di una custodia in alluminio IP67 a tenuta ermetica. I magneti del sensore di posizione agiscono attraverso la parete del profilo sull'elemento di misurazione.



Figura 6.9: Misuratori di posizione della serie BTL della Balluff

Per le altre regolazioni vengono applicati sensori appositi. Nel caso della piastra di alimentazione del cartone si utilizzano microinterruttori magnetici che permettono anche di identificare se la piastra sia quella giusta per il formato richiesto e non solamente se sia presente.

Come ulteriore supporto visivo, oltre alla checklist a monitor, si è ipotizzato a posizionare due luci a LED, una rossa ed una verde, in prossimità delle componenti che necessitano sostituzione o regolazione per rendere ancora più evidente su quali di esse si sia già intervenuto e se siano state sostituite e/o regolate correttamente (luce verde) e su quali invece sia stato commesso un errore o non si sia ancora intervenuto (luce rossa). Vista la presenza di un doppio feedback, contando quello video, ci si potrebbe limitare ad una luce

rossa che vada a spegnersi nel caso di corretta configurazione, che però in caso si bruciasse potrebbe dare l'impressione di un falso positivo, sebbene il feedback video provvederebbe ad eliminare dubbi al riguardo.

6.1.3 Teleassistenza, Telecontrollo e Telemantenzione

Queste tematiche sono particolarmente sentite dalla Abrigo S.P.A. che vorrebbe trovare soluzioni funzionali e vantaggiose per sé e per i clienti per poter garantire un migliore servizio postvendita garantendo monitoraggio costante ed in tempo reale dei dati di funzionamento della macchina e di poter garantire anche a distanza la propria esperienza ai manutentori delle aziende clienti.

Teleassistenza e telecontrollo

Per rispondere ad esigenze di telecontrollo e teleassistenza è stato individuato un dispositivo multifunzionale: il **Flexy 205 prodotto dalla eWON** (con un prezzo di circa 600€). Tale dispositivo permette alla casa produttrice di comunicare con la macchina su cui sia montato sia per analizzare i dati raccolti dai sensori presenti sulla macchina sia per interagire con la macchina stessa andando a controllarne i PLC connessi.

Accanto a tutti i più diffusi protocolli di comunicazione utilizzati in ambito di automazione industriale, il gateway/router IIOT eWON Flexy 205 integra un client OPC UA che, oltre alle funzionalità di scambio dati, integra meccanismi di sicurezza, tra cui più livelli di autenticazione e funzioni di crittografia, che consentono di gestire la comunicazione tra i dispositivi PLC/HMI abilitati e i server OPC UA in modalità safe.

È lo stesso Flexy che, grazie al server OPC UA integrato, offre un canale di comunicazione affidabile e sicuro per trasportare le informazioni dal device di campo, all'application layer. Flexy OPC UA server offre opzioni di sicurezza che consentono di gestire autenticazione e crittografia direttamente all'interno del gateway, di conformarsi alle specifiche di sicurezza dei client OPC UA interconnessi in modo molto semplice. Flexy OPC UA server è la soluzione ideale per il mondo SCADA, con cui si integra in maniera nativa e la cui configurazione rimane totalmente indipendente dalle piattaforme PLC utilizzate.



Figura 6.10: eWON Flexy 205

Visto il costo del dispositivo una trasferta evitata potrebbe essere sufficiente a giustificare l'applicazione alla macchina in esame.

Telemanutenzione

Per quanto riguarda la telemanutenzione si propone anche il ricorso a tecnologie di Augmented Reality. Si è individuata la **Realmore S.R.L.** come potenziale fornitore di soluzioni AR, l'azienda fornisce e sviluppa software e applicazioni per dispositivi mobili che permettono anche di sfruttare i CAD disponibili al fine di facilitare le operazioni di assistenza da remoto ai manutentori. Per un livello di assistenza ottimizzato il più possibile si potrebbe ricorrere all'utilizzo di un dispositivo wearable che non ostacoli l'operatore nelle operazioni da svolgere e permetta a chi fornisce l'assistenza di vedere ciò che l'operatore vede e di poterlo quindi guidare in tutti i passaggi. Tra i prodotti supportati dall'azienda si sono individuate due soluzioni alternative: il primo prodotto è il **Microsoft HoloLens 2** (prezzo di listino: 3500 \$), la seconda generazione di visori Microsoft, che è un dispositivo pensato e realizzato per l'uso industriale, progettuale e sanitario. È dotato di un processore maggiormente performante come il Qualcomm Snapdragon 850. Offre connettività Wi-Fi 802.11 ac, Bluetooth 5.0 e USB C, ma non la connessione LTE. Grazie a un campo visivo più che raddoppiato, il nuovo HoloLens è in grado di garantire una maggiore esperienza immersiva, senza rinunciare alla densità

olografica di 47 pixel per grado di visione. Con HoloLens 2 è possibile interagire con gli ologrammi con la gestualità istintiva con cui si manipolano gli oggetti presenti nel mondo reale. Il tutto è reso possibile grazie all'utilizzo di un nuovo sensore di profondità ToF (time of flight), abbinato alla comprensione integrata di Intelligenza Artificiale e semantica. La presenza del riconoscimento di autenticazione Windows Hello rende più facile la condivisione del visore tra più operatori.



Figura 6.11: Microsoft HoloLens 2

Il secondo prodotto valutato è il **Realwear HMT-1** (prezzo di listino: 2500 \$) che fornisce la base per applicazioni AR Smart Assistance ed è l'unico dispositivo montato sulla testa con una garanzia premium di 3 anni. Utilizzabile in ambienti industriali umidi, polverosi, caldi, pericolosi e rumorosi. Si tratta di un dispositivo completamente robusto montato sulla testa, può essere inserito in caschi di sicurezza o attaccato a cappelli antiurto e può essere utilizzato con occhiali di sicurezza o occhiali correttivi. Il micro-display ad alta risoluzione si adatta appena sotto la linea di vista come un tablet da 7". Si tratta di un cruscotto industriale, utilizzabile quando ce n'è bisogno e retraibile quando non serve. L'HMT-1 funziona con applicazioni software in quattro categorie principali, ciascuna ottimizzata per il controllo vocale completamente a mani libere. Ciò significa che non è necessario scorrere, strisciare o toccare, ma bastano semplici comandi vocali. Utilizzabile per videochiamate da remoto, navigazione di manuali e documenti, flussi di lavoro guidati, procedure e istruzioni aumentate e visualizzazione di dati IoT.



Figura 6.12: RealWear HMT-1

Le due soluzioni presentano vantaggi e differenze consistenti al di là del valore commerciale, ma entrambe si prestano efficacemente allo svolgimento di una funzione di supporto per l'operatore e sono entrambi adatti a comunicare a distanza ed a permettere un efficace servizio di teleassistenza finalizzata alla manutenzione.

Per restare invece in casa Schneider Electric è possibile usufruire del software sviluppato dall'azienda per il segmento AR che è identificabile in **EcoStruxure Augmented Operator Advisor** che richiede che la macchina sia dotata di un iPC o di un Edge box in grado di sfruttare tale software. Nel caso di Schneider l'AR risulta tramite questo software puramente unidirezionale, si possono ricevere informazioni dalla macchina e visualizzare determinati dati o procedure inquadrando i cosiddetti *Key Point* ma non si può interferire direttamente con il comportamento della macchina tramite EcoStruxure, ma è possibile creare un collegamento associato a un *Key Point* che porti direttamente l'utente in ambiente Vijeo rendendo quindi possibile la bidirezionalità.



Figura 6.13: Logo del software EcoStruxure Augmented Operator Advisor di Schneider Electric

Questo tipo di software associato ad un HMI wireless costituita da un tablet come precedentemente ipotizzato condurrebbe alla possibilità di avere un solo dispositivo in grado di controllare l'attività della macchina e fornire allo stesso tempo supporto in Augmented Reality all'operatore, rendendo anche disponibile un'eventuale documentazione interattiva tutto sullo stesso dispositivo, che se fosse associato a più macchinari potrebbe addirittura in un caso limite essere l'unico HMI per un intero reparto, permettendo di gestire tutti i macchinari associati e tutte le relative documentazioni.

6.1.4 Manutenzione Predittiva

In aggiunta alle possibilità sopra elencate il Flexy si dimostra anche valido per trasmettere alla casa dati adatti allo svolgimento di una funzione di manutenzione predittiva accoppiandolo ad altri dispositivi preposti a questa funzione. Si è perciò identificata una soluzione di monitoraggio delle vibrazioni sui principali organi di attuazione del macchinario. Questa soluzione è prodotta dalla IFM di cui si è identificata la **Centralina diagnostica per sensori di vibrazioni VSE002** (prezzo di listino di € 538,00) che è in grado di supportare fino a quattro **Controllori di vibrazione con impostazione intuitiva del punto di commutazione VKV021 o VKV022** (Prezzo di listino: €182,00) a seconda del campo di misura in esame.



Figure 6.14 e 6.15: Controllori di vibrazione con impostazione intuitiva del punto di commutazione e Centralina diagnostica per sensori di vibrazioni

Con questa soluzione piuttosto economica si può ridurre l'intervallo di manutenzione degli organi rotanti minimizzando la spesa della manutenzione preventiva, riducendo il numero di sostituzioni non necessarie di componenti ed evitando comunque il fermo macchina imprevisto a causa della rottura di componenti.

Una soluzione standalone alternativa a quella appena presentata è offerta da Petasense, il prodotto in questione è **vibration Mote Model 1 o Model 2** (prezzi di listino: 499\$ o 699\$). Si tratta di sensori di temperatura e vibrazionali triassiali completamente wireless e alimentati a batteria, sono applicabili a qualsiasi macchina già esistente, si connettono ad una rete Wi-Fi tramite la quale si collegano al server di monitoraggio dati e inviano eventuali messaggi di allerta ai dispositivi ai quali vengono connessi, anche tramite Bluetooth. I due modelli si distinguono per il range di frequenze coperto (1.6 kHz per il Model 1 e 5.5 kHz per il Model 2) che consente al Model 2 di misurare eventuale cavitazione delle pompe e logoramento in ingranaggi a ruote dentate. Il grande vantaggio di questo prodotto rispetto al precedente è la possibilità di installarlo su qualsiasi macchina già esistente, senza bisogno di integrarlo nel progetto di macchina dal momento che non necessita di alcun collegamento.



Figura 6.16: Petasense Vibration Mote

Sempre riguardo il settore della manutenzione si intende registrare un ciclo di test degli organi alimentati da aria compressa da utilizzare come riferimento per i consumi standard di un'operazione che coinvolga ogni specifico componente pneumatico, per ottenere questo risultato si può fare ricorso al **PFMC** prodotto da SMC.



Figura 6.17: Flussostato PFMC della SMC

La ripetizione occasionale di questo ciclo di prova può evidenziare il logoramento di guarnizioni o componenti registrando aumenti significativi di consumi di aria per determinate operazioni identificando quindi i componenti specifici interessati dal problema. In questo modo è possibile rendersi conto di un eventuale danneggiamento

prima che questo comporti una rottura imprevista e quindi un fermo macchina forzato e prolungato. Il programma di test del circuito pneumatico sarebbe lanciabile anche dalla console a bordo macchina.

6.1.5 Documentazione interattiva

Tra le opportunità offerte dalla 4.0 si è deciso anche di valutare un servizio di documentazione interattiva, e si è individuato come fornitore di questo eventuale servizio il **Tweddle Group**.

Il gruppo offre soluzioni più o meno avanzate e complesse a seconda delle esigenze dei clienti, da semplici manuali di istruzioni a manuali più avanzati che prevedano l'inclusione di modelli CAD interattivi ed esplosi 3D, che permettono tramite l'individuazione di un componente sul modello di risalire immediatamente ai dati dello stesso; viene fornita anche manualistica per la manutenzione, che va dagli schemi elettrici ai manuali interattivi di ricambi, tramite i quali è possibile ordinare direttamente i componenti di ricambio individuati. Il gruppo ovviamente fornisce anche il servizio di stampa e distribuzione dei manuali, e può organizzarne la fruibilità on line per un servizio che migliora la fruibilità per il cliente.

Per avere una chiara stima del costo bisogna capire a quale tipologia di manuali si intenda fare ricorso, e quale documentazione si possa offrire all'azienda di manualistica per poter comprendere il grado di interattività raggiungibile.

6.1.6 Risparmio Energetico

Si è valutata un'opzione finalizzata al risparmio energetico, nello specifico per quanto riguarda il consumo di aria compressa. Tramite l'accoppiamento di un pressostato agli eiettori delle ventose è infatti possibile ridurre il consumo di aria compressa alimentando l'eiettore solo nel momento in cui il pressostato misura il "calo di depressione" della ventosa andando ad alimentarla solamente nel momento in cui si inizia a rischiare di perdere la presa sull'oggetto in esame che per un foglio di cartone può rappresentare un vantaggio consistente. Nella mobilitazione del cartone infatti la ventosa viene solitamente alimentata in continuo, poiché vi sono trafiletti d'aria tra la ventosa ed il cartone, che non sarebbero presenti con materiali come vetro, plastica o metallo, e dunque con

l'applicazione del pressostato si ridurrebbe il consumo andando ad alimentare la ventosa solamente quando si scenda al di sotto di una soglia di sicurezza, per scongiurare la perdita del carico ed allo stesso tempo evitare gli sprechi di aria compressa non necessaria. La Abrigo S.P.A. si rivolge anche a SMC come fornitore per componentistica pneumatica, e l'azienda presenta soluzioni applicabili a tale scopo.

La serie ZK2 (prezzo di listino: 145 €) è una soluzione "tutto in uno" che integra valvola di alimentazione, valvola di rottura vuoto, vacuostato, spillo di regolazione flusso di rottura vuoto, filtro di aspirazione e silenziatore. Consente un risparmio immediato nei costi di installazione e manutenzione. Inoltre, la serie ZK2 è una soluzione a risparmio energetico grazie ad un eiettore a 2 stadi che consente un efficiente consumo di aria e che, in linea di principio, aumenta l'aspirazione del 50% riducendo il consumo del 30%. Il consumo può essere ridotto di un ulteriore 90% quando si sceglie il pressostato digitale con funzione di risparmio energetico; l'alimentazione dell'aria viene interrotta quando la pressione raggiunge il livello di vuoto desiderato.



Figura 6.18: Pressostato ZK2 SMC

Un'altra soluzione proposta da SMC per il monitoraggio dei consumi è **la serie PFM** sviluppata inizialmente per rilevare l'aspirazione con vuoto dei componenti dei microchip e l'intasamento precoce di filtri e ugelli, la nuova serie di flussostati PFM è estremamente compatta e leggera rispetto ai sensori di flusso esistenti grazie al sensore MEMS (Micro electro mechanical system). Grazie alla nuova valvola integrata di regolazione del flusso,

che può essere aggiunta o tolta rimuovendo semplicemente la clip di fissaggio, è possibile regolare manualmente la portata lineare ruotando la manopola di regolazione. Ulteriori caratteristiche della serie PFM sono il display bicolore, che visualizza immediatamente qualunque anomalia, e, grazie al sensore MEMS, le opzioni di connessione diritta o a gomito, rendendo così questo flussostato ideale per applicazioni in spazi ridotti.



Figura 6.19: Gruppi PFM di SMC

6.1.7 Sintesi costi-benefici dei dispositivi proposti

Il seguente prospetto si propone di riassumere i principali benefici a fronte dei costi per i dispositivi individuati.

	Nome Componente	Produttore	Prezzo	Benefici Principali
	HMIPEPS952D1 801	Schneider Electric	6873,00 €	▪ Controllo macchina a bordo macchina ▪ Standalone ▪ Touchscreen ▪ PC integrato ▪ Visualizzazione di dati

				macchina o informazioni predefinite ▪ Integrabile in SCADA aziendale
	HMIGTUDT732 15"	Schneider Electric	2864,00 €	▪ Interfaccia a bordo macchina ▪ Controllo della macchina ▪ Utilizzo di programmi pre-configurati e caricati sul dispositivo ▪ Touchscreen ▪ Visualizzazione di dati macchina o informazioni predefinite ▪ Integrabile in SCADA aziendale
	HMISCU8A5	Schneider Electric	1312,00 €	▪ Interfaccia a bordo macchina ▪ Controllo della macchina ▪ Utilizzo di programmi pre-configurati e caricati sul dispositivo ▪ Touchscreen

				▪ Visualizzazione di dati macchina o informazioni predefinite ▪ Integrabile in SCADA aziendale
	HMIBMUHI29D 2801	Schneider Electric	3.727,00 €	▪ Standalone ▪ PC integrato ▪ Visualizzazione di dati macchina o informazioni predefinite ▪ Integrabile in SCADA aziendale ▪ Possibilità di collegare device mobile come unità di controllo
	Vijeo Design' Air	Schneider Electric	n.d.	▪ Permette la realizzazione di un pannello macchina digitale per il controllo della stessa tramite device mobili

	StepServo	Applied Motion Products	300-600 \$	▪ Programmabile ▪ Controllabile tramite PLC ▪ Finalizzato al cambio formato automatico ▪ Include un encoder integrato
	ELGC-TB-KF-45-500	SMC	600 € ca.	▪ Controllabile tramite PLC ▪ Finalizzato al cambio formato automatico ▪ Include un encoder integrato
	Serie BTL	Balluff	n.d.	▪ Controllabile tramite PLC ▪ Permette il controllo in estensione di un cilindro pneumatico
	Flexy 205	eWON	600 € ca.	▪ Teleassistenza ▪ Telecontrollo ▪ Comunicazione da remoto con la macchina ▪ Abilita la macchina alla manutenzione predittiva

				▪ Capacità di gestione dei PLC ▪ Protezione di comunicazione tramite VPN ad autenticazione
	HoloLens 2	Microsoft	3500,00 \$	▪ Telemanutenzione ▪ Augmented Reality
	HMT-1	Realwear	2500,00 \$	▪ Telemanutenzione ▪ Augmented Reality ▪ Compatibile con caschi di sicurezza ▪ Display ripiegabile in condizione di non utilizzo ▪ Compatibilità con occhiali da vista o protettivi
	EcoStruxure Augmented Operator Advisor	Schneider Electric	n.d.	▪ Disponibile per i più comuni sistemi operativo mobili ▪ Permette la realizzazione di un augmented

				realtà basata su Point of Interest ▪ Sebbene sia strutturato come AR informativo ad una via è possibile assumere controllo macchina tramite un collegamento con Vijeo inseribile nei POI rendendolo quindi a due vie
	VSE002	IFM	538,00 €	▪ Manutenzione predittiva (necessita dei sensori) ▪ Supporta fino a 4 sensori
	VKV021/VKV02 2	IFM	182,00 € cad.	▪ Manutenzione predittiva (necessita di una centralina) ▪ Rilevamento delle vibrazioni
	Vibration Mote Model 1	Petasense	499,00 \$ cad.	▪ Manutenzione predittiva ▪ Standalone ▪ Wireless

				▪ Rilevamento di vibrazioni e temperatura
	PFMC	SMC	n.d.	▪ Monitoraggio dei consumi di aria compressa ▪ Display visualizzatore ▪ Gestibile da PLC ▪ Permette di configurare un ciclo di test per rilevare anomalie nei consumi in ottica di manutenzione predittiva ▪ Identifica con precisione la causa dell'anomalia grazie al ciclo di test
	Serie ZK2	SMC	145,00 €	▪ Standalone ▪ Permettono una riduzione dei consumi fino al 90%

Tabella 6.1: prospetto costi benefici dei prodotti proposti

6.2 Soddisfacimento dei requisiti obbligatori

Come verrà adesso esposto la macchina, anche grazie ai dispositivi proposti, può rispettare ampiamente tutte le caratteristiche vincolanti al soddisfacimento dei requisiti per rientrare nel bando “industria 4.0”. La macchina risponde ai parametri di tutte e tre le caratteristiche facoltative, di cui è necessario rispettarne almeno due, e rientra dunque nella condizione di avere accesso a tutte le agevolazioni previste dalla normativa.

6.2.1 Controllo per mezzo di CNC e/o PLC

La macchina è completamente automatica e controllata tramite PLC. Un’aggiunta alla caratteristica di automazione verrebbe garantita dall’inclusione dell’automazione delle piste del cambio formato.

6.2.2 Interconnessione ai sistemi informatici di fabbrica con caricamento da remoto di istruzioni e/o part program

La macchina è comandata da software proprietari personalizzabili per la gestione di tutti i componenti robotici che la costituiscono. L’aggiunta dell’eWON Flexy contribuisce al soddisfacimento di questo requisito per quanto riguarda la gestione da remoto. Grazie all’aggiunta di uno dei sistemi di interfaccia Schneider proposti la macchina si rende integrabile ad un sistema SCADA di fabbrica, laddove presente, garantendo anche una connessione al sistema informatico aziendale.

In questa sezione figurerebbe anche il discorso relativo all’utilizzo di device wireless per il controllo macchina.

6.2.3 Integrazione automatizzata con il sistema logistico della fabbrica o con la rete di fornitura e/o con altre macchine del ciclo produttivo

La macchina opera in stato di asservimento, e quindi di integrazione, alla fonte di prodotto in input. L’integrabilità del sistema nello SCADA aziendale garantisce anche il conseguimento di questo parametro vincolante.

6.2.4 Interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive

Sempre grazie ai dispositivi Schneider valutati la macchina risulta dotata di una piattaforma di controllo touch screen che funge sia da output video che da input comandi. Si è previsto inoltre il programma dedicato al cambio formato che permetta di visualizzare a video, ed eventualmente tramite il sistema di luci a LED descritto in precedenza, quali componenti vadano ancora regolati o sostituiti per adattarsi al formato scelto in input dallo stesso terminale, in questo modo l'addetto avrà in video un elenco chiaro dei componenti da configurare ed una chiara indicazione su quali di essi siano già stati configurati correttamente e quali no.

L'output video può inoltre fornire indicazioni dettagliate all'operatore su come procedere nelle operazioni previste, sia per quanto riguarda la funzione di cambio formato sia per quanto riguarda la scelta dei programmi di lavoro della macchina.

In aggiunta a quanto detto sopra rientrerebbe nel soddisfacimento di questo requisito anche l'utilizzo di uno dei dispositivi wearable proposti, o anche solo di una app implementata per smartphone o tablet, al fine di ottenere informazioni chiare per il monitoraggio della macchina sfruttando le possibilità offerte dall'augmented reality.

6.2.5 Rispondenza ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro

La macchina è completamente cabinata rendendo impossibile l'accesso fortuito agli organi in movimento da parte di un operatore durante l'attività della stessa, inoltre la macchina sarà dotata di sensori e fotocellule di controllo che blocchino la macchina in stato di emergenza nel caso di valori non congrui o presenza di corpi estranei in determinate zone della macchina, questo vale per esempio per le piastre nell'area di carico dei cartoni: in caso di assenza della piastra sagomata di sicurezza, o di presenza di una piastra inadatta al formato del cartone, come già detto in precedenza la macchina indicherà un errore e impedirà l'avvio della stessa, questo si converte in una garanzia di sicurezza sia nell'ottica della prevenzione di guasti che nella sicurezza degli operatori che non potranno venire a contatto con gli organi mobili della macchina. Tutti gli sportelli e gli accessi ed i portelli per la manutenzione e per l'accesso al cambio/regolazione dei componenti sono dotati di micro di sicurezza per garantire il fermo macchina in caso in cui vengano aperti o non siano stati chiusi correttamente.

Per quanto riguarda la questione igiene la macchina, operando nel settore alimentare, è sottoposta alle norme igieniche imposte per legge alle macchine operanti nel settore alimentare.

6.2.6 Parametri aggiuntivi

sistemi di telemanutenzione e/o telediagnosi e/o controllo in remoto;

L'integrazione dei sistemi presentati della IFM con le funzionalità garantite dall'eWON Flexy sono sufficienti a garantire il conseguimento di questo parametro per il discorso relativo alla telediagnosi ed al controllo in remoto.

Con l'inclusione dei dispositivi di augmented reality, sia che si preveda una semplice app per smartphone, sia che si sfrutti la tecnologia di uno dei visori proposti, si andrebbe a soddisfare con efficacia il discorso relativo alla telemanutenzione.

monitoraggio continuo delle condizioni di lavoro e dei parametri di processo mediante opportuni set di sensori e adattività alle derive di processo;

Come già detto in precedenza la macchina è dotata di sensori che permettono di verificare le giuste condizioni per l'avvio stesso della lavorazione che garantiscono il monitoraggio continuo della corretta configurazione dei parametri di processo. I sensori in questione si possono raggruppare indicativamente nelle seguenti categorie:

- sensori presenza pezzo/prodotto
- sensori presenza/verifica componente
- micro sugli organi apribili
- sensori presenti sui robot e sui motori

In questo requisito rientrano anche le aggiunte sul controllo del consumo dell'aria compressa introdotte grazie al sistema di pressostati SMC.

caratteristiche di integrazione tra macchina fisica e/o impianto con la modellizzazione e/o la simulazione del proprio comportamento nello svolgimento del processo (sistema cyberfisico).

Tutti i robot montati da Abrigo S.P.A. sono dotati di software che permettono di effettuare simulazioni del programma di lavoro dei robot in CAD permettendo appunto una simulazione digitale del processo fisico.

Capitolo IV

Customer Service

7 Customer Service

La Abrigo S.P.A. è intenzionata ad istituire un reparto dedicato al customer service.

L'industria 4.0 offre possibilità in merito a questo settore con il ricorso a specifiche tecnologie, alcune delle quali sono state precedentemente individuate.

7.1 Definizione di after-sales service

L'after-sales service, o customer service, è quella serie di funzioni e servizi che vengono forniti dopo l'atto della vendita vera e propria, come le e-mail di contatto, o eventuali offerte su misura del cliente (si pensi ad esempio ai coupon di sconto che molte aziende riservano ai propri clienti per il loro compleanno).

Sebbene sia un servizio molto importante per la fidelizzazione del cliente, spesso l'assistenza post-vendita viene trascurata da molte imprese, poiché troppo spesso le aziende si concentrano esclusivamente sulla vendita incappando nel rischio di perdere l'occasione di trasformare un compratore in un cliente ricorrente.

Si propone un esempio pratico a scopo di chiarimento.

Un'azienda o soggetto che ha comprato un prodotto riceve nei giorni successivi all'acquisto un'e-mail dall'azienda venditrice con consigli per un uso più appropriato del prodotto o con l'offerta della propria disponibilità in caso fosse necessario aiuto.

Questo contatto rientra propriamente nell'after-sales service, in altre parole, è l'azienda a cercare di rafforzare il legame con il cliente fornendo informazioni sul prodotto o anche solo la propria esperienza ed il proprio tempo.

La finalità è far sì che il cliente si senta importante per l'azienda di cui è cliente. Questo è finalizzato a spingere il cliente a ritornare dall'azienda stessa in caso di futuri acquisti ed eventualmente di recensire positivamente l'azienda nel caso di un'esperienza positiva con quest'ultima.

Si possono identificare sei principi generali legati al customer service che possono rendere il servizio più gradito al cliente:

1. La richiesta di Feedback: il concetto è semplice, si richiede al cliente la propria opinione sul prodotto e si presta attenzione agli eventuali consigli forniti. Da qui si può trarre informazione sull'efficacia del prodotto e sul grado di soddisfazione del cliente.
2. L'offerta di sconti: laddove sia possibile l'offerta di sconti è sempre una pratica gradita dai clienti e può spesso influire positivamente sulla fidelizzazione di questi ultimi.
3. Contattare i clienti per le ricorrenze: questo rappresenta un modo semplice per rinnovare il proprio rispetto e la propria gratitudine ai clienti e rimarca la propria disponibilità attiva in caso di necessità da parte di questi ultimi.
4. Inviare contenuti rilevanti ai propri clienti: la proposta di novità sia di prodotto che di informazioni mantiene viva nel cliente la consapevolezza della presenza dell'azienda, bisogna però evitare di cadere in un eccesso di pubblicizzazione di prodotti e di eccedere nella quantità di materiale inviato.
5. Promuovere i nuovi prodotti con maggiore priorità ai clienti: promuovere lanci di nuovi prodotti dando la priorità ai clienti già esistenti è un metodo valido di fidelizzazione degli stessi.
6. Avere un servizio di supporto tecnico efficiente: fornire aiuto in maniera valida e completa nel momento di difficoltà e non abbandonarlo nel momento del bisogno influirà considerevolmente su quanto quest'ultimo possa essere portato a rivolgersi nuovamente alla stessa azienda.

7.2 Il modello Bosch di customer service per il packaging

Si è proceduto ad analizzare il modello di after sale-services di un colosso quale Bosch per avere un esempio di riferimento.

Il servizio offerto da Bosch è focalizzato sugli aspetti relativi all'ottimizzazione del servizio di ricambi, alla modernizzazione delle linee, alla manutenzione preventiva fino ai servizi remoti e basati sulla raccolta di dati ed al training del personale del cliente.

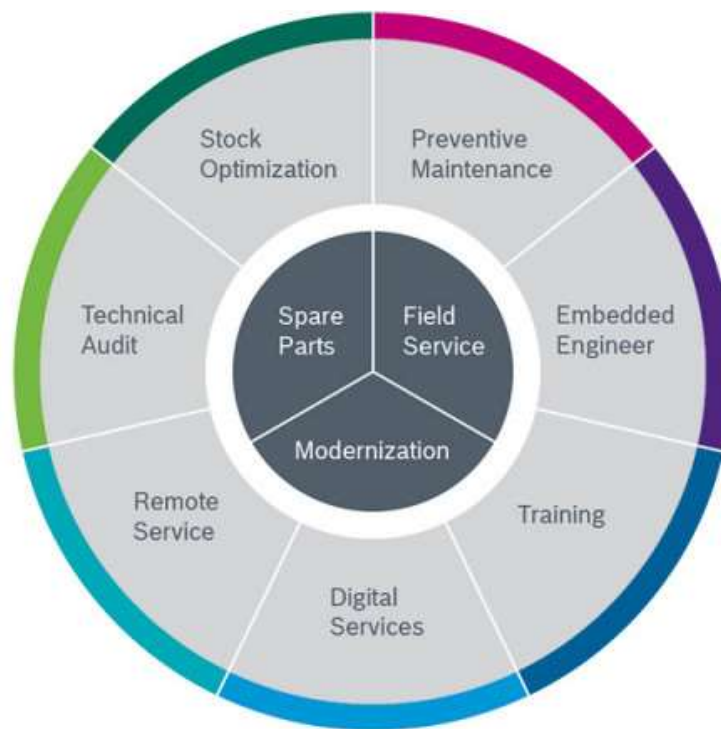


Figura 7.1: Rappresentazione grafica dell'offerta di servizi post-vendita proposti da Bosch

Procediamo ora ad una più approfondita definizione dei vari servizi offerti.

7.2.1 Ottimizzazione del magazzino (stock-optimization)

I servizi packaging offerti da Bosch fanno ricorso a software sviluppati specificamente al fine di generare un dettagliato profilo delle parti di ricambio per lo specifico cliente basandosi sugli ordini effettuati in precedenza. Basandosi su un'analisi dei consumi Bosch prepara un report sui consumi di componenti del cliente che viene poi presentato al cliente, con il quale vengono poi discussi metodi per migliorare il magazzino ricambi del cliente in modo da ottimizzare la disponibilità dei pezzi che richiedono il maggior numero di sostituzioni focalizzando in maniera ottimizzata gli investimenti in ricambistica.

I benefici ottenibili dal cliente sono:

- Una maggiore efficacia a parità di costo del magazzino ricambi del cliente
- Ottimizzazione della disponibilità dei ricambi
- Pianificazione migliorata dell'approvvigionamento
- Report dettagliato sull'utilizzo di ricambi del cliente
- Informazioni trasparenti sullo stock Bosch

7.2.2 Audit tecnico (Technical Audit)

Con il proprio Audit tecnico, Bosch Packaging Services offre al cliente un controllo periodico della salute e delle performance del tuo equipaggiamento. Durante l'audit vengono analizzate sia singole macchine che complete linee.

Usando un software specifico, vengono generati dati in tempo reale che il team di audit interdisciplinare sfrutta per analizzare le performance correnti della macchina ed i potenziali rischi in un report dettagliato. In un processo strutturato in tre fasi si cerca di implementare delle soluzioni semplici e veloci, settare le macchine e mettere in azione le soluzioni tecniche ed organizzative del piano di azione. Viene fornita una stima comprensiva dei costi che permetta di calcolare il ritorno d'investimento (ROI). Le proposte di ottimizzazione hanno lo scopo di ridurre i costi comprensivi e di accrescere l'efficienza delle linee di packaging.

I benefit offerti sono:

- Analisi strutturale di processo
- Analisi indipendente basata su dati live
- Reports che documentano problemi tecnici ed organizzativi
- Suggerimenti per il miglioramento basati sul ROI
- Team di audit interdisciplinare con la preparazione degli esperti

7.2.3 Servizi remoti (remote services)

Remote Service significa supporto tecnico immediato ed efficiente. I guasti possono essere risolti prima che risultino in interruzioni della produzione prolungate. Questo minimizza fermo macchina inaspettati e permette di risparmiare tempo e denaro.

I servizi remoti includono:

- Diagnosi remota
- Amministrazione remota
- Installazione di software updates
- Backup di software e dei parametri
- Revisione delle impostazioni di macchina
- Supporto al troubleshooting on-site

La base di questo servizio è un accordo sul servizio remoto commensurato sulle esigenze del cliente.

Nel futuro la remotizzazione permetterà di beneficiare di servizi aggiuntivi quale la manutenzione predittiva, ma il monitoraggio continuo delle condizioni di macchina da parte di personale qualificato può evitare fermo macchina imprevisti.

I benefici derivanti sono:

- Riduzione dei tempi di fermo macchina imprevisti
- Eliminazione delle spese e dei tempi di trasferta
- Tempi di reazione minimi
- Miglioramento della disponibilità e della profittabilità
- Accesso rapido alla competenza dei professionisti Bosch

7.2.4 Servizi digitali (digital services)

Nell'era dell'industria 4.0 i servizi digitali accrescono la loro importanza in maniera significativa. Tramite la raccolta, la visualizzazione e l'analisi di dati di macchina e produttivi, è possibile avere in qualsiasi momento una visione chiara dello stato della macchina e reagire in fretta.

Viene offerto un range di soluzioni per l'intero ciclo vita della macchina che possano aiutare il cliente ad ottimizzare i suoi processi e procedure al fine di sostenere l'aumento generale dell'efficienza dell'equipaggiamento.

In aggiunta a soluzioni per il supporto alla manutenzione, vengono offerti servizi digitali per l'ambiente produttivo.

I potenziali benefici sono:

- Disponibilità ottimizzata dell'equipaggiamento attraverso la raccolta, l'analisi e la visualizzazione dei dati di macchina
- Disponibilità e profittabilità migliorate
- Riduzione dei life-cycle costs attraverso il Condition Monitoring
- Processi stabili ed affidabili

7.2.5 Training

L'operatore è un punto cardine nell'efficacia della macchina. La Bosch packaging Academy offre una piattaforma unica per l'intero portfolio di macchine del blocco packaging. Con la costituzione di un programma di training su misura per trasmettere l'esperienza aziendale ai dipendenti del cliente.

I benefici risultano essere i seguenti:

- Bosch offre la propria esperienza consolidata con un training customizzato sulle specifiche esigenze del cliente
- La Academy raggruppa le sessioni di training per l'intero portfolio di macchine in un solo posto
- I centri di competenza permettono un supporto capillarizzato a livello mondiale, e le accademie nazionali offrono training in lingua locale per supportare il cliente direttamente
- Viene offerta una vasta gamma di tecniche di apprendimento, per aiutare il cliente ad ottenere il massimo dalle competenze offerte
- L'educazione dei trainer è standardizzata globalmente, approfondita tecnicamente per garantire alti livelli di insegnamento
- I certificati di training Bosch sono tenuti in grande considerazione sul mercato e dimostrano che i dipendenti che li hanno conseguiti sono stati formati da personale estremamente competente

È offerta una scelta fra tre differenti tipi di training per tutti i macchinari della Bosch Packaging Technology. Consistono in differenti moduli che sono messi insieme per soddisfare le esigenze del cliente:

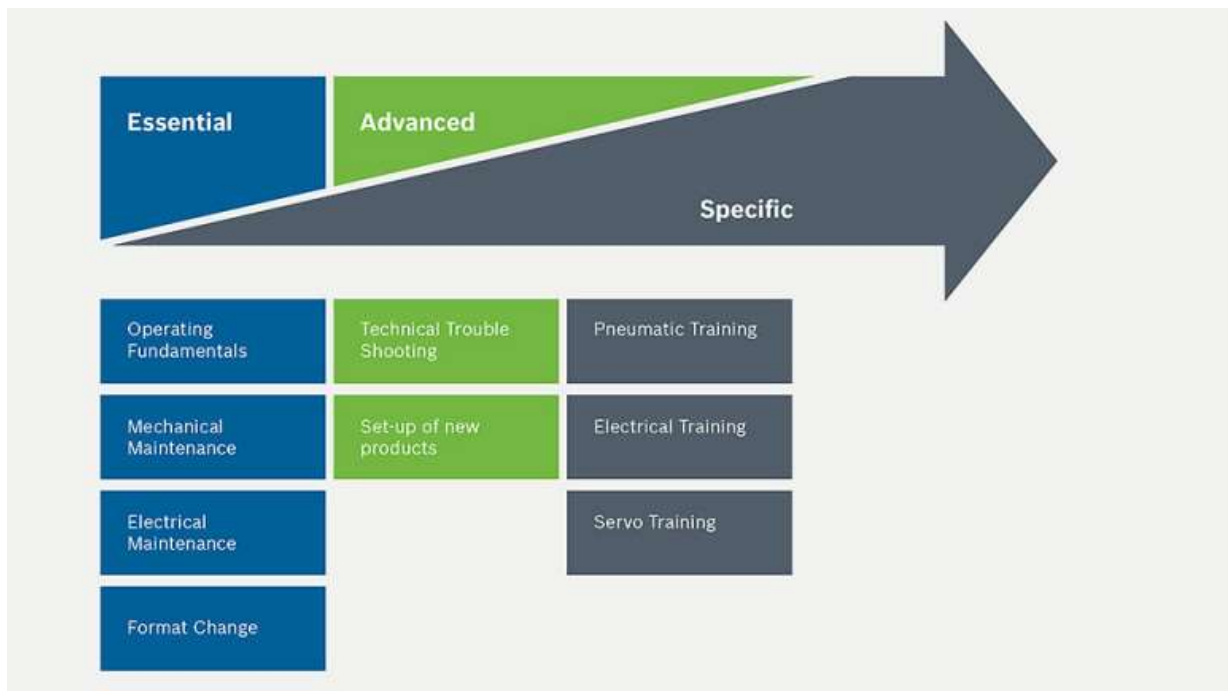


Figura 7.2: Moduli di training offerti da Bosch

Essential Training:

Moduli per insegnare come operare e mantenere correttamente il macchinario.

Advanced Training:

Vengono forniti gli strumenti per un training tecnico avanzato per aumentare il livello di produttività, una maggiore qualità, una maggiore stabilità di processo ed una maggiore e più dettagliata comprensione dell'equipaggiamento utilizzato.

Specific Training:

Esponde ulteriormente la conoscenza relativamente a tecnologie e processi specifici.

7.2.6 Embedded Engineer

Il programma Embedded Engineer proposto da Bosch Packaging Services offre un supporto dedicato e suggerimenti di esperti. Si beneficia di un servizio altamente qualificato con base ingegneristica direttamente nello stabilimento di destinazione ed è possibile definire questo programma in base alle esigenze del cliente.

Viene offerto un consulente ingegneristico full time che, con la sua presenza in azienda, può aiutare a superare problemi produttivi nel momento in cui si presentano, offrire un

training a tutto tondo ed aiutare il cliente nei momenti di picchi produttivi. Con un apporto positivo alle competenze ed alla produttività del personale operatore del cliente il programma Embedded Engineer è finalizzato a supportare il cliente nelle attività quotidiane.

Questo servizio su misura spazia dalla manutenzione preventiva all'analisi delle performance fino al supporto alla produzione ed al troubleshooting.

I benefici conseguenti sono:

- Immediata risposta ai problemi on-site
- Miglioramento delle prestazioni di macchina
- Riduzione del rischio di fermo macchina
- Supporto nei momenti di picchi di lavoro
- Supporto flessibile su misura delle esigenze del cliente

7.2.7 Manutenzione preventiva (Preventive Maintenance)

L'accordo di manutenzione preventiva assicura che le attività di manutenzione siano condotte ad interventi regolari e pianificati in base, per quanto possibile, alle esigenze del cliente. Questo servizio, seguito da un professionista del Bosch Packaging Services, ha lo scopo di aiutare il cliente nell'ottimizzazione delle performance del processo produttivo.

Il servizio di manutenzione offerto spazia dai normali check-up della linea fino a pacchetti completi di manutenzione con un servizio di tecnici presenti sull'impianto del cliente permanentemente. Il personale tecnico formato adeguatamente supporta l'ottimizzazione dell'impianto e fornisce un servizio di training ai dipendenti dei clienti. Con la giusta strategia di manutenzione preventiva è possibile ridurre le perdite e aumentare il tempo di produzione e la profittabilità.

Ne conseguono questi potenziali benefici

- Manutenzione preventiva a intervalli definiti
- Riduzione dei tempi di fermo macchina imprevisti
- Estensione della vita dei macchinari
- Costi di manutenzione predefiniti
- Report dettagliati degli interventi

7.3 Situazione corrente dell'assistenza post-vendita in Abrigo S.P.A.

Attualmente l'assistenza clienti è gestita in maniera passiva senza la presenza una figura professionale dedicata esclusivamente a questo compito, ed è intenzione dell'azienda rendere disponibile un servizio più attivo ed efficace. Nella condizione attuale infatti i clienti vengono messi in contatto con la persona disponibile più indicata per la risoluzione del problema in gestione. Questo non significa che non vengano forniti servizi che possano essere classificati come customer service, ma bensì che non siano organizzati in maniera da essere “vendibili” come tali.

7.3.1 Servizi attualmente garantiti con l'acquisto

L'Abrigo S.P.A. fornisce già un servizio post-vendita, infatti vengono forniti ai clienti servizi legati sia alla manutenzione, inviando in loco tecnici ogni qualvolta ci sia un problema, sia alla riconfigurazione di linee esistenti, sia per un discorso di fornitura di pezzi di ricambio.

Tutti questi servizi vengono quindi forniti, ma con margine di miglioramento, specialmente a livello organizzativo, infatti non esiste un reparto con figure professionali dedicate esclusivamente al servizio clienti. Ciò implica che per quanto si risolvano i problemi dei clienti e si fornisca un aiuto valido nel momento in cui ce ne sia necessità, non si sfrutta il massimo potenziale di questa porzione dell'attività aziendale, rendendo le tempistiche, sia per il cliente che per i tempi di lavoro aziendali, più lunghe di quanto si potrebbero essere con un servizio focalizzato su questo aspetto.

7.3.2 Principali problematiche aziendali in merito all'assistenza post-vendita

L'azienda presenta tre principali problematiche in merito all'istituzione di un servizio di customer service:

- L'assenza di uno standard di riferimento a livello di prodotto, si ricorda infatti che le soluzioni proposte sono su misura ed uniche;
- L'alto livello di competenza tecnica richiesto alla figura professionale ricercata;

- La difficoltà di ottenere dai clienti la possibilità di sfruttare i dispositivi di teleassistenza e monitoraggio remoto con cui si possono equipaggiare le macchine;

analizziamo ora le problematiche elencate una ad una.

Prodotti su misura

L'azienda produce macchinari su misura, dimensionati e progettati in base all'esigenza del cliente. Ciò comporta che non vi sia uno standard preciso di riferimento o un modello di partenza dal quale si sviluppano tutte le soluzioni proposte. Chiaramente si fa spesso ricorso a pezzi uguali su macchine differenti, ma questo non esclude a priori che vengano realizzate macchine completamente differenti l'una dall'altra.

L'azienda ha fornitori che vengono preferiti ad altri per determinate componentistiche, ma talvolta si ricorre a prodotti e fornitori indicati dal cliente per rispettare lo standard aziendale dello stesso, questo rende quindi impossibile anche definire uno standard a livello di fornitura e di componentistica a 360°.

Personale formato

Dalla problematica indicata nel punto precedente emerge la necessità di individuare un soggetto con le competenze necessarie per poter fornire un'assistenza tecnica adeguata. L'individuo preposto a rivestire tale posizione deve infatti avere dimestichezza con le tecnologie utilizzate e con il metodo adottato in sede di progettazione. Questa persona dovrà quindi aver avuto la possibilità di lavorare su macchine prodotte dall'azienda in modo da avere dimestichezza sufficiente a fornire supporto anche a macchine nella cui progettazione non è stato direttamente coinvolto. Il soggetto in questione dovrà inoltre rivestire esclusivamente questa nuova posizione in modo da poter fornire il servizio più rapidamente possibile al cliente.

Limitazioni di equipaggiamento

Un problema riscontrato spesso con alcuni clienti è quello relativo alla teleassistenza ed al monitoraggio da remoto: vi sono infatti numerose aziende che negano la possibilità di equipaggiare le macchine con componenti che permettano tramite una connessione ad

Internet di svolgere le suddette funzioni. Questo rappresenta un enorme limite nel tipo di servizio che può essere fornito al cliente, poiché privando il macchinario di determinati equipaggiamenti si elimina tutto il supporto che si può trarre dai Big Data raccolti a livello macchina. L'impossibilità di "portar fuori" i dati dallo stabilimento rende impossibile praticare qualsiasi genere di manutenzione predittiva o di teleassistenza valida. Ciò implica la necessità di inviare un tecnico in trasferta per ogni problema che si presenti rendendo le tempistiche d'intervento estremamente lunghe ed i costi di intervento dispendiosi.

7.4 Le possibilità offerte dall'industria 4.0 nel customer service

Le tecnologie associate all'industria 4.0 rendono possibili da realizzare tutte le tecnologie relative al remotaggio di qualsiasi attività. Grazie ai sensori e all'impiego dell'automazione diventa possibile offrire al cliente servizi quali:

- teleassistenza
- telecontrollo
- telemanutenzione
- condition monitoring
- manutenzione predittiva

queste possibilità trovano concretezza nell'inclusione di devices appropriati al raggiungimento di questi scopi a livello macchina.

La sensoristica installata sulle macchine per la corretta gestione di processo è in grado di fornire informazioni che possono essere sfruttate ulteriormente e per scopi differenti, ma per poterne usufruire una volta che l'impianto è installato nella sede di destinazione sarà necessario dotare la macchina di un dispositivo che permetta l'esportazione di questi dati e la ricezione di eventuali comandi ed input, ed è per queste funzioni che era stata suggerita l'inclusione del Flexy prodotto dalla eWON che permette di avere a disposizione le informazioni e gli strumenti per sfruttare le informazioni prodotte dalla macchina permettendo quindi il remotaggio della macchina, e di conseguenza di fornire servizi di condition monitoring e telecontrollo oltre a rendere più agevole la teleassistenza rendendo possibile appunto accedere da remoto ai parametri di macchina.

Integrando poi questa tecnologia con una delle soluzioni di sensoristica vibrazionale proposte in precedenza sarà possibile fornire anche il servizio di manutenzione predittiva grazie ai software di analisi forniti con i suddetti prodotti.

Per quanto riguarda il discorso di telemanutenzione il ricorso a software di augmented reality renderebbe più agevole l'assistenza fornita al personale in loco, che troverebbe il proprio culmine nell'adozione di devices indossabili quali quelli proposti in precedenza, prodotti da Microsoft e Realwear, che permettono a chi offre assistenza di vedere ciò che vede l'operatore on-site ed allo stesso tempo di potergli fornire indicazioni dettagliate anche tramite le interfacce disponibili.

Lo sfruttamento di tutte questi servizi può ridurre consistentemente i costi per entrambe le parti: si possono infatti ridurre le trasferte non necessarie di manutentori grazie alla telemanutenzione, si può prevenire il danno di fermo macchina imprevisto grazie alla manutenzione predittiva, che può rilevare quindi i problemi prima che si manifestino drasticamente, e può ridurre i costi di manutenzione permettendo la sostituzione dei pezzi nel momento in cui questa si renda necessaria, e non secondo una pianificazione che potrebbe sostituire un pezzo ancora sano e con ancora a disposizione numerose ore di lavoro.

La documentazione interattiva, invece, permette di avere rapido accesso alla componentistica del macchinario, e se integrata opportunamente con una sezione adeguata sul sito dell'azienda, in un'area riservata ai clienti, potrebbe rendere possibile una gestione autonoma dell'ordine di componenti da parte dei clienti.

7.5 Servizi applicabili al caso Abrigo S.P.A.

Non è possibile pensare di fornire tutti i servizi offerti dal Bosch Packaging Services in una realtà delle dimensioni di Abrigo S.P.A., ma è pensabile ridimensionarne alcune per adattarle all'offerta proponibile da parte di Abrigo S.P.A. nella strutturazione di un'offerta di customer service.

Analizziamo ora alcune offerte che potrebbero essere implementate anche usufruendo di nuovi prodotti nell'ottica 4.0.

7.5.1 Servizio di assistenza tecnica telefonica

Questo servizio viene attualmente fornito da chi sia la persona con le giuste competenze disponibile nel momento necessario e sarebbe fondamentale trasformare questa situazione, poiché distrae le persone da quella che è la loro propria mansione e potrebbe in casi estremi perfino causare potenziali ritardi.

L'individuazione di una persona con una formazione adatta a fornire un valido supporto tecnico è il primo step da percorrere. Su questo "responsabile del customer service" verrebbero convogliati tutti i flussi telefonici che attualmente sono raccolti in maniera meno ordinata, e che verrebbero a questo punto "raccolte" da una persona che svolge appositamente questa funzione all'interno dell'azienda.

Si potrebbe fare ricorso ad un servizio di mailing automatica 24/7 che raccolga le chiamate che arrivano da impianti con fusi orari differenti o nel corso di un'altra chiamata, in maniera tale da definire una sequenza dei clienti da contattare e che possa eventualmente fornire una cernita di massima tra quelli che possono essere i guasti più gravi o quelle che siano esigenze di routine, per poter fornire una priorità di intervento.

Lo scopo di questo servizio sarebbe quello di cercare di risolvere i problemi da remoto tramite i suggerimenti e le indicazioni dell'operatore e ricorrere all'invio di un tecnico specializzato on-site solo laddove la necessità sia concreta, risparmiando tempo, un intervento on site può richiedere anche parecchio tempo, e denaro, diventa possibile eliminare il costo delle trasferte e di eventuali fermo macchina prolungati, per entrambe le parti.

La qualità di questo servizio potrebbe aumentare consistentemente integrandolo con ulteriori servizi che verranno illustrati in seguito.

7.5.2 Telecontrollo e Condition Monitoring

Per entrambi questi servizi è necessario il consenso del cliente per poter equipaggiare la macchina con devices connessi ad internet, che possono identificarsi in un dispositivo quale l'eWON Flexy.

Tramite l'equipaggiamento di questo device sarà possibile al responsabile del customer service, o da un tecnico specializzato intervenire da remoto sui processi della macchina, se ve ne fosse bisogno, andando ad assumere da remoto il controllo di tutte le attività gestite dai PLC, andando anche ad agire sui codici di programmazione, e questa possibilità impatterebbe consistentemente sui costi di trasferte riducendo gli interventi on-site ai casi in cui sia strettamente necessario, velocizzando anche consistentemente le tempistiche di intervento e di risoluzione dei problemi.

Lo stesso dispositivo è in grado di trasmettere i dati di processo prodotti dalla macchina e permetterebbe quindi al tecnico di verificare quale uso venga fatto del macchinario e come lo stesso stia performando senza doversi muovere dalla propria scrivania.

Il costo del dispositivo in questione è potenzialmente ripagato con una sola trasferta evitata o con il risparmio di tempo visto l'importo di circa 600€.

7.5.3 Manutenzione Predittiva

Figlia del condition monitoring questa possibilità avrà la necessità accesso ad Internet come quelle descritte in precedenza e prevede anche l'aggiunta di sensori anch'essi in alcuni casi con il proprio accesso ad Internet a seconda dei modelli.

Questa possibilità riduce i rischi di fermo macchina imprevisti, questi sensori infatti tramite il monitoraggio di determinate condizioni, quali vibrazioni o consumi di aria compressa, possono determinare l'esistenza di un deterioramento prima che esso sfoci in una rottura problematica, permettendo di anticipare il problema prima che questo conduca ad un fermo macchina forzato.

Grazie a questa possibilità l'operatore, e anche il cliente, riceverà dai dispositivi notifiche di anomalie che porteranno quindi ad un'analisi dei dati "incriminati" e alla predisposizione di un intervento laddove sia necessario.

7.5.4 Telemanutenzione

Per colmare il divario tra l'identificazione di un problema e la corretta soluzione vi è la necessità di poter avere una chiara visione dello stesso. Garantendo all'azienda la possibilità di ricevere immagini dall'interno dello stabilimento, in aggiunta alle possibilità precedenti sarà possibile, anche tramite l'ausilio di applicazioni di Augmented Reality, vedere la macchina in questione e, tramite l'ausilio di eventuali headset wearable da parte di un tecnico del cliente, di vedere ciò che il manutentore del cliente on-site vede e di guidarlo da remoto in eventuali interventi di manutenzione.

Ancora una volta questa soluzione permette di ridurre ulteriormente i tempi di intervento e di evitare, come nei casi precedenti, i costi relativi all'invio di personale in loco senza che sia inevitabile.

7.5.5 Manutenzione Preventiva

Grazie allo storico degli ordini dei clienti è possibile verificare quali componenti siano soggetti ad una più frequente sostituzione e di conseguenza si potrebbe, con l'aiuto del cliente e la sua collaborazione, procedere alla definizione di un piano di manutenzione preventiva su componentistica chiave e definirne sostituzioni ricorrenti in ottica preventiva.

A differenza di quanto proposto in precedenza questo tipo di manutenzione sarà completamente pianificata su base esclusivamente statistica ed in ottica di prevenzione di guasti.

Per quanto questa procedura, a differenza della predittiva, possa portare alla sostituzione di componenti in teoria ancora sane, può però presentare il vantaggio di definire in maniera abbastanza precisa e prevedibile i costi ed i tempi di manutenzione che sarebbero a questo punto stabiliti dalla pianificazione.

Questo metodo di pianificazione della manutenzione non esclude i rischi di guasti imprevisti, ma dovrebbe comunque ridurre consistentemente i rischi di fermo macchina completamente imprevisti, può peraltro essere combinata con una manutenzione predittiva applicata esclusivamente ai componenti più critici e costosi, ricorrendo appunto a quella preventiva per quanto concerne le componenti meno critiche della macchina.

7.5.6 Ricambi ed Area Clienti

Sfruttando le possibilità offerte dalla documentazione interattiva, che può prevedere anche esplosi e cataloghi della componentistica, si può fornire al cliente un prodotto che favorisca l'identificazione dei componenti che vanno sostituiti e di conseguenza una velocizzazione del processo di ordine dei componenti di ricambio, anche tramite link diretti presenti sui manuali.

Si potrebbe prevedere sul sito dell'azienda un'area riservata per i clienti tramite la quale possano ottenere nuovamente in caso di smarrimento la documentazione relativa alla macchina (o alle macchine) in loro possesso. Si potrebbe anche implementare sul sito un catalogo di tutti i componenti presenti sulle macchine in possesso del cliente in modo da offrire la possibilità di ordinar autonomamente dal sito i pezzi di cui si è certi di avere bisogno riducendo le perdite di tempo correlate per entrambe le parti.

7.5.7 Consulenza tecnica per l'ammodernamento di impianti esistenti

Potrebbe essere fornito un servizio di consulenza per la valutazione delle possibilità di includere su macchinari più vecchi componentistica più moderna che permetta il raggiungimento di vantaggi prestazionali o riduzioni dei consumi, permettendo anche l'equipaggiamento di gestioni intelligenti del macchinario non previste dal progetto originali, ma possibili laddove risulti compatibile l'equipaggiamento presente sulla macchina.

Può esserne un esempio l'equipaggiamento dei sensori vibrazionali per la manutenzione predittiva, nello specifico quelli wireless prodotti da Petasense, che essendo dispositivi standalone possono essere montati su qualunque macchinario.

Anche il Flexy può interfacciarsi con qualunque PLC e quindi ne possono essere dotati anche macchinari non nativi.

Questo processo potrebbe in alcuni casi rendere più integrato e più performante un macchinario che poteva essere ormai considerato tecnologicamente obsoleto ad un costo sicuramente inferiore al rimpiazzo dell'intero macchinario, oltre a permettere l'accesso a

servizi post-vendita tra quelli elencati in precedenza ai quali altrimenti non si sarebbe potuto in alcun modo avere accesso.

7.5.8 Training

Si possono valutare percorsi di formazione del personale del cliente al fine di fornire conoscenze sufficienti all'utilizzo della macchina e per la manutenzione ordinaria e di base. Con lo stesso cliente si potrebbe inoltre valutare un percorso di addestramento più approfondito relativamente al discorso manutentivo della macchina, riducendo quindi la frequenza di intervento della casa produttrice, dando al personale del cliente la possibilità di coprire un numero maggiore di situazioni problematiche rispetto a quelle risolvibili con un servizio di formazione di base.

Conclusioni

Le informazioni sono indispensabili nella nostra società, ed ancora più indispensabile è che siano disponibili e fruibili in ogni momento e con effetto immediato. Avere informazioni permette di risparmiare tempo, di prevenire ritardi e consente di evitare costi in denaro.

Tutte le informazioni ottenibili grazie alle tecnologie cosiddette 4.0 permettono di avere pieno controllo, in qualsiasi momento, sul processo produttivo e di eliminare i costi dovuti ad imprevisti e carenza di informazione.

Poter predire la rottura di un componente elimina i ritardi conseguenti ad un fermo macchina ed elimina i costi dovuti alla mancata produzione; poter vedere la macchina da remoto permette di assistere un operatore non specializzato eliminando i costi ed i tempi di intervento in campo non strettamente necessari; avere informazioni dettagliate su ogni macchina permette di definire analisi dei guasti e trend di utilizzo dei macchinari con conseguente consapevolezza delle proprie potenzialità produttive e facilita la gestione della produzione e delle risorse disponibili.

Il tempo e le informazioni sono risorse diventate indispensabili per la competitività dell'industria moderna ed è tramite le tecnologie più moderne che si può avere accesso ad un processo sempre più efficiente ed ottimizzato, che riduca tutti i costi non necessari e minimizzi lo spreco non necessario di risorse.

Per il cliente tutto questo si traduce in un servizio più affidabile ed in un maggiore supporto da parte dei fornitori, in una ridotta probabilità di imprevisti ed in una migliore possibilità di definire preventivamente i tempi e le durate delle manutenzioni.

Bibliografia

Circolare dell'agenzia delle entrate CIRCOLARE N.4/E del 30/03/2017

Controlli Essenziali di Cybersecurity, Research Center of Cyber Intelligence and Information Security Sapienza Università di Roma, 2017

Michele Rossi, Marco Lombardi, *La Fabbrica Digitale: Guida all'Industria 4.0*, Milano, Tecniche Nuove, 2017.

Panigucci Nicola, Ricci Alessandro *Industria 4.0: Analisi di una Rivoluzione*, Università Di Bologna, 2016

Marco Bettiol, Gaetano Scire' "*Industria 4.0, la via italiana per la competitività delle PMI*" *Industry 4.0, the Italian way for the competitiveness of SMEs*, Università Degli Studi Di Padova, 2017

Marco Cantamessa, Marco Lucchi *Industry 4.0: Un Modello di Self Assessment Per Valutare Il Grado Di Digitalizzazione Delle Imprese*, Politecnico di Torino, 2018

2016 Italian Cybersecurity Report:

Controlli Essenziali di Cybersecurity, Research Center of Cyber Intelligence and Information Security Sapienza Università di Roma, 2017

Sitografia

<https://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40> Ministero dello sviluppo economico

<http://www.techfromthenet.it/201704264182/News-attualita/sapla-digitalizzazione-e-l-evoluzione-delle-aziende.html>

<http://www.cybersecurityframework.it/sites/default/files/csr2016web.pdf>

<http://new.abb.com/products/robotics/it/robot-industriali/yumi>

<http://documenti.camera.it/leg17/resoconti/commissioni/bollettini/pdf/2016/06/30/leg.17.bol0665.data20160630.com10.pdf>

https://leanmanufacturing10.com/it/manutenzione-correttiva-preventiva-e-predittiva-definizioni-e-differenze#MANUTENZIONE_PREDITTIVA

<http://www.abrigospa.com/>

<https://hbr.org/2017/11/a-managers-guide-to-augmented-reality#why-every-organization-needs-an-augmented-reality-strategy>

<https://www.efa.it/marchi/ewon/ewon-flexy-205>

<https://www.tweddle.com/products-services.html>

<https://www.se.com/it/it/>

<https://www.ifm.com/it/it/shared/technologies/monitoraggio-delle-vibrazioni/systeme-zur-schwingungsuberwachung-das-passende-produkt-fur-ihre-applikation/il-prodotto-adeguato-per-la-vostra-applicazione>

<https://www.realmore.net/>

<https://www.microsoft.com/it-it/hololens#OneGDCWeb-Feature-wpfce8d>

<https://shop.realwear.com/products/hmt-1?variant=29235660947498>

<https://www.smc.eu/it-it>

<https://petasense.com/products/vibration-motes/>

<https://www.balluff.com/local/it/home/>

https://www.festo.com/cms/it_it/index.htm

<https://blog.hotmart.com/en/how-to-provide-after-sales/>

<http://www.cybersecurityframework.it/sites/default/files/csr2016web.pdf>

<https://www.boschpackaging.com/services/after-sales-services>

<https://www.bcg.com/publications/2014/engineered-products-infrastructure-service-operations-creating-value-machinery-companies-through-services.aspx>