

Università degli Studi di Genova

Facoltà di Ingegneria

Dottorato di Ricerca in Ingegneria Matematica e Simulazione

Tesi di Dottorato

**Ruolo della Simulazione discreta e stocastica,
nella risoluzione di problemi primari multi settoriali:
concettualizzazione, ricerca e sviluppo di applicazioni
derivate dalle più innovative Tecnologie offerte dalla
quarta Rivoluzione Industriale**

Relatore: Chiar.mo Prof. Ing. Lucia Cassetari

Correlatore: Chiar.mi Prof. Ing. Paolo Arena, Guido Guizzi

Candidato: Prof. Ing. Fabio Currò

XXXIII Ciclo
Anno Accademico 2020-2021

Indice

Il presente lavoro è composto da un'introduzione seguita da 12 capitoli:

- Introduzione Obiettivi, premessa e metodo di lavoro
- Capitolo 1 Attuatori per valvole motorizzate
- Capitolo 2 Smart Inventory (Magazzini di Picking Automatizzati)
- Capitolo 3 Industrial Production Of Italian Pasta
- Capitolo 4 Digital Transformation 4.0 (Industria e PMI)
- Capitolo 5 W2F – Waste to Fuel
- Capitolo 6 Sanificazione 4.0
- Capitolo 7 Termoscanner 4.0 e Dispositivi per il Distanziamento Sociale
- Capitolo 8 Digital Transformation 4.0 di Blocchi Operatori
- Capitolo 9 Paper Pubblicati
- Capitolo 10 Paper in fase di rilascio
- Capitolo 11 Conclusioni
- Capitolo 12 Ringraziamenti

Introduzione

Metodologie di sviluppo ed analisi di modelli discreti e continui per la simulazione di sistemi. Strumenti e problemi di analisi numerica; sviluppo di simulatori e federazioni di simulatori per sistemi complessi. Definizione obiettivi, formalizzazione, soluzioni di implementazione, integrazione, verifica, convalida, test, accreditamento ed esecuzione di modelli real-time, fast-time e slow time.

La cosiddetta Rivoluzione Industriale 4.0, iniziata in Germania nel 2013 e di lì estesa ad altri Paesi industrializzati, Italia inclusa, grazie ai massicci finanziamenti dedicati alle Imprese per ridare loro competitività sul piano internazionale, ha come punto centrale il dialogo diretto tra le macchine, lungo l'intera catena logistica (fornitori, fabbrica, utenti finali), tramite l'uso di opportuni sistemi informatici hardware e software. Il documento redatto dal MISE per le industrie del nostro Paese, tra gli strumenti software riconosciuti come specifici indica i simulatori on-line. Questo particolare tipo di modellizzazione è stato creato, come rilevabile dalla letteratura, dai Professori Roberto Mosca e Pietro Giribone a metà degli anni '80 per risolvere alcuni importanti problemi che Aziende italiane quali Comau e Mandelli, leader mondiale nei cosiddetti sistemi flessibili di produzione, non erano riusciti a risolvere con le tecnologie tradizionali.

Obiettivo della tesi di dottorato proposta è quella, sfruttando i rilevanti progressi evidenziatisi negli ultimi vent'anni sia dall'elettronica dedicata che dagli elaboratori, di rilanciare la metodologia della simulazione on-line real-time come elemento concettuale di alto livello, rendendolo indispensabile per massimizzare i risultati ottenibili dalla già menzionata Rivoluzione 4.0.

Ciò potrà avvenire attraverso un interfacciamento accurato e ad alta velocità tra linee di produzione, sistema logistico integrato, etc e i calcolatori addetti alla sorveglianza/ gestione di questi elementi.

Sfruttando quindi a step di tempo predeterminato, la capacità previsionale dello strumento simulativo, sarà possibile fare ripetutamente proiezioni sul rispetto dei tempi di produzione e/o di apportare i cambiamenti di programmazione indispensabili per minimizzare il danno aziendale nel caso di imprevisti, guasti accidentali, variazioni repentine del mix di produzione, etc.

L'uso di opportuni algoritmi, studiati caso per caso, potrà consentire all'elaboratore di prendere decisioni in totale autonomia entro limiti prefissati o di passare il governo del processo decisionale al responsabile di linea in tutti gli altri casi. Le diverse alternative decisionali potranno essere valutate dal decisore sulla base di ulteriori lanci previsionali effettuati su un simulatore off-line.

Attività svolta durante il secondo anno

Nel corso del secondo anno di Dottorato in "Ingegneria matematica e simulazione" ho posto le basi tecnologiche per mettere in pratica quanto appreso durante il primo anno di dottorato. Durante quest'anno trascorso ho appreso l'utilizzo di sistemi WI-FI per le implementazioni IOT (Internet of things) dei dati prelevati sul sistema fisico e trasferirli su un sistema CLOUD atto al trattamento statistico e analitico dei dati raccolti in maniera tale da trasformarli in conoscenza dei sistemi. A tale scopo ho acquisito esperienza con il protocollo di trasmissione IOT MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).

Per i dispositivi Internet of Things (IoT), la connessione a Internet è un requisito. La connessione a Internet consente ai dispositivi di lavorare tra loro e con i servizi di stack TCP / IP, MQTT è diventato lo standard per le comunicazioni IoT.

MQTT è stato originariamente inventato e sviluppato da IBM alla fine degli anni '90, la sua applicazione originale era quella di collegare i sensori su oleodotti e provvedere alla comunicazione con i satelliti preposti.

Come suggerisce il nome, è un protocollo di messaggistica che supporta la disaccoppia il mittente e il destinatario dei messaggi sia nello spazio che nel tempo e a che fare con le code di messaggistica e utilizza invece un modello di pubblicazione OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) ed è supportato nei più diffusi linguaggi di programmazione utilizzando molteplici implementazioni open source. Il costo dell'hardware richiesto dalla soluzione studiata, tramite protocollo MQTT, per ciascun centro di lavoro è estremamente limitato, ciò rende l'architettura TCM backend.

Il protocollo di rete di base di Internet è TCP / IP.

Costruito in cima allo

comunicazione asincrona tra le parti.

Un protocollo di messaggistica asincrono

quindi è scalabile in ambienti di rete inaffidabili.

Nonostante il suo nome non ha nulla e sottoscrizione.

Alla fine del 2014 è diventato ufficialmente uno standard aperto

(Tool Condition Monitoring) proposta, a differenza di altri sistemi TCM presenti in letteratura, applicabile anche a linee di produzione caratterizzate da molte macchine di elaborazione come le linee del tipo RMS (Reconfigurable Manufacturing System) e FSM (come già considerato durante il primo anno di dottorato). Inoltre, l'installazione del sistema TCM individuato è particolarmente semplice e le dimensioni complessive dello stesso sono minime.

Il sistema di raccolta dati e storage over cloud' permette di monitorare attivamente i sistemi produttivi in maniera assolutamente capillare e di poter effettuare un monitoring remoto in maniera semplice, intuitiva ed economica.

Tale sistema va oltre quello che attualmente è lo stato dell'arte del controllo industriale SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) o DCS (Distributed Control System) in quanto è capace, prelevando i dati in tempo reale o attingendo al cloud per i dati storici, di simulare, su un "Digital Twin", l'evoluzione del sistema ed emettere e gestire warning di qualunque genere legati alla produzione piuttosto che ai magazzini o all'efficienza produttiva.

Il sistema teorico implementato viene realizzato effettivamente tramite microcontrollori ed è possibile attuare, eventualmente, un feedback sulla linea per ottimizzarne il funzionamento.

La naturale conseguente applicazione di una tale piattaforma HW-SW è la manutenzione predittiva, punto focale della rivoluzione industriale 4.0.

Tramite i dati acquisiti e analizzati si può simulare uno scenario atto alla predizione dei guasti e conseguentemente all'efficientamento delle attività di manutenzione e fermi linea. Nelle linee di produzione ad elevata complessità lo strumento del "Digital Twin" risulta di fondamentale importanza.

In generale, nello sviluppo dei progetti di ricerca oggetto della tesi, come da filosofia di Industry 4.0, si è fatto ampio e approfondito ricorso agli strumenti matematici e simulativi sia in fase di concettualizzazione delle ricerche, che di progettazione e realizzazione dei device conseguenti. Come noto un punto di forza di Industry 4.0 è il sopra citato Digital Twin, ossia un simulatore ad eventi discreti che, agendo online real time con l'impianto, consente di fare proiezioni sulla sua evoluzione futura, fornendo così ai Manager, nel caso di scostamento dai risultati attesi, la

possibilità di individuare le strategie correttive e di sperimentarle su un apposito Twin, che implementa la migliore strategia individuata sul gemello fisico. Questo passo è di fondamentale importanza in quanto permette di trasformare il sistema fisico in un sistema cyber fisico, che si configura come una vera e propria intelligenza decentrata migliorata, rispetto alla gestione tradizionale, con algoritmi di Machine Learning e di Intelligenza Artificiale.

Durante questo secondo anno. Tramite l'uso di demo board si è costruito il sistema HW per gestire fisicamente i dati tramite sensori tarati su varie grandezze fisiche in maniera tale da essere in grado di fare fronte a qualunque esigenza di monitoring.

I sensori, reperibili sul mercato, sono stati testati e per ciascun tipo di essi si è pensato di costruire uno "Shield" in grado di essere implementato sulla demo board.

Lo "Shield" altro non è che un'interfaccia minima HW capace di gestire le funzioni base del sensore quali:

- fornire alimentazione al giusto livello di tensione
- fornire un'interfaccia adeguata in tensione ai canali di comunicazione
- fornire un'interfaccia HW (piedinatura) compatibile sulla demo board di tutti i sensori utilizzati

E' stata posta grande attenzione sull'obiettivo di fare un format unico per i sistemi HW e SW al fine di poter implementare efficacemente e velocemente dei sistemi integrati capaci di soddisfare le esigenze che possono emergere in una qualunque linea di produzione o semplice monitoring.

Piano delle Attività per terzo anno

Dopo aver lavorato nel corso del secondo anno sulla creazione dell'ambiente HW e SW atto alla messa in opera del sistema di prelievo dei dati, gestione del cloud e analisi dei dati prelevati, durante il terzo anno si vuole industrializzare e rendere disponibile un sistema completo HW e SW capace di gestire, anche in remoto, l'acquisizione di dati dalle linee produttive e gestirli per crearne informazione atta alla simulazione ed alla manutenzione predittiva.

Nel corso del terzo anno del dottorato è mia intenzione affrontare gli argomenti nel seguito elencati:

1. Realizzazione di una stazione mobile per prelievo e gestione dati su piattaforma dimostrativa. Per esempio costruire un'apparecchiatura portatile, a scopo dimostrativo, al fine di mostrare ad un possibile cliente il reale potenziale del sistema teorizzato
2. Applicare il sistema HW-SW ad un caso reale che mostri pienamente l'efficacia del metodo e della tecnologia. Sono di sicuro interesse, a tal fine, tutte quelle realtà produttive che hanno già implicito nel loro modus operandi la possibilità di acquisire dati dalle linee produttive o dalle macchine operatrici usate.

Come da obiettivo dichiarato ogni lavoro di ricerca da me effettuato in collaborazione con i Colleghi del Ing. Ind. 17 del Polo di Savona e in particolare i Prof. Ing. Roberto Mosca e Marco Mosca, ha avuto come seguito la realizzazione di device comprensivi di Hardware e Software che, opportunamente testati prima in laboratorio e poi sul campo, nelle severe fasi di test prima dell'entrata in esercizio, hanno dimostrato l'effettiva capacità risolvete dei problemi per i quali sono stati concepiti. Nel seguito della tesi vengono riportati i testi dei paper scritti in merito e presentati a importanti convegni internazionali o pubblicati su riviste con elevato impact factor. Come si vedrà nella tesi si è fatto ampio uso di quanto oggi Industry 4.0 mette a disposizione. Si fa presente, inoltre, che i due lavori presentati al WCE 2021, rispettivamente nelle sezioni

“Manufacturing Engineering and Engineering Management” e “Systems Biology and Bioengineering” hanno entrambi ricevuto il Best Paper Award.

Per specifica volontà mia e dei Colleghi che con me hanno lavorato ogni ricerca non doveva limitarsi ad un esercizio di pura speculazione intellettuale, ma doveva potersi tradurre in un device in grado di risolvere i problemi per i quali era stato concettualizzato, specie per le ricerche effettuate in appoggio al Settore Sanitario.

mcGEAR

Italian Mechatronics Solutions

11 Giugno 2020
Milano

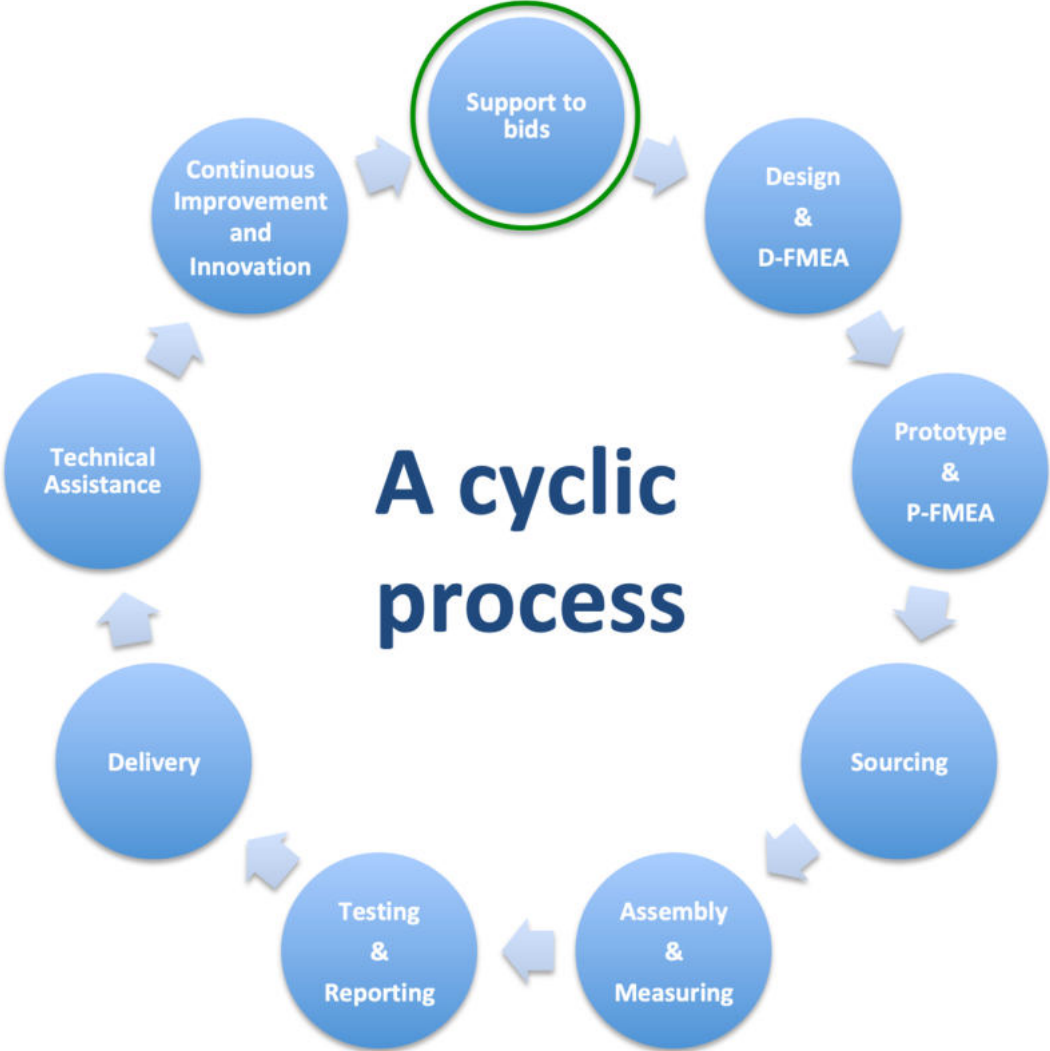


PRODOTTI

Italian Mechatronics Solutions

SMART INVENTORY 4.0	TELEMETRIA 4.0	ATTUATORI e SISTEMI 4.0	mcCOVID 4.0
<p>Magazzini automatizzati di Picking</p> <p>Veloci Precisi Robusti Economici</p> <p>Riduzione Personale Magazzino Virtuale Elimina Errori</p>	<p>Monitoraggio e controllo remoto di processo</p> <p>Da qualsiasi parte del mondo</p> <p>Da qualsiasi device autorizzato</p> <p>Oltre 630 sensori Attuatori</p>	<p>Attuatori rotativi per motorizzare valvole</p> <p>- 95% stock Logica 4.0 Nuove applicazioni Sistemi di attuatori</p> <p>Unici sul Mercato Rivoluzione di Settore</p>	<p>Prevenzione e protezione</p> <p>Virus Batteri Muffe Spore Insetti</p> <p>Termoscanner</p> <p>Distanziamento sociale</p>





FASI DI PROTOTIPAZIONE (MECCANICA)

• Solid Concept	
– 3D draft (pencil and render)	normally 1 unit per Concept
• Mock-up	
– 3D printed cinematic, for study only	normally 1 unit, subjected to development
• Functional prototype	
– Cinematic and Mechanical for testing	normally 3 units, for different types of testing
• Pre series	
– Executive prototype	normally 25-100 units, for Customers' testing
• First Series	
– Limited series for massive testing	temporary units, fully tested, to anticipate production

QUANTITIES

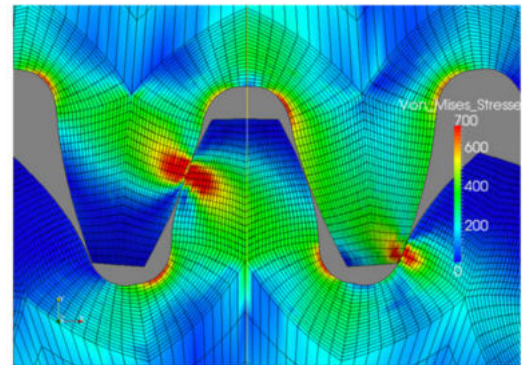
FASI DI PROTOTIPAZIONE (ELETTRONICA)

• Concept	
– Draft for nesting	normally 1 unit per Concept
• Functional prototype	
– Wiring test	normally 3 units, for different types of testing
• Pre series	
– Exec. prototype (board & component level)	normally 25-100 units, for Customers' testing
• First Series	
– Limited series for massive testing	temporary units, fully tested, to anticipate production

QUANTITIES

PROCEDURE DI TEST

- **Mechanics**
 - Quality design testing
 - Design and tolerances review
 - Von Mises diagrams
 - Oversize testing (high level of confidence)
 - Operations testing
 - On brake (normal torque)
 - On brake (conservative, over torque)
 - On brake (crash test, over torque)



- **Electronics and Software**
 - Quality design testing
 - Tolerances review
 - Operations testing
 - 500K cycles



Capitolo 1 Attuatori per valvole motorizzate

Gli attuatori rotativi rispettando ed integrando le specifiche 4.0 fanno cambiare all'Utente il modo di intendere l'uso del servomeccanismo. Gli attuatori 4.0 di mcGEAR non hanno bisogno di un pannello di controllo che li gestisca ma, grazie alla configurazione 4.0, riescono non solo ad operare in maniera totalmente autonoma, comunicando con il sistema centrale, ma fungono esse stesse da hub per la gestione di altri dispositivi configurati ed inseriti nell'impianto di cui fanno parte. All'interno degli attuatori sono già predisposte le porte di comunicazione e gli slot per modem e display di comunicazione. La telemetria e la comunicazione in feedback sono un punto focale attorno cui sia l'elettronica che la meccanica sono state progettate. Ogni singolo attuatore può essere programmato per gestire altri dispositivi simili o addirittura pompe, relè o controlli in remoto.

La meccanica, seguendo la stessa filosofia dell'elettronica, può essere aggiornata mantenendo spazi interni ed ingombri esterni lasciando la libertà all'Utente di poter allineare le specifiche dell'impianto alle proprie esigenze. L'aspetto più innovativo dell'approccio mcGEAR alla meccanica di prodotto è quello di ridurre drasticamente le scorte nell'intera Supply Chain, mediante la distribuzione di componenti modulari totalmente componibili, anziché di prodotti finiti, così ottenendo una riduzione codici da >2.000 a <50 e allineandosi perfettamente, di conseguenza, alle attuali esigenze di un Mercato enormemente cambiato nell'ultimo decennio. Una nuova piattaforma, una nuova elettronica assieme ad una nuova meccanica e software hanno

permesso di estendere l'innovazione ad ogni prodotto della gamma.

La totale gestione a mezzo IIoT (Industrial Internet of Things) e l'estensione dell'elettronica al Digital Twin porta l'impianto che ospita gli attuatori mcGEAR alla naturale evoluzione a Cyber Physical System. La ricerca e lo sviluppo condotti hanno permesso la standardizzazione della piattaforma per un utilizzo Settoriale multi applicazione e la successiva generalizzazione per un utilizzo "Cross Sector", con applicazioni che spaziano dal Settore Idro Termo Sanitario domestico e industriale, alle nuove frontiere di Agricolture 4.0, alle più svariate applicazioni in ambito OEM. Nel caso specifico la generalizzazione dell'elettronica core e dei protocolli di comunicazione ha condotto mcGEAR a sviluppare importanti applicazioni negli ambiti, descritti nei prossimi capitoli, di:

- Magazzini smart
- Controllo impiantistico nella produzione industriale della pasta
- Digital Transformation 4.0 nell'industria
- Digital Transformation 4.0 di Blocchi Operatori
- Sistemi avanzati di Bed Management in ambito Sanitario (Ospedali, Cliniche, RSA)
- Processo innovativo di trattamento del rifiuto indifferenziato per la conversione in energia
- Sanificazione 4.0 (O3/UVC) mediante applicazione del ciclo di Chapman
- Processi di prevenzione Covid mediante macchine proprietarie di diagnostica e sanificazione

ATTUATORI ROTATIVI

ATTUATORI

mcGEAR ha investito nello sviluppo di [tecnologia proprietaria](#), progettata e testata per poter garantire compatibilità e affidabilità nel tempo.

CHE COS'È UN ATTUATORE?

Un attuttore è un meccanismo attraverso cui un [agente agisce su un ambiente](#).

Tale agente può essere o un [agente intelligente artificiale](#) o un [qualsiasi altro essere autonomo](#).

Un attuttore è quindi un qualsiasi [dispositivo che converte dell'energia](#), in modo che questa [agisca nell'ambiente fisico](#) al posto dell'uomo.



L'ATTUATORE CHE NON C'ERA

Tutto nuovo. Una nuova piattaforma, una nuova elettronica e un nuovo software. La progettazione modulare ha permesso di estendere l'innovazione a ogni prodotto della gamma.

LA PIATTAFORMA

Una meccanica superiore e un concept innovativo che permette ad un unico case di alloggiare configurazioni dai 3 ai 60 Nm. Ingranaggi proprietari, progettati accuratamente nel rispetto della tecnologia dei materiali selezionati. La piattaforma è totalmente configurabile in tutte le sue funzionalità meccatroniche, ciò permette un facile upgrade del prodotto in ogni momento del suo ciclo vita.

L'ELETTRONICA

L'elettronica è sviluppata su schede modulari che possono essere implementate secondo necessità custom, con sonde, contatti puliti o fail safe. Tali schede possono essere installate su ogni piattaforma, indipendentemente dalla configurazione meccanica scelta.

IL SOFTWARE

Il software fa tutto il resto, pilotando microcontrollori avanzati e periferiche in funzione della configurazione rilevata. Il software assume un ruolo centrale nei prodotti mcGEAR e permette l'integrazione dei sistemi.



Un'intera linea di ATTUATORI ROTATIVI di nuova generazione, completamente ripensati e riprogettati in mcGEAR per far fronte alle necessità di un Settore in continua evoluzione.

L'INGEGNERIZZAZIONE DEL PRODOTTO

risolve radicalmente i più comuni problemi di gestione dello stock, di installazione e di manutenzione del prodotto. La conoscenza della tecnologia e la scelta dei materiali hanno permesso di sviluppare una linea più robusta, affidabile e, allo stesso tempo, a minor costo.

L'ELETTRONICA 4.0

apre le porte a funzionalità completamente nuove rappresentando una flessibilità d'impiego pressoché totale grazie alla possibilità di creare sistemi di attuatori operanti in reti collaborative.

LA MECCATRONICA

permette migliori performance e il controllo della coppia evitando le possibilità di rottura degli ingranaggi.

APPLICAZIONI

Utilizzabili in ambito civile e industriale gli attuatori rotativi mcGEAR rappresentano la scelta più flessibile sul Mercato grazie a una totale personalizzabilità del prodotto.

Disponibili anche nella configurazione HEAVY DUTY, laddove sia richiesta la massima robustezza e durata per applicazioni in condizioni di lavoro avverse e ambienti particolarmente aggressivi.

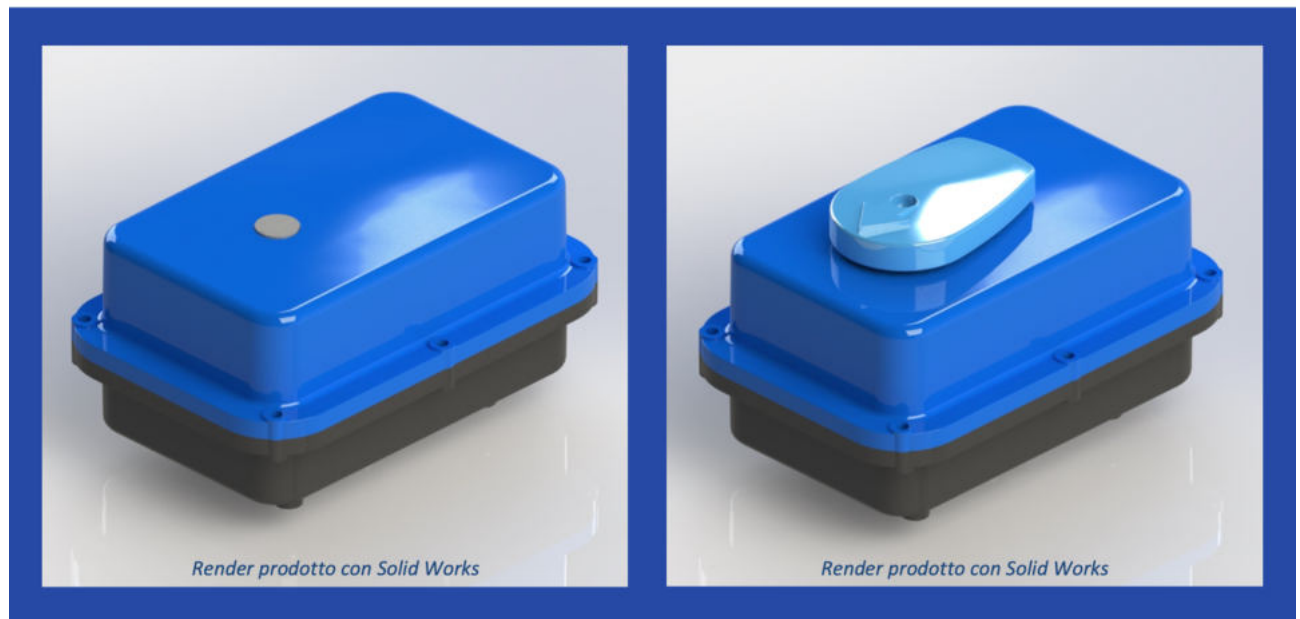
REAL ENERGY SAVING

Pensati per l'ambiente, presentano performance di consumo più basse dei prodotti attualmente sul Mercato.



CARATTERISTICHE E INNOVAZIONE

Non un semplice prodotto multifunzione. Una filosofia innovativa.



- Case unico 5-60 Nm
- Aziona valvole a sfera, a farfalla, a settore
- Aziona serrande, valvole a globo
- 5 richieste di brevetto
- IP68
- Idoneo ad ambienti aggressivi



• CARATTERISTICHE MECCANICHE

- 5-25Nm (MODELLI ATTUAMENTE DISPONIBILI)
- ROTAZIONE 90°-180°
- MULTI IP (IP54 e IP68)
- ISO 5211 (F3-M5-S9 + F5-M6-S11/14 & F5-M6-S11/14 + F7-M8-S17)
- POSIZIONAMENTO DI PRECISIONE

• CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- COLLEGAMENTI ELETTRICI 2-3 PUNTI
- ALIMENTAZIONE 12-24-110-230 V, AC-DC
- DOPPIO PRESSACAVO PG9-PG13,5
- BATTERIA TAMPONE
- MOTORE PASSO PASSO
- SENSORI OTTICI E CONTATTI PULITI

• CARATTERISTICHE ELETTRONICHE

- ON-OFF (2 PUNTI), MODULANTE (3 PUNTI)
- PROPORZIONALE (0-10 V, 0-20mA, 4-20mA)
- MISCELATRICE (CON SONDE)
- TEMPORIZZATA
- VELOCITA' VARIABILE
- GESTIONE GIRI MULTIPLI PER ATTUAZIONE VALVOLE A GLOBO
- SISTEMI DI PROTEZIONE (OVERTORQUE, VOLTAGGIO ERRATO)
- PREVENZIONE (SISTEMA ANTI BLOCCAGGIO SFERA)
- AUTODIAGNOSTICA (PLUG/VOLTAGGIO ERRATO, BLOCCO SFERA, MALFUNZIONAMENTO)

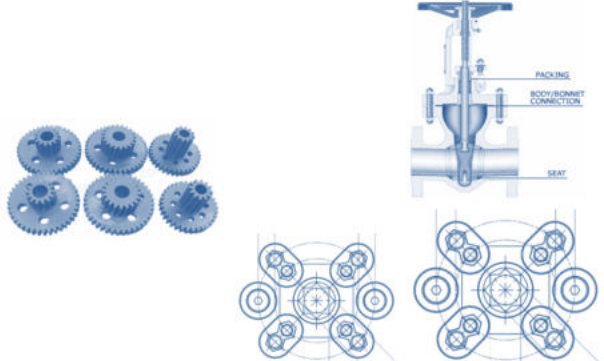


A NEW PHILOSOPHY IN FLOW ACTUATION

UNDISCUSSED PRODUCT IMPROVEMENTS CURRENT DEVELOPMENT

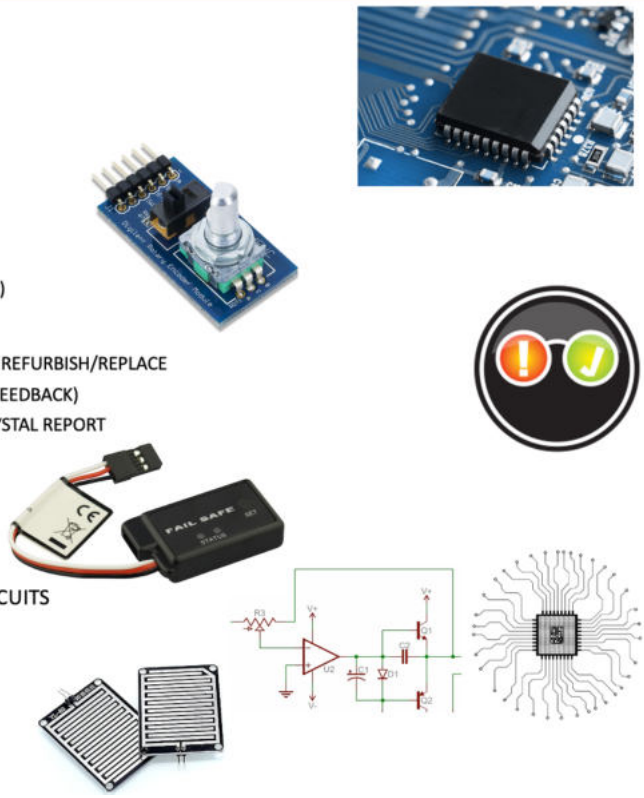
- **MECHANICS LEVEL**
 - A-WYN GOES MULTIDIMENSIONAL
 - A 10D SPACE CONFIGURATOR
 - EASY TO USE
 - INITIAL CLASSES OF PLATFORMS
 - 5 – 8 – 12 Nm (low torque)
 - 18 – 25 – 30 – 35 – 40 Nm (mid torque)
 - 60 – 75 – 90 Nm (high torque)
 - INNOVATIVE USE OF MOTORS
 - AC MOTOR
 - STEPPER MOTOR
 - DUAL MOTOR
 - APPLICATION RANGE EXTENSION
 - GATE VALVES (MULTI TURN)
 - SELF LUBRICATING MATERIALS
 - ISO 5211 OPTIONS
 - F3-M5 star 9 & F5-M6 star 11-14
 - F5-M6 star 11-14 & F7-M8 star 17

TORQUE	5 Nm	8 Nm	12 Nm	18 Nm	25 Nm	30 Nm	35 Nm	40 Nm	60 Nm	75 Nm	90 Nm
STRG CONFIG	CONFIG 1 (3mm - 3mm)			CONFIG 2 (3mm - 3mm - 3mm)							
MOTOR CONFIG	FLAT (BRVFL - SLOW) // VERT (ANAL - FAST)			VERT (BRVFL)							
MOTOR SCHEME	SINGLE MOTOR			DUAL MOTOR							
MOTOR TYPE	MODELS			MODELS // WSP		MODELS // SLOW		MODELS // FAST		MODELS // SLOW // MODELS // FAST	
ULTRA SELECT	BRVFL 2 (FAST - ANAL ONLY - STEPPER MOTORS)										
MANUAL OVERRIDE	HANDLE			STEERING WHEEL							
ORAM-SHAFT	STANDARD // MAND										
CAP	ARROW										
UPPER CASE	ABS (LOW)			ABS (LOW) + WSP		ABS (HIGH)		ULTRAVISOR BLUE (HIGH)			
BRVFL MOUNTING PLATES	HORIZONTAL + VERTICAL + SPACERS										
ELECTRONICS	ON-OFF (3PIN ANALOG) // CUSTOM (ANALOG + MC_DIGITAL + SOCKET) // INDUSTRY 4.0 (ANALOG+HAP_DIGITAL+SOCKET)										
SOFTWARE	FULLY CUSTOMIZABLE										
MOTOR-GEAR 2 (L/R)	CUSTOM (ACCORDING TO THE SELECTED CONFIGURATION)										
GEAR 1	MOTOR + WORM // PINION (2) BELT			MOTOR + PINION (2) BELT							
GEAR 2	POM	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS
GEAR 3	POM	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS
GEAR 4	N.A.	N.A.	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS
GEAR 5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	BRASS	BRASS	BRASS
BIG WHEEL (FRNL)	POM	ALUMINIUM	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
BIG TOOTH (FRNL)	N.A.	N.A.	POM-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET
BIG TOOTH (FRNL)	N.A.	N.A.	POM	POM	ALUM-AN	ALUM-AN	ALUM-AN	ALUM-AN	ALUM-AN	ALU-STYL	BRONZE
LOWER CASE	ULTRAVISOR BLUE (3PIN) // POM (BASIC VERSION)			ULTRAVISOR REINFORCED				LEGAL-AN (HPT)			
NOTES	FMS5-FMS6 (3IN-52L-52R) // FMS6-FMS8 (52L-52R)										



UNDISCUSSED PRODUCT IMPROVEMENTS CURRENT DEVELOPMENT

- **ELECTRONICS LEVEL**
 - PROTECTION SYSTEMS
 - OVERTORQUE
 - WRONG VOLTAGE
 - PRECISION SYSTEMS
 - ULTRA PRECISE POSITIONING SYSTEM
 - BALL ANTI-LOCKING SYSTEM
 - REAL CLEAN CONTACTS (FROM FEEDBACK)
 - SELF DIAGNOSTICS
 - WRONG WIRING, LOCKED BALL, NEED TO REFURBISH/REPLACE
 - DOUBLE CHECK SYSTEM (CALCULATED + FEEDBACK)
 - VISUAL, ACOUSTIC, VIA APPLICATION, CRYSTAL REPORT
 - FAILSAFE OPTIONS
 - 1 OPERATION
 - SERVICE CONTINUITY
 - ANALOG AND DIGITAL INDEPENDENT CIRCUITS
 - EXTREME ROBUSTNESS
 - POSSIBILITY TO UPGRADE
 - FLOODING PREVENTION SYSTEM
 - ON BOARD PROBE
 - REMOTE PROBES



A MULTIDIMENSIONAL CONFIGURATOR (10D)

A-WYN

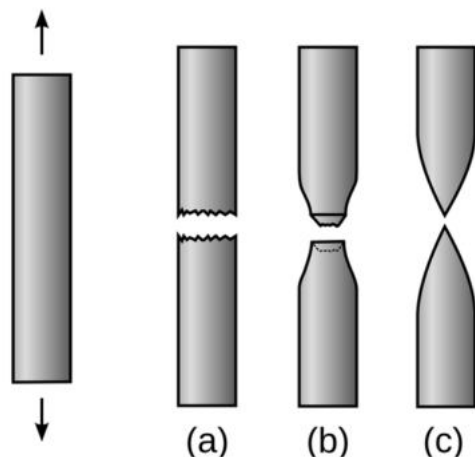
TORQUE	5 Nm	8 Nm	12 Nm	18 Nm	25 Nm	30 Nm	35 Nm	40 Nm	60 Nm	75 Nm	90 Nm
STING CONFIG	CONFIG 1 (3mm - 3mm)			CONFIG 2 (3mm - 3mm - 6mm)							
MOTOR CONFIG	FLAT (RNV51 - SLOW) or VERT (AXIAL - FAST)			VERT (AXIAL)							
MOTOR SCHEME	SINGLE MOTOR				STEPPER or DUAL MOTOR						
MOTOR TYPE	MODEL1		M2(S) or M3(F)	MODEL 2x2 (SLOW) or MODEL 3x2 (FAST) or STEPPER				MODEL 4x2 (SLOW) or MODEL 5 x2 (FAST)			
ULTRA SILENT	RNV5 2.0 (VERT - AXIAL ONLY - STEPPER MOTOR)										
MANUAL OVERRIDE	HANDLE				STEERING WHEEL						
CRANK-SHAFT	STANDARD or MANO										
CAP	ARROW										
UPPER CASE	ABS (LOW)				ABS (LOW) + WISPA or ABS (HIGH)				ULTRAMID BLUE (HIGH)		
RNV5 MOUNTING PLATES	HORIZONTAL + VERTICAL + SPACERS										
ELECTRONICS	ON-OFF (95% ANALOG) + CUSTOM (ANALOG + MC_DIGITAL + SOCKETS) or INDUSTRY 4.0 (ANALOG+MP_DIGITAL+SOCKETS)										
eCOMPONENTS	FULLY CUSTOMISABLE										
SOFTWARE	CUSTOM (ACCORDING TO THE SELECTED CONFIGURATION)										
MOTOR+GEAR 0 (LRU)	MOTOR + WORM or PINION (or BELT)			MOTOR + PINION (or BELT)							
GEAR 1	POM (or TEFLON)										
GEAR 2	POM	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS
GEAR 3	POM	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS
GEAR 4	N.A.	N.A.	BRASS (V)	BRASS (V)	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS	BRASS
GEAR 5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	BRASS	BRASS	BRASS
BIG WHEEL (FINAL)	POM	ALUMINIUM	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
BIG TOOTH (PRE)	N.A.	N.A.	POM-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET	MET-MET
BIG TOOTH (FINAL)	N.A.	N.A.	POM	POM	ALUM - AN	ALUM - AN	ALUM - AN	ALUM - AN	ALUM - AN	AISI STEEL	BRONZE
LOWER CASE	ULTRAMID REINF (STD) or POM (BASIC VERSION)			ULTRAMID REINFORCED					ERGal-AN (MFF)		
ISO5211	F3M5-F5M6 (S9-S11-S14) or F5M6-F7M8 (S14-S17)										

A-WYN table represents the minimal requirements needed for each platform (e.g. ERGal-AN MFF above 60 Nm) and consists in standard configuration. More restricting Customer requirements can be easily fulfilled due to the total compatibility of the system (e.g. a 12 Nm mounting ERGal and ULTRAMID case).

WORKSHOP EXPERIENCE

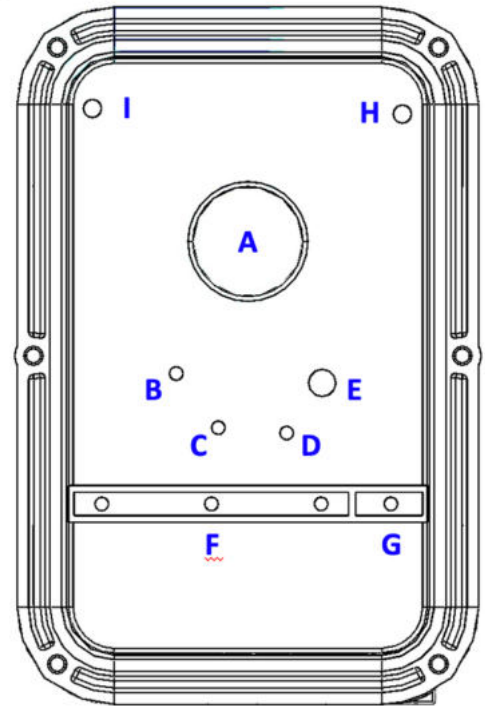
A-WYN & FEA

- **A-WYN**
 - CONFIGURATIONS AVAILABLE
 - 5 Nm (CONFIG 1 – H)
 - 8 Nm (CONFIG 1 – H)
 - 12 Nm (CONFIG 2 – H)
- **FEA**
 - TEAM DEMO
 - TRIALS BY SIMON (5 Nm ... 12 Nm)
- **OPERATIONS**
 - LIFTING OPERATIONS
 - 5 Nm tested at 5 Nm
 - 8 Nm tested at 12 Nm
 - 12 Nm tested at 12 Nm
 - ROBUSTNESS TESTS
 - 5 Nm breaks at 12 Nm
 - DAMAGED GEARS UNDERSTANDING & REVIEW
 - FEA GEAR-BOX RESTORE
 - 8 Nm resists at 12 Nm
 - OPEN DISCUSSION ABOUT OVERTORQUE PROTECTION



- The drawing represents bottom case, internal top view
 - Letters indicate the possible assembly positions
 - Final product will have moulded letters (not yet available on the prototype)

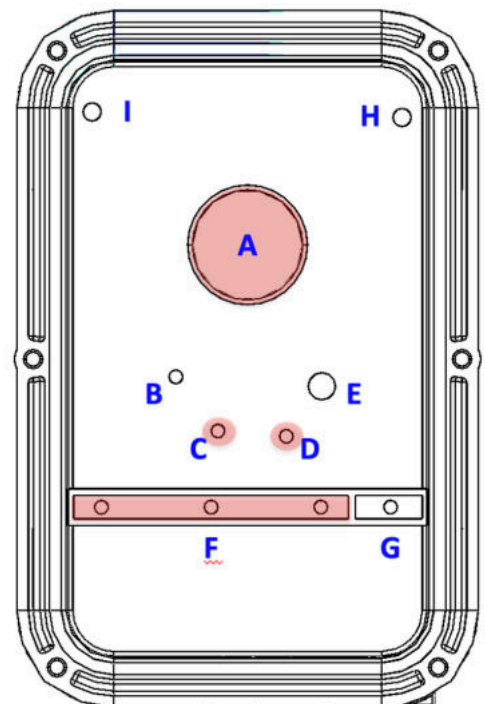
- Assembly is easy
 - Identify on A-WYN table the platform to assembly
 - Select the related assembly instruction
 - Setup bottom case for STING CONFIGURATION (1 or 2)
 - Select RNVS1 plates for MOTOR CONFIGURATION (H or V)
 - Preassemble the proper motor on vertical plate (assembly 5)
 - Fit the numbered components into the indicated positions
 - Strictly follow the recommended order
 - Tighten the indicated screws
 - Place upper case



Nm	S_CONFIG	M_CONFIG	RNVS
5	1	H	1

STING V-PLATE Short Short

ID	COORDINATES	DESCRIPTION	MATERIALS	SCREWS	SCREW TOP
1	1-A	star drive	POM		
2	2-A	gear - final wheel	POM		
3	3-C	gear - MOD 0,75-0,5	POM		
4	4-D	gear - MOD 0,5-0,5	POM		
5	4-C	gear - MOD 0,5-0,5	POM		
6	5-F	motor plate + motor	BRASS	3 X M3 12mm	V esagonal
7	6-C	gear spacer	BRASS		
8	7-F	horizontal plate	BRASS	2 X M3 12mm	V esagonal
9	8-A	shaft	BRASS		
10	9-A	arrow cap	POM		
11	TOP	upper case	POM	6 x self-tapping	STAR



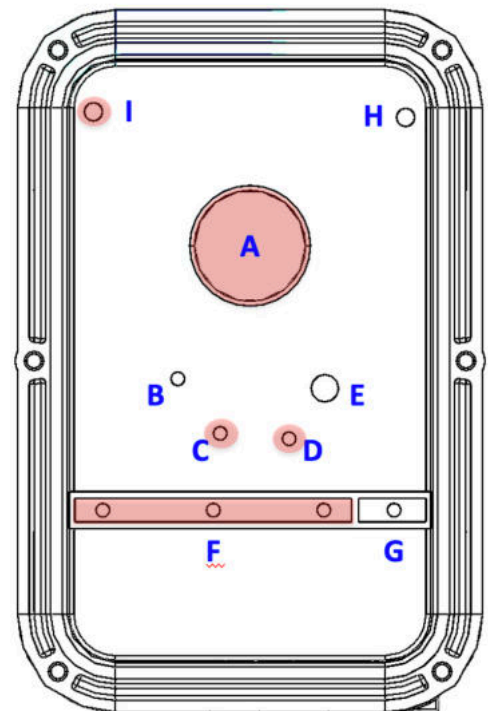
8 Nm – RNVS1 – S_CONFIG 1 – M_CONFIG H

ASSEMBLY INSTRUCTION

Nm	S_CONFIG	M_CONFIG	RNVS
8	1	H	1

STING Short
V-PLATE Short

ID	COORDINATES	DESCRIPTION	MATERIALS	SCREWS	SCREW TOP
1	13-I	column	BRASS	1 X M3 12mm	V esagonal
2	1-A	star drive	POM		
3	10-A	gear - final wheel	AL		
4	11-C	gear - MOD 0,75-0,5	BRASS		
5	12-D	gear - MOD 0,5-0,5	BRASS		
6	4-C	gear - MOD 0,5-0,5	POM		
7	5-F	motor plate + motor	BRASS	3 X M3 12mm	V esagonal
8	6-C	gear spacer	BRASS		
9	7-F	horizontal plate	BRASS	2 X M3 12mm	V esagonal
10	8-A	shaft	BRASS		
11	9-A	arrow cap	POM		
12	TOP	upper case	POM	6 x self-tapping	STAR



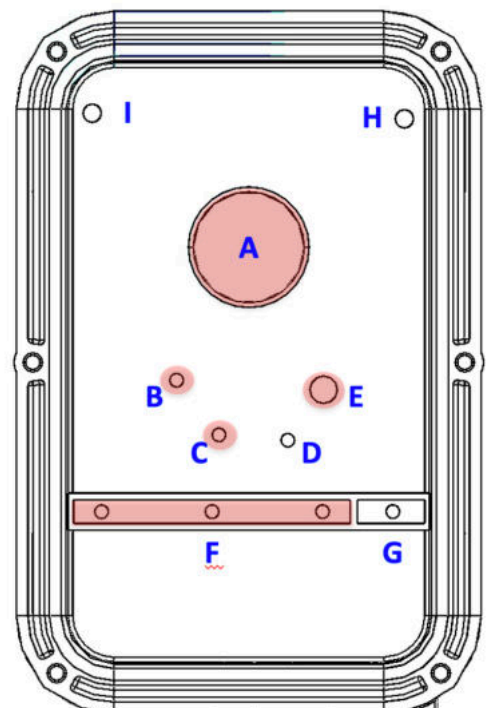
12 Nm – RNVS1 – S_CONFIG 2 – M_CONFIG H

ASSEMBLY INSTRUCTION

Nm	S_CONFIG	M_CONFIG	RNVS
12	2	H	1

STING Long
V-PLATE Long

ID	COORDINATES	DESCRIPTION	MATERIALS	SCREWS	SCREW TOP
1	1-A	star drive	POM		
2	14-A	gear - final wheel	POM		
3	15-E	gear - pre_final wheel	POM-MET		
4	11-C	gear - MOD 0,75-0,5	BRASS		
5	12-B	gear - MOD 0,5-0,5	BRASS		
6	4-C	gear - MOD 0,5-0,5	POM		
7	16-F	plate spacer	POM	1 X M3 16mm	V esagonal
8	5-F	motor plate + motor	BRASS	3 X M3 12mm	V esagonal
9	6-C	spacer	BRASS		
10	7-F	horizontal plate	BRASS	2 X M3 12mm	V esagonal
11	8-A	shaft	BRASS		
12	9-A	arrow cap	POM		
13	TOP	upper case	POM	6 x self-tapping	STAR



- **DISTRIBUTORS**
 - MINIMISES COSTS OF STOCK MANAGEMENT
 - IMPROVES CASH FLOW (SW LATE INSTALLATION)
 - INCREASES AVAILABILITY & SPEED
 - GENERATES AFTER MARKET OPPORTUNITIES (UPGRADES)
 - LOWER PRICE

- **OEM**
 - INTEGRABILITY
 - FLEXIBILITY & ADAPTABILITY
 - TECHNICAL CONSULTANCY & EXPERTISE
 - POSSIBILITY TO UPGRADE
 - LOWER PRICE

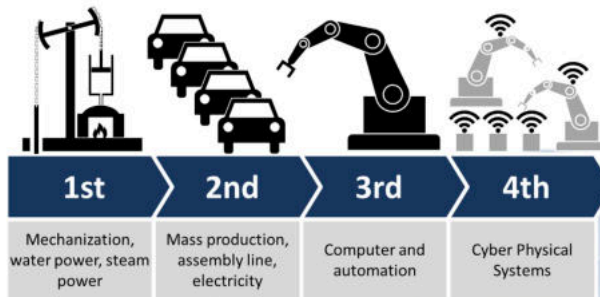
- **FINAL CUSTOMER**
 - AVAILABILITY
 - RANGE OF PRODUCTS & APPLICATIONS
 - EASE OF USE
 - POSSIBILITY TO UPGRADE
 - LOWER PRICE



FROM LITERATURE

INDUSTRY 4.0

Industry 4.0 is commonly referred to as the fourth industrial revolution.



Industry 4.0 represents the current trend of automation & data exchange in manufacturing technologies. It includes:

- CYBER-PHYSICAL SYSTEMS (CPS)
- INTERNET OF THINGS (IOT)
- CLOUD COMPUTING
- COGNITIVE COMPUTING

Within Industry 4.0 "smart factories", CPS are capable to:

- monitor physical processes
- create a virtual copy of the physical world
- make decentralized decisions

Over the IOT, CPS communicate and cooperate:

- with each other and with humans
- in real-time
- both internally and across organizational services offered and used by participants of the value chain

- INTERCONNECTION
 - machines, devices, sensors and People
- INFORMATION TRANSPARENCY
 - vast amounts of information needed to make appropriate decisions
- TECHNICAL ASSISTANCE
 - assistance systems to support humans
 - solving urgent problems on short notice
- DECENTRALISED DECISIONS
 - ability of CPS to make autonomous decisions

Design principles

- STRONG CUSTOMIZATION OF PRODUCTS
- HIGHLY FLEXIBLE PRODUCTION
- AUTOMATION TECHNOLOGY
- METHODS OF SELF-OPTIMIZATION
 - self-configuration
 - self-diagnosis
 - cognition
 - intelligent support of workers

Meaning

- Intelligent networks of machines and systems
- Value chains controlled autonomously
- Machines can predict failures and trigger maintenance processes autonomously
- Machines can react to unexpected changes
- Condition monitoring to decrease downtimes

Effects

OPERATION DATA COLLECTION & STORAGE

INDUSTRY 4.0

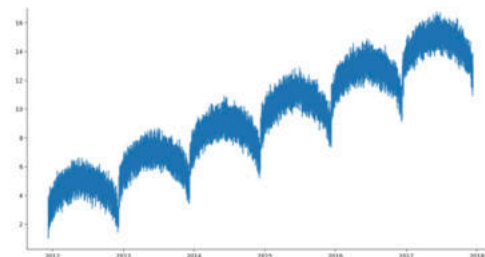
- NUMBER OF CYCLES (OR OPERATIONS, OR EVENTS)

- TIME FRAME BASED
 - LIFE CYCLE
 - YEAR
 - MONTH
 - DAY
 - FROM...TO...
 - MONDAYS & FRIDAYS, ..



- CYCLES BEHAVIOUR STATS

- AVERAGE APERTURE ANGLE
- CYCLICITY
- SEASONABILITY
- TREND



- DATA SAMPLING

DATE	HOUR	ANGLE	DATE	HOUR	ANGLE
12/10/18	10:00	2	12/10/18	10:00	0
13/10/18	10:15	69	13/10/18	10:12	45
14/10/18	10:30	78	14/10/18	10:38	0
15/10/18	10:45	78	15/10/18	11:16	90
16/10/18	11:00	78	16/10/18	12:30	0
17/10/18	11:15	78	17/10/18	12:42	45
18/10/18	11:30	78	18/10/18	13:00	90
19/10/18	11:45	78	19/10/18	13:03	0
20/10/18	12:00	78	20/10/18	13:15	90
21/10/18	12:15	78	21/10/18	13:22	45
22/10/18	12:30	5	22/10/18	13:48	0

- EVENTS RECORDING

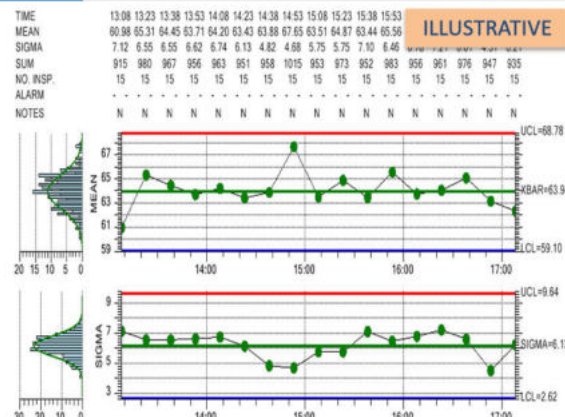
- APERTURE ANGLE
 - HIGH LEVEL INFORMATION (2"-1.5"-1"-0.5", ...)
- GATHERING DATA FROM OTHER SENSORS
 - FLOW METERS
 - HEAT METERS
 - PRESSURE METERS
 - TEMPERATURE PROBES
 - ANY OTHER



- DASHBOARDS
 - COCKPITS AND/OR CRYSTAL REPORTS
 - PERTAINING
 - mcGEAR ACTUATORS (M/S)
 - ANY CONNECTED DEVICE



- STATISTICAL PROCESS CONTROL
 - PROCESS MONITORING
 - DIAGNOSTICS
 - ACTUATOR ITSELF (LOG OF POSSIBLE FAILURES)
 - ANY FAILING EVENTS OF THE SYSTEM
 - PREVENTION OF FAILURES (PREDICTIVE MAINTENANCE)
 - ACTUATOR ITSELF
 - ANY CONNECTED DEVICES
 - WHOLE SYSTEM



- **SYSTEMS INTERCONNECTIVITY** (MAY X-CHANGE INFO, MAY BE CONTROLLED)
 - MANAGEMENT SW (ERP)
 - PRODUCTION SW (MRP, MES, SCHEDULER, ..)
 - STANDARD PROTOCOL (OCF*)

- **OPERATIONAL PURPOSES**
 - MAINTENANCE
 - DIAGNOSTICS
 - FAULTS PREDICTIONS
 - FORECASTING
 - CONTROL
 - READING



* OCF: Open Connectivity Foundation.

FROM LITERATURE

CPS (CYBER-PHYSICAL SYSTEMS)

A **cyber-physical system (CPS)** is a mechanism:

- controlled or monitored by computer-based algorithms
- integrated with the Internet and its users

In CPS, **physical & software components** are interacting with each other in a lot of ways that change with context.

Examples of CPS include:

- smart grid
- monitoring devices
- process control systems
- robotics systems, ...

CPS involves trans disciplinary approaches, merging theory of:

- cybernetics
- mechatronics
- design
- process science

A network of interacting elements with physical input and output instead of as standalone devices.

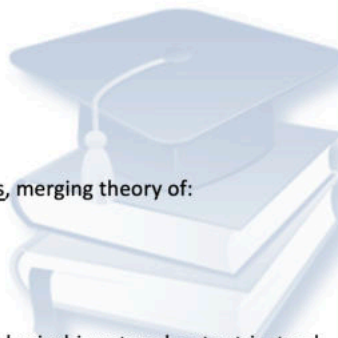
Robotics and sensor networks with intelligence mechanisms proper of computational intelligence leading the pathway.

MAJOR BENEFITS: CPS are integrated and intelligent mechanisms, increasing the:

- adaptability, autonomy, efficiency, functionality, reliability, safety, usability and precision of CPS
- operation performance in dangerous / inaccessible environments

- **SIGNIFICANT COMPUTATIONAL RESOURCES**
 - processing capability, local storage
- **MULTIPLE SENSORY IN/OUT DEVICES**
 - touch screens, GPS, speakers, light, sensors
- **MULTIPLE COMMUNICATION MECHANISMS**
 - WiFi, 4G, EDGE, Bluetooth
 - for interconnecting devices or WEB
- **HIGH-LEVEL PROGRAMMING LANGUAGES**
- **AVAILABLE APP DISTRIBUTION MECHANISMS**
 - Google Play Store, Apple App Store, ..
- **END-USER MAINTENANCE & UPKEEP** *Features*

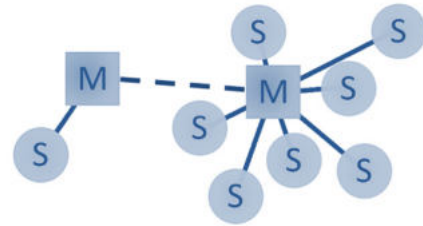
- **CONNECTION LEVEL** (plug & play)
 - self-connect & self-sensing, plug & play
 - **CONVERSION LEVEL** (data to info, smart analytics)
 - data from devices & sensors measure the features of critical issues with self-aware capabilities
 - machines can use the self-aware info to self-predict potential issues
 - **CYBER LEVEL** (peer-to-peer comparison)
 - digital "twins"
 - health pattern based on a "Time-Machine"
 - **COGNITION LEVEL** (simulation, diagnostics, reporting)
 - reports on self-assessment & self-evaluation
 - prevention of potential issues
 - **CONFIG. LEVEL** (self-configure/adjust/optimize)
 - the machine or production system can be reconfigured based on the priority and risk criteria to achieve resilient performance
- Design & architecture*



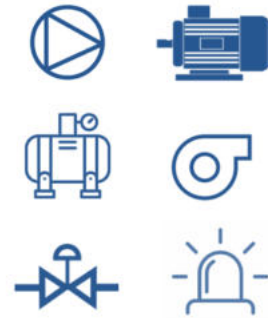
INTELLIGENT INTEGRATED COMPONENT

CPS (CYBER-PHYSICAL SYSTEMS)

- MAY CONTROL SIMILAR DEVICES
 - MASTER-SLAVE CONFIGURATION
 - POSSIBILITY TO HAVE A NETWORK OF ACTUATORS
 - POSSIBILITY TO MANAGE WHOLE SYSTEM



- MAY CONTROL ANY DIFFERENT DEVICES
 - PUMPS
 - MOTORS
 - COMPRESSORS
 - FANS
 - PRE-INSTALLED ACTUATORS FROM COMPETITION
 - SIRENS / BUZZERS
 - ...



- MAY GET INPUT (OR BE CONTROLLED) BY ANY OTHER DEVICE
 - THERMOSTATS
 - WATER METERS
 - HEAT METERS
 - PRESSURE METERS
 - ...



COMMUNICATION

INTRODUCING IOT, IIOT & IOS*

- COMMON INTERFACES
 - WIRED (ETHERNET, USB, ..)
 - BLUETOOTH
 - WI-FI



- PROTOCOLS OF COMMUNICATION
 - STANDARD PROTOCOL (OCF)



- DEDICATED APPLICATIONS
 - SMARTPHONES
 - TABLETS
 - DESKTOPS, LAPTOPS



* IOT: Internet Of Things; IIOT: Industrial IOT; IOS: Internet Of Services.

FROM LITERATURE

IOT (INTERNET OF THINGS) & IIOT (INDUSTRIAL IOT)

The Internet of things (IoT) is the **network of physical devices, home appliances, other items embedded with:**

- Electronics
- Software
- Sensors
- Actuators
- Connectivity

which **enables these things to connect, collect and exchange data.**

IoT involves **extending Internet connectivity beyond standard devices:**

- Desktops
- Laptops
- Smartphones
- Tablets

to any range of traditionally dumb or non-internet-enabled physical devices and everyday objects.

Embedded with technology, **these devices can communicate and interact over the Internet, and they can be remotely monitored and controlled.**

Fast growing set of applications for IoT devices:

- Consumer
- Commercial
- Industrial
- Infrastructure spaces

Source: Wikipedia, WEB, November 2018.

- **IoT DEVICES CREATED FOR CONSUMER USE**
 - appliances with remote monitoring capabilities
 - home automation, ...

- **SMART HOME (home automation)**
 - lighting
 - heating
 - air conditioning
 - security systems, ...

- **BENEFITS (automatically operating lights & HVAC)**
 - energy savings
 - safety

Consumer apps

- **IoT DEVICES CAN BE USED IN BUILDINGS**
 - public, private, residential, industrial, ..

- **FOR BUILDING AUTOMATION (monitor & control)**
 - mechanical, electrical, electronic systems
 - building energy management systems
 - real-time monitoring
 - integration of smart devices

Commercial apps

- **INTEGRATES VARIOUS MANUFACTURING DEVICES**
 - sensing, identification, processing
 - communication, actuation, networking

- **PLANT CONTROL, MANAGEMENT OPTIMIZATION**
 - manufacturing equipment, asset and situation

- **MAJOR BENEFITS (asset management)**
 - predictive maintenance, statistical evaluation, real time measurements, safety

Industrial apps

- **ENERGY MANAGEMENT**
 - to balance power generation / energy usage
 - to control (remote control or central Mgmt)
 - to schedule, control, change conditions

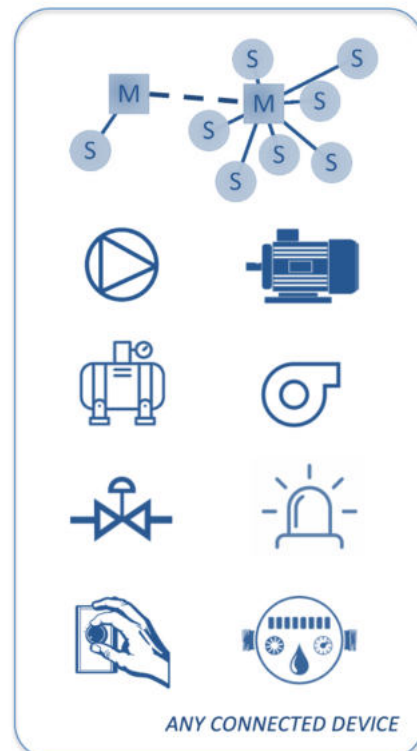
- **ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**
 - monitoring air or water quality
 - monitoring and controlling flows

Infrastructural apps

REMOTE CONNECTIVITY

IOT (INTERNET OF THINGS) & IIOT (INDUSTRIAL IOT)

- **REMOTE MONITOR / CONTROL**
 - MASTER/SLAVE SYSTEM
 - ANY OTHER DEVICE CONNECTED TO THE ACTUATOR
- **SMART NAMING OF SINGLE ACTUATORS (e.g.)**
 - #000001
 - "B1-F3-A3-R4" (BUILDING, FLOOR, APARTMENT, ROOM)
 - "P3, L1, S3, M3" (PLANT, LINE, SYSTEM, MACHINE)
 - "HEATING" or "HVAC"
 - "INLET" or "DRAIN"
 - ...
- **NAMING ASSOCIATION TO REGISTRY**
 - Country, City, Customer, Sector, ..
 - Plant / Building, Line / Floor, ..
 - Date of installation, ..

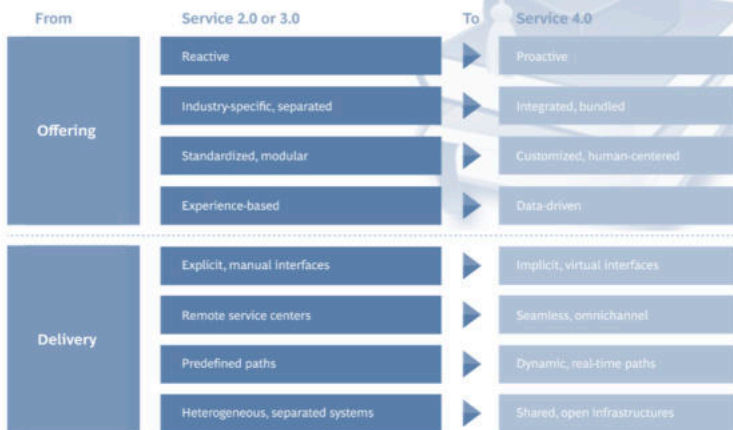


“Customers today have dramatically higher expectations, but traditional service providers often fail to meet these demands.

Service 4.0 represents a fundamental transformation that can help companies meet consumers’ greater needs.” BCG

A similar concept to industry 4.0, applied to value chain. It includes:

- technologies
- concepts of service
- support function organizations



- Customers increasingly expect their service interactions to be simple, intuitive, and highly personalized
- They also want real-time access to service providers and seamless interactions across multiple channels
- Unfortunately, many service providers still interact with customers in ways that don't satisfy these higher expectations
- Service 4.0 is a new approach that can help companies meet customers' increased demands by fundamentally transforming the way services are offered and delivered.

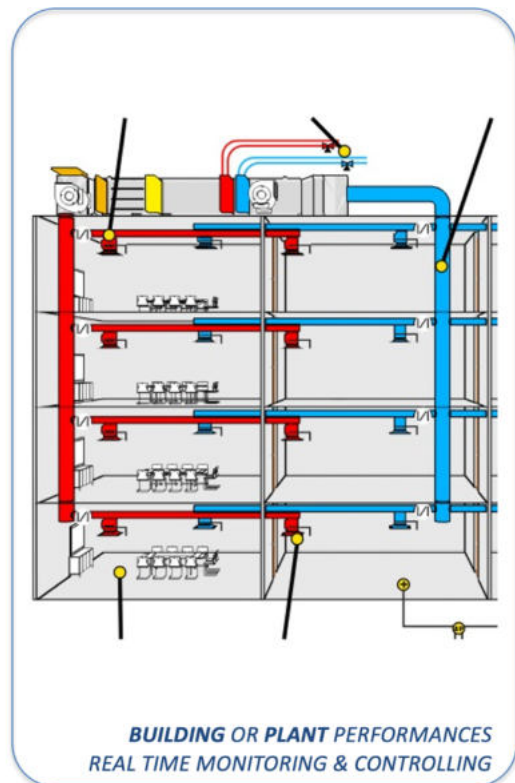
A fundamental transformation

- SERVICE COMPANIES
 - to make a leap forward in terms of efficiency, effectiveness and profitability
- SERVICE USERS
 - to discover and benefit from new features, impossible to be delivered before this disruption

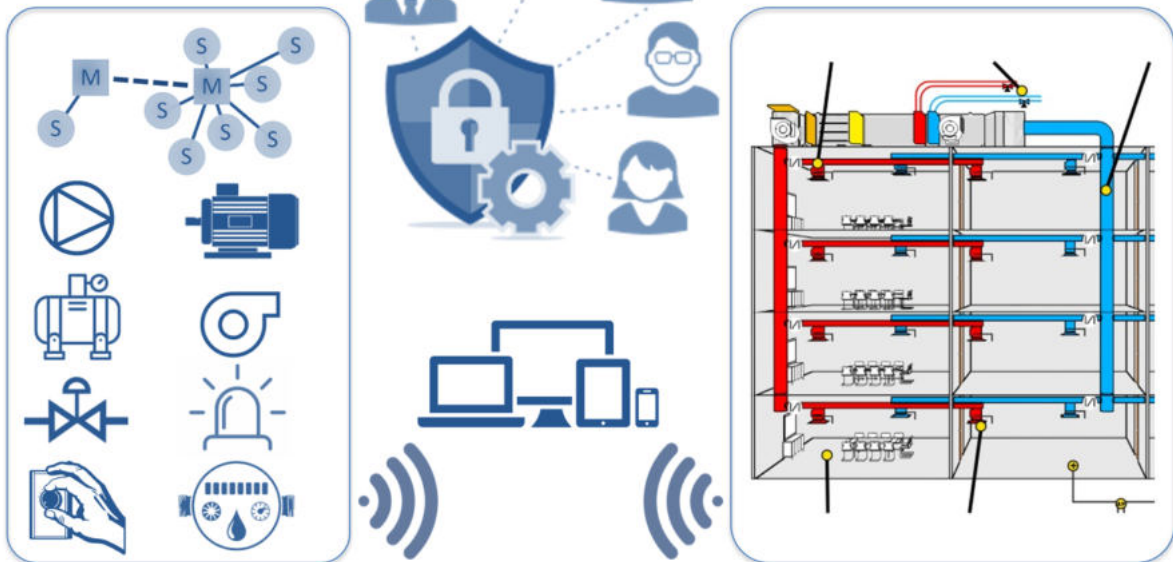
A major opportunity for

Sources: The Boston Consulting Group; Wikipedia, Nov 2018.

- BUSINESS IMPROVEMENT
 - OUTSOURCING OF TECHNICAL ASSISTANCE
- REMOTE ASSISTANCE BENEFITS
 - SMART READING (ACTUATORS & ANY CONNECTED DEVICES)
 - SMART DATA COLLECTION
 - SMART MONITORING
 - SMART CONTROLLING
 - ENERGY SAVING
 - SAFETY



- PRIVILEGE IDENTITY & ACCESS MANAGEMENT (PREVENTION OF ACCIDENTAL FAILURES & SABOTAGES)
 - INSTALLER
 - ADMINISTRATOR
 - MAINTENANCE OPERATOR
 - END USER
 - (CUSTOM ...)



USPs

FOR DISTRIBUTION CHAIN

- MINIMIZES THE COST OF INVENTORY MANAGEMENT
 - NOT JUST A PRODUCT, BUT A POTENTIAL OF SUPPLY (A-WYN)
 - FAST MOVING STOCK ONLY (FMS)
 - ULTRA COMPACT DESIGN FOR ALL PLATFORMS
 - SW PAYMENT POSTPOSED TO THE SALE (IMPROVED CASH FLOW)
- TOTAL FLEXIBILITY & MODULARITY
- AVAILABILITY & SPEED
 - A-WYN MINIMAL STOCK
- ROBUSTNESS AND RELIABILITY
 - SELECTED MATERIALS
 - NEW ELECTRONICS (SPLIT, REDUNDANCY, FEEDBACK)
 - PROTECTION SYSTEMS
- ANY PRODUCT CAN BE UPGRADED, AT ANY TIME ALONG LIFE-CICLE
 - TORQUE (10 to 90 Nm)
 - ANY STANDARD FEATURES (ON-OFF to MODULATING and/or FAILSAFE and/or TIMER and/or MANO and/or ...)
- FULLY COMPATIBLE WITH INDUSTRY 4.0 REQUIREMENTS



USPs

FOR DOMESTIC END USER

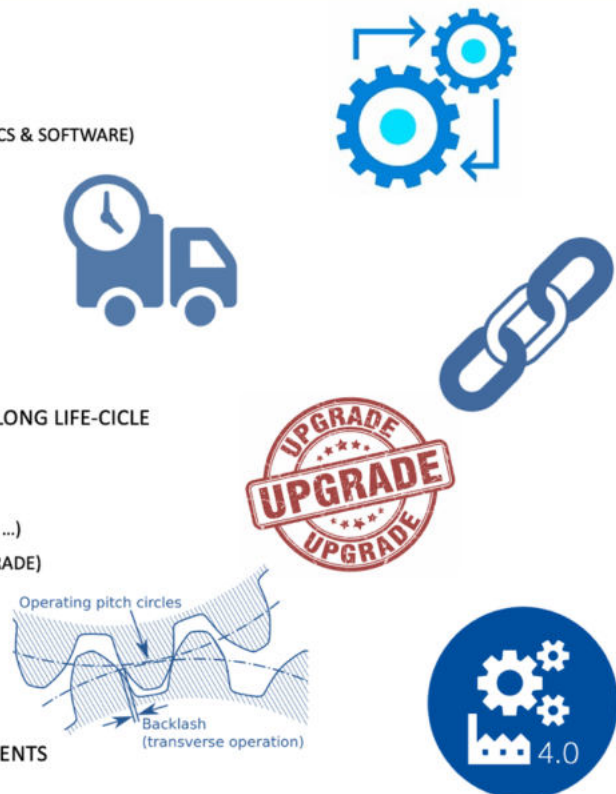
- AVAILABILITY & SPEED
 - A-WYN MINIMAL STOCK
- WIDE RANGE OF APPLICATIONS (CONTROLLABLE GEARMOTOR)
 - HEATING, PLUMBING, ..
 - GARDENING, IRRIGATION, BARBECUE, ..
 - CURTAINS, BLINDFOLDS, GARAGE DOORS, ..
 - BEAMER SCREENS, ..
- ADVANCED FEATURES AT A LOWER COST (TIMER, PROBES, ..)
- EASE OF USE
- ROBUSTNESS AND RELIABILITY
 - SELECTED MATERIALS
 - NEW ELECTRONICS (SPLIT, REDUNDANCY, FEEDBACK)
 - PROTECTION SYSTEMS
- ANY PRODUCT CAN BE UPGRADED, AT ANY TIME ALONG LIFE-CICLE
 - TORQUE (10 to 90 Nm)
 - ANY STANDARD FEATURES (ON-OFF to MODULATING and/or FAILSAFE and/or TIMER and/or MANO and/or ...)
- ENERGY SAVING
 - LOW CONSUMPTION
 - NO BACKLASH (ENERGY SAVING)
- IOT (INTERNET OF THINGS)



USPs

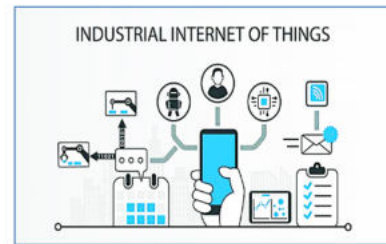
FOR OEMs

- PRODUCT INTEGRABILITY
 - ULTRA COMPACT DESIGN FOR ALL PLATFORMS
 - TECHNICAL CONSULTANCY AND EXPERTISE
 - TOTAL FLEXIBILITY AND ADAPTABILITY (MECHATRONICS & SOFTWARE)
- AVAILABILITY & SPEED
 - A-WYN MINIMAL STOCK
- ROBUSTNESS AND RELIABILITY
 - SELECTED MATERIALS
 - NEW ELECTRONICS (SPLIT, REDUNDANCY, FEEDBACK)
 - PROTECTION SYSTEMS
- ANY PRODUCT CAN BE UPGRADED, AT ANY TIME ALONG LIFE-CICLE
 - TORQUE (10 to 90 Nm)
 - ANY STANDARD FEATURES (ON-OFF to MODULATING and/or FAILSAFE and/or TIMER and/or MANO and/or ...)
 - CUSTOM FEATURES (ELECTRONICS AND/OR SW UPGRADE)
- PRODUCT PRECISION
 - NO BACKLASH
- FULLY COMPATIBLE WITH INDUSTRY 4.0 REQUIREMENTS



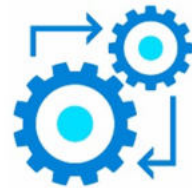
– INDUSTRY 4.0 FULL COMPLIANCE (CPS, IIOT & IOS)

- OPERATION DATA COLLECTION
- FLOW DATA COLLECTION
- DATA ANALYSIS AND DIAGNOSTICS
- PREDICTIVE MAINTENANCE
- DATA X-CHANGE
- COMMUNICATION STANDARDS & PROTOCOL
- INTELLIGENT INTEGRATED COMPONENT
- REMOTE MONITORING / CONTROL



– EASE OF INTEGRATION

- ULTRA COMPACT DESIGN FOR ALL PLATFORMS
- COMPATBLE WITH STD COMMUNICATION PROTOCOLS
- TOTAL FLEXIBILITY



– ANY PRODUCT CAN BE UPGRADED, AT ANY TIME ALONG LIFE-CICLE

- FOLLOWING THE NEEDS OF A DEVELOPING PLANT / BUILDING



Si riporta, nelle pagine seguenti, l'intera gamma di attuatori concettualizzata, progettata e sviluppata.

Attuatore avanzato con funzioni di archiviazione, analitica e comunicazione.

Per le applicazioni 4.0 e per il network con altra componentistica.



Gli attuatori 4.0 permettono di associare al flusso fisico, un flusso di dati gestito relativo all'attuatore stesso e a ciascun dispositivo ad esso connesso.



*Attuatori avanzati
monitorabili e controllabili tramite Internet.*

Per applicazioni in remoto tramite interfaccia WEB.



Gli attuatori IOT-IIOT sono collegati a Internet e permettono il monitoraggio e il controllo in remoto, tramite interfaccia WEB, dell'attuatore stesso e di ciascun dispositivo ad esso connesso.



*Attuatori avanzati
monitorabili e controllabili in telemetria.*

*Per applicazioni in remoto, tramite interfaccia WEB,
in qualsiasi posto del mondo
(quando la copertura Internet è assente).*



SISTEMI DI ATTUATORI TELEMETRICI

ATTUATORI 4.0

Gli attuatori TELEMETRICI trasmettono in telemetria e permettono il monitoraggio e il controllo in remoto, tramite interfaccia WEB, dell'attuatore stesso e di ciascun dispositivo ad esso connesso.

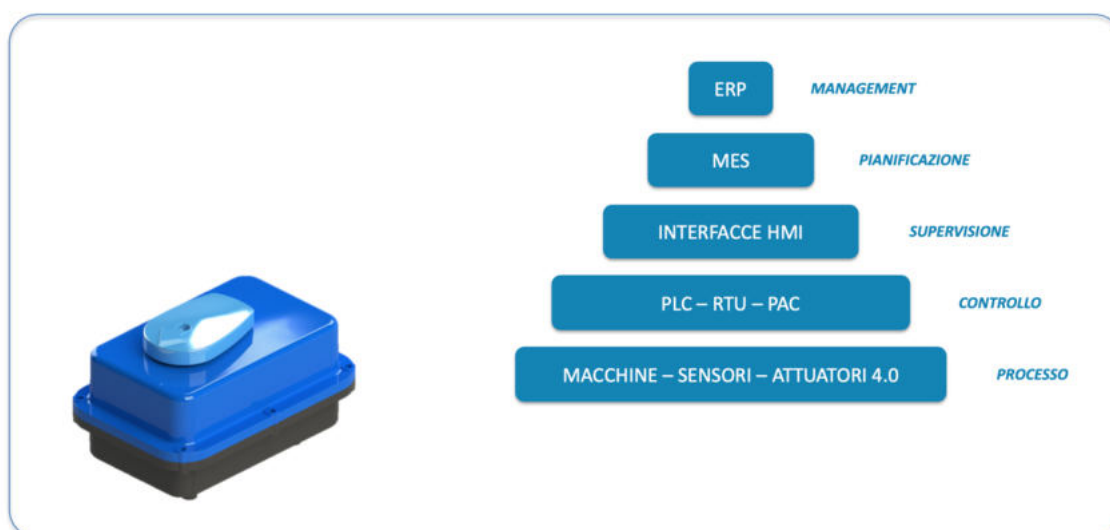


*Attuatori avanzati
monitorabili e controllabili tramite un qualsiasi sistema di
supervisione aziendale.*

*Per applicazioni SCADA, DCS,
HMI, PLC, PCA, RTU, MES, ERP,
data logger di rete per tutti i dispositivi connessi, ..*



Gli attuatori si interfacciano allo stesso livello (peer-2-peer) e con i livelli superiori (scambiando dati in input e output).
Gli attuatori gestiscono gli altri dispositivi associati, riportando i dati di processo ai livelli superiori.



SISTEMI SCADA – DCS – CUSTOM



*Attuatori avanzati 4.0
con copia virtuale nel cyber space.*

*Per tutte le applicazioni che richiedano un digital twin che
goda di vita propria, ma sia collegato in tempo reale con il gemello
fisico (analisi avanzata, simulazioni, proiezioni, previsioni,
controllo statistico di processo e forecasting).*

Progettato per la manutenzione 4.0.



L'intero sistema è ridondato da Digital Twin che raccolgono input real time dal sistema fisico, ma vivono di vita propria. La natura Cyber-Fisica genera un'intelligenza locale, che permette la riconfigurazione autonoma su base situazionale.



*Gli attuatori tecnologicamente più avanzati sul Mercato.
Si configurano autonomamente su base situazionale.*

Per tutte le applicazioni che richiedano un controllo decentrato in tempo reale. Permette la riconfigurazione autonoma ottimizzata in funzione dei cambiamenti di stato e/o delle previsioni effettuate dal digital twin. Grande impatto sul risparmio energetico.



L'intero sistema è ridondato da Digital Twin che raccolgono input real time dal sistema fisico, ma vivono di vita propria. La natura Cyber-Fisica genera un'intelligenza locale, che permette la riconfigurazione autonoma su base situazionale.



La riconfigurazione autonoma permette performance sempre ottimali e un vero risparmio energetico.
Il sistema di auto-diagnostica avanzato predice i guasti evitando i fermi macchina e i blocchi.



SISTEMI DI ATTUATORI, LA VERSATILITA' E IL CONTROLLO

Studiati come soluzione, vanno ben oltre al prodotto in sé.

L'intelligenza locale (periferica) permette la gestione di sistemi semplici e complessi di attuatori senza dover ricorrere a controlli esterni.

mcGEAR offre soluzioni avanzate MASTER-SLAVE che permettono un controllo superiore in cui gli attuatori possono diventare il cuore e il cervello del processo.

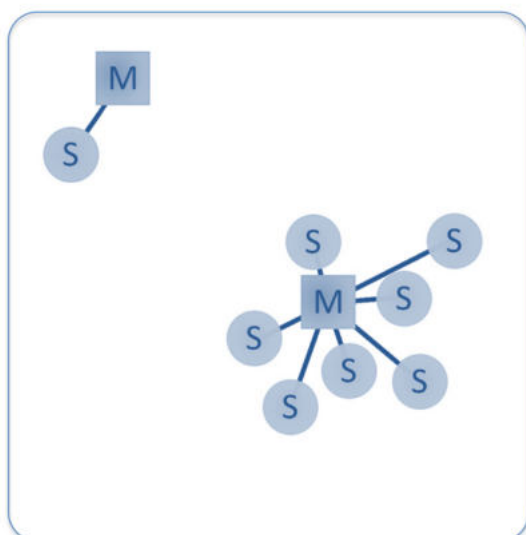
Maggiori informazioni, sono disponibili su richiesta, Contattaci

Sistema di attuatori avanzati progettati per il networking.

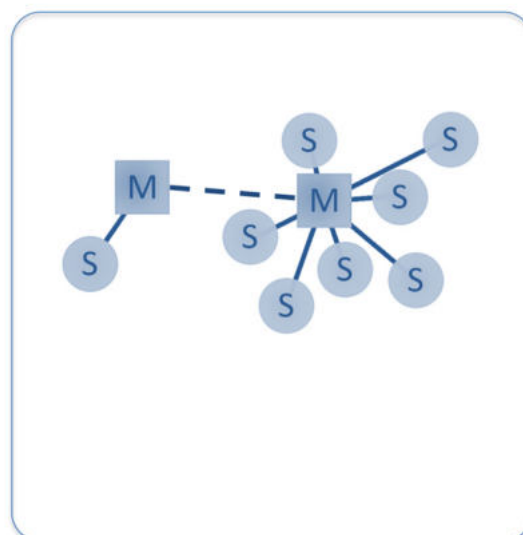
*Per le applicazioni che richiedano sistemi di attuatori in rete,
senza bisogno di un controllo esterno.*



Gli attuatori MASTER si configurano come il cuore del sistema. Ciascun MASTER può gestire uno o più SLAVE (sistema base). Ciascun MASTER può dialogare con altri MASTER (sistema avanzato).



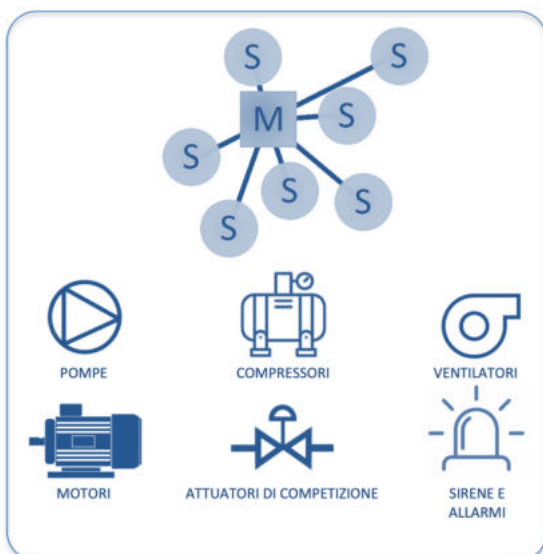
SISTEMI BASE



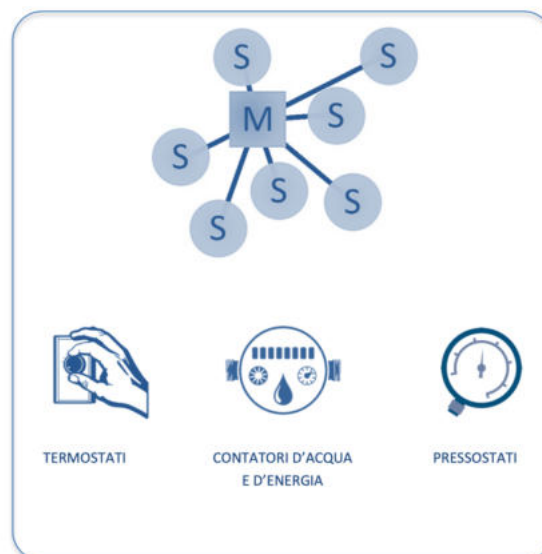
SISTEMI AVANZATI



Ciascun MASTER può gestire uno o più componenti esterni (sistema misto). I sistemi non necessitano di controlli esterni, tuttavia possono dialogare con essi in input e output (sistema controllato).



SISTEMI MISTI



SISTEMI CONTROLLATI

A

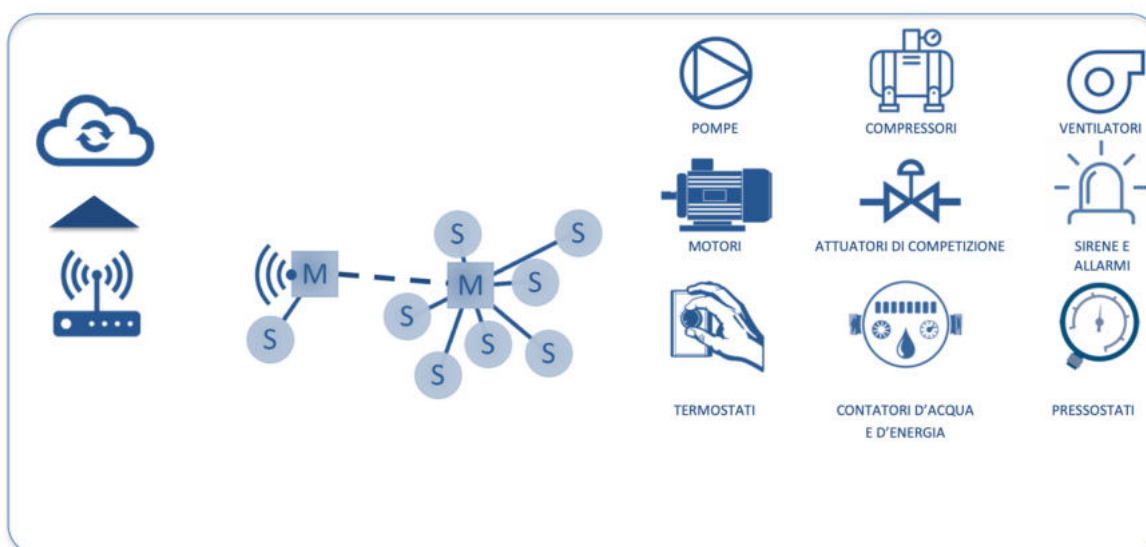


*Sistemi di attuatori avanzati
monitorabili e controllabili tramite Internet.*

Per applicazioni in remoto tramite interfaccia WEB.



Gli attuatori MASTER sono collegati a Internet e permettono il monitoraggio e il controllo in remoto, tramite interfaccia WEB, dell'intero sistema MASTER-SLAVE e di ciascun dispositivo ad esso connesso.

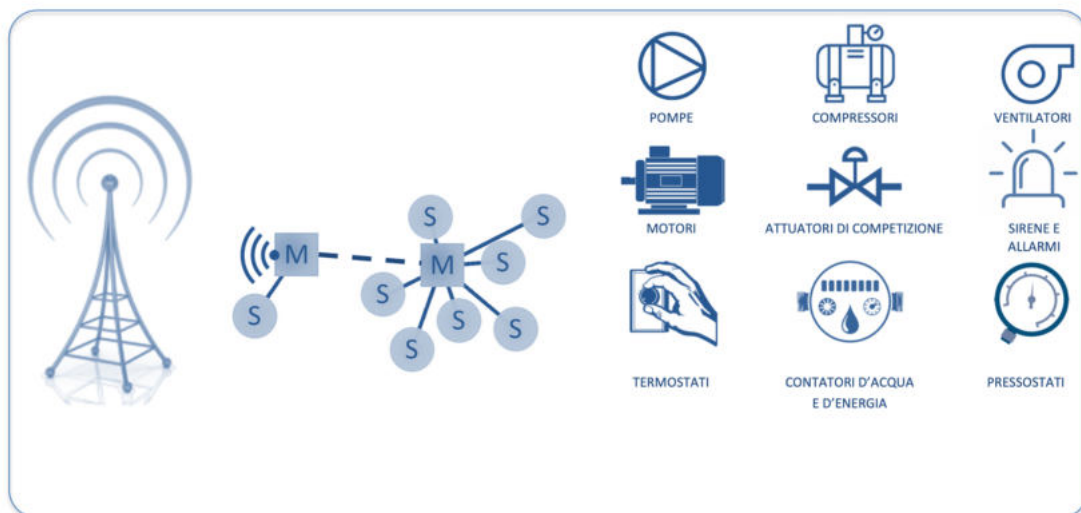


*Sistemi di attuatori avanzati
monitorabili e controllabili in telemetria.*

*Per applicazioni in remoto, tramite interfaccia WEB,
in qualsiasi posto del mondo
(quando la copertura Internet è assente).*



Gli attuatori MASTER trasmettono in telemetria e permettono il monitoraggio e il controllo in remoto, tramite interfaccia WEB, dell'intero sistema MASTER-SLAVE e di ciascun dispositivo ad esso connesso.

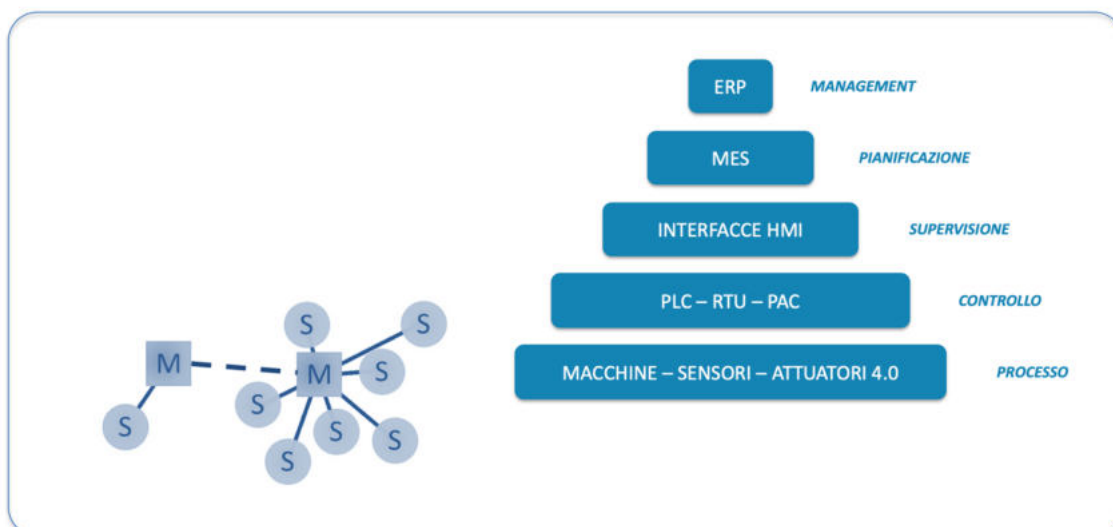


*Sistemi di attuatori avanzati
monitorabili e controllabili tramite un qualsiasi sistema di
supervisione aziendale.*

*Per applicazioni SCADA, DCS,
HMI, PLC, PCA, RTU, MES, ERP,
data logger di rete..*



Gli attuatori MASTER si interfacciano peer-2-peer e con i livelli superiori scambiando dati in input e output.
Gli attuatori MASTER gestiscono gli attuatori SLAVE e altri device associati, riportando i dati di processo ai livelli superiori.



SISTEMI SCADA – DCS – CUSTOM

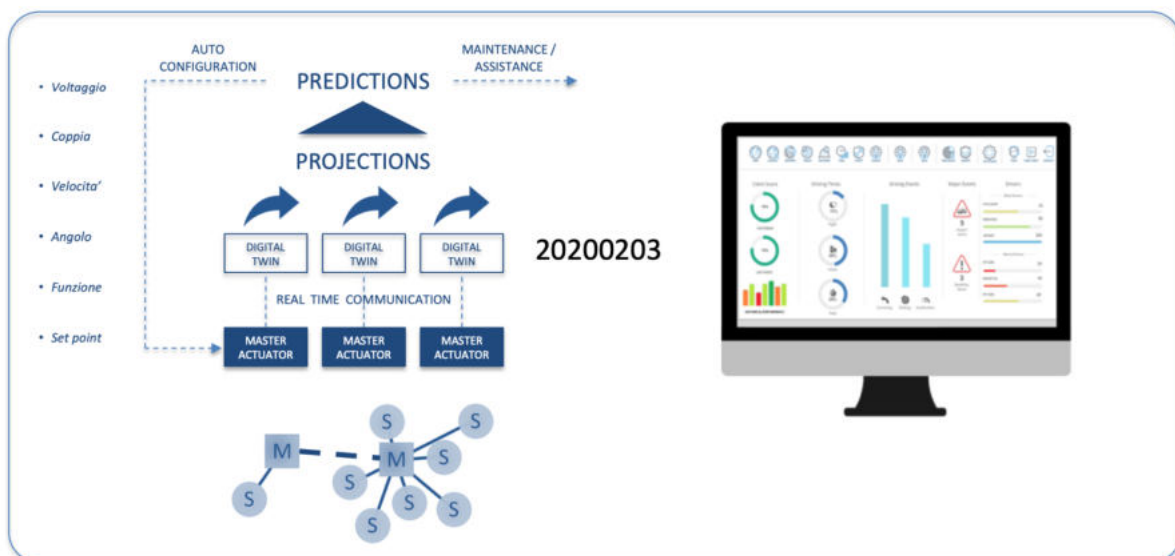


*Il Sistema di attuatori più avanzato sul Mercato.
Risponde ai dettami 4.0. con Digital Twin.*

*Per tutte le applicazioni che richiedano analytics di sistema,
controllo statistico di processo, manutenzione predittiva e
reportistica.*



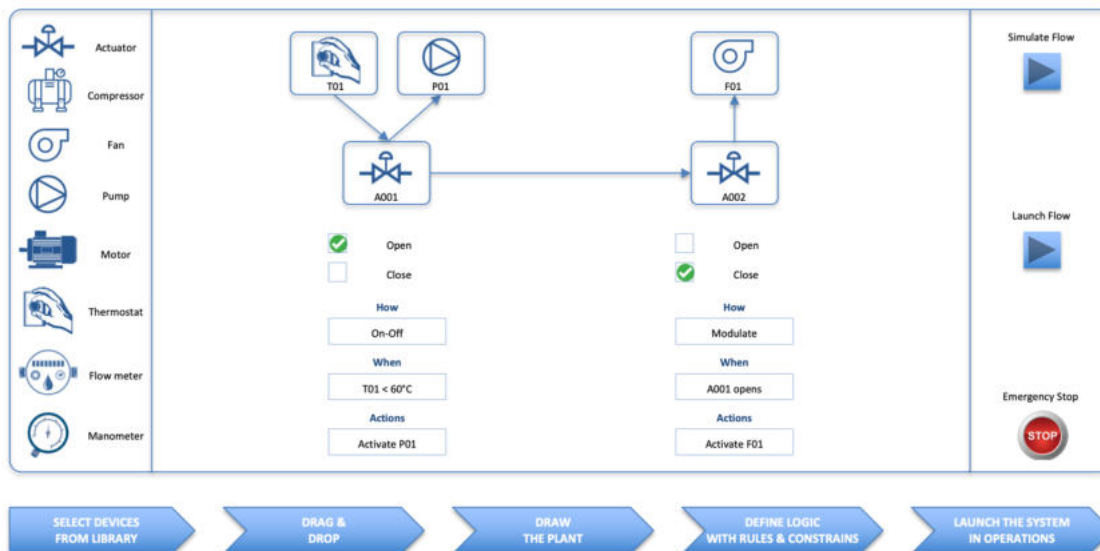
L'intero sistema è ridondato da Digital Twin che raccolgono input real time dal sistema fisico, ma vivono di vita propria. La natura Cyber-Fisica genera un'intelligenza locale, che permette la riconfigurazione autonoma su base situazionale.



La riconfigurazione autonoma permette performance sempre ottimali e un vero risparmio energetico.
Il sistema di auto-diagnostica avanzato predice i guasti evitando i fermi macchina e i blocchi.



Gli attuatori IoT e Telemetrici sono dotati di un Software innovativo che supera la logica master-slave. Un linguaggio di programmazione a blocchi, semplice e intuitivo, con cui l'Operatore stesso può definire la logica di gestione del flusso.



L'interfaccia su portale web rende il sistema monitorabile, controllabile e riconfigurabile da qualsiasi punto Internet al mondo e con qualsiasi device (computer, tablet, smartphone, ..).

Il file di log di ogni evento rende disponibile uno storico dell'operatività del sistema.



Capitolo 2

Smart Inventory (Magazzini di Picking Automatizzati)

Di sicuro interesse per molte PMI il sistema di Picking automatizzato premiato con il Best Paper Award al WCE 2021 e ulteriormente perfezionato da me e dal Team di lavoro nella versione 2, grazie alle esperienze fatte sul campo, in termini di sicurezza per gli Operatori Addetti alle Operation di carico e di salvaguardia dei prodotti stoccati attuata attraverso un opportuno controllo puntuale di temperatura e umidità relativa di ogni singolo box. Il sistema di picking consente di ridurre gli spazi di magazzino, i costi di gestione e di attuare politiche di mantenimento delle scorte a stock di minimo costo tramite un controllo real time di parametri essenziali quali LEA e PUR.

Obiettivi

L'obiettivo della presente proposta di Magazzino per il Picking Automatizzato è aiutare le Strutture che operano nei Settori della cosmesi e del beauty, caratterizzate da spedizioni frequenti di prodotti a Clienti, a migliorare la gestione delle scorte e ad umentare l'efficienza operativa.

Mediante l'utilizzo di strumenti e tecnologie propri di Industry 4.0 è possibile ridurre i tempi e i costi di picking rendendo accessibile ogni prodotto contenuto nel magazzino in modo veloce e privo di errori e componendo mix di prodotti relativi a code di ordini provenienti dal Gestionale aziendale.

Inoltre è possibile rendere visibile ogni operazione (prelievo e storico) e parametro (quantità a stock e statistiche di rotazione) sui monitor di linea e su CLOUD, mediante strumenti e metodi innovativi per i Settori, dando così l'opportunità ai Gestori di rendere più efficaci le pratiche di monitoraggio, di controllo e di gestione delle scorte di magazzino.

In particolare il sistema proposto permette di integrare le funzioni di Logistica Interna, Acquisti e Marketing migliorando esponenzialmente le performance complessive aziendali e producendo saving tangibili.

Proponenti

Il progetto è proposto da mcGEAR (Partner Tecnologico) e GDR Partners (Consulting).

Scopo e struttura del documento

Questo documento è la base per comprendere i concept di Magazzino di Picking Automatizzato e di Magazzino Virtuale, distinguendo, con chiarezza, prodotti e servizi.

Destinatari

Il proposal è studiato per le Aziende che operano nell'ambito della distribuzione. I Clienti target sono imprese di produzione e B2S (Buy To Sell) che distribuiscano, da magazzini centralizzati, mix di prodotti eterogenei e che avvertano velocità e affidabilità nelle consegne come driver di competizione sul Mercato.

Contenuti generali

Il documento include una descrizione ad alto livello dell'Hardware proposto, della Logica di magazzino e del Software analitico per l'integrazione dei dati, dettagliando i benefici dell'approccio adottato e l'impatto generato sulla gestione delle scorte, in termini di:

- Velocità
- Affidabilità
- Flessibilità
- Costo (riduzione dei costi di gestione)
- Sicurezza
- Miglioramento del livello di servizio e Customer Care

Introduzione

Progettazione di un magazzino automatizzato in logica Ingegneria 4.0 per lo stoccaggio, il picking e la spedizione a Cliente delle code di ordini ricevuti.

La soluzione che si propone è costituita da una scaffalatura in linea, a dispenser, alla base della quale scorre un apposito nastro trasportatore compartimentato a sezioni.

In ciascuna sezione vengono raccolti i prodotti facenti parte dello stesso ordine per trasferirli a fine linea, dove verranno confezionati per la spedizione dall'Operatore addetto a tale compito. Allo Stesso sarà assegnato il compito di caricare il magazzino.

La linea è composta da colonne affiancate di cassette multicella sovrapposti, che vengono assemblate sul posto sulla base di un progetto sviluppato in relazione alle necessità e agli spazi disponibili.

I cassette sono tra di loro totalmente indipendenti perché dotati di intelligenza locale (periferica), possono essere mono o multi prodotto e sono caratterizzati da slitte parallele adattabili in larghezza e in altezza alla forma di ciascun prodotto alloggiato.

La struttura sopra descritta, che permette ai cassette di essere sia affiancabili in orizzontale che impilabili in verticale, consente la massima adattabilità agli spazi e flessibilità di impiego.

La connessione tra i cassette viene effettuata tramite incastri e l'ancoraggio a terra mediante bullonatura. Ciò al fine di poter apportare eventuali modifiche alla struttura in qualsiasi momento del ciclo vita (con una procedura semplice di sollevamento idraulico) per adeguarla a nuove esigenze, senza pregiudicarne la funzionalità, con la massima rapidità e costi di intervento irrilevanti (salvo vincoli infrastrutturali che richiedano lo spostamento dell'intera linea, la struttura costi approssima quella dei nuovi cassette, grazie alla natura "plug and play" dei cassette stessi).

La movimentazione dai singoli cassette al nastro trasportatore viene effettuata tramite un dispositivo di discesa ad alta velocità e precisione detto "lift". Il lift posiziona ciascun prodotto nel comparto del nastro corrispondente all'ordine da evadere, eliminando così quella possibilità di errore umano, in fase di picking, tutt'altro che infrequente nella movimentazione manuale.

Importante osservare che in logica 4.0 l'ordine, ad ulteriore garanzia di sicurezza, viene trasferito direttamente dal gestionale aziendale al computer industriale locale RTU (Remote Terminal Unit 4.0) che presiede la fase di picking (con possibile intermediazione di eventuali Software di

magazzino già implementati, e.g. “Stockager”) eliminando così un’ulteriore possibile fonte di errori, nuovamente non infrequenti quando questa fase viene gestita da un Operatore.

Si vuole, ora, mettere in evidenza l’importanza della RTU, ossia del dispositivo centralizzato di gestione dei dati, che è stato studiato appositamente per una corretta gestione della logica di magazzino. L’RTU può gestire un numero illimitato di colonne e consente l’integrazione dei dati raccolti dai singoli gateway di colonna e la trasformazione degli stessi in informazione fruibile predisponendo analisi e statistiche e dialogando con le Funzioni Marketing e Acquisti.

Tra gli output forniti dalla RTU ci sono gli elementi fondamentali per la gestione delle scorte dei materiali di Classe A, ossia il LEA (Lotto Economico di Acquisto) e il PUR (Punto di Riordino) corrispondenti, secondo la teoria classica, rispettivamente al quanto ordinare e al quando ordinare.

Tali indicatori vengono riaggiornati continuamente in funzione di stagionalità e trend.

I risultati di queste elaborazioni vengono quindi sottoposti ai Decisori (proposte di riassortimento mirate all’Ufficio Acquisti, in base ai trend di consumo effettivo, basate su algoritmi di Demand Forecasting e Demand Planning) per la necessaria approvazione / modifica.

Chi siamo

mcGEAR è una Start-up che nasce nel Campus dell’Università degli Studi di Genova, Polo di Savona, dall’esperienza ultraventennale di Ciascuno dei suoi Proponenti in ambito Industriale:

- Prof. Em. Ing. Roberto Mosca, Prof. Ordinario Scuola Politecnica UNIGE, Docente di Gestione dei Sistemi Logistici e Produttivi, Docente di Impianti Industriali, Direttore ITIM, DIP, DIPEM, DIPTM, DIME (UNIGE 1993-2013), Presidente Sezione Impianti Unione Industriali di Savona (Presidente mcGEAR)
- Prof. Ing. Fabio Currò, Ingegnere Aerospaziale POLIMI, Docente di Manutenzione degli Impianti Industriali (Responsabile Tecnico)
- Prof. Ing. Marco Mosca, PhD, Docente di Gestione degli Impianti Industriali e di Gestione delle Operations (Socio Fondatore)

mcGEAR si affaccia ai Mercati domestico ed estero progettando e ingegnerizzando soluzioni personalizzate di mecatronica in ambito 4.0.

Valore aggiunto: la telegestione 4.0

L’approccio mcGEAR alla telegestione

L’approccio mcGEAR alla TELEMETRIA 4.0 consiste in un processo di monitoraggio e controllo in remoto dell’intero Magazzino, suddiviso in 6 fasi:

1. Installazione dei dispositivi telemetrici 4.0
2. Raccolta dati sul campo
3. Invio telemetrico dei dati raccolti al Cloud
4. Analisi dei dati e trasformazione degli stessi in informazione
5. Condivisione dell’informazione con la sala di monitoraggio e di controllo
6. Monitoraggio e controllo del magazzino in remoto

Installazione dei dispositivi telemetrici 4.0

mcGEAR propone un sistema integrato di monitoraggio e di controllo, composto da un'elettronica centrale, da sensori, da filtri HW per il campionamento, da uno storage e da un modem per la trasmissione dei dati al Cloud, progettato e realizzato con geometrie e materiali di robustezza industriale, ingegnerizzato appositamente per durare nel tempo.

Raccolta dati sul campo

I sensori previsti nella DOTAZIONE STANDARD sono classificati normalmente in:

- SENSORI OPERAZIONALI e DI FRUIZIONE
- SENSORI MANUTENTIVI

Invio telemetrico dei dati raccolti al Cloud

Da oltre un decennio, in ambito tecnologico, si utilizza l'espressione "CLOUD". Il Cloud può sussistere in diverse forme, prevalentemente pubblico o privato ed essere o non essere connesso a Internet. Nel pieno rispetto della Cyber Security il Cloud proposto è un Cloud privato, ospitato su server (RTU). I pacchetti dati sono inviati al Cloud con una logica M2M (Machine to Machine). I pacchetti vengono gestiti in qualsiasi parte del mondo. Nota importante è che il sistema proposto non richiede alcuna connessione Wi-Fi o l'appoggio a eventuali infrastrutture IT per l'erogazione di banda.

Analisi dei dati e trasformazione degli stessi in informazione

I dati e i segnali già trattati localmente (filtrati e campionati) vengono raccolti nel Cloud (su server) in canali separati. Si noti che i dati non "digeriti" non costituiscono informazione ma, per contro, una mole di numeri non fruibile al fine di poter estrarre una qualche forma di conoscenza. L'analisi dei dati raccolti permette, invece, la trasformazione dei dati in informazione e l'utilizzo di tale informazione per generare conoscenza.

Condivisione dell'informazione con la sala di monitoraggio e di controllo

La conoscenza sviluppata si costituisce come mezzo fondamentale per migliorare il livello di servizio offerto. Il monitoraggio proposto avviene su canali multipli di monitoraggio e controllo:

- Uno o più monitor installati in sedi operative (locale Magazzino, in output);
- Web portal con accesso da qualsiasi device attualmente disponibile sul Mercato (desktop, laptop, tablet, smartphone) con credenziali d'accesso strutturate sulla base di privilegi predefiniti.

Monitoraggio e controllo in remoto del magazzino

La logica IIoT (Industrial Internet of Things) non offre al Cliente solo la possibilità di monitorare il magazzino in tempo reale, bensì di intervenire con funzioni specifiche come la regolazione remota di eventuali settaggi.

Benefici attesi dalla telegestione

L'approccio telemetrico proposto da mcGEAR produce una catena estesa di benefici, classificabili come:

Benefici generali

- Monitoraggio e controllo in tempo reale delle scorte e delle performance di magazzino
 - Relativamente alla sicurezza
 - In ogni parametro di funzionamento, manutenzione e fruizione
- Massima personalizzabilità e flessibilità
- Progettato nel rispetto della cyber security
- Analytics consolidati e di dettaglio accessibili da qualsiasi device autorizzato

Benefici relativi alla riduzione dei costi

- Riduzione Personale di Magazzino
- Riduzione ore Ufficio Marketing e Acquisti
- Azzeramento controlli e dei conteggi
- Riduzione dei costi di gestione
- Prevenzione dei guasti e componenti sensibili

Benefici relativi alla miglior operatività

- Connessione all'ERP aziendale
- Gestione dati storici
- Analytics, grafici, reportistica e controllo statistico di processo
- Manutenzione 4.0 predittiva
- Alert di scostamento automatici
- Modifica remota settaggi di eventuali device connessi

Magazzino virtuale (digital twin)

Oltre al vantaggio offerto dall'automazione del picking è importante sottolineare il beneficio offerto da un magazzino virtuale. Ossia un "Gemello Virtuale" del magazzino che risiede nel Cyberspace (su server, RTU).

Tale funzione produce un'immagine sempre aggiornata del magazzino, con benefici significativi, quali:

- Evitare i conteggi periodici di magazzino
- Effettuare previsioni legate a Marketing e Acquisti e proposte di riassortimenti
- Generare statistiche e report
- Monitorare e controllare il magazzino in remoto in tempo reale
- Possibilità futura di aggiungere un simulatore

Prodotti e Servizi

Prodotti

Il Prodotto è costituito dal Magazzino di Picking Automatizzato.

Inizialmente offerto come implementazione a progetto può essere esteso, nel tempo:

- In dimensioni
- In funzionalità

Può essere acquistato o erogato come locazione operativa.

L'opzione di locazione operativa risulta normalmente di particolare interesse in quanto:

- Permette la dilazione in canoni mensili da 24 a 60 mesi
- Consente la totale deducibilità della spesa

Servizi

I Servizi offerti sono opzionali (il Cliente può scegliere di essere autonomo e fruire esclusivamente del pacchetto analitico personalizzato, fornito in dotazione con il prodotto) e a valore aggiunto, quindi sede di erogazione continua (monitoraggio), oppure periodica (reportistica).

Prevedono la gestione dei dati raccolti, la formazione e l'assistenza tecnica telefonica.

Si classificano come servizi:

- BASE: monitoraggio lato Cliente via PC / tablet / smartphone, formazione iniziale
- INTERMEDI: report periodici inclusivi di analytics, KPI, grafici, tabelle e statistiche
- AVANZATI: controllo statistico di processo, manutenzione predittiva, alert

La scelta dell'analitica come servizio permette sia una grande flessibilità e personalizzabilità continua della reportistica sia la richiesta di analisi mirate.

Formazione in aula e workshop

mcGEAR eroga ai propri Clienti il modulo formativo di base, relativamente:

- al metodo per l'utilizzo corretto e in sicurezza dell'intero SISTEMA 4.0
- alla manutenzione di primo livello (in linea)
- al processo di gestione del dato raccolto
- all'utilizzo del Software mcGEAR (fruibile su portale WEB)

Al completamento di tale modulo i Partecipanti saranno pronti per il completo utilizzo autonomo del sistema.

La formazione relativa al modulo di base è da intendersi una tantum e a titolo gratuito (potrà essere successivamente e opzionalmente ripetuta).

Manutenzione

La manutenzione di primo livello viene effettuata dall'Operatore di magazzino, opportunamente formato. La manutenzione di secondo livello dai tecnici mcGEAR. La manutenzione 4.0 (predittiva) potrà essere offerta separatamente ed essere sede di un contratto specifico.

Assistenza tecnica telefonica

Il servizio di assistenza tecnica telefonica è da intendersi a titolo gratuito e disponibile in orario di ufficio.

Analisi AS-IS

Lo studio equivale a una “fotografia a 360°” del sistema in termini operazionali, che riguarda:

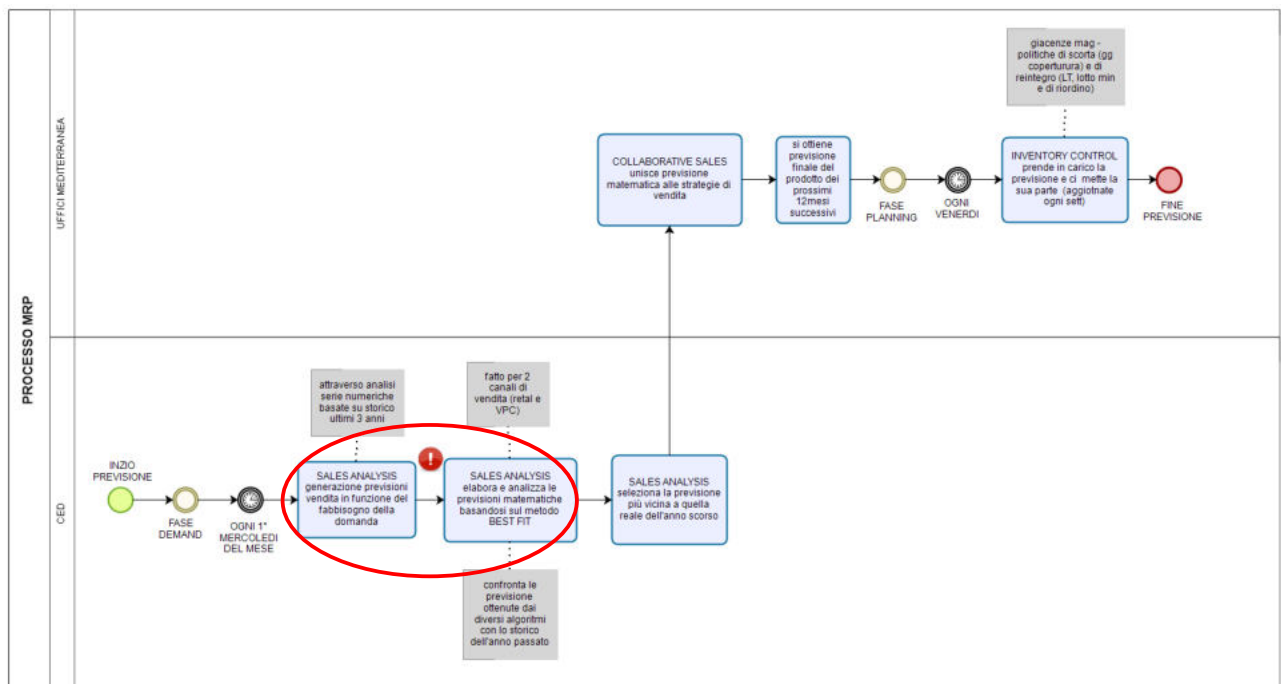
- Processi attuali
- Tecnologie in uso
- Infrastrutture
- Risorse Umane impegnate

Processi attuali

PROCESSO MPR (Material Requirements Planning):

- Il Material Requirements Planning (detto anche pianificazione dei fabbisogni di materiali) è una tecnica che calcola i fabbisogni netti dei materiali e pianifica gli ordini di produzione e di acquisto, tenendo conto della domanda del mercato, della distinta base, dei lead time di produzione e di acquisto e delle giacenze dei magazzini.

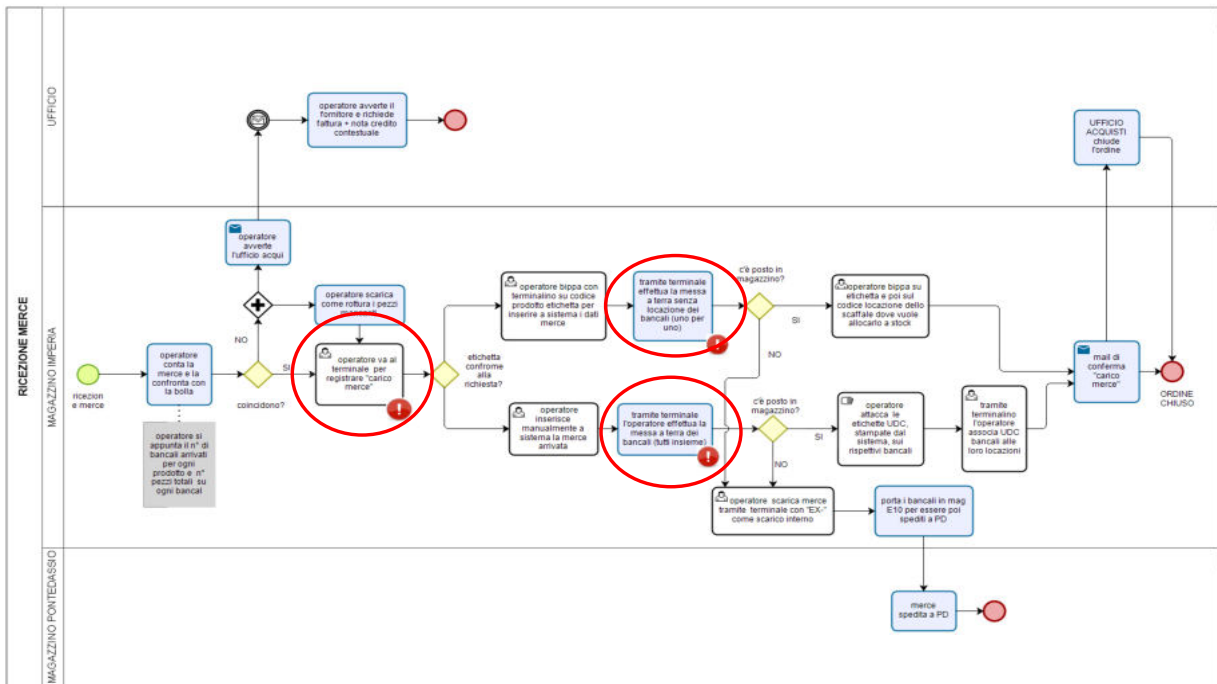
CRITICITA' INDIVIDUATE: Uso improprio del sistema MRP che viene utilizzato come strumento di forecasting quando invece è una tecnica nata per la pianificazione di ordine di produzione e di acquisto.



PROCESSO RICEZIONE MERCE

CRITICITA' INDIVIDUATE: Fase di "carico merce" a sistema:

dovuta a un'attività da svolgere che si ritiene superflua portando così ad un aumento dei tempi di movimentazione.

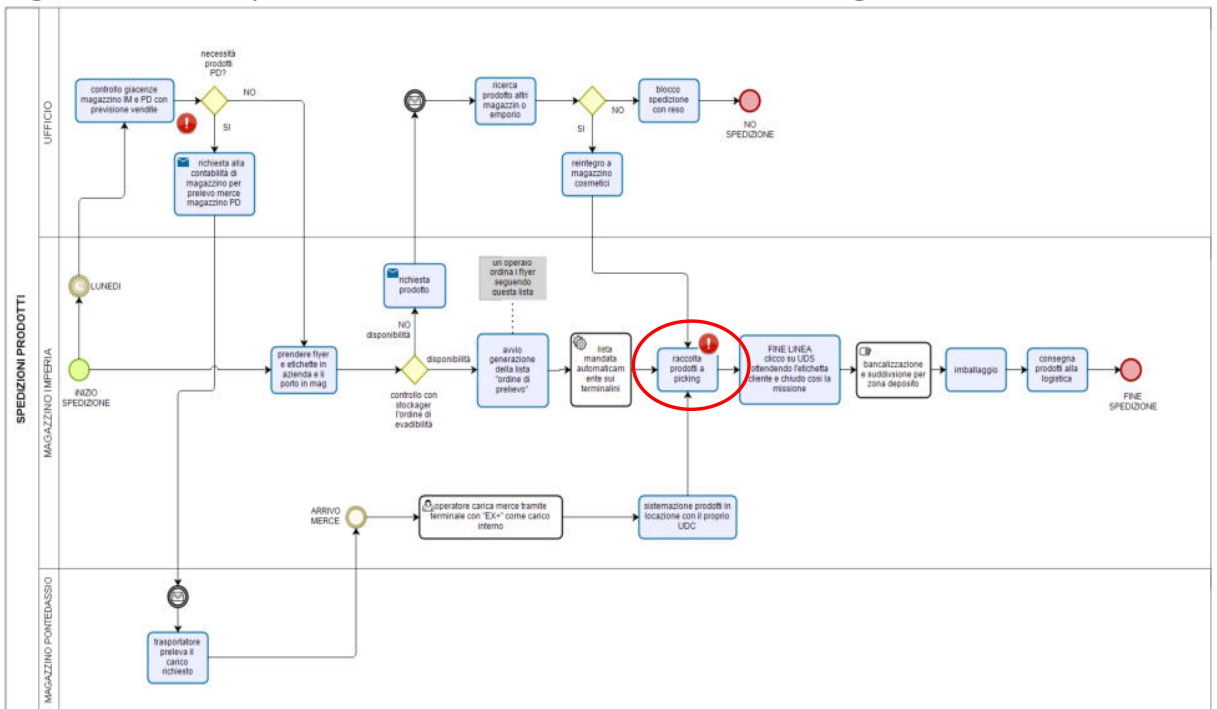


PROCESSO SPEDIZIONE PRODOTTI

CRITICITA' INDIVIDUATE:

In fase di picking il processo con grado di automazione nullo e l'utilizzo del palmare rallentano l'attività manuale di confezionamento dell'ordine.

Logica di stock che porta alla movimentazione della merce tra magazzini IM – PD.

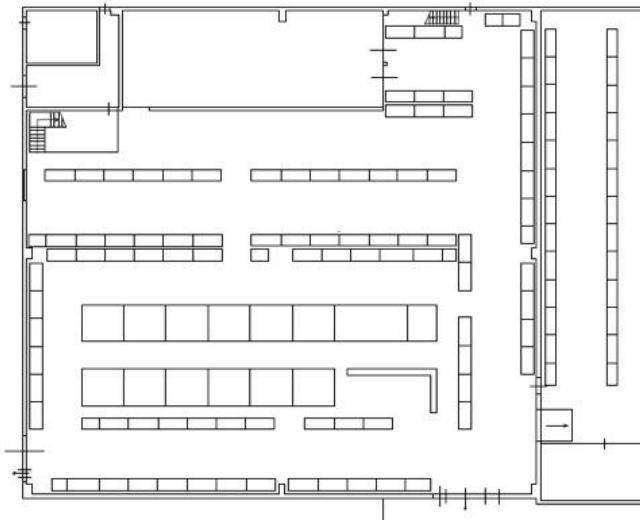


Tecnologie in uso

- MRP
- STOCKAGER (SW di magazzino)
- TABLET

Infrastrutture

Layout attuale (+ Polo Logistico separato: Pontedassio)



Dati magazzino E4 (assunzioni):

- Area = 1560 m² + 162 m² (E10)
- di cui 238.7 m² non utilizzabili
- h magazzino = 5,5m
- Volume = (1560+162)*5,5= 9471 m³
- h piano scaffalatura = 1,30m
 - lung. scaffalatura = 2,20m (2 bancali)
 - largh. Scaffalatura = 1m
- Ultimo piano scaffalatura da 1m max (circa 3 scatole su bancale), tranne che per circa 23 scaffalature
- "passaggio" tra scaffalature = 2,20m e sopra c'è posto per 2 piani
- Le 2 rulliere sono suddivise in 54 colonne per lato (tot 108)

Risorse Umane attualmente impegnate

Da 3 a 7 Operatori in funzione della stagionalità.

Analisi TO-BE

Lo **studio** equivale alla trasformazione della fotografia del sistema AS-IS nel nuovo scenario ad elevata efficienza.

Risorse Umane Impegnate

Un unico Operatore per la totale gestione del magazzino (carico, sorveglianza e confezionamento).

Requisiti di progetto

Spazi idonei

Performance raggiungibili

Alta velocità, precisione e affidabilità (gestione code di ordini), zero errori

Criticità e i vincoli

Nessuno identificato

Soluzioni personalizzate "ad hoc" (per raggiungere i livelli di efficienza superiori)

Valutazione per l'adozione futura di un simulatore in linea

Distinta dell'Hardware (alto livello)

- Cassetti (300)
- Gateway (1 per colonna)
- Lift (1 per colonna)
- Nastro compartimentato (1)
- RTU, Remote Terminal Unit (1)
- Monitor di linea (1)

Interfacce necessarie per l'integrazione del Software

Interfaccia SW sviluppata appositamente per connettere la RTU con il Software Stockager e permettere la comunicazione in INPUT e in OUTPUT con le Funzioni di Marketing (stagionalità e trend) e Acquisti (proposte di riassortimento).

Dati raccolti e analizzati

Rilievi sul campo

- Forma, dimensioni e peso di ciascuno dei prodotti gestiti
 - L'Azienda ha fornito i file seguenti (esaustivi della necessità di misura):
 - Prodotti pesi misure.xlsx
 - Peso misure make up.xlsx
- Tipologie di imballaggio (rigida / morbida / sfuso)
 - verificate sul posto (l'azienda ha esibito l'intero campionario dei prodotti attuali)
- Layout
 - da definirsi (l'azienda potrebbe voler rilocare il magazzino)

Analisi

- Forma, dimensioni e peso di ciascuno dei prodotti rilevati
 - Geometrie individuali, dimensioni minime e massime
- Identificazione delle classi di prodotto
 - In funzione della rotazione e dei volumi movimentati annualmente
- Morfologia merceologica di ciascuno dei prodotti
 - Criticità di forma del prodotto (eventuali vincoli specifici di forma)
- Vincoli e precauzioni di handling
 - Criticità di "natura" del prodotto (eventuali vincoli specifici di movimentazione)
 - Valutazione accelerazioni per prodotto
 - Valutazione urti per prodotto

Logica di magazzino

- Dimensionamento della rete
 - Definizione tipologia e caratteristiche gateway* e RTU*
 - Valutazione degli attuatori*
 - Studio di massima del SW in uso (ERP, MAG)

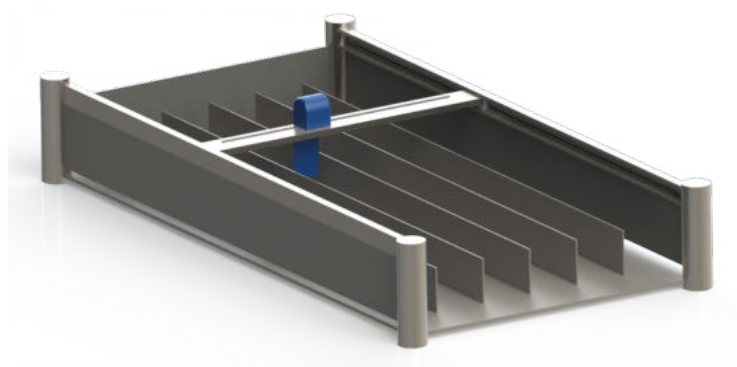
- Analisi per integrazione SW e tablet
- Definizione delle principali personalizzazioni dei cassettei: larghezza slitte e distanziali altezza
- 3 parametri X, Y, Z
 - X: riferimento della colonna
 - Y: riferimento del cassetto
 - Z: numero dei prodotti in ordine per la specifica locazione

Render* dimostrativi

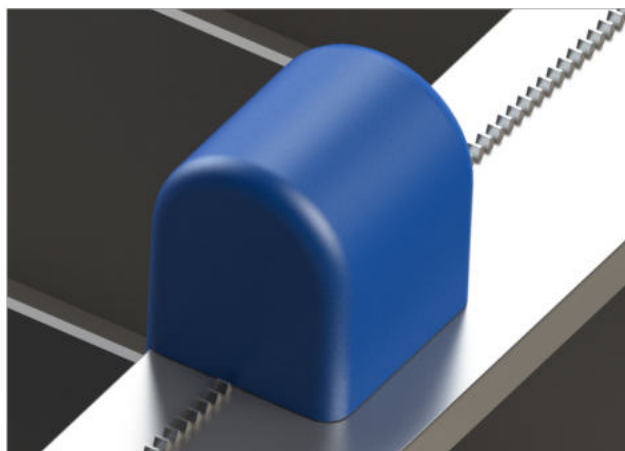
Cassetto dispenser

Materiali: Acciaio INOX AISI 304

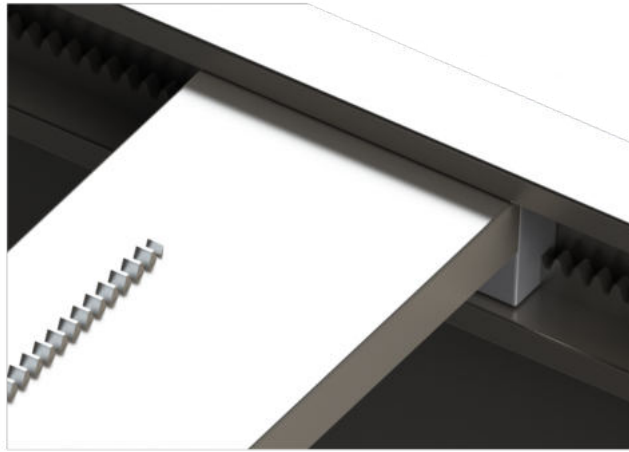
Dimensioni: 500x1000x250 mm



Particolare di cassetto: trigger su cremagliera



Particolare di cassetto: cremagliera



- Carico parziale e test: 5 giornate includere nel prezzo del magazzino
- Formazione e affiancamento: 3 giornate includere nel prezzo del magazzino

Budget price* magazzino implementato (scarto massimo +/- 10%)

Il magazzino, a grandi linee, si compone di:

- Cassetti
- Gateway di colonna
- Lift di colonna
- Nastro trasportatore compartimentato
- RTU (Remote Terminal Unit)
- Monitor di linea per l'Operatore
- Software

Considerate le normali evoluzioni di design occorrenti tra lo studio preliminare e il progetto esecutivo, si è deciso di semplificare il calcolo, mediante una valutazione a cassetto, ove ciascun cassetto si porta dietro una parte della struttura costi dell'intero magazzino (implementato, installato e testato).

I cassetti intelligenti vengono quotati a €1.000+IVA/cad per un volume compreso tra i 250 e i 300 cassetti.

Il prezzo stimato in sede di studio preliminare oscilla quindi tra i 250K e i 300K euro (+/- 10%).

Considerato il rapporto specifico con l'Azienda e il desiderio di implementare una best practice presso Mediterranea Cosmetics mcGEAR propone all'Azienda un extra sconto finale pari al 5% (oltre al rimborso del 100% dello studio preliminare e del progetto esecutivo sull'ultima fattura).

Glossario

*GATEWAY: Un gateway (dall'inglese, portone, passaggio) è un dispositivo di rete che collega due reti informatiche di tipo diverso operando sia al livello di rete che ai livelli superiori, del modello ISO/OSI. Il suo scopo principale è quello di veicolare i pacchetti di rete all'esterno di una rete locale (LAN).

*RTU: Una RTU (acronimo di Remote Terminal Unit - Unità Terminale Remota) è un dispositivo elettronico di controllo a microprocessore che interfaccia oggetti del mondo fisico a un sistema di controllo distribuito o uno SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition system) attraverso la trasmissione di dati acquisiti dalla strumentazione collegata al sistema di supervisione. In alcune occasioni la RTU è indicata come remote telemetry unit - unità telemetrica remota.

*ATTUATORE: Un attuatore è un meccanismo attraverso cui un agente agisce su un ambiente, inoltre l'agente può essere o un agente intelligente artificiale o un qualsiasi altro essere autonomo (umano, animale). In senso lato, un attuatore è talvolta definito come un qualsiasi dispositivo che converte dell'energia da una forma a un'altra, in modo che questa agisca nell'ambiente fisico al posto dell'uomo.

Anche un meccanismo che mette qualcosa in azione automaticamente è detto attuatore.

*RENDER: Nella computer grafica, il rendering ('restituzione grafica') identifica il processo di 'resa', ovvero di generazione di un'immagine a partire da una descrizione matematica di una scena tridimensionale, interpretata da algoritmi che definiscono il colore di ogni punto dell'immagine digitale.

In senso esteso (nel disegno), indica un'operazione atta a produrre una rappresentazione di qualità di un oggetto o di una architettura (progettata o rilevata).

*BUDGET PRICE: prezzo stimato accuratamente durante sulla base di uno studio preliminare. L'accuratezza oscilla nell'intorno di +/- 10% a causa di possibili variazioni, seppur minime, di design, di variazioni inattese del costo della componentistica ed eventuali spese impreviste.

Smart Inventory 4.0

Automated picking warehouse
Evoluzione e differenze

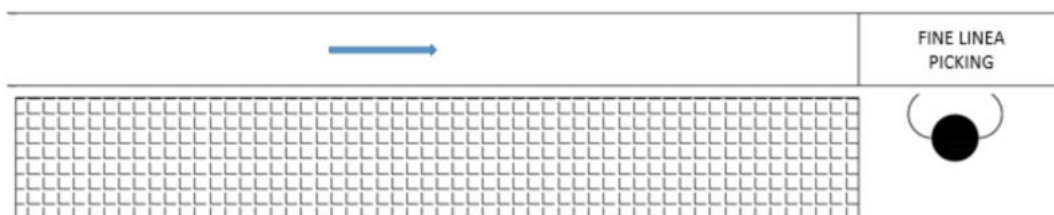
09 Giugno 2020



OVERVIEW

SMART INVENTORY

Una soluzione di magazzino innovativa, robusta e a basso costo. Progettata su misura per Mediterranea Cosmetics.



una linea compatta e snella



Cassetti smart indipendenti, che si possono aggiungere secondo necessità. Ideali per implementazioni progressive.

☐ **Tipologia**

- Mono prodotto
- Multi prodotto

☐ **Dotazioni tecnologiche**

- Motoriduttore
- Motori passo-passo ad elevata precisione
- Elettronica

☐ **Intelligenza**

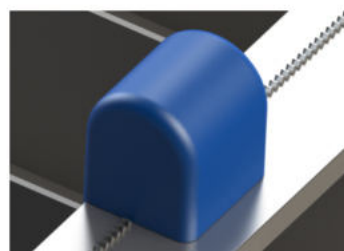
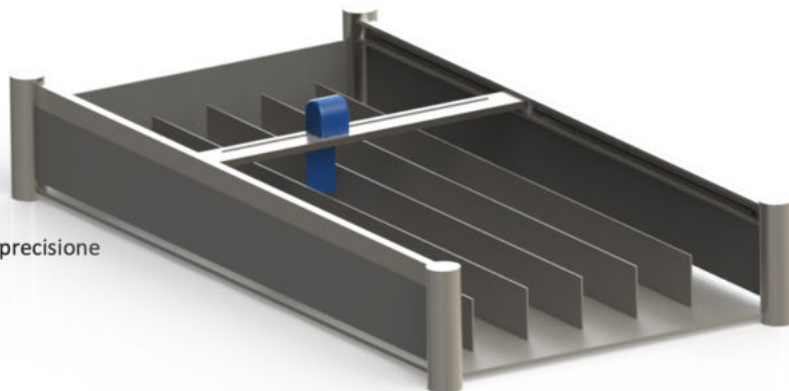
- Locale

☐ **Caratteristiche**

- Adattabili alla forma del prodotto
- Caricamento posteriore

☐ **Materiali e dimensioni**

- Lamiera di acciaio innervata
- L 50 x H 25 x P 100 cm



Struttura rackless. Più flessibile in sede di installazione, meno costosa, semplice procedura di sostituzione dei cassetti.

☐ **Tipologia**

- Moduli standard, componibili

☐ **Dotazioni tecnologiche**

- Gateway di colonna

☐ **Intelligenza**

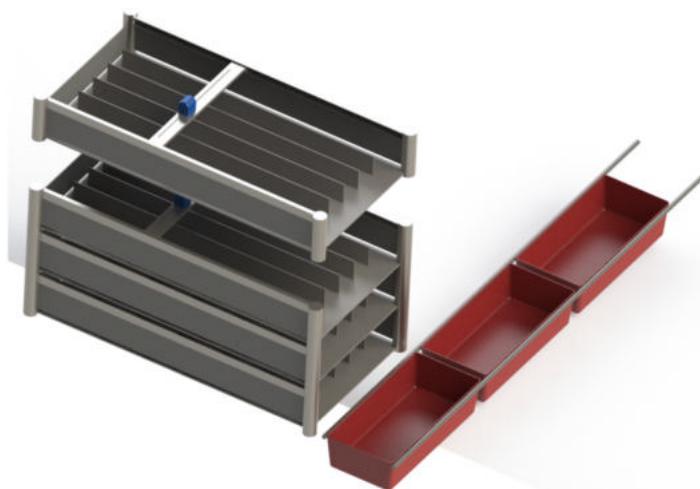
- Locale

☐ **Caratteristiche**

- Moduli impilabili
- Affiancabili (colonne parallele)
- Bullonati
- Caricamento posteriore

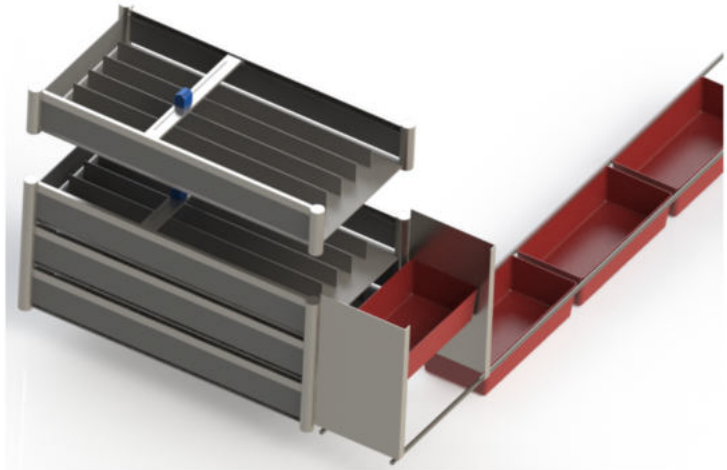
☐ **Materiali e dimensioni (modulo)**

- Scatolato di acciaio
- L 50 x H 25 x P 100 cm



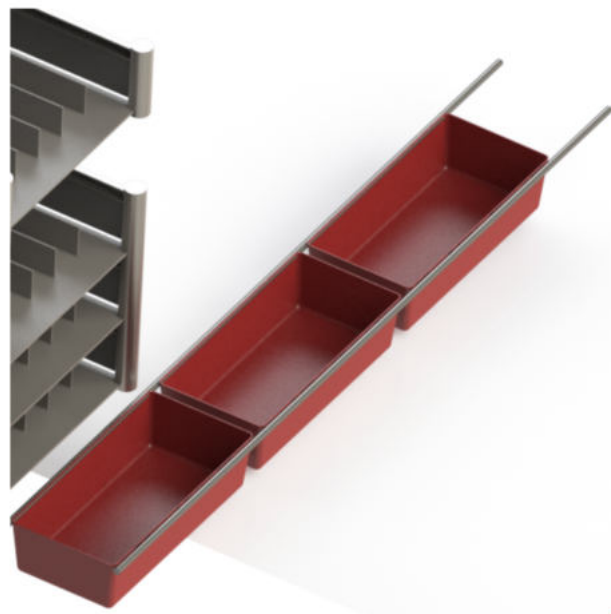
Un dispositivo sincrono di discesa. Deposita ciascun prodotto nel comparto del nastro corrispondente all'ordine. Più veloce, robusto e performante rispetto alla soluzione a parete.

- ❑ **Tipologia**
 - Multiplo, a colonna
- ❑ **Dotazioni tecnologiche**
 - Motoriduttore lineare
 - Motore passo-passo
- ❑ **Intelligenza**
 - Locale
- ❑ **Caratteristiche**
 - Scorrimento verticale simultaneo
 - Discesa prodotti cassetto-nastro
 - Estremamente veloce e preciso
- ❑ **Materiali e dimensioni**
 - Acciaio
 - L 50 cm, h colonna



Il nastro compartimentato è sincronizzato con il lift. Elimina gli errori nella composizione dell'ordine in fase di picking.

- ❑ **Tipologia**
 - Lineare
- ❑ **Dotazioni tecnologiche**
 - Motore passo-passo
- ❑ **Intelligenza**
 - Locale
- ❑ **Caratteristiche**
 - Moduli componibili
 - Comparti associati agli ordini
- ❑ **Materiali e dimensioni**
 - Industriali
 - Dimensioni dipendenti dai moduli



Dispositivo di convogliamento dei dati integrato alla base di ciascuna colonna. Può gestire fino a 6 moduli da 5 cassette.

- ❑ **Tipologia**
 - Di linea (uno per colonna)
- ❑ **Dotazioni tecnologiche**
 - Elettronica proprietaria
- ❑ **Intelligenza**
 - Locale
- ❑ **Caratteristiche**
 - Raccolta dati
 - Trasferimento dati Cassetto-RTU*
 - Trasferimento dati RTU-Cassetto
- ❑ **Materiali e dimensioni**
 - Industriale (robusto, IP67)



*RTU (Remote Terminal Unit, dispositivo centralizzato di gestione dei dati).

Dispositivo centralizzato di gestione dei dati. Può gestire un numero illimitato di colonne.

- ❑ **Tipologia**
 - Di magazzino (modulo unico)
- ❑ **Dotazioni tecnologiche**
 - Elettronica proprietaria
- ❑ **Intelligenza**
 - Centralizzata
- ❑ **Caratteristiche**
 - Centralizzazione dei dati
 - Trasformazione dei dati in informazione
 - Analisi e statistiche
 - Raccoglie input da Marketing e Acquisti
 - Determina LEA e PUR* in funzione di stagionalità, trend
 - Prepara proposte di riassortimento
- ❑ **Materiali**
 - Industriale (robusto, IP67)



*LEA (Lotto Economico di Acquisto); PUR (Punto di Riordino).

Cloud e portale web per il monitoraggio e il controllo del magazzino, in tempo reale, da qualsiasi parte del mondo.

- **Tipologia**
 - Monitoraggio e controllo
- **Dotazioni tecnologiche**
 - Elettronica proprietaria
- **Intelligenza**
 - Centralizzata
- **Caratteristiche**
 - Innovazione tecnologica
 - Cyber security (privilegi d'accesso)
 - Semplicità d'utilizzo
 - Interrogabile
 - Reportistica automatizzata



FLESSIBILITA'

BENEFICI

Il maggior punto di forza della soluzione proposta. Si adatta perfettamente allo stock attuale e lo segue nella crescita.

- **Modularità**
 - Verticale
 - Orizzontale
 - Cassetti mono / multi prodotto



Si integra perfettamente con il SW di magazzino (ordini-picking) già in uso. E rende il processo efficiente.

□ **Con il SW attualmente in uso**

- Non richiede sostituzione SW
 - Evita nuovi costi
 - Evita nuova formazione



Semplicità a 360°. Progettazione, installazione, utilizzo, monitoraggio e controllo. Progettato per dare performance.

□ **User friendly**

- Lato Operatore
 - Formazione breve e semplice
 - Change Management
- Lato Funzioni aziendali
 - Marketing
 - Acquisti
- Lato Management
 - Monitoraggio
 - Controllo



Rapporto costo-benefico estremamente vantaggioso rispetto alle soluzioni di competizione di performance paragonabili.

☐ Sistema

- Industriale
- Economico
- Veloce
- Preciso
- Robusto

☐ Saving multidimensionali

- Picking (Personale meglio impiegato)
 - Riduzione da 10 a 1 Operatore nei periodi di punta
- Riduzione costi indiretti
 - Forecasting (ore MRP)
 - Pianificazione (ore Marketing)
 - Programmazione (ore Acquisti)

☐ Mitigazione del rischio

- Possibilità di implementazioni progressive
- Classe A, B, C



Smart Inventory 4.0

STUDIO LOGISTICO
BOZZA PRELIMINARE

L'ipotesi di implementazione 2021 sviluppata con l'Azienda si basa su 300 cassette.

		Numero cassette 300																											
		N°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Altezza (calcolata sulla base di un'altezza media a cassetto di 25 cm)	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
	6																												
	7																												
	8																												
	9																												
	10																												
	11																												
	12																												

Altezza (calcolata sulla base di un'altezza media a cassetto di 25 cm)

3 m

CODICE COLORE

Scenario Attuale

HP espansione

Lunghezza (calcolata sulla base di una lunghezza a cassetto di 55 cm)

13,75 m

Scenario iniziale (2021):

- Lunghezza 13,75 m
- Altezza 3,00 m
- Profondità 1,05 m
- Numero cassette 300

Considerata una configurazione iniziale pari a:

- 264 cassette per i codici attualmente in essere
- 15 cassette per i codici fast mover (doppia locazione)
- 20 cassette per codici di assemblaggio
- 1 cassetto spare



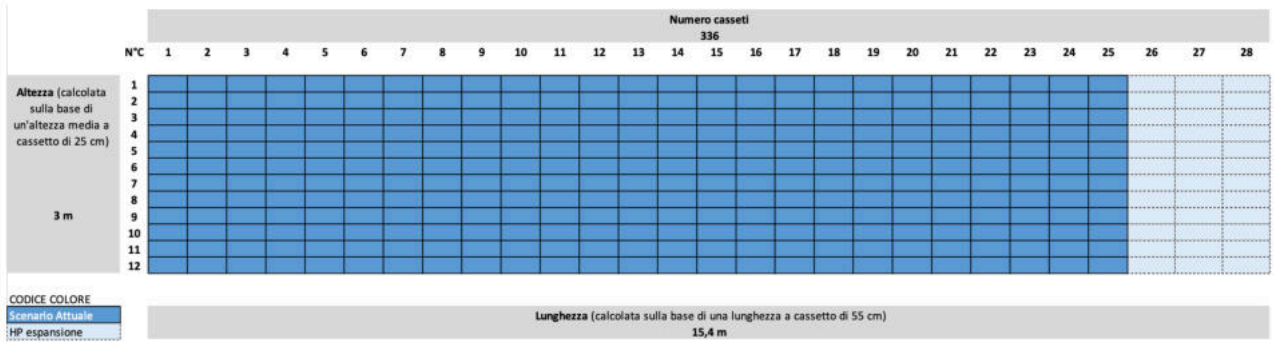
Tipologie di crescita

- Crescita fatturato
 - Crescita prodotti esistenti (volumi, non nuovi codici)
 - Crescita nuovi prodotti (nuovi codici)
 - Crescita prodotti esistenti e nuovi prodotti (volumi e nuovi codici)
- Ragionamento medio (affinabile su input azienda)

SCENARIO DI ESPANSIONE IN LUNGHEZZA

IPOTESI DI CRESCITA FUTURA

Un'espansione orizzontale permette di fronteggiare una crescita 4-12% con un'estensione lineare da 55cm a 165cm.

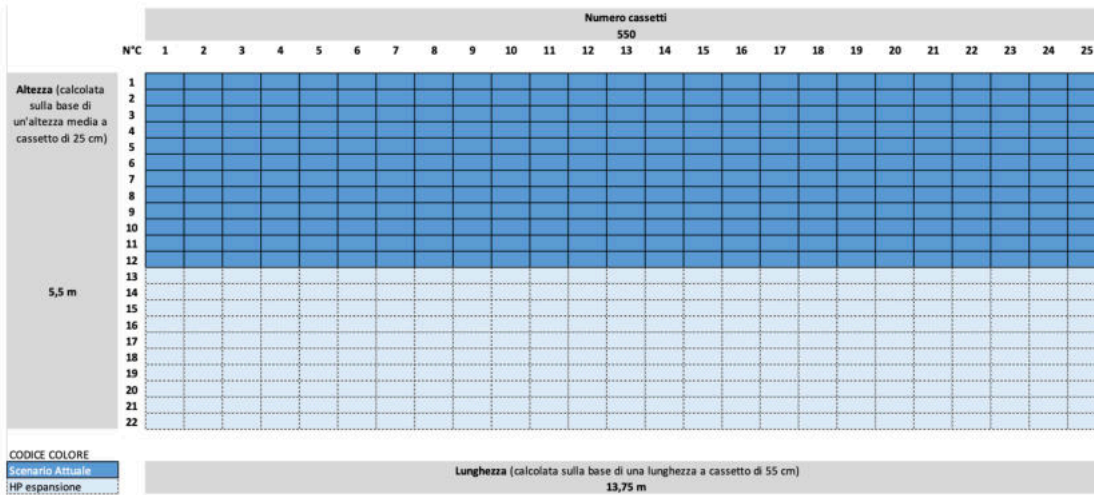


SCENARI FUTURI	[N°Codici Prodotto]	[m]	[m]	[#]	[#]
	Crescita volumi	Lunghezza	Altezza	N°Cassetti	Nuovi Cassetti
ESPANDIBILITA' ASSE X	=> 4,0%	14,30	3,00	312	12
Espandibilità di 12 cassette ogni 0,55 m lineari di lunghezza	8,0%	14,85	3,00	324	24
	12,0%	15,40	3,00	336	36

SCENARIO DI ESPANSIONE IN ALTEZZA

IPOTESI DI CRESCITA FUTURA

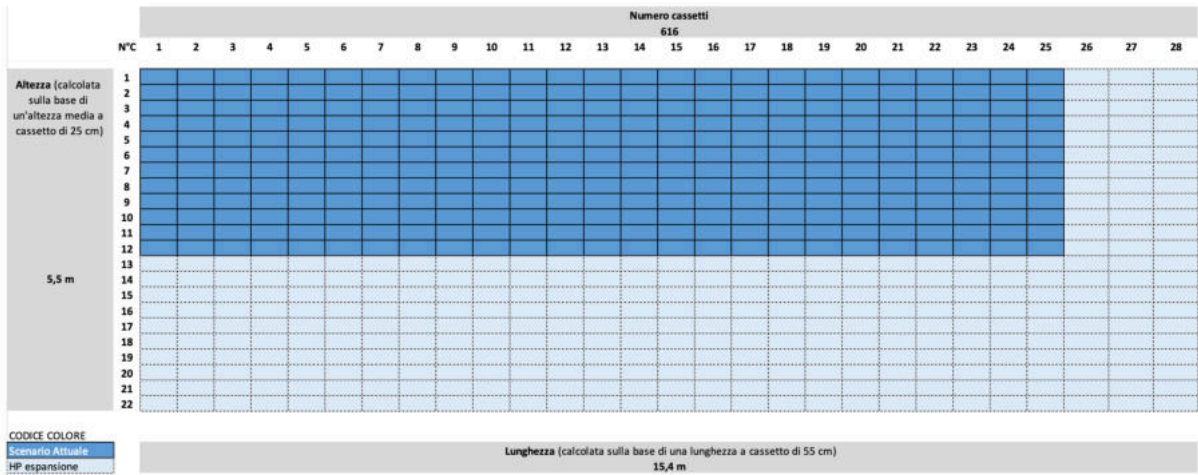
Un'espansione verticale permette di fronteggiare una crescita 8-83% con un'estensione in altezza da 25cm a 2,5m.



SCENARI FUTURI	[N°Codici Prodotto]	[m]	[m]	[#]	[#]
	Crescita volumi	Lunghezza	Altezza	N°Cassetti	Nuovi Cassetti
ESPANDIBILITA' ASSE Y	=> 8,3%	13,75	3,25	325	25
Espandibilità di 25 cassette ogni 0,25 m lineari di altezza	16,7%	13,75	3,50	350	50
	25,0%	13,75	3,75	375	75
	33,3%	13,75	4,00	400	100
	41,7%	13,75	4,25	425	125
	50,0%	13,75	4,50	450	150
	58,3%	13,75	4,75	475	175
	66,7%	13,75	5,00	500	200
	75,0%	13,75	5,25	525	225
	83,3%	13,75	5,50	550	250

SCENARIO DI ESPANSIONE IN LUNGHEZZA + ALTEZZA IPOTESI DI CRESCITA FUTURA

Un'espansione su entrambi gli assi permette di fronteggiare una crescita del 105% con L = 15,40m e H = 5,5m.



SCENARI FUTURI	[N°Codici Prodotto]	[m]	[m]	[#]	[#]
	Crescita volumi	Lunghezza	Altezza	N°Cassetti	Nuovi Cassetti
ESPANDIBILITA' ASSE X e Y APPROCCIO COMBINATO (espansione in lunghezza e in altezza)	=> 105%	15,40	5,50	616	316

Nota

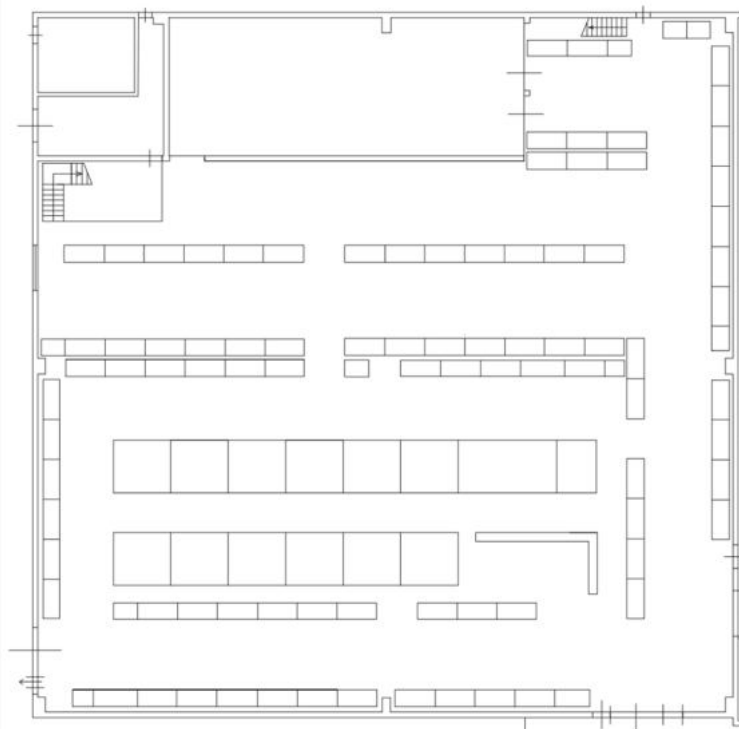
La presente ipotesi di espansione si basa sulla previsione dell'Azienda di raddoppio dei volumi in 10 anni.
Il magazzino potrà essere ulteriormente espanso secondo necessità.



SCENARIO ATTUALE (SCAFFALATURE)

LAYOUT

Attualmente



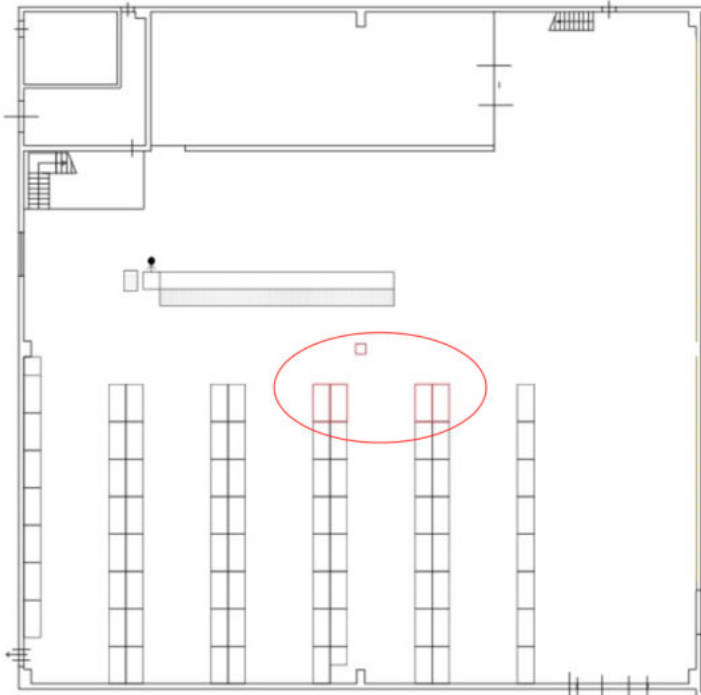
Numero scaffalature attuali (approssimativo)	120	Locazioni
2/3 di 120 hanno 2 piani	80	160
1/3 di 120 hanno 3 piani	40	120
Totale =>	280	
Bancali per piano di scaffalatura	2	
Volume di un piano della scaffalatura [m³]	2,86	
Volume scaffalatura utilizzato	800,8	

Note:

Attualmente l'Azienda utilizza due scaffalature nel magazzino a fianco, incluse negli 800 m³ sopra dichiarati.

Tale spazio, nello scenario futuro, verrebbe rilasciato e reso disponibile per altri scopi.



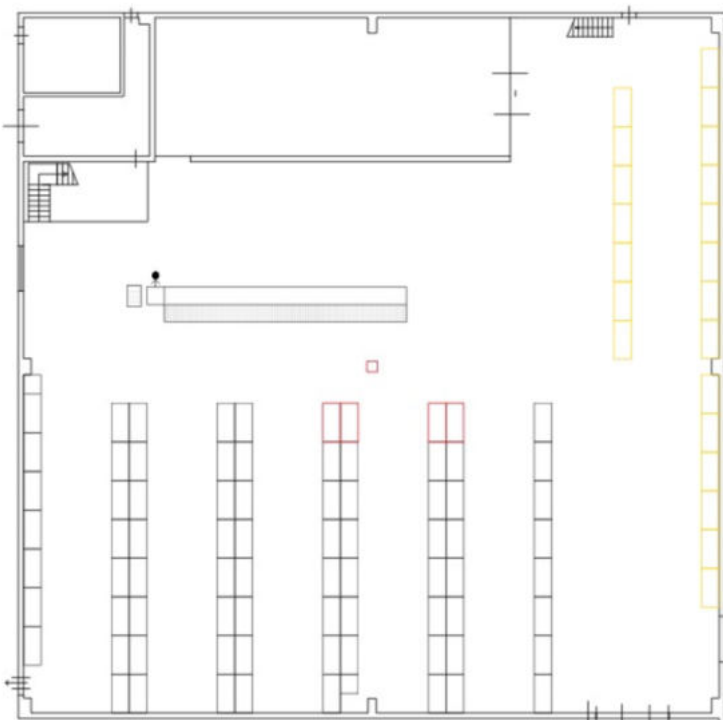


Benefici attesi:

- Carichi del magazzino a eventi discreti (su segnalazione del magazzino stesso, pianificabili a fine giornata)
- Conteggio continuo delle scorte
- Ordini in funzione dello stock e dei lead time
- Capacità previsionale e analitica
- La maggior velocità caratteristica della gestione del magazzino di picking automatizzato (Just In Time)
 - può comportare una riduzione dello stock in essere e dello spazio associato
 - non implica la necessità di aumento del volume di scaffalature al crescere del volume di business futuro
- La crescita del volume di business futuro non implica costi proporzionali di Personale (un solo Operatore in più, in linea, è in grado di fronteggiare un carico pressoché doppio)
- Robustezza assoluta del layout (un eventuale blackout non impedisce il picking manuale)
- Riduzione dei costi di Personale
- Identificazione e segnalazione obsolescenze
- Riduzione dei costi ufficio acquisti (ore)

Note:

Verificare compatibilità del pilastro con le scaffalature evidenziate in rosso



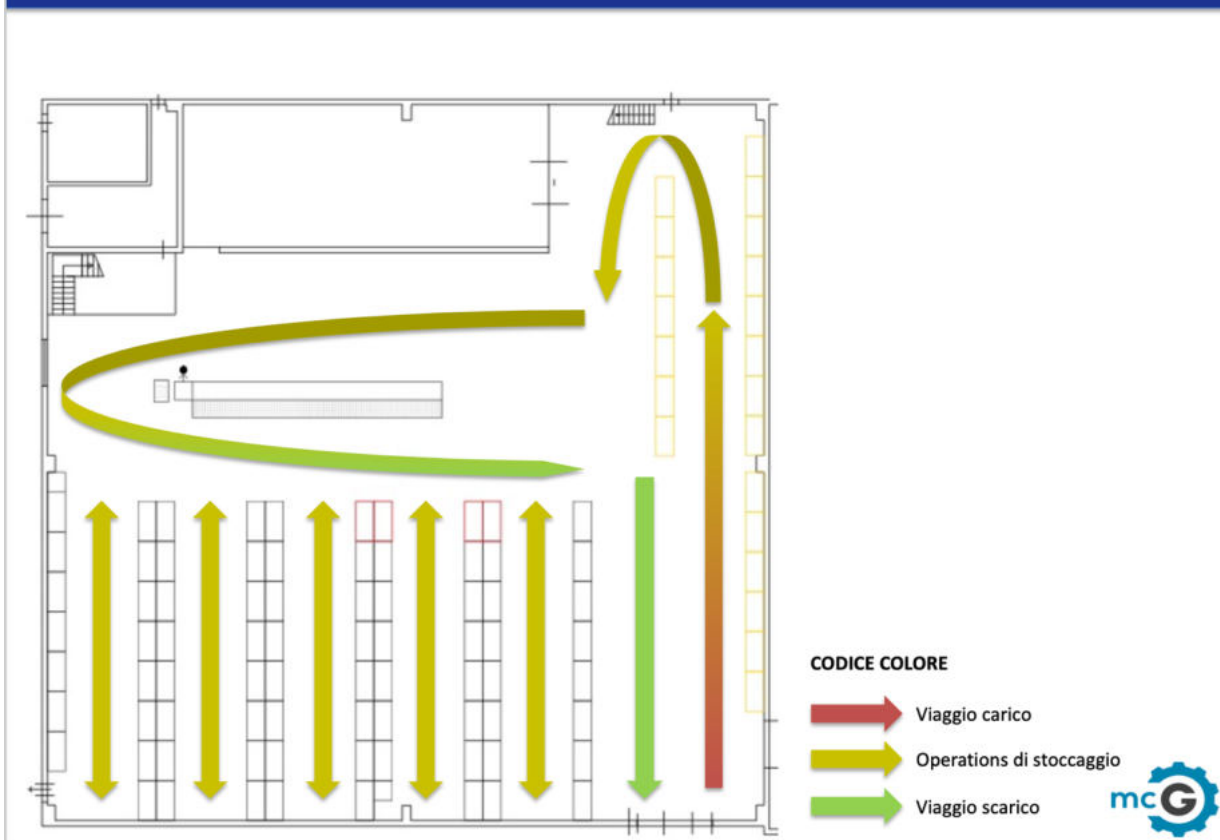
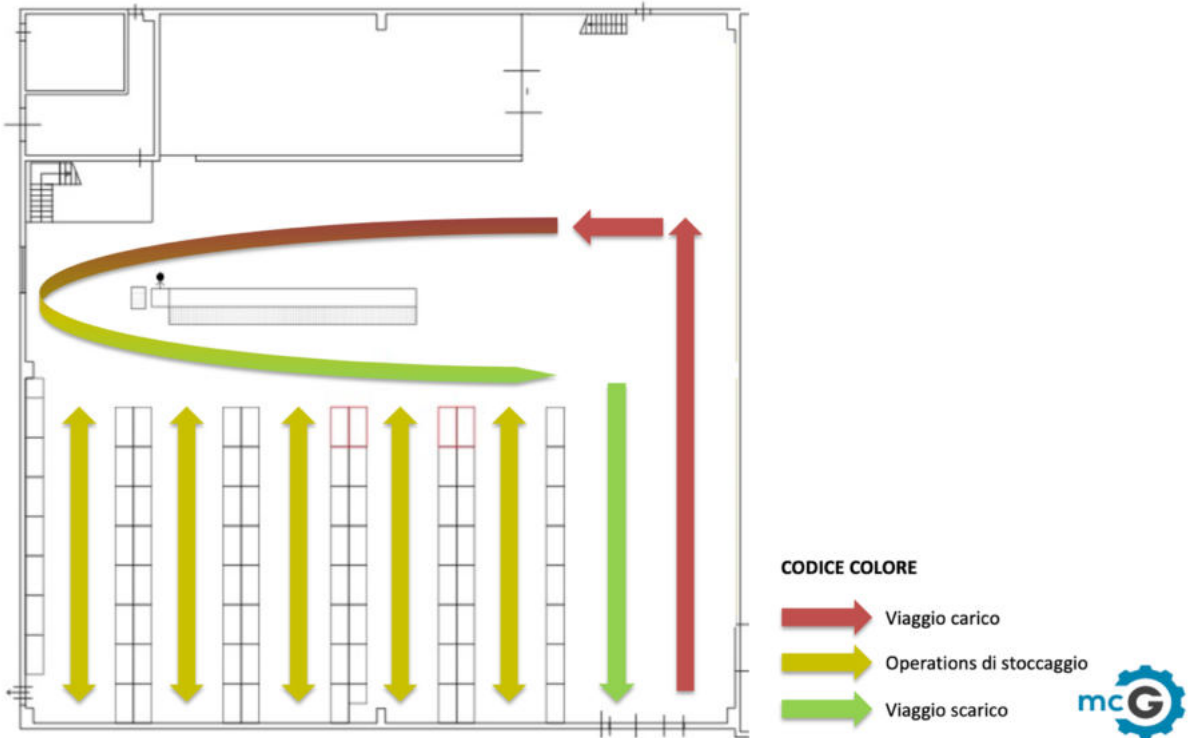
Numero scaffalature attuali (approssimativo)	120	Locazioni
2/3 di 120 hanno 2 piani	80	160
1/3 di 120 hanno 3 piani	40	120
Totale =>	280	
Bancali per piano di scaffalatura	2	
Volume di un piano della scaffalatura [m ³]	2,86	
Volume scaffalatura utilizzato	800,8	

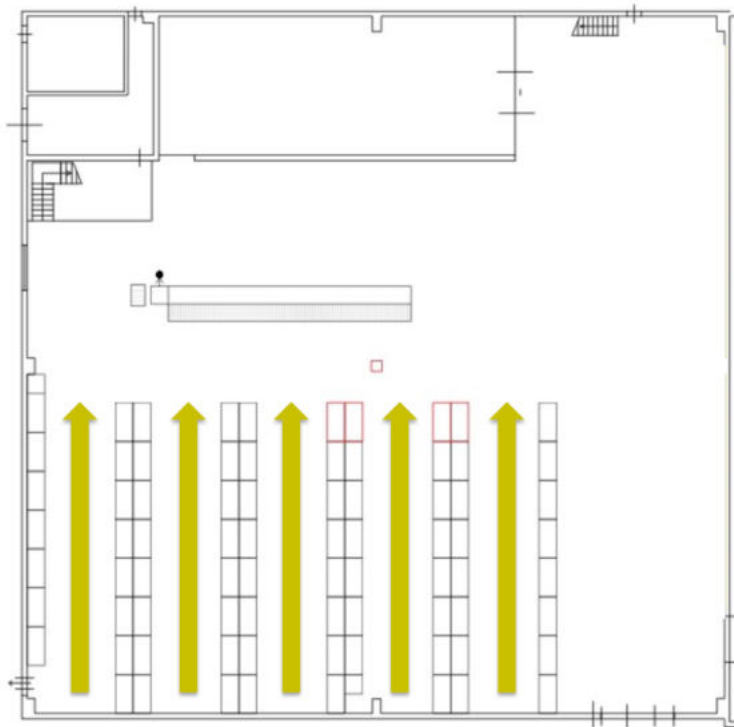
Numero scaffalature future (approssimativo)	100	Locazioni
2/3 di 100 hanno 2 piani	67	134
1/3 di 100 hanno 3 piani	33	100
Totale =>	234	
Volume di un piano della scaffalatura [m ³]	2,86	
Volume scaffalatura utilizzato	669,24	

Con una riduzione del volume stoccabile pari al 16% circa.

Ma si noti che il volume del magazzino è superiore ai 35 m³.

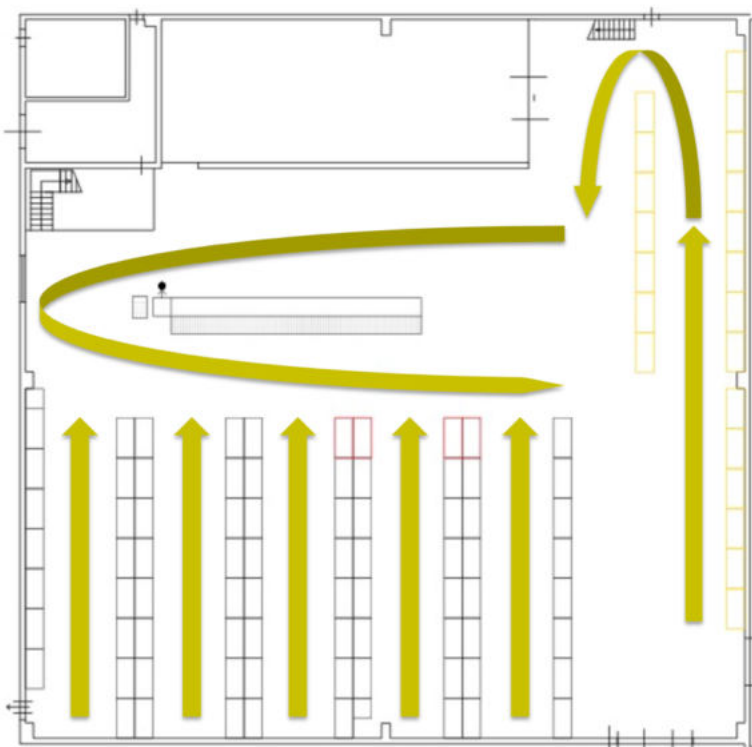






CODICE COLORE

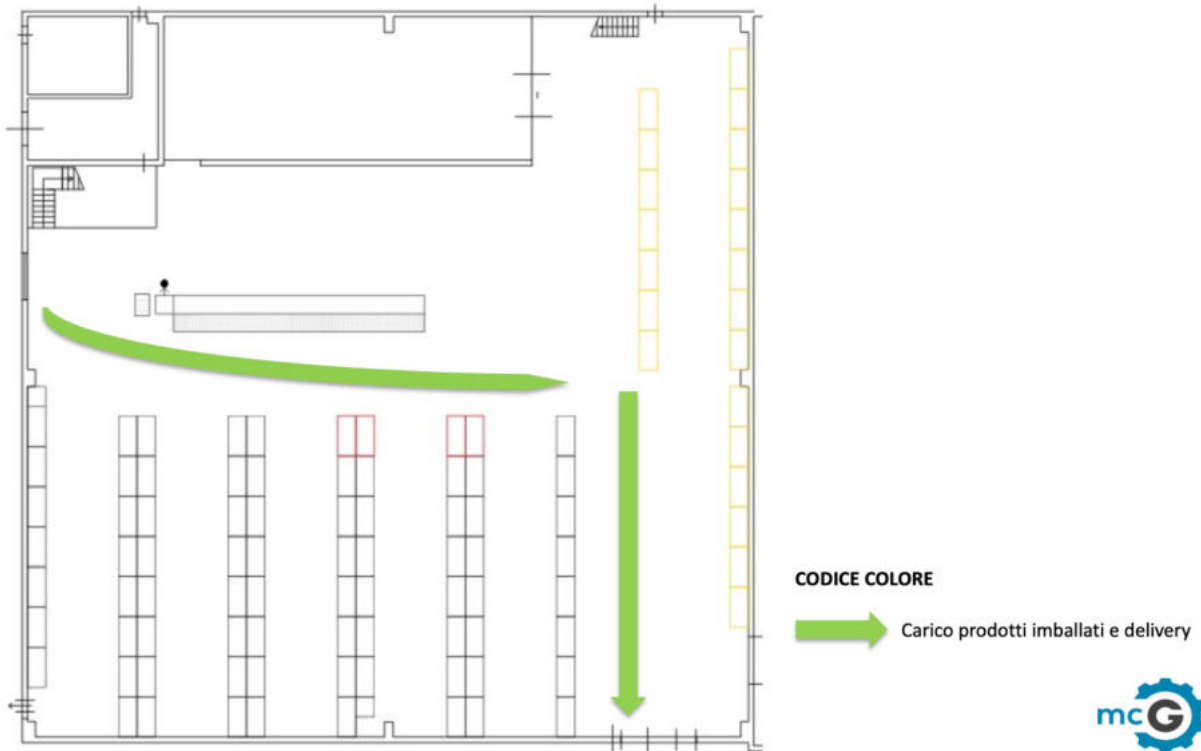
Operations di picking e carico



CODICE COLORE

Operations di picking e carico





Smart Inventory 4.0

ANALISI INVESTIMENTO
BOZZA PRELIMINARE

In questa analisi d'investimento sono stati studiati due casi:

- **ANALISI AS IS**

La prima analisi d'investimento (**ANALISI AS IS**) è stata condotta considerando di mantenere **costanti** i volumi gestiti attualmente lungo i **20 anni** di arco temporale considerato come orizzonte di analisi, corrispondente alla vita utile stimata per i cassettei.

- **ANALISI TO BE**

La seconda analisi d'investimento (**ANALISI TO BE**) è stata condotta per tenere in considerazione gli ulteriori vantaggi derivanti dall'utilizzo dei cassettei nell'ipotesi di un **aumento progressivo** dei volumi di business fino al raddoppio dell'attuale in 10 anni.

INTRODUZIONE

ANALISI AS IS

La presente analisi si propone di valutare l'investimento mediante il confronto dello **spending** con i **risparmi** prodotti dall'introduzione del magazzino automatizzato e con i **benefici fiscali** previsti dalla legge.



USCITE UNA TANTUM

- Investimento cassettei
- Studio preliminare *rimborsabile*
- Studio logistico *rimborsabile*
- Progettazione *rimborsabile*
- Consulenza COGE
- Prestazione Ing. Ferrero
- Costo allestimento spazi

USCITE ANNUE

- Costo manutenzione



ENTRATE ANNUE

Benefici fiscali

- Beneficio credito d'imposta
- Recupero IRAP/IRES per ammortamento

Mancati costi (saving)

- Risparmio manodopera
- Risparmio capitale investito a stock

TOTALE USCITE

ANALISI AS IS

L'analisi evidenzia come lo **spending** complessivo, inclusivo dei costi interni di allestimento e calcolato a monte dei benefici prodotti (operazionali e fiscali), sia inferiore ai 310K€ a magazzino funzionante, con un contratto annuale di extragaranzia di 10K€/anno.

	2020 ANNO 0	2021 ANNO 1	...	2023 ANNO 3
Esponente attualizzazione	0	0,5	1	...
				2,5
				3
Costi di investimento iniziali (una tantum)				
Investimento cassette	€ 51.186,00	€ 204.744,00		
Studio preliminare	€ 8.400,00			
Studio logistico	€ 7.560,00			
Progettazione		€ 17.640,00		
Consulenza COGE	€ 3.000,00			
Ing. Ferrero	€ 3.000,00	€ 1.800,00		
Costo allestimento spazi		€ 10.000,00		
Costi annui gestione				
Costo manutenzione				€ 10.000,00
TOTALE USCITE	€ 73.146,00	€ 234.184,00	€ -	€ 10.000,00
			€ -	€ -

1. L'esponente di attualizzazione permette di riportare all'anno corrente somme future di denaro;
2. Dalla voce **Investimento cassette** sono già state stornate le voci Studio preliminare, Studio logistico e Progettazione;
3. Dal 2023 in poi il **Totale Uscite** ammonta sempre a € 10.000,00.



FOCUS RISPARMIO MANODOPERA

ANALISI AS IS

Con l'implementazione del magazzino automatizzato per l'Azienda sarebbe possibile risparmiare 5 persone nei mesi di picco e 3 nei mesi standard, con un mancato costo annuo di € 134.166,67.

	PERSONALE	COSTO MENSILE	PERSONALE	COSTO MENSILE
GENNAIO	6	€ 17.500,00	1	€ 2.916,67
FEBBRAIO	6	€ 17.500,00	1	€ 2.916,67
MARZO	6	€ 17.500,00	1	€ 2.916,67
APRILE	4	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
MAGGIO	4	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
GIUGNO	4	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
LUGLIO	4	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
AGOSTO	4 ⁵	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
SETTEMBRE	4	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
OTTOBRE	4	€ 11.666,67	1	€ 2.916,67
NOVEMBRE	6	€ 17.500,00	1	€ 2.916,67
DICEMBRE	6	€ 17.500,00	1	€ 2.916,67
TOTALE		€ 169.166,67		€ 35.000,00
MANCATO COSTO				€ 134.166,67



I benefici fiscali, in considerazione di **ammortamento** e **credito d'imposta**, ammontano complessivamente a € 165.634,70 spalmati su 5 anni.

BENEFICI FISCALI

Ammortamento	17,5%	<i>% applicata a € 225.930,00 corrispondenti al costo dei cassetti</i>
rata	€ 44.787,75	<i>annuale per 5 anni</i>
Recupero IRAP/IRES per ammortamento		
IRES	24%	
IRAP	4,250%	
recupero	€ 12.652,54	<i>annuale per 5 anni, dal 2021</i>
Credito d'imposta		
% rimborsata	40%	
quota parte rimborsata	€ 102.372,00	<i>di € 255.930,00 corrispondenti al costo dei cassetti</i>
rimborso annuo	€ 20.474,40	<i>annuale per 5 anni, dal 2022</i>

TOTALE BENEFICIO

2021	€ 12.652,54	<i>solo recupero</i>
2022	€ 33.126,94	<i>recupero + rimborso</i>
2023	€ 33.126,94	<i>recupero + rimborso</i>
2024	€ 33.126,94	<i>recupero + rimborso</i>
2025	€ 33.126,94	<i>recupero + rimborso</i>
2026	€ 20.474,40	<i>solo rimborso</i>
TOTALE	€ 165.634,70	



TOTALE ENTRATE

I **benefici fiscali** e i **saving per mancati costi** (manodopera e capitale a stock), prodotti dall'introduzione del magazzino automatizzato, eccedono i 4.4M€ nei prossimi 20 anni⁴.

	2020	2021	2022	...	2026	2027				
	ANNO 0	ANNO 1	ANNO 2	...	ANNO 6	ANNO 7				
Esponente attualizzazione	0	0,5	1	1,5	2	...	5,5	6	6,5	7
Benefici fiscali										
Recupero IRAP/IRES per ammortamento		€ 12.652,54		€ 12.652,54	...					
Credito d'imposta				€ 20.474,40	...	€ 20.474,40				
Mancati costi										
Risparmio manodopera		€ 134.166,67		€ 134.166,67	...	€ 134.166,67		€ 134.166,67		€ 134.166,67
Risparmio stock				€ 83.289,64	...	€ 83.289,64		€ 83.289,64		€ 83.289,64
TOTALE ENTRATE	€ -	€ 146.819,21	€ -	€ 250.583,24	€ -	...	€ 237.930,70	€ -	€ 217.456,30	€ -

€ 4.431.471,15
proiezione al 2040

1. L'esponente di attualizzazione permette di riportare all'anno corrente somme future di denaro;
 2. Dal secondo anno fino al quinto compreso, sia i benefici fiscali che i mancati costi rimangono costanti;
 3. Dal settimo anno in poi il «Totale Entrate» ammonta sempre a € 217.456,30;
 4. Nell'ipotesi di mantenere costante il volume di business attuale.



L'investimento è stimato ripagarsi entro il 2022, con un **valore attuale netto** superiore a 1,8 M€ e con **indice di rendimento attualizzato** che supera il 600%.

PbP	2022
NPV	€ 1.887.801,89
RRA	614%

Dove:

- Il **PbP** (tempo di recupero) permette di capire in quale anno i flussi di cassa cumulati eguaglieranno l'investimento iniziale;
- L'**NPV** (valore attuale netto) esprime la ricchezza creata o distrutta dal progetto intrapreso e si calcola con la seguente formula;

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - F_0$$

- L'**RRA** (indice di rendimento attualizzato) esprime l'efficienza del progetto intrapreso e si calcola con la seguente formula.

$$\frac{\sum_{t=1}^n F_t \times (1+i)^{-t}}{F_0}$$

In entrambe le formule:

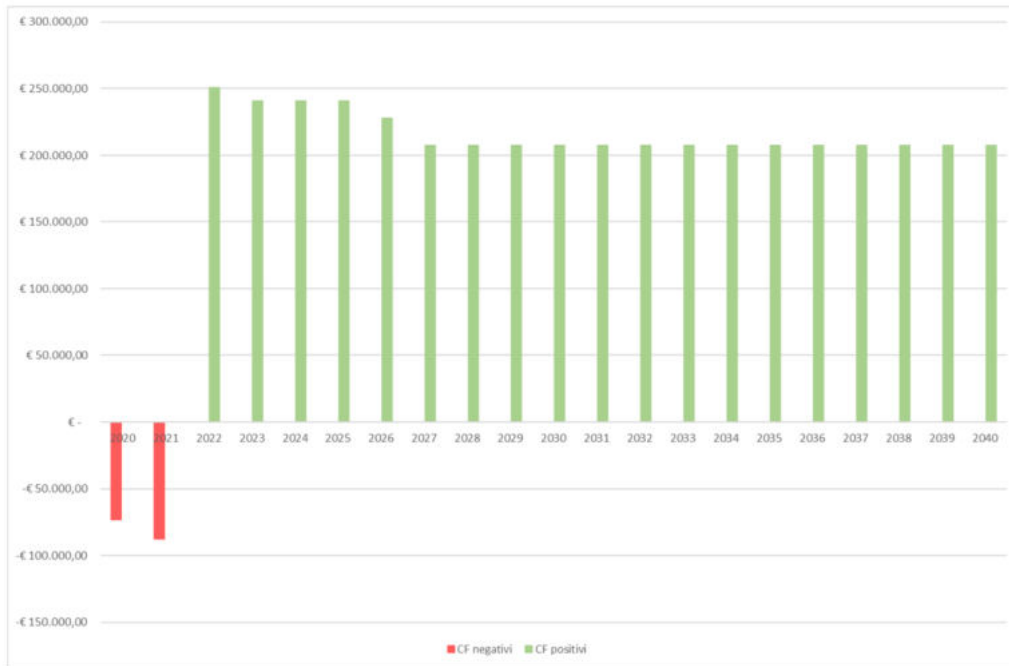
1. **t** rappresenta l'istante temporale del flusso di cassa considerato;
2. **i** indica il costo del denaro ed è stato stimato pari a 0,08; va aggiornato con quello effettivo.



Nel grafico è riportato l'andamento delle **Entrate** (saving per mancati costi e benefici fiscali) e delle **Uscite** durante l'arco temporale considerato.



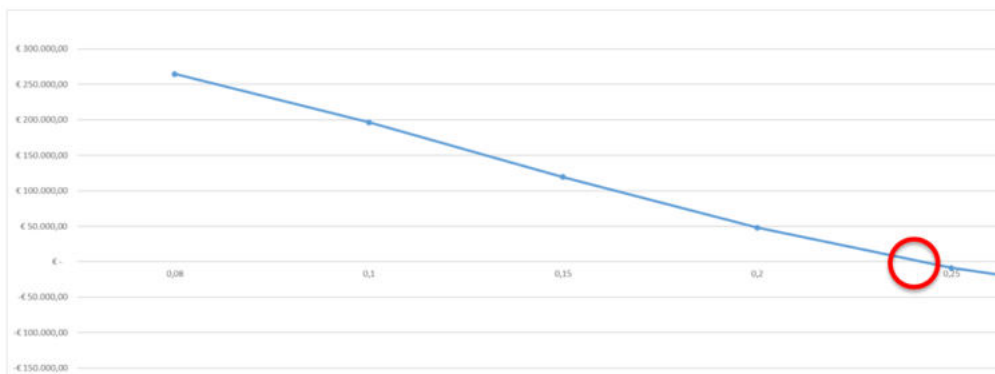
Il grafico rappresenta l'aggiornamento del precedente sommando Entrate e Uscite.



Il tasso interno di rendimento ricavato, compreso tra 0,20 e 0,25, suggerisce di effettuare l'investimento in quanto inferiore al costo del capitale, stimato 0,08.

L'IRR (tasso interno di rendimento) rappresenta il rendimento lordo di una progetto, è il tasso che annulla l'NPV e si ricava con la seguente formula:

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+IRR)^t} - F_0 = 0$$



La seconda analisi d'investimento (**ANALISI TO BE**) è stata condotta per tenere in considerazione gli ulteriori vantaggi derivanti dall'utilizzo dei cassettei nell'ipotesi di un aumento progressivo dei volumi di business fino al raddoppio dell'attuale in 10 anni. Nel caso in cui l'Azienda decidesse di non implementare il magazzino automatizzato si renderebbe necessario **affittare un nuovo capannone, acquistare di nuove scaffalature e aggiungere personale**.



NUOVO CAPANNONE USCITE ANNUALI

- Affitto nuovo capannone
- Acquisto scaffali
- Montaggio scaffali
- Personale aggiuntivo



NUOVI CASSETTI USCITE UNA TANTUM

- Acquisto cassettei
- Inserimento codici



STIMA COSTI - CASSETTI

ANALISI TO BE

Per analizzare questo secondo scenario prospettico e permettere quindi un confronto tra l'ipotesi di installazione dei nuovi cassettei verso la gestione manuale è stato necessario stimare il costo dei **cassetti aggiuntivi**, della **manodopera** e i **benefici fiscali**.

	ACQUISTO CASSETTI	INSERIMENTO COD.	RECUPERO IRAP/IRES	TOTALE
anno 1	€ 32.000,00	€ 1.000,00	€ -	€ 33.000,00
anno 2	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 1.582,00	€ 31.418,00
anno 3	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 3.164,00	€ 29.836,00
anno 4	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 4.746,00	€ 28.254,00
anno 5	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 6.328,00	€ 26.672,00
anno 6	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 7.910,00	€ 25.090,00
anno 7	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 7.910,00	€ 25.090,00
anno 8	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 7.910,00	€ 25.090,00
anno 9	€ 32.000,00	€ 1.000,00	-€ 7.910,00	€ 25.090,00
anno 10	€ 28.000,00	€ 1.000,00	-€ 7.910,00	€ 21.090,00
anno 11	€ -	€ -	-€ 7.712,25	-€ 7.712,25
anno 12	€ -	€ -	-€ 6.130,25	-€ 6.130,25
anno 13	€ -	€ -	-€ 4.548,25	-€ 4.548,25
anno 14	€ -	€ -	-€ 2.966,25	-€ 2.966,25
anno 15	€ -	€ -	-€ 1.384,25	-€ 1.384,25
anno 16	€ -	€ -	€ -	€ -
anno 17	€ -	€ -	€ -	€ -
anno 18	€ -	€ -	€ -	€ -
anno 19	€ -	€ -	€ -	€ -
anno 20	€ -	€ -	€ -	€ -
TOTALE	€ 316.000,00	€ 10.000,00	-€ 78.111,25	€ 247.888,75

1. I valori negativi rappresentano delle entrate.



Per analizzare questo secondo scenario prospettico e permettere quindi un confronto tra l'ipotesi di installazione dei nuovi cassettei verso la gestione manuale è stato necessario stimare il costo dell'affitto degli **spazi aggiuntivi**, degli **scaffali**, della **manodopera** che si renderebbero necessari con l'aumento dei volumi in gioco.

	AFFITTO CAPANNONE	SCAFFALI	MONTAGGIO	MDO	TOTALE
anno 1	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 16.916,67	€ 123.316,67
anno 2	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 33.833,33	€ 140.233,33
anno 3	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 50.750,00	€ 157.150,00
anno 4	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 67.666,67	€ 174.066,67
anno 5	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 84.583,33	€ 190.983,33
anno 6	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 101.500,00	€ 207.900,00
anno 7	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 118.416,67	€ 224.816,67
anno 8	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 135.333,33	€ 241.733,33
anno 9	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 152.250,00	€ 258.650,00
anno 10	€ 104.400,00	€ 1.000,00	€ 1.000,00	€ 169.166,67	€ 275.566,67
anno 11	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 12	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 13	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 14	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 15	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 16	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 17	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 18	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 19	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
anno 20	€ 104.400,00	€ -	€ -	€ 169.166,67	€ 273.566,67
TOTALE	€ 2.088.000,00	€ 10.000,00	€ 10.000,00	€ 2.622.083,33	€ 4.730.083,33



1. In caso di acquisto degli scaffali il recupero IRAP/IRES risulta irrilevante.

CONFRONTO

ANALISI TO BE

Dal confronto tra la gestione tradizionale verso l'installazione dei nuovi cassettei emerge che la seconda ipotesi porterebbe a un risparmio su base ventennale di poco inferiore a 5 M€.

	COSTO ANNUO TOTALE		SAVING PRODOTTO DA CASSETTI
	GESTIONE TRADIZIONALE	CASSETTI	
anno 1	€ 123.316,67	€ 32.500,00	€ 90.816,67
anno 2	€ 140.233,33	€ 30.918,00	€ 109.315,33
anno 3	€ 157.150,00	€ 29.336,00	€ 127.814,00
anno 4	€ 174.066,67	€ 27.754,00	€ 146.312,67
anno 5	€ 190.983,33	€ 26.172,00	€ 164.811,33
anno 6	€ 207.900,00	€ 24.590,00	€ 183.310,00
anno 7	€ 224.816,67	€ 24.590,00	€ 200.226,67
anno 8	€ 241.733,33	€ 24.590,00	€ 217.143,33
anno 9	€ 258.650,00	€ 24.590,00	€ 234.060,00
anno 10	€ 275.566,67	€ 20.590,00	€ 254.976,67
anno 11	€ 273.566,67	-€ 7.712,25	€ 281.278,92
anno 12	€ 273.566,67	-€ 6.130,25	€ 279.696,92
anno 13	€ 273.566,67	-€ 4.548,25	€ 278.114,92
anno 14	€ 273.566,67	-€ 2.966,25	€ 276.532,92
anno 15	€ 273.566,67	-€ 1.384,25	€ 274.950,92
anno 16	€ 273.566,67	€ -	€ 273.566,67
anno 17	€ 273.566,67	€ -	€ 273.566,67
anno 18	€ 273.566,67	€ -	€ 273.566,67
anno 19	€ 273.566,67	€ -	€ 273.566,67
anno 20	€ 273.566,67	€ -	€ 273.566,67
TOTALE	€ 4.730.083,33	€ 242.888,75	€ 4.487.194,58



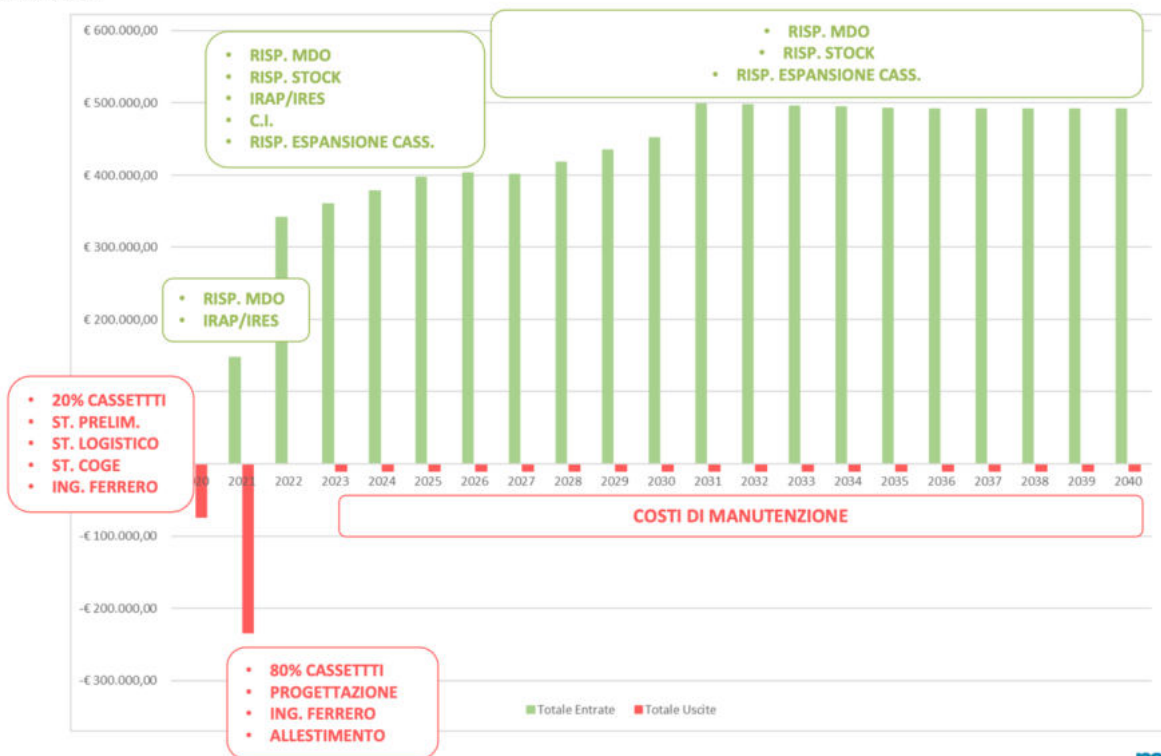
1. I valori negativi rappresentano delle entrate.

L'investimento è stimato ripagarsi entro il 2022, con un **valore attuale netto** superiore a 3,6 M€ e con **indice di rendimento attualizzato** che supera il 1200%.

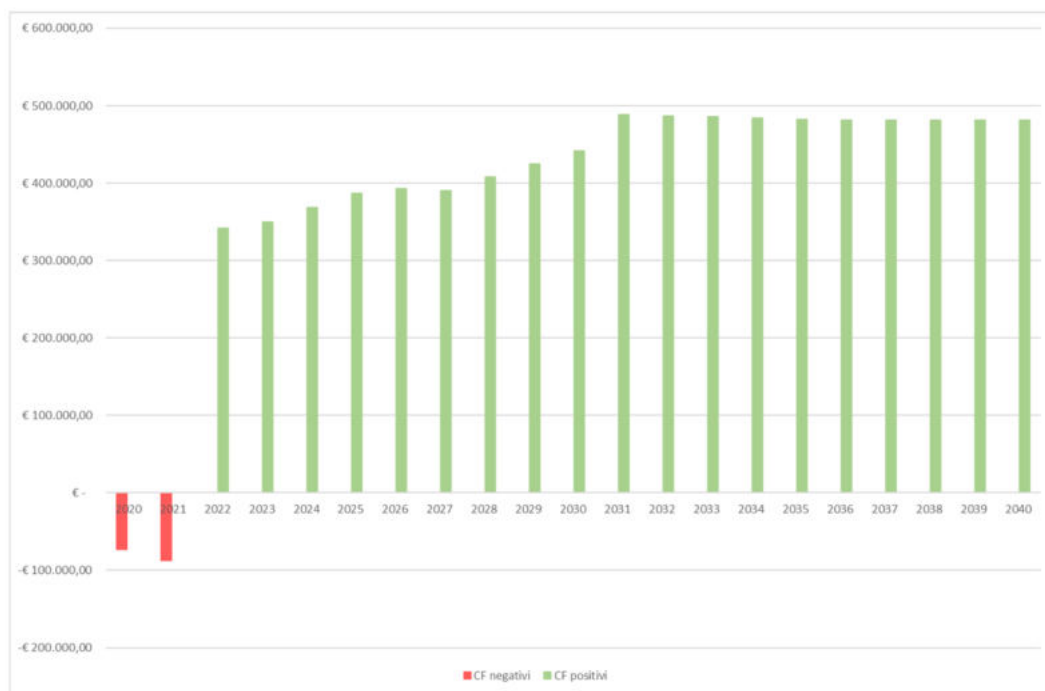
PbP	2022
NPV	€ 3.645.387,17
RRA	1205%

GRAFICO ENTRATE-USCITE

Nel grafico è riportato l'andamento delle **Entrate** (saving per mancati costi e benefici fiscali) e delle **Uscite** durante l'arco temporale considerato.



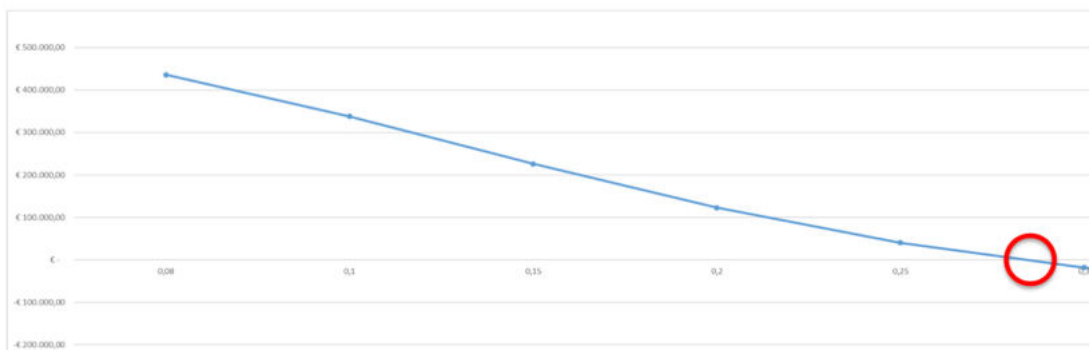
Il grafico rappresenta l'aggiornamento del precedente sommando Entrate e Uscite.



Il **tasso interno di rendimento** ricavato 0,25-0,30 suggerisce di effettuare l'investimento in quanto inferiore al costo del capitale, stimato 0,08.

L'IRR (tasso interno di rendimento) rappresenta il rendimento lordo di una progetto, è il tasso che annulla l'NPV e si ricava con la seguente formula:

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+IRR)^t} - F_0 = 0$$



Capitolo 3

Industrial Production Of Italian Pasta

I sistemi 4.0 nell'industria della produzione di pasta e affini ha dato la possibilità di monitorare la produzione ed integrare un sistema di controllo della manutenzione di ogni singolo step produttivo in ottica di una super efficienza no-stop h24 7/7 degli impianti produttivi senza soffrire di repentini ed inaspettati fermi macchina che provocano perdite economiche e ritardi nella consegna di un prodotto che molto spesso viene consumato fresco. Quello che abbiamo implementato nelle linee di produzione è stato un sistema di telemetria atto a dare i giusti alert “digerendo” la maggior quantità di dati senza stressare l'Operatore addetto al controllo della produzione. Sono stati integrati anche degli attuatori in feedback in maniera tale da poter intervenire tempestivamente per la correzione di disfunzioni occorse nella linea di produzione. Nella produzione di pasta Industry 4.0 eleva i già alti standard produttivi facendo raggiungere al comparto efficienza nei costi e nei tempi di produzione.

Il processo proposto parte da un'accurata mappatura del parco macchine, tale da “costruire” una solida base di conoscenza dei requisiti manutentivi dell'Hardware in uso, traghettando l'Azienda, in progressione, dalla manutenzione al guasto, alla manutenzione preventiva fino ad arrivare alla manutenzione predittiva 4.0 mediante l'applicazione di metodologie di Controllo Statistico di Processo e algoritmi proprietari ai dati periferici raccolti dall'impianto mediante sensori e opportunamente centralizzati. Migliorando il controllo dei processi manutentivi si ottengono ricadute importanti in termini di:

- Performance, produttività e marginalità
- Fermi macchina Programmati Vs. Fermi macchina accidentali
- Dimensionamento e riduzione magazzino parti di ricambio
- Specializzazione del Personale manutentivo di primo e di secondo livello

Necessario sottolineare come la fattibilità del progetto sia totalmente riconducibile alla generalizzazione del sistema di raccolta, centralizzazione su Cloud, integrazione e gestione del dato in un DB per canali indipendenti, sviluppato precedentemente per gli attuatori 4.0

Sommario

Premesse.....	78
Le linee produttive	79
Strutture e servizi relativi all'esercizio	85
Macchine	86
Analisi economico finanziaria	88
Break Even Point	91
Conto economico e cash flow	94
Servizi relativi al commissioning (calcolati nell'investimento).....	98
Valore aggiunto.....	98

Premesse

Il presente elaborato nasce dall'esperienza maturata da GDR Consulting e dai Partner TCore e mcGEAR nelle Operations, nei Processi e nella Supply Chain di realtà produttive nel Settore Italiano della pasta fresca e si rivolge a un Cliente-Investitore target che abbia una rete commerciale già avviata con canali di vendita che gli consentano di introdurre autonomamente sul Mercato i prodotti proposti.

Il documento si propone di offrire un'overview infrastrutturale ed impiantistica per la realizzazione di uno stabilimento per la produzione di pasta fresca "all'italiana". Fornisce inoltre una descrizione dei processi produttivi e una prima analisi economico finanziaria basata sulla simulazione di conto economico e di cash flow di uno scenario di vendita in linea con la media di Settore nel Mercato Italiano.

Il Proponente considera quattro differenti linee produttive per la produzione di diverse tipologie di pasta fresca, modulabili in funzione della capacità produttiva.

Il Cliente potrà quindi configurare autonomamente l'impianto (tipo di linee e numero di linee) in considerazione della capacità di vendita dei canali distributivi dei quali dispone.

Nella sezione "Analisi economico finanziaria" gli economics sono calcolati per l'implementazione indipendente di ogni singola linea, dettagliando i macchinari e gli Operatori necessari alla produzione. È bene premettere che, in funzione della configurazione d'impianto desiderata, la realizzazione di più linee (anche eterogenee) permette economie di scala che consentono un significativo abbattimento sia dell'investimento iniziale (macchinari ridondati) sia dei relativi costi fissi unitari (Operatori per turno in grado di attendere più linee parallele).

L'elaborato è contestualizzato sul Mercato Italiano e sviluppato senza indicazioni del Paese di destinazione, senza considerare le normative locali né il Mercato di distribuzione. Individuato il Cliente target, la configurazione impiantistica desiderata e i volumi produttivi richiesti, sarà quindi necessario proporre una review in funzione di tali parametri e delle economie di scala ottenibili.

Le linee produttive

Linea gnocchi

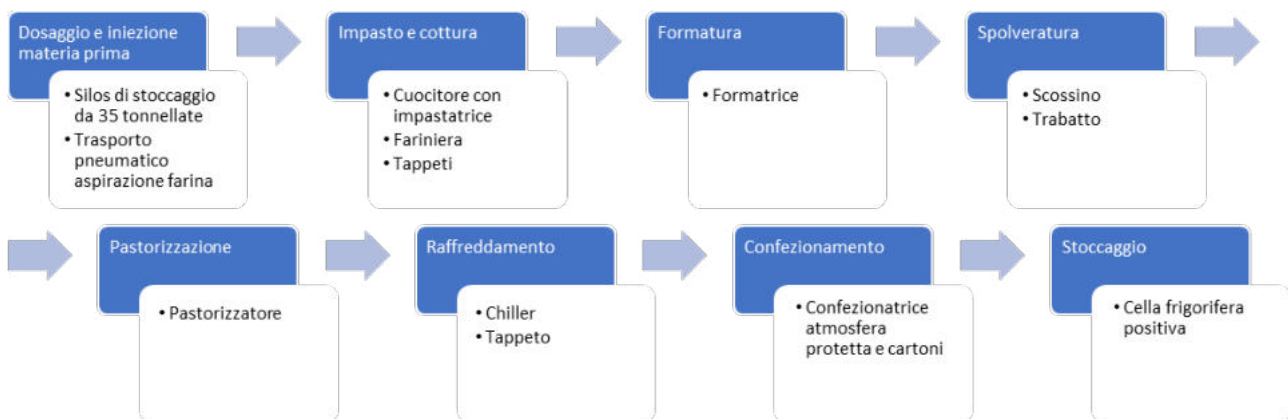
La produzione degli gnocchi avviene su una linea regolarmente attiva 2 turni/giorno per 5 giorni/settimana e molto spesso la produzione è attiva anche nella giornata di sabato.

La linea, descritta di seguito, è in grado di soddisfare una capacità di produzione annua pari a 5.888 tonnellate/anno.

(1) Il prodotto

La linea, oltre ai classici gnocchi di patate, può produrre anche gnocchi in diverse varianti di gusto.

(2) Il processo produttivo



(3) Dosaggio e iniezione materia prima

La farina entra nel ciclo produttivo tramite **silos da 35 tonnellate** che rilasciano, attraverso la regolazione di opportune celle di carico e di un sistema di aspirazione in depressione, una quantità prestabilita di prodotto in funzione della ricetta determinata dal piano di produzione e impostata dal PLC collocato a inizio linea.

(4) Impasto e cottura

La salamoia, soluzione acquosa d'impasto, è pompata attraverso un'apposita tubazione che raggiunge il cuocitore, dove si unisce alla farina e ai fiocchi di patate i quali, dopo essere stati caricati manualmente da un operatore in una tramoggia, vengono dosati e iniettati nel cuocitore.

L'impasto avviene nel **cuocitore** che, attraverso un albero, miscela e cuoce gli ingredienti e crea l'impasto vero e proprio del prodotto.

(5) Formatura

La purea in uscita dal cuocitore, passando attraverso una pompa e un nastro, cade nella tramoggia sovrastante le **macchine formatrici**, macchine dotate di un sistema di fori che, in sequenza, espelle

gli gnocchi. Nella formatrice il prodotto viene spolverato con farina di semola affinché non si attacchi alle lame del macchinario le quali tagliano il prodotto in prossimità del foro di estrusione.

Il prodotto raggiunge così la sua forma caratteristica. Al termine di questa fase, i campioni di prodotto possono venire analizzati, con cadenza oraria, dal Controllo Qualità che ne verifica forma, peso e consistenza.

(6) Spolveratura

Il prodotto fuoriuscito dalle formatrici subisce una prima spolveratura dalla farina in eccesso passando su un tappeto forato, detto **scossino**, che, mentre sposta il prodotto verso i trabatti, lo setaccia.

Successivamente, gli gnocchi entrano nella parte superiore del **trabatto** dotato di un sistema di ventilazione e di tappeti che scuotono, setacciano e spostano il prodotto verso l'uscita del macchinario.

(7) Pastorizzazione

Il prodotto, tramite un nastro trasportatore dedicato e appartenente al macchinario stesso, viene trascinato all'interno del **pastorizzatore** al fine di abbattere il tenore batterico.

(8) Raffreddamento

Il prodotto scorre su un sistema di tappeti posti all'interno di un'area raffreddata (5°C), è importante, infatti, abbassare la temperatura del prodotto prima del confezionamento. Il raffreddamento dell'area può essere ottenuto mediante un sistema di **chiller**.

(9) Confezionamento

L'ultima operazione, prima dello stoccaggio, è il confezionamento automatizzato del prodotto in atmosfera protetta mediante **confezionatrice** in grado di procedere anche al successivo inscatolamento.

(10) Stoccaggio

- (11) Il prodotto finito, infine, viene trasportato all'interno della **cella frigorifera positiva** dal Personale dedicato allo stoccaggio con appositi carrelli elevatori.

Linee pasta ripiena (mono sfoglia e doppia sfoglia)

La pasta ripiena può essere prodotta secondo due metodologie, mono sfoglia e doppia sfoglia. I prodotti di queste due famiglie hanno in comune gli ingredienti che vanno a comporre l'impasto:

farina di semola, uova e acqua. In entrambi i casi si tratta di paste ripiene, che si differenziano, a livello di processo produttivo, in fase di formatura. Per questo motivo, dal punto di vista economico, verranno trattate come due linee di prodotto differenti.

Le linee, descritte di seguito, sono entrambe in grado di soddisfare una capacità di produzione annua pari a 2.208 tonnellate/anno l'una.

(12) Il prodotto

La linea mono sfoglia produce i seguenti formati di prodotto:

- Tortellini;
- Tortelloni;
- Fagottini.

La linea doppia sfoglia, invece, produce i seguenti formati:

- Ravioli;
- Pansotti/mezzelune;
- Agnolotti.

I ripieni di questi prodotti sono dei più svariati tipi (carne, pesce, verdure) e possono essere prodotti internamente all'azienda.

(13) Il processo produttivo



(14) Preparazione ripieno

I ripieni vengono prodotti in maniera differente in funzione della materia prima utilizzata: nel caso dei ripieni a base di carne, vi è una fase di cottura della stessa, unitamente ad aromi e verdure, in un'apposita **brasiera**. Per i ripieni di magro, invece, non vi è una fase di cottura degli ingredienti ma lavaggio e asciugatura delle verdure in un'apposita **centrifuga**.

Successivamente, attraverso **macchine impastatrici planetarie**, avviene la preparazione vera e propria del ripieno che, in uscita da queste macchine, risulta pronto per essere impiegato in fase di

formatura. Il ripieno verrà trasportato, da parte dell'Operatore, in posizione adiacente alla macchina formatrice.

(15) Dosaggio e iniezione materia prima

L'impasto è caratterizzato da farina di semola che viene dosata e iniettata da appositi **silos** da 35 tonnellate presenti all'inizio della linea, dai quali viene prelevata la farina con un adeguato **sistema pneumatico di aspirazione**.

(16) Impasto

La materia prima, costituita da semola, salamoia, acqua e uova, prelevate da un'apposita **cella frigorifera positiva**, attraverso una **pompa**, viene amalgamata nelle **impastatrici**.

(17) Formatura

L'impasto passa attraverso dei **cilindri** presenti in testa alle **macchine formatrici** in modo da ottenere la sfoglia che, come riportato nel nome stesso della famiglia di prodotto, nel caso delle paste mono sfoglia sarà singola, nel caso delle paste doppia sfoglia sarà doppia. Il ripieno, caricato dall'Operatore in un'apposita tramoggia adiacente la linea, viene pompato all'interno della macchina formatrice.

Nel caso della pasta mono sfoglia, il ripieno viene posizionato sulla sfoglia all'interno della macchina formatrice, dove la sfoglia così preparata, viene tagliata con diversi stampi in funzione del formato che si desidera produrre.

Nel caso della pasta doppia sfoglia, dopo aver riposto il ripieno sullo strato inferiore della sfoglia, ci si adagia automaticamente lo strato superiore. In seguito, le due sfoglie unite vengono tagliate e formate in uscita dalla **macchina formatrice** attraverso stampi caratterizzati da forme e dimensioni diverse, in funzione del prodotto previsto.

Mentre nel caso dei prodotti mono sfoglia la parte in eccesso dell'impasto post formatura viene recuperata e torna all'interno della tramoggia contenente l'impasto e che precede le formatrici, grazie ad un apposito **tappeto per gli scarti**, nel caso della doppia sfoglia, l'impasto in eccesso termina, attraverso un nastro trasportatore, in un bin utilizzato per gli scarti di produzione. Per come sono progettate le macchine formatrici dei prodotti doppia sfoglia, infatti, la parte in eccesso di sfoglia, al momento del taglio post-farcitura, si trascina una parte di ripieno che renderebbe impossibile impiegare nuovamente la sfoglia in eccesso.

Al termine di questa fase, i campioni di prodotto possono essere analizzati in termini di peso, consistenza e dimensioni da parte del Controllo Qualità.

(18) Pastorizzazione

Il prodotto, tramite un nastro trasportatore dedicato e appartenente al macchinario stesso, viene trascinato all'interno del **pastorizzatore** al fine di abbattere il tenore batterico.

(19) Raffreddamento

Il prodotto scorre su un sistema di tappeti posti all'interno di un'area raffreddata (5°C), è importante, infatti, abbassare la temperatura del prodotto prima del confezionamento. Il raffreddamento dell'area può essere ottenuto mediante un sistema di **chiller**.

(20) Confezionamento

L'ultima operazione, prima dello stoccaggio, è il confezionamento automatizzato del prodotto in atmosfera protetta mediante **confezionatrice** in grado di procedere anche al successivo inscatolamento.

(21) Stoccaggio

(22) Il prodotto finito, infine, viene trasportato all'interno della **cella frigorifera positiva** dal Personale dedicato allo stoccaggio con appositi carrelli elevatori.

Linea paste laminate

La produzione di paste laminate comprende tutti i tipi di pasta fresca che, in uscita dalla linea, assumono le sembianze di un nido, ragione per la quale vengono anche definite "paste a nido". Questa famiglia di prodotti, nello specifico, comprende:

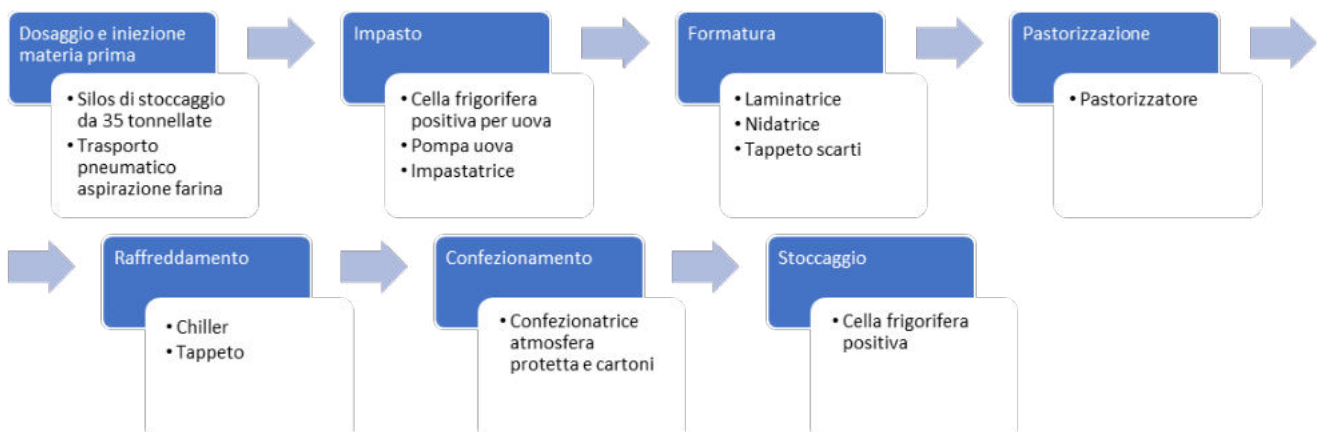
- Tagliatelle;
- Tagliolini;
- Fettuccine.

(23) Il prodotto

Gli ingredienti di questa tipologia di pasta sono uova, farina di semola, sale ed acqua; la differenza tra i prodotti è data dalla formatrice.

La linea, descritta di seguito, è in grado di soddisfare una capacità di produzione annua pari a 2.208 tonnellate/anno.

(24) Il processo produttivo



Dosaggio e iniezione materia prima

L'impasto è caratterizzato da farina di semola che viene dosata e iniettata da appositi **silos** da 35 tonnellate presenti all'inizio della linea dai quali viene prelevata la farina con un adeguato **sistema pneumatico di aspirazione**.

(25) Impasto

La materia prima, costituita da semola, salamoia, acqua e uova prelevate attraverso una pompa, da un'apposita **cella frigorifera positiva**, viene amalgamata nelle **impastatrici**.

(26) Formatura

L'impasto viene trasportato, tramite un nastro, all'interno di una tramoggia dove viene ulteriormente compattato nella **laminatrice** che conferisce lo spessore sottile tipico della sfoglia. Questa viene poi tagliata in lunghezza e regolata in larghezza, grazie ad un sistema di apposite lame, per ottenere la forma dei fili desiderata. Successivamente i fili entrano in una **nidatrice**, costituita da una batteria di cilindri ad aria compressa, dove vengono intrecciati ed assumono la caratteristica forma a nido. La pasta in eccesso viene recuperata da un apposito **tappeto** per gli **scarti** e trasferita nella tramoggia per essere riunita all'impasto.

(27) Pastorizzazione

Il prodotto, tramite un nastro trasportatore dedicato e appartenente al macchinario stesso, viene trascinato all'interno del **pastorizzatore** al fine di abbattere il tenore batterico.

(28) Raffreddamento

Il prodotto scorre su un sistema di tappeti posti all'interno di un'area raffreddata (5°C), è importante, infatti, abbassare la temperatura del prodotto prima del confezionamento. Il raffreddamento dell'area può essere ottenuto mediante un sistema di **chiller**.

(29) Confezionamento

L'ultima operazione, prima dello stoccaggio, è il confezionamento automatizzato del prodotto in atmosfera protetta mediante **confezionatrice** in grado di procedere anche al successivo inscatolamento.

(30) Stoccaggio

(31) Il prodotto finito, infine, viene trasportato all'interno della **cella frigorifera positiva** dal Personale dedicato allo stoccaggio con appositi carrelli elevatori.

Strutture e servizi relativi all'esercizio

Lo stabilimento

Spazi necessari:

- Area produttiva (700 mq per linea);
- Area stoccaggio materie prime e prodotti finiti;
- Zona uffici dedicati alle Funzioni aziendali.

Gli impianti

Lo stabilimento necessita dei seguenti impianti:

- Impianto elettrico (potenza richiesta da un minimo di 2.000 MWhe/anno per le laminate ad un massimo di 3.500 MWhe/anno per gli gnocchi). Il costo non è direttamente proporzionale al numero di linee può essere abbattuto con la realizzazione di più linee;
- Impianto climatizzazione: la climatizzazione dei reparti produttivi è un fattore fondamentale per garantire che gli Operai possano lavorare in condizioni idonee e che le materie prime, i semilavorati e il prodotto finito non subiscano variazioni di temperatura che possano pregiudicare la conformità rispetto agli standard di qualità;
- Impianto idrico: attinge dalla rete idrica per fornire acqua potabile idonea al processo produttivo;
- Impianto acque reflue: l'acqua in eccesso che passa attraverso il processo produttivo e l'acqua impiegata per la pulizia dei macchinari, viene condotta, attraverso una rete di tubazioni presenti nell'area di produzione, in un'area idonea per il trattamento fisico-chimico affinché possa essere scaricata nella rete fognaria;
- Impianto pneumatico: l'impianto pneumatico, serve tutte le linee ed è indispensabile per la produzione, il confezionamento e la pulizia degli impianti che tendono a coprirsi di polvere e farina.

I Servizi RELATIVI ALL'ESERCIZIO

Di seguito sono elencati i servizi accessori non coinvolti direttamente nei processi produttivi, che risultano comunque indispensabili per l'operatività aziendale:

- Depurazione acque;
- Disinfestazioni periodiche;
- Pulizie;
- Smaltimento rifiuti.

Macchine

Di seguito sono riportati, per ogni linea, quali e quanti sono i macchinari che le compongono e in quale fase del processo sono coinvolti.

Linea gnocchi

	Linea gnocchi	Macchine/linea	Fase processo
STEP 1	Silos di stoccaggio 35T	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 2	Trasporto pneumatico aspirazione farina	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 3	Cuocitore con impastatrice	1	Impasto e cottura
STEP 4	Fariniera	1	Impasto e cottura
STEP 5	Tappeto	2	Impasto e cottura
STEP 6	Formatrice	1	Formatura
STEP 7	Scossino	1	Spolveratura
STEP 8	Trabatto	1	Spolveratura
STEP 9	Pastorizzatore	1	Pastorizzazione
STEP 10	Chiller	1	Raffreddamento
STEP 11	Tappeto	1	Raffreddamento
STEP 12	Confezionatrice atmosfera protetta e cartoni	1	Confezionamento
STEP 13	Cella frigorifera positiva	1	Stoccaggio prodotto finito
STEP 14	Inverter	3	Tutte le fasi

Linea mono sfoglia

	Linea mono sfoglia	Macchine/linea	Fase processo
STEP 1	Bilancia industriale alimentare da 30 kg	1	Preparazione ripieno (pesatura)
STEP 2	Brasiera/bollitore elettrico	1	Preparazione ripieno (cottura carne)
STEP 3	Planetaria	2	Preparazione ripieno (impasto)
STEP 4	Silos di stoccaggio 35T	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 5	Trasporto pneumatico aspirazione farina	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 6	Cella frigorifera positiva	1	Impasto (conservazione uova)
STEP 7	Pompa uova	1	Impasto
STEP 8	Impastatrice	1	Impasto
STEP 9	Cilindro	1	Formatura
STEP 10	Formatrice	2	Formatura
STEP 11	Tappeto scarti	1	Formatura
STEP 12	Pastorizzatore	1	Pastorizzazione
STEP 13	Chiller	1	Raffreddamento
STEP 14	Tappeto	1	Raffreddamento
STEP 15	Confezionatrice atmosfera protetta e cartoni	1	Confezionamento
STEP 16	Cella frigorifera positiva	1	Stoccaggio prodotto finito
STEP 17	Inverter	3	Tutte le fasi

Linea doppia sfoglia

	Linea doppia sfoglia	Macchine/linea	Fase processo
STEP 1	Bilancia industriale alimentare da 30 kg	1	Preparazione ripieno (pesatura)
STEP 2	Lavaverdure/centrifuga	1	Preparazione ripieno (asciugatura)
STEP 3	Planetaria	2	Preparazione ripieno (impasto)
STEP 4	Silos di stoccaggio 35T	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 5	Trasporto pneumatico aspirazione farina	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 6	Cella frigorifera positiva	1	Impasto (conservazione uova)
STEP 7	Pompa uova	1	Impasto
STEP 8	Impastatrice	1	Impasto
STEP 9	Cilindro	2	Formatura
STEP 10	Formatrice	2	Formatura
STEP 11	Tappeto scarti	1	Formatura
STEP 12	Pastorizzatore	1	Pastorizzazione
STEP 13	Chiller	1	Raffreddamento
STEP 14	Tappeto	1	Raffreddamento
STEP 15	Confezionatrice atmosfera protetta e cartoni	1	Confezionamento
STEP 16	Cella frigorifera positiva	1	Stoccaggio prodotto finito
STEP 17	Inverter	3	Tutte le fasi

Linea paste laminate

	Linea paste laminate	Macchine/linea	Fase processo
STEP 1	Silos di stoccaggio 35T	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 2	Trasporto pneumatico aspirazione farina	1	Dosaggio e iniezione materia prima
STEP 3	Cella frigorifera positiva	1	Impasto (conservazione uova)
STEP 4	Pompa uova	1	Impasto
STEP 5	Impastatrice	1	Impasto
STEP 6	Tappeto scarti	1	Formatura
STEP 7	Laminatrice	1	Formatura
STEP 8	Nidatrice	1	Formatura
STEP 9	Pastorizzatore	1	Pastorizzazione
STEP 10	Chiller	1	Raffreddamento
STEP 11	Tappeto	1	Raffreddamento
STEP 12	Confezionatrice atmosfera protetta e cartoni	1	Confezionamento
STEP 13	Cella frigorifera positiva	1	Stoccaggio prodotto finito
STEP 14	Inverter	3	Tutte le fasi

Analisi economico finanziaria

Definizione e classificazione delle voci di costo

L'analisi ha preso in considerazione i costi variabili e fissi riguardo la realizzazione (installazione e montaggio), l'avviamento e la produzione per ogni singola linea.

I **costi variabili** sono calcolati a partire dal costo necessario per la produzione di un chilogrammo di ogni singolo prodotto e riguardano due voci:

- Materia prima: la stima è stata effettuata sulla base del prodotto più venduto sul mercato italiano. In particolare, per i mono sfoglia è stato preso in considerazione il tortellino di carne, mentre per i doppia sfoglia il raviolo ricotta e spinaci;
- Energia elettrica ed acqua.

I **costi fissi** comprendono le seguenti voci:

- Manutenzioni: I Proponenti hanno tuttavia considerato una maggiorazione del 30% (calcolato sul 15% del valore della linea) per l'offerta di un contratto manutentivo assimilabile alla logica "Kasko", che comprenda quindi la copertura completa sia del Personale manutentivo di secondo livello, sia della componentistica necessaria alle riparazioni. L'intento dell'offerta Kasko è quella di permettere al Cliente di occuparsi esclusivamente del core business (vendita e distribuzione) anziché delle problematiche relative alle Operations;
- Personale diretto di produzione: comprende il costo della manodopera diretta di produzione impegnata sulle linee. Tale costo non è direttamente proporzionale al numero di linee attive contemporaneamente, ma è soggetto ad economie di scala: all'aumentare del numero di linee attive, il costo unitario del Personale diretto di produzione tenderà a diminuire. A titolo esemplificativo, se le linee gnocchi e mono sfoglia considerate individualmente necessitano ciascuna di 2 FTE (Full Time Equivalent, ovvero Personale a tempo pieno) per turno (vd. Analisi economico finanziaria), considerate invece attive contemporaneamente nello stesso stabilimento, necessitano di 3 FTE per turno anziché 4 FTE per turno;
- Personale per lo stoccaggio del prodotto finito: riguarda gli Operatori che, a fine linea, si dedicano allo spostamento dei cartoni di prodotto finito dalla postazione di fine linea al magazzino. Analogamente al caso del Personale diretto di produzione, per questa voce di costo non esiste una proporzionalità diretta tra il numero di Operatori e il numero di linee attive contemporaneamente nello stesso turno. È parimenti applicabile il principio delle economie di scala esemplificato nel punto precedente;
- Macchine: l'ammortamento dei macchinari è calcolato con i coefficienti previsti dalla normativa fiscale vigente in Italia e pari al 14% del valore di acquisto dei macchinari, della relativa installazione e del montaggio. Come nei due casi precedenti, anche per le macchine, vale la logica delle economie di scala: alcuni macchinari o strutture, come i silos per lo stoccaggio della semola, le macchine impiegate per i ripieni e le celle frigorifere, possono essere condivise tra più linee;

- Affitto e servizi: il costo di affitto è relativo all'area necessaria per la produzione e per lo stoccaggio della materia prima e dei prodotti finiti. Il costo legato ai servizi dipende dall'esternalizzazione dei servizi necessari all'operatività aziendale, ma non strettamente legati all'aspetto produttivo. Tali servizi rientrano in contratti quadro di facility management e sono i seguenti: pulizia delle linee, gestione delle acque reflue, smaltimento rifiuti, disinfestazione dell'area, manutenzione unità trattamento aria;
- Overhead: questa voce di costo comprende: assicurazioni (infortuni, furto, incendio, RC prodotto, RCT), consulenze (legali, notarili, informatiche, rimborsi a pie di lista consulenti), vidimazione libri/atti sociali, multe e ammende, penali, diritti camerali e costi di varia natura. Anche in questo caso, l'eventuale realizzazione di più linee non comporta la ripetizione di molteplici delle voci di costo overhead sopra indicate.

Per il calcolo del **fatturato annuo** è stato considerato, per ogni linea, il prezzo unitario medio dei prodotti considerati moltiplicato per i volumi di vendita previsti.

Tramite queste informazioni, è stato possibile dedurre il **BEP** (Break Even Point), ossia il volume di produzione necessario per il raggiungimento del pareggio tra i ricavi e i costi sostenuti.

Inoltre, per i primi tre anni di produzione, è stato sviluppato un conto economico previsionale semplificato che pone enfasi sulla differenziazione tra costi diretti e indiretti di produzione.

I **costi diretti** comprendono:

- Materia prima;
- Mano d'opera diretta;
- Energia elettrica ed acqua.

I **costi indiretti** presi in considerazione comprendono:

- Ammortamenti;
- Manutenzioni;
- Affitto e servizi;
- Overhead.

Per la parte relativa ai **ricavi**, è stato supposto un volume di vendita, per le diverse famiglie di prodotto, in linea con la media di Settore nel Mercato italiano, moltiplicato per il prezzo unitario di vendita impiegato nel calcolo del **BEP**.

Infine, è stata elaborata un'analisi dei flussi di cassa sui tre anni successivi all'“anno zero”, ossia l'anno in cui viene sostenuto l'investimento iniziale. Per tale intervallo di tempo GDR Partners ha considerato volumi di vendita costanti. Da questa analisi è possibile osservare sia il cash flow relativo ad ogni anno di attività sia quello cumulativo dal quale emerge l'istante in cui viene raggiunto il **Payback Period**.

Di seguito sono esposti BEP, conti economici e cash flow di ogni singola linea. Per una miglior guida alla lettura delle tabelle riassuntive, si fa presente che le voci di ricavo sono di colore nero e le voci di costo sono di colore rosso.

Dichiarazioni ed assunzioni

Capacità produttiva annua (su doppio turno)					
	[Kg/h]	[h/turno]	[num turni]	[work days]	[Kg/anno]
Gnocchi	1.600	8	2	230	5.888.000
Mono sfoglia	600	8	2	230	2.208.000
Doppia sfoglia	600	8	2	230	2.208.000
Laminate	600	8	2	230	2.208.000

Costo medio materia prima	
	[€/Kg]
Gnocchi	€ 0,27
Mono s.	€ 0,82
Doppia s.	€ 1,23
Laminate	€ 0,74

Costo medio energia + H2O	
	[€/Kg]
Gnocchi	€ 0,07
Mono s.	€ 0,11
Doppia s.	€ 0,15
Laminate	€ 0,11

Prezzo unitario medio*		
	€	[€/Kg]
Gnocchi	€	1,10
Mono s.	€	2,95
Doppia s.	€	5,05
Laminate	€	2,10

*prezzo medio del prodotto più venduto in Italia per tipologia di linea

Costo mano d'opera					
	[FTE]	[FTE/turno]	€	[€/FTE]	€
Gnocchi	4	2	€	40.000	€ 160.000
Stoccaggio gnocchi	4	2	€	40.000	€ 160.000
Mono sfoglia	4	2	€	40.000	€ 160.000
Stoccaggio mono s.	4	2	€	40.000	€ 160.000
Doppia sfoglia	4	2	€	40.000	€ 160.000
Stoccaggio doppia s.	4	2	€	40.000	€ 160.000
Laminate	3	2	€	40.000	€ 120.000
Stoccaggio laminate	4	2	€	40.000	€ 160.000

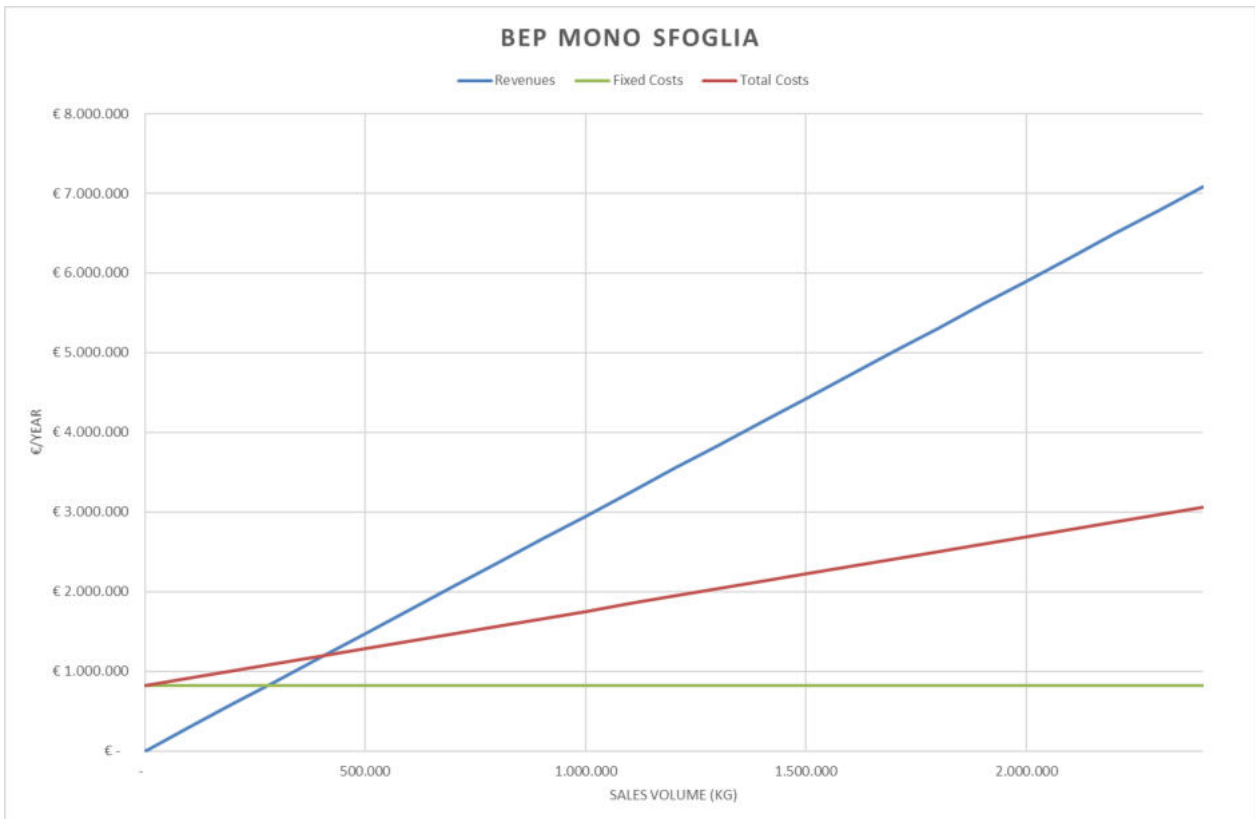
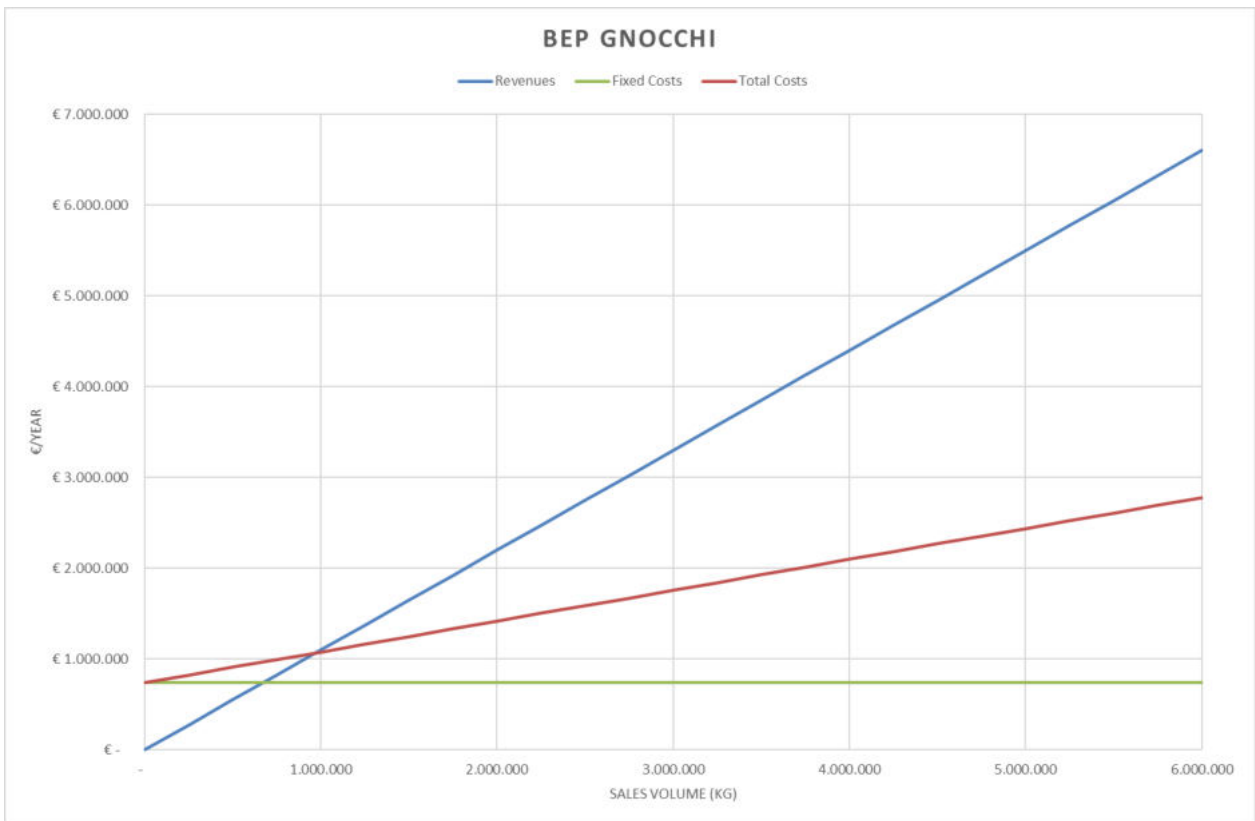
Assunzioni di base al business case			
[descrizione]	[assunzione]	[note]	
Costo annuale di manutenzione	15%	del costo dei macchinari	
Manutenzione tipo "kasko"	15%+30%	30% maggiorazione kasko	
Trasporto, installazione e assemblaggio	25%	del costo dei macchinari	
Coefficiente di ammortamento (Italia)	14%	del costo dei macchinari, della relativa installazione e montaggio	
Turni lavorativi	2		
Costi commerciali e advertising	esclusi		
Personale non direttamente coinvolto nel processo produttivo e/o non dedito allo stoccaggio del prodotto finito	escluso		
Trasporto materie prime	esclusi		
Opere murarie	escluse		
Impianti*	esclusi		

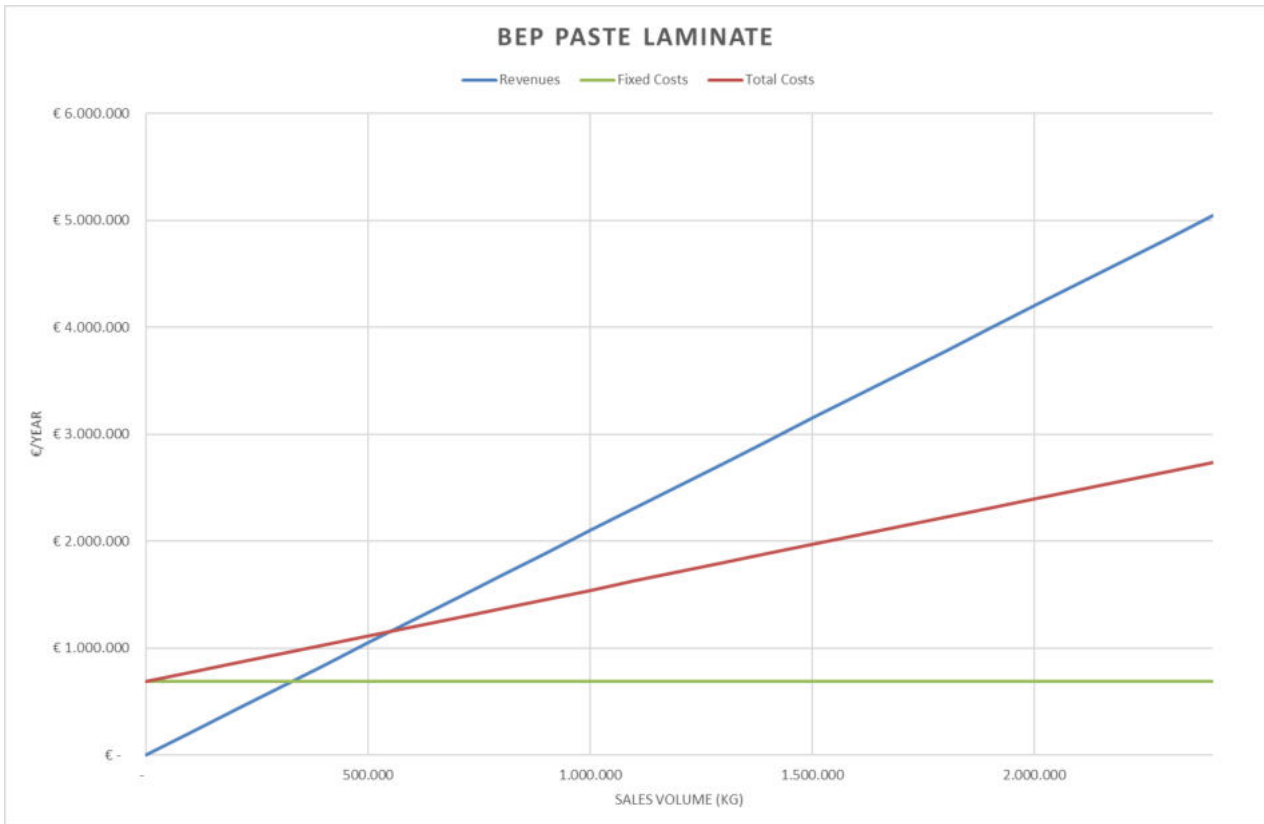
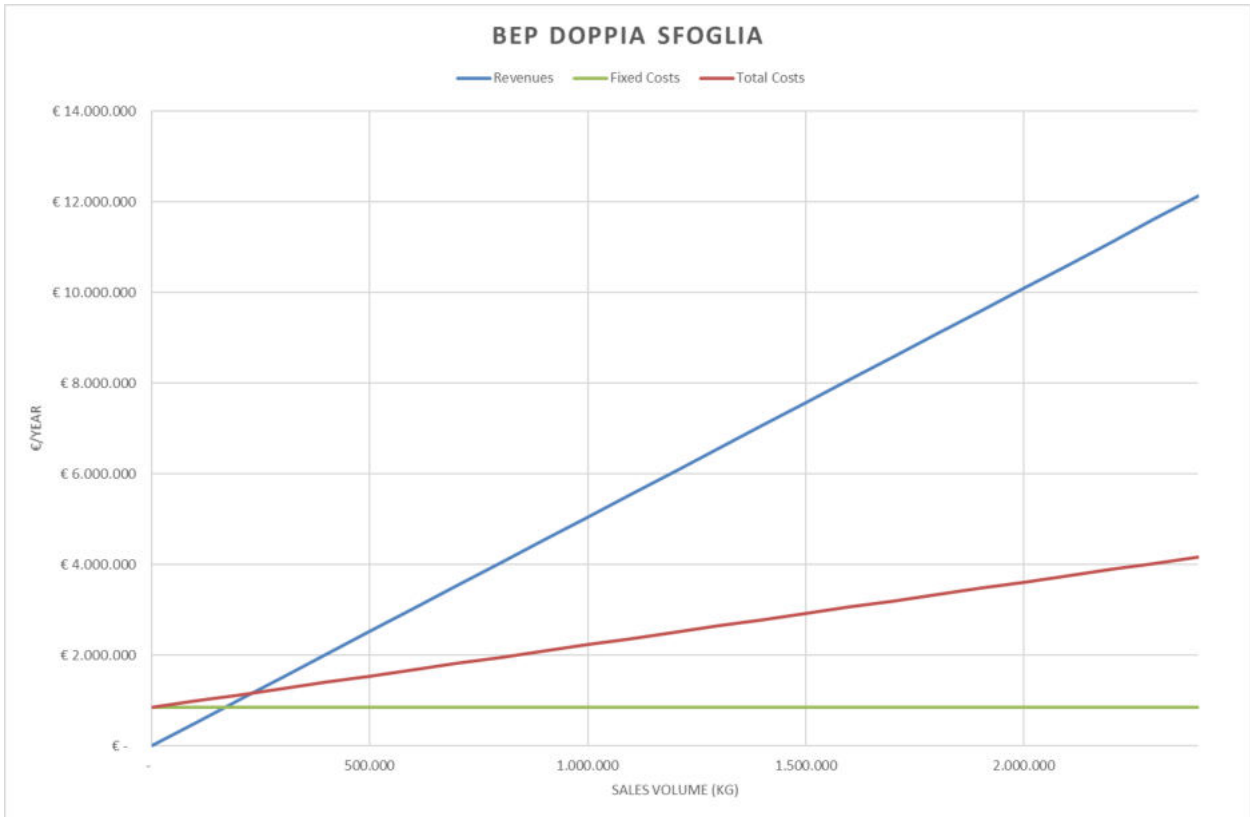
* elettrico, idraulico, gestione acque reflue, gestione acque in ingresso e uscita al processo, pneumatico

Break Even Point

	Gnocchi	Mono sfoglia	Doppia sfoglia	Laminate
VARIABLE COSTS				
Raw materials [€/kg]	-€ 0,27	-€ 0,82	-€ 1,23	-€ 0,74
Energy [€/kg]	-€ 0,07	-€ 0,11	-€ 0,15	-€ 0,11
Total variable cost [€/kg]	-€ 0,34	-€ 0,93	-€ 1,38	-€ 0,85
FIXED COSTS				
Maintenance (kasko) [€]	-€ 119.340	-€ 168.090	-€ 184.665	-€ 120.705
Direct labor [€]	-€ 160.000	-€ 160.000	-€ 160.000	-€ 120.000
Materials handling staff [€]	-€ 160.000	-€ 160.000	-€ 160.000	-€ 160.000
Machines depreciation [€]	-€ 119.952	-€ 156.884	-€ 172.354	-€ 112.658
Rental costs and services [€]	-€ 120.000	-€ 120.000	-€ 120.000	-€ 120.000
Overhead [€]	-€ 60.000	-€ 60.000	-€ 60.000	-€ 60.000
Total fixed cost [€]	-€ 739.292	-€ 824.974	-€ 857.019	-€ 693.363
Unit sales price [€/kg]	€ 1,10	€ 2,95	€ 5,05	€ 2,10
BREAK EVEN POINT [kg]	972.753	408.403	233.520	554.690
	Vs.	Vs.	Vs.	Vs.
MAXIMUM THROUGHPUT [kg]	5.888.000	2.208.000	2.208.000	2.208.000

Dall'analisi economica riportata nella tabella sovrastante emerge come per tutte le linee, il punto di pareggio (Break Even Point) sia nettamente inferiore rispetto alla capacità massima di produzione annuale di ogni linea (Maximum Throughput), aspetto che emerge in maniera lampante anche dai grafici di ogni singola linea riportati di seguito.





Conto economico e cash flow

Linea gnocchi

GNOCCHI		Year 1	Year 2	Year 3
	Sales volume (kg)	5.700.000	5.700.000	5.700.000
A	Sales revenues	6.270.000	6.270.000	6.270.000
B	Direct Costs			
	Raw materials	- 1.539.000	- 1.539.000	- 1.539.000
	Energy, H2O	- 399.000	- 399.000	- 399.000
	Direct Labour	- 160.000	- 160.000	- 160.000
C = A - B	Profit Contribution	4.172.000	4.172.000	4.172.000
D	Indirect Costs			
	Materials handling staff	- 160.000	- 160.000	- 160.000
	Depreciation (machines)	- 119.952	- 119.952	- 119.952
	Maintenance	- 119.340	- 119.340	- 119.340
	Rental costs and services	- 120.000	- 120.000	- 120.000
	Overheads	- 60.000	- 60.000	- 60.000
E = C - D	Operational Margin	3.592.708	3.592.708	3.592.708
		57,3%	57,3%	57,3%

Conto economico - Linea Gnocchi

La linea gnocchi è caratterizzata da un margine operativo positivo in valore assoluto, il più alto anche in termini percentuali (Operational Margin % = Operational Margin / Sales Revenues) rispetto a tutte le altre linee. I volumi di vendita considerati, pari a 5.700 tonnellate/anno, sono nettamente più alti rispetto al Break Even Point (973 tonnellate/anno) e più bassi della capacità massima di produzione della linea (5.888 tonnellate/anno).

GNOCCHI	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3
Cash-in		6.270.000	6.270.000	6.270.000
Revenues		6.270.000	6.270.000	6.270.000
Cash-out	- 2.000.000	- 2.557.340	- 2.557.340	- 2.557.340
Investment costs	- 2.000.000			
Raw materials		- 1.539.000	- 1.539.000	- 1.539.000
Energy, H2O		- 399.000	- 399.000	- 399.000
Direct Labour		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Materials handling staff		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Maintenance		- 119.340	- 119.340	- 119.340
Rental costs and services		- 120.000	- 120.000	- 120.000
Overheads		- 60.000	- 60.000	- 60.000
Cash flow	- 2.000.000	3.712.660	3.712.660	3.712.660
Cash flow (cumulative)	- 2.000.000	1.712.660	5.425.320	9.137.980

Cash Flow – Linea Gnocchi

Considerati i volumi di vendita costanti sui tre anni successivi all'“anno 0” in cui viene installata la linea, anche i cash flow sono costanti per i tre anni e si evince come il Payback Period venga raggiunto già durante l'“anno 1”.

Linea mono sfoglia

MONO SFOGLIA		Year 1	Year 2	Year 3
	Sales volume (kg)	2.000.000	2.000.000	2.000.000
A	Sales revenues	5.900.000	5.900.000	5.900.000
B	Direct Costs			
	Raw materials	- 1.640.000	- 1.640.000	- 1.640.000
	Energy, H2O	- 220.000	- 220.000	- 220.000
	Direct Labour	- 160.000	- 160.000	- 160.000
C = A - B	Profit Contribution	3.880.000	3.880.000	3.880.000
D	Indirect Costs			
	Materials handling staff	- 160.000	- 160.000	- 160.000
	Depreciation (machines)	- 156.884	- 156.884	- 156.884
	Maintenance	- 168.090	- 168.090	- 168.090
	Rental costs and services	- 120.000	- 120.000	- 120.000
	Overheads	- 60.000	- 60.000	- 60.000
E = C - D	Operational Margin	3.215.026	3.215.026	3.215.026
		54,5%	54,5%	54,5%

Conto economico - Linea Mono Sfoglia

La linea mono sfoglia è caratterizzata da un margine operativo positivo in valore assoluto, pari al 54,5% in termini percentuali. I volumi di vendita considerati, pari a 2.000 tonnellate/anno, sono nettamente più alti rispetto al Break Even Point (408 tonnellate/anno), ma più bassi della capacità massima di produzione della linea (2.208 tonnellate/anno).

MONO SFOGLIA	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3
Cash-in		5.900.000	5.900.000	5.900.000
Revenues		5.900.000	5.900.000	5.900.000
Cash-out	- 1.900.000	- 2.528.090	- 2.528.090	- 2.528.090
Investment costs	- 1.900.000			
Raw materials		- 1.640.000	- 1.640.000	- 1.640.000
Energy, H2O		- 220.000	- 220.000	- 220.000
Direct Labour		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Materials handling staff		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Maintenance		- 168.090	- 168.090	- 168.090
Rental costs and services		- 120.000	- 120.000	- 120.000
Overheads		- 60.000	- 60.000	- 60.000
Cash flow	- 1.900.000	3.371.910	3.371.910	3.371.910
Cash flow (cumulative)	- 1.900.000	1.471.910	4.843.820	8.215.730

Cash flow - Linea Mono Sfoglia

Considerati i volumi di vendita costanti sui tre anni successivi all'“anno 0” in cui viene installata la linea, anche i cash flow sono costanti per i tre anni e si evince come il Payback Period venga raggiunto già durante l'“anno 1”.

Linea doppia sfoglia

DOPPIA SFOGLIA		Year 1	Year 2	Year 3
	Sales volume (kg)	2.000.000	2.000.000	2.000.000
A	Sales revenues	10.100.000	10.100.000	10.100.000
B	Direct Costs			
	Raw materials	- 2.460.000	- 2.460.000	- 2.460.000
	Energy, H2O	- 300.000	- 300.000	- 300.000
	Direct Labour	- 160.000	- 160.000	- 160.000
C = A - B	Profit Contribution	7.180.000	7.180.000	7.180.000
D	Indirect Costs			
	Materials handling staff	- 160.000	- 160.000	- 160.000
	Depreciation (machines)	- 172.354	- 172.354	- 172.354
	Maintenance	- 184.665	- 184.665	- 184.665
	Rental costs and services	- 120.000	- 120.000	- 120.000
	Overheads	- 60.000	- 60.000	- 60.000
E = C - D	Operational Margin	6.482.981	6.482.981	6.482.981
		64,2%	64,2%	64,2%

Conto economico – Linea Doppia Sfoglia

La linea doppia sfoglia è caratterizzata da un margine operativo positivo in valore assoluto, pari al 64,2 % in termini percentuali. I volumi di vendita considerati, pari a 2.000 tonnellate/anno, sono nettamente più alti rispetto al Break Even Point (234 tonnellate/anno) e minori rispetto alla capacità massima di produzione della linea (2.208 tonnellate/anno).

DOPPIA SFOGLIA	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3
Cash-in		10.100.000	10.100.000	10.100.000
Revenues		10.100.000	10.100.000	10.100.000
Cash-out	- 2.200.000	- 3.444.665	- 3.444.665	- 3.444.665
Investment costs	- 2.200.000			
Raw materials		- 2.460.000	- 2.460.000	- 2.460.000
Energy, H2O		- 300.000	- 300.000	- 300.000
Direct Labour		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Materials handling staff		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Maintenance		- 184.665	- 184.665	- 184.665
Rental costs and services		- 120.000	- 120.000	- 120.000
Overheads		- 60.000	- 60.000	- 60.000
Cash flow	- 2.200.000	6.655.335	6.655.335	6.655.335
Cash flow (cumulative)	- 2.200.000	4.455.335	11.110.670	17.766.005

Cash flow – Linea Doppia Sfoglia

Considerati i volumi di vendita costanti sui tre anni successivi all'“anno 0” in cui viene installata la linea, anche i cash flow sono costanti per i tre anni e si evince come il Payback Period venga raggiunto già all'“anno 1”.

Linea paste laminate

PASTE LAMINATE		Year 1	Year 2	Year 3
	Sales volume (kg)	2.000.000	2.000.000	2.000.000
A	Sales revenues	4.200.000	4.200.000	4.200.000
B	Direct Costs			
	Raw materials	- 1.480.000	- 1.480.000	- 1.480.000
	Energy, H2O	- 220.000	- 220.000	- 220.000
	Direct Labour	- 120.000	- 120.000	- 120.000
C = A - B	Profit Contribution	2.380.000	2.380.000	2.380.000
D	Indirect Costs			
	Materials handling staff	- 160.000	- 160.000	- 160.000
	Depreciation (machines)	- 112.658	- 112.658	- 112.658
	Maintenance	- 120.705	- 120.705	- 120.705
	Rental costs and services	- 120.000	- 120.000	- 120.000
	Overheads	- 60.000	- 60.000	- 60.000
E = C - D	Operational Margin	1.806.637	1.806.637	1.806.637
		43,0%	43,0%	43,0%

Conto economico – Linea Paste Laminate

La linea paste laminate è caratterizzata da un margine operativo positivo in valore assoluto, pari al 43,0% in termini percentuali. I volumi di vendita considerati, pari a 2.000 tonnellate/anno, sono nettamente più alti rispetto al Break Even Point (555 tonnellate/anno).

PASTE LAMINATE	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3
Cash-in		4.200.000	4.200.000	4.200.000
Revenues		4.200.000	4.200.000	4.200.000
Cash-out	- 1.350.000	- 2.280.705	- 2.280.705	- 2.280.705
Investment costs	- 1.350.000			
Raw materials		- 1.480.000	- 1.480.000	- 1.480.000
Energy, H2O		- 220.000	- 220.000	- 220.000
Direct Labour		- 120.000	- 120.000	- 120.000
Materials handling staff		- 160.000	- 160.000	- 160.000
Maintenance		- 120.705	- 120.705	- 120.705
Rental costs and services		- 120.000	- 120.000	- 120.000
Overheads		- 60.000	- 60.000	- 60.000
Cash flow	- 1.350.000	1.919.295	1.919.295	1.919.295
Cash flow (cumulative)	- 1.350.000	569.295	2.488.590	4.407.885

Cash flow – Linea Paste Laminate

Considerati i volumi di vendita costanti sui tre anni successivi all'“anno 0” in cui viene installata la linea, anche i cash flow della Linea Paste Laminate sono costanti per i tre anni e si evince come il Payback Period venga raggiunto già all'“anno 1”.

Servizi relativi al commissioning (calcolati nell'investimento)

Per tutte le linee di prodotto è necessario considerare i seguenti servizi in fase di installazione della linea:

- Delivery, installazione, commissioning & testing: i macchinari vengono consegnati dai produttori ex works. Il servizio offerto dai Proponenti prevede il trasporto internazionale (ad esclusione di spese di dazio e sdoganamento), il posizionamento delle macchine in linea, l'installazione, l'attivazione della linea, test, report e certificazione di conformità;
- Progettazione, layout e dimensionamento linee: il servizio offerto prevede la progettazione:
 - delle linee: ottimizzando la scelta del produttore, la selezione dei macchinari da utilizzare e il dimensionamento di ciascun macchinario in funzione delle specifiche necessità produttive del Cliente e del mix di linee richiesto;
 - del layout: ottimizzando la disposizione delle linee e dei macchinari in linea in considerazione delle scelte di automazione e interconnessione delle isole produttive, con ricadute fondamentali sui flussi produttivi e, di conseguenza, sulla produttività e sulla marginalità di linea;
 - del plant: include la progettazione dettagliata degli impianti sopra citati (elettrico, idraulico, pneumatico, climatizzazione e trattamento acque reflue) con le specifiche dei requisiti di fornitura di ciascuna utenza e il dimensionamento di dettaglio e le quote relative a ciascun impianto intramoena.
- Project management: il servizio offerto include, necessariamente, la direzione dei lavori impiantistici per poter accertare la coerenza con gli effettivi requisiti, la pianificazione e il budget. È inclusa, in merito, la stesura di un piano a 360 gradi delle attività previste dalla progettazione alla messa in opera;
- Pacchetto 4.0: il servizio offerto riguarda la progettazione e l'installazione di un sistema integrato di sensoristica e cloud che consentono un monitoraggio real time sia dei parametri macchina sia del processo produttivo e, sulla base di impostazioni predefinite, di regolare i flussi. Il Pacchetto 4.0 pone anche le basi per la manutenzione predittiva;
- Training: il servizio offerto prevede una formazione completa e dettagliata per gli Operatori di linea, affinché siano in grado di avviare autonomamente le linee in base a quanto previsto dal piano di produzione, condurre la linea durante la produzione routinaria e riconoscere le anomalie a livello di processo o di prodotto per intervenire tempestivamente con manutenzioni di primo grado (in linea).
-

Valore aggiunto

- Esperienza di Settore dei Proponenti
 - Vasta conoscenza delle tecnologie di Mercato
 - Benchmark macchinari per Produttore

- Progettazione linee produttive
 - Selezione produttori singoli macchinari
 - Selezione mix macchinari
 - Totale modularità delle linee (mix e volume prodotti)
 - Ampiezza del mix di prodotti
 - Scalabilità dei volumi

- Progettazione del Plant
 - Progettazione impianti
 - Progettazione Operations e Processi
 - Layout e flussi ottimizzati

- Servizi di fornitura
 - Progettazione impianti
 - Project management
 - Pacchetto 4.0
 - Formazione

- Servizi post-vendita
 - Offerta contratto quadro per gestione completa
 - Operations e Processi
 - Offerta contratto quadro per manutenzioni
 - Assicurazione tipo “kasko”
 - Availability delle macchine
 - Magazzino ricambi a carico del prestatore di servizio
 - Focalizzazione del Cliente sul core business

- Economics
 - Marginalità, BEP e Payback di eccezione

Industrial production of Italian Pasta 4.0

“Made in Italy” anywhere



Prof. Ing. Fabio Currò
Prof. Ing. Marco Mosca
November 2019

CONTENTS

Italian Pasta made anywhere

- EXECUTIVE SUMMARY
- CUSTOMER NEED
- PROPONENTS EXPERIENCE
- SCOPE OF OPPORTUNITY
- CONCEPT FEATURES
- ECONOMICS
- VALUE CHAIN



Made in Italy in food Sector is perceived as an excellence. First above all Italian Pasta.

Ideal Customer has an interest in producing best quality Italian Pasta in foreign Countries.

The proponents have developed a deep knowledge in the Sector of Industrial Production of Pasta.

Opportunity consists in establishing an improved replication Italian plants wherever in the world.

Any function is considered from plant design to production, including Procurement, SC* and Operations.

The proposal includes the provision of a **full after market service**, to allow the Customer focus on business.

The business is a low risk business, featured by a high marginality.

* Supply Chain



CUSTOMER NEED

Italian Pasta made anywhere

Made in Italy in food Sector is perceived as an excellence. First above all Italian Pasta.

The capability to produce Italian Pasta in any Country would be a great value and a high profitable business.

Possibility to produce own brand of Italian Pasta

- Any type
- Any format
- Any quantity
- Any mean of conservation

Possibility to commercialize

- Restaurants
- Large scale distribution



Proponents developed an **exceptional experience in Industrial Plants for production of Italian Pasta**, by serving some of the major Italian Players as Top Consultants in all Functions.

☐ Full knowledge in

- Plant design and Processes design
- Machinery top Manufacturers and Supply Chain
- Plant Implementation, Commissioning and Testing
- Production Operations and Processes
- Ingredients Supply Chain
- Plant Management and Maintenance
- Direct/Indirect Cost Structure and Energy Management
- Pricing and Economics

☐ Proponents are

- University Professors of Technical and Management disciplines
- Consultants operating in the Sector of Pasta
- Process Operators expert of the Sector (blue collars)
- Mechanical Operators expert of the Sector (blue collars)



The opportunity consists in providing the Customer with a **reliable** and **easy to manage** production plant, able to replicate Italian Pasta in foreign Countries.

☐ Proposal

- To deliver, commission and test a working plant, to produce Italian Pasta
 - Fully customizable in production lines
 - Gnocchi
 - Pasta laminata (tagliatelle, tagliolini, ..)
 - Fresh Pasta "mono sfoglia" (tortellini, cappelletti, ..)
 - Fresh Pasta "doppia sfoglia" (ravioli ripieni, pansotti, agnolotti, mezzelune, ..)
 - Mais
 - Multiple options of sale
 - Fresh
 - Controlled atmosphere
 - Frozen
- To sign a **long term agreement** for maintenance operations
 - Preventive and predictive maintenance
 - Prevention of unexpected downtimes
 - Minimization of spare parts in stock



CONCEPT FEATURES

Italian Pasta made anywhere

A **turnkey** and **carefree** solution to allow the Customer to concentrate on the core business, rather than struggling with productivity.

□ Delivery and installation

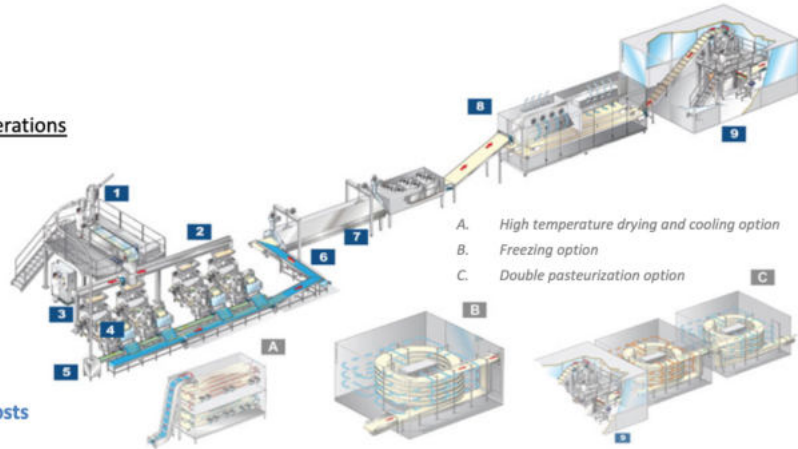
- A functional plant in operations

□ Services

- Consultancy
- Procurement
- Maintenance

□ Minimization of production costs

- Organization model
- Optimized layout, processes and procedures
- Capacity management
- Minimal number of flexible Employees
- Minimization of the waste
- High marginality



1. Dosing, pre-mixing and mixing system
2. Automatic dough distribution system for dough-sheeters
3. Automatic dough sheeters with single or double outlet
4. Machine for cappelletti and ravioli with single sheet or ravioli with double sheet
5. Auto system for shredding and scrap recovery
6. Vibrating distributor
7. Pasteurizer
8. High temperature pre-drying and cooling
9. MAP packing in a white room



ECONOMICS (ABSTRACT)

Italian Pasta made anywhere

The opportunity represents a very profitable and low risk business.

□ An exceptional Operational Margin

- Gnocchi > 57%
- Mono sfoglia > 54%
- Doppia Sfoglia > 64%
- Tagliatelle > 43%

□ On request

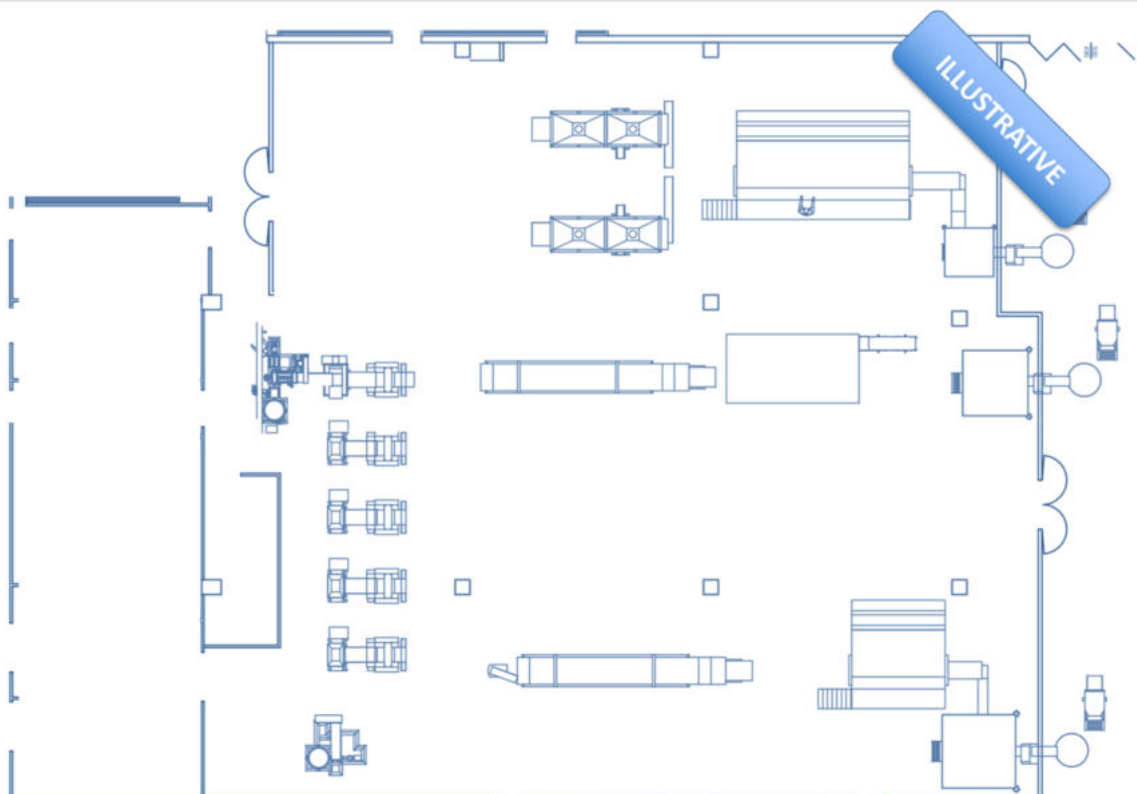
- Full business case
- Break Even Point Vs. Yearly Capacity
- Payback period
- Income statement (3Y projection)
- Cash flow (3Y projection)



The opportunity is designed to ensure **Customer satisfaction** and **careless solution** along life cycle.

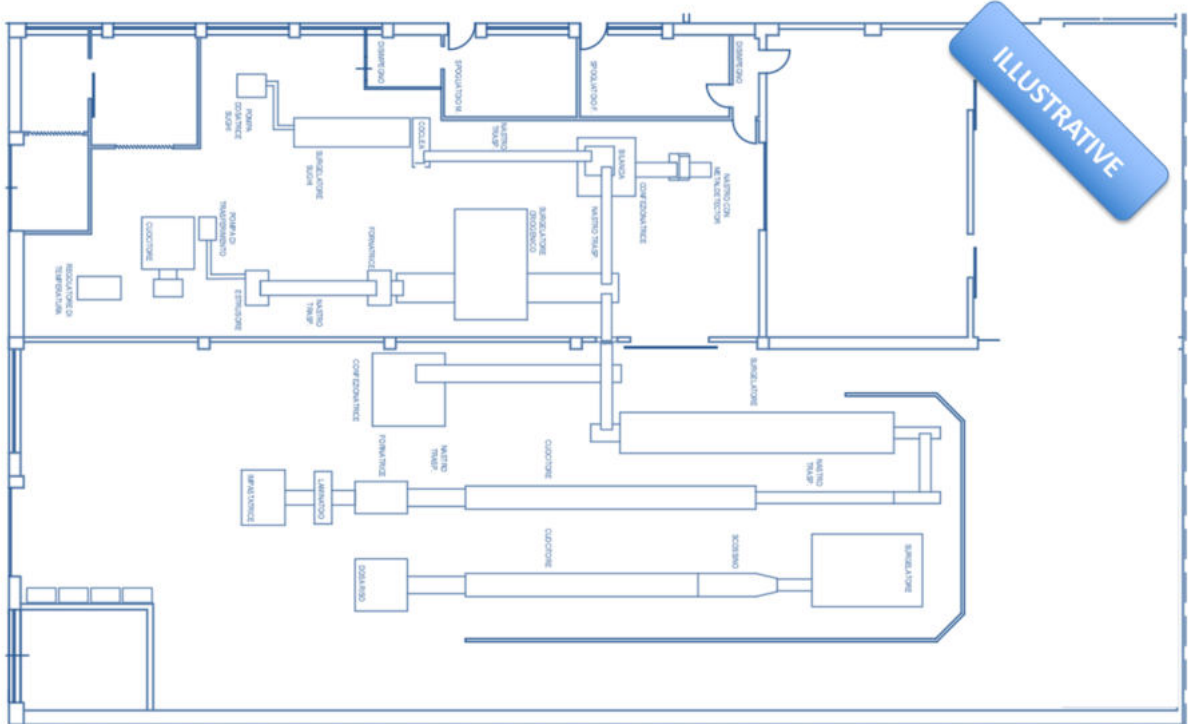
Customer side

- A turnkey and careless solution
- Fully customizable plant, according to sale opportunities
- Flexible and scalable production
- High productivity and profit



LAYOUT

Italian Pasta made anywhere



Capitolo 4

Digital Transformation 4.0 (Industria e PMI)

L'approccio mcGEAR alla telemetria consiste in un processo di monitoraggio e controllo in remoto dell'intero parco macchine, suddiviso in 6 fasi:

1. Trasformazione delle macchine in 4.0
2. Raccolta dati e segnali sul campo
3. Invio telemetrico dei dati e segnali raccolti al Cloud
4. Analisi dei dati e trasformazione degli stessi in informazione
5. Condivisione dell'informazione con l'Azienda su web portal
6. Controllo delle macchine in remoto

IL PROCESSO DI TRASFORMAZIONE

Si riporta, a seguire, una descrizione ad alto livello delle fasi di processo elencate.

1. Trasformazione delle macchine in 4.0

mcGEAR propone un KIT di TRASFORMAZIONE 4.0, compatibile con qualsiasi macchina di qualsiasi Produttore, sia questa di nuova o vecchia concezione, elettronica o meccanica. Il KIT è progettato per essere poco costoso, ma robusto per durare nel tempo e di semplice installazione e basso consumo, per poter essere applicato a vasti parchi macchina.

2. Trasformazione delle macchine in 4.0

Il KIT di TRASFORMAZIONE 4.0 è composto da sensori montati su shield, da un convogliatore con storage locale, da filtri HW per il campionamento e da un modem per la trasmissione dei dati al Cloud.

I sensori previsti nella DOTAZIONE STANDARD sono classificati normalmente in:

- Sensori operazionali e di fruizione
- Sensori manutentivi
- Sensori di geo localizzazione
- Sensori ambientali
- Sensori di sicurezza
- Altri sensori

3. Invio telemetrico dei dati raccolti al Cloud

Da oltre un decennio, nell'affrontare lo sviluppo strategico dell'azienda nell'ambito tecnologico, si utilizza l'espressione "CLOUD". Il Cloud può sussistere in diverse forme, prevalentemente pubblico o privato ed essere o non essere connesso a Internet. Nel pieno rispetto della Cyber Security il Cloud proposto è un Cloud privato, ospitato su Server. I

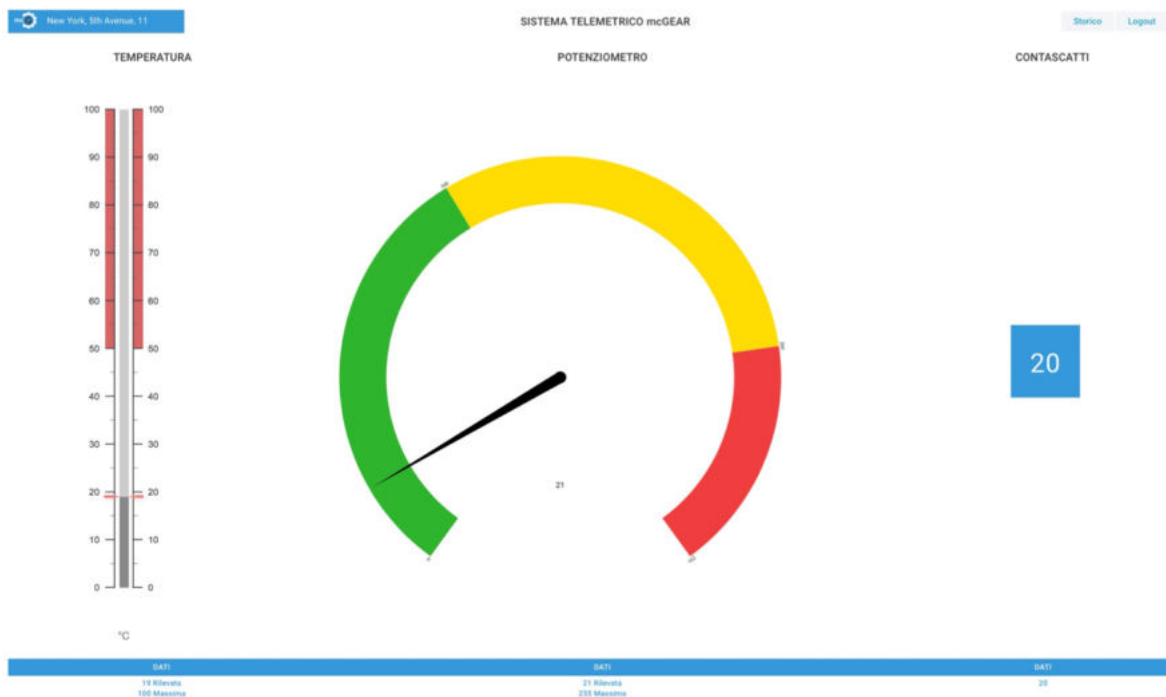
pacchetti dati sono inviati al Cloud con una logica M2M (Machine to Machine) a mezzo rete GSM. I pacchetti vengono inviati da qualsiasi parte del mondo e richiedono la sola presenza di un Operatore, permettendo il funzionamento anche in caso di carenza di segnale (0 tacche). Nota importante è che il sistema proposto non richiede, quindi, alcuna connessione Wi-Fi o l'appoggio a eventuali infrastrutture IT, pertanto può essere applicato a qualsiasi macchina posizionata nel mondo in area coperta da segnale GSM.

4. Analisi dei dati e trasformazione degli stessi in informazione

I dati e i segnali già trattati localmente (filtrati e campionati) vengono raccolti nel Cloud in canali separati. Si noti che i dati non “digeriti” non costituiscono informazione ma, per contro, una mole di numeri non fruibile al fine di poter estrarre una qualche forma di conoscenza. L'analisi dei dati raccolti permette, invece, la trasformazione dei dati in informazione e l'utilizzo di tale informazione per generare conoscenza.

5. Condivisione dell'informazione con l'Azienda su web portal

La conoscenza sviluppata si costituisce come strumento fondamentale per migliorare la produttività del business e per generare un vantaggio competitivo. L'erogazione del dato è effettuata in tempo reale tramite portale web protetto e accessibile (con credenziali) da qualsiasi device connesso a Internet (desktop, laptop, tablet, smartphone). L'approccio mcGEAR prevede, inoltre, la preparazione di reportistica standard e personalizzata, con molteplici viste e scenari, in forma tabellare e grafica, a supporto del processo decisionale.





6. Controllo delle macchine in remoto

Per quanto il sistema proposto non preveda alcuna connessione a Internet, la logica utilizzata dal Cloud è analoga a quella IoT (Internet of Things), pertanto offre al Cliente la possibilità di intervenire sulle macchine connesse con funzioni di accensione, spegnimento, blocco (in caso di contestazioni con i propri Clienti, fruizione incorretta o rilevazione di utilizzo di prodotti di competizione), regolazione remota dei settaggi (per i dispositivi connessi al kit) e refill dei livelli.

UPGRADE DELLE MACCHINE A 4.0



Un flusso di dati gestito che affianca il processo produttivo.

*Il processo di trasformazione consiste
nell'integrazione macchina con sensori ed elettronica,
nel rendere i dati raccolti disponibili tramite display a bordo macchina
e nell'integrazione degli stessi su server, che li analizza,
li trasforma in informazioni fondamentali per la gestione
e li eroga su web portal.*



TRASFORMA IL TUO PARCO MACCHINE INSTALLATO IN UN PARCO 4.0

Barriere percepite alla digital transformation

- il tuo tornio funziona bene e non è il caso di cambiarlo
- Il tuo parco comprende un mix di macchine nuove e vecchie, tutte in ottimo stato
- sei intimorito da tempi, costi e rischi necessari per passare a 4.0
- non sai come gestire il flusso di dati generato

mcGEAR trasforma le tue macchine in macchine 4.0

- progetti brevi
- sistemi industriali robusti
- bassi costi
- impatto immediato
- macchine e flussi monitorabili e controllabili in tempo reale da qualsiasi device

Il processo di trasformazione è semplice

- applicazione di sensori alle macchine
- applicazione di un display a bordo macchina
- possibilità di gestione dei dati raccolti in
 - reti interne (sistemi di acquisizione, supervisione e controllo)
 - telemetria (trasmissione di dati, da qualsiasi parte del mondo, a un server centrale)
- integrazione e analisi automatizzata dei dati raccolti (controllo statistico di processo, KPI, ..)
- monitoraggio e controllo del parco macchine in tempo reale
- possibilità di estensione alla manutenzione predittiva 4.0



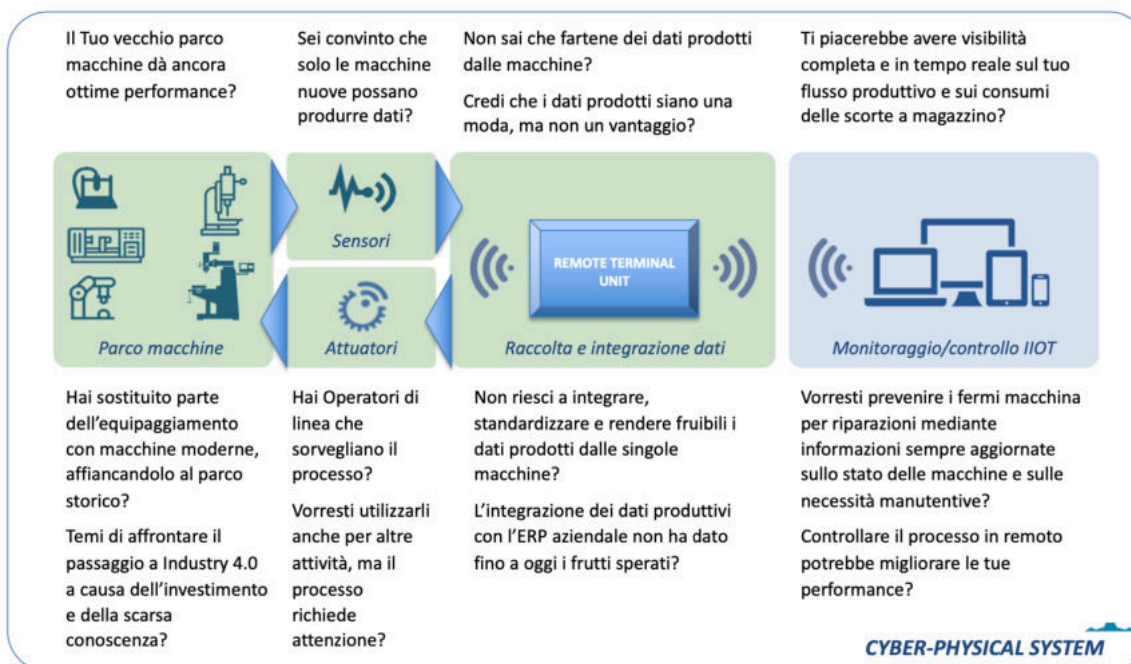
*Monitora e controlla ogni tua macchina,
posizionata in azienda,
da ogni tuo device.*



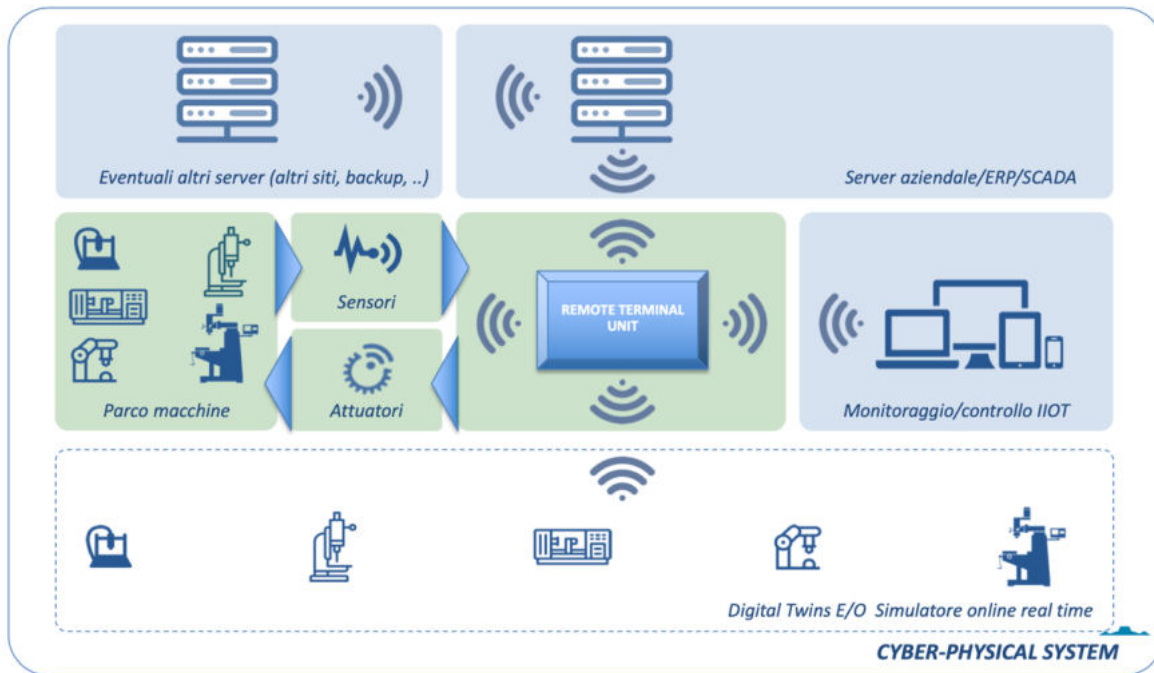
DIGITAL TRANSFORMATION (PROCESSO BASE)

APPROCCIO CABLATO

- Un sistema integrato e completo per gestire la transizione da Industry 3.0 a Industry 4.0
- La Tua azienda a portata di mano, con informazioni in tempo reale accessibili da qualsiasi device



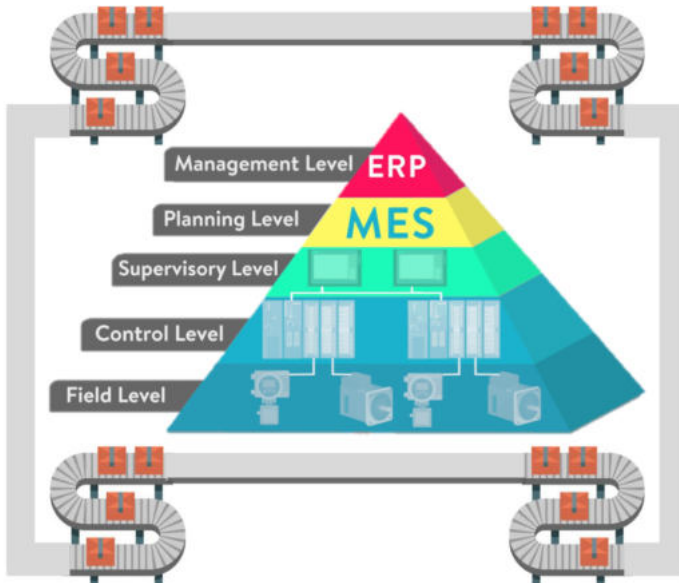
- Un percorso guidato e sicuro che inizia con un progetto pilota...
- ...e può procedere a piccoli ma solidi passi implementativi



Interveniamo a tutti i livelli della piramide dell'automazione.

- Management (ERP) e Planning (MES) Level
 - **Dati ed elaborati resi disponibili** per l'ERP e il MES aziendale con protocolli e formati standard
- Supervisory Level
 - Sistemi di controllo distribuiti (SCADA, DCS, CUSTOM)
 - HMI per il monitoraggio e il controllo del flusso dati di processo
 - **CLOUD proprietario interno** (nel rispetto dei requisiti della cyber security)
- Control Level
 - Controlli standard (PLC) e controlli proprietari (RTU, GATEWAY)
 - Display industriali di ultima generazione installati a bordo macchina
- Field Level
 - Una selezione di 630 sensori testati in compatibilità e performance per raccogliere dati
 - Servocomandi di Mercato (**lineari**) e proprietari (**rotativi 4.0**)

I **dati** non permettono il monitoraggio se non vengono trasformati in **informazione** a mezzo di analisi.
L'informazione non permette il controllo di processo se non viene consolidata in **conoscenza** a mezzo di integrazione.

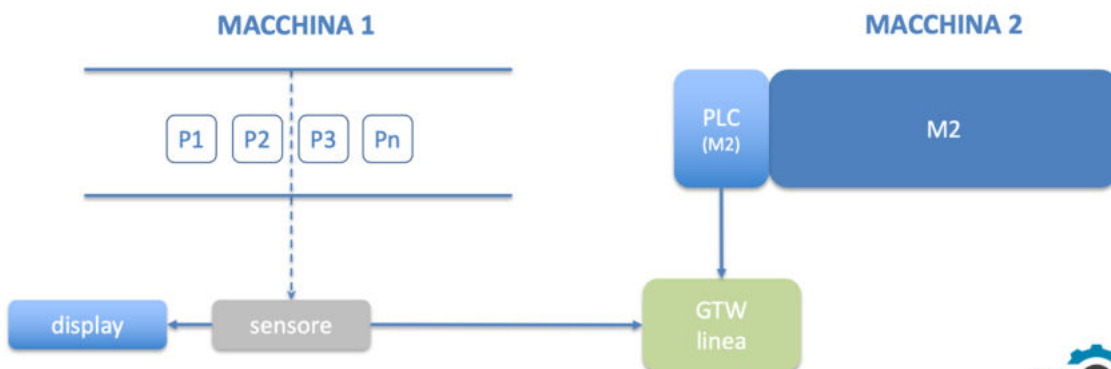


Il **cloud** progettato e sviluppato da mcGEAR raccoglie, analizza e integra i dati configurandosi come un'autostrada della **conoscenza**, resa disponibile ai Livelli Superiori (MES, ERP) e ai Livelli Inferiori (RTU, PLC, ATTUATORI) con una robusta logica **M2M** a pacchetto, in cui ciascun Livello si configura come **Client** e può raccogliere e utilizzare il pacchetto desiderato, in funzione dei privilegi di accesso accordati.



Una selezione di oltre 630 sensori testati in compatibilità e performance per la raccolta di segnali e di dati.

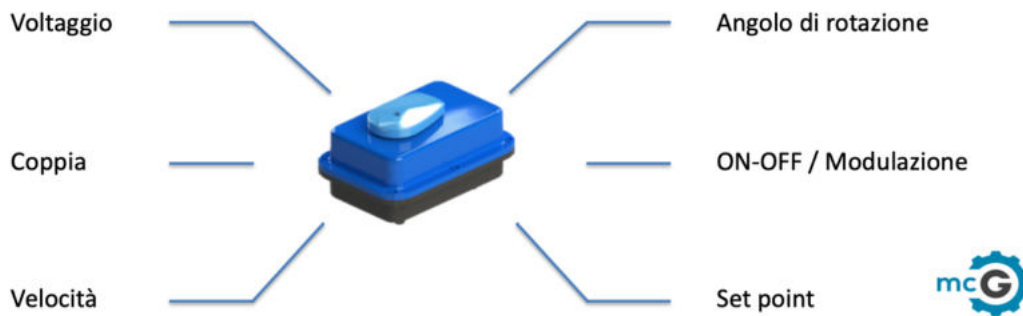
- Raccolta dati e segnali a mezzo sensori dalle macchine non provviste di PLC
 - Rende dati e segnali disponibili per monitoraggio su display a bordo macchina
- Raccolta dati e segnali diretta dalle macchine provviste di PLC
- Convoglia dati e segnali al gateway di linea



Controllo in feedback con attuatori proprietari mcGEAR, intelligenti e auto configuranti su base situazionale.

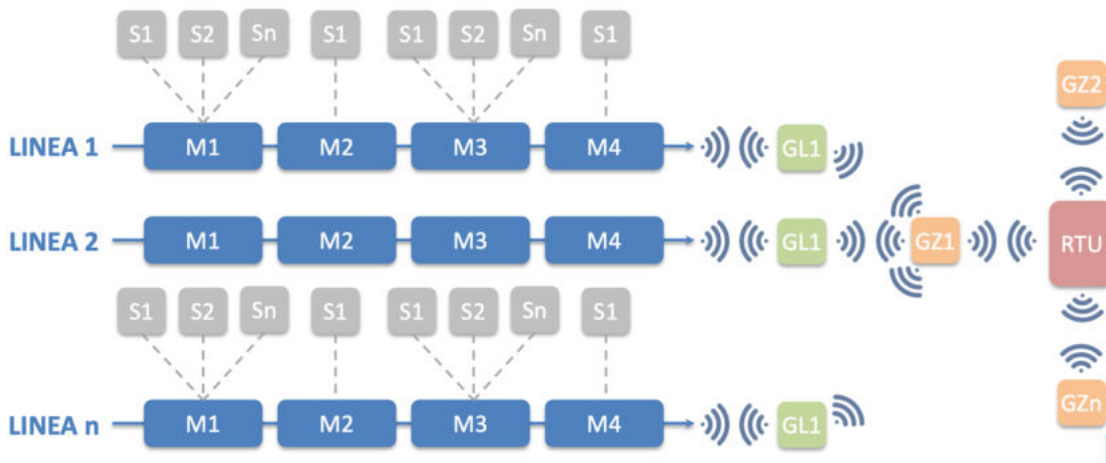
- Sono in grado di riconoscere i «pacchetti» di informazione e i relativi attributi
 - Accedono ai pacchetti appartenenti al loro dominio e in accordo ai privilegi accordati
 - Si riconfigurano autonomamente su base situazionale
 - Attuano il processo in feedback nel rispetto dei compiti assegnati
 - Registrano i log delle azioni compiute
 - Avvisano l'Operatore nel caso in cui il problema sia esterno ai compiti assegnati

- ATTUATORI AUTOCONFIGURANTI 4.0 -



Dati e segnali vengono trattati nei gateway base (di linea) e integrati nei gateway concentratori (di zona).

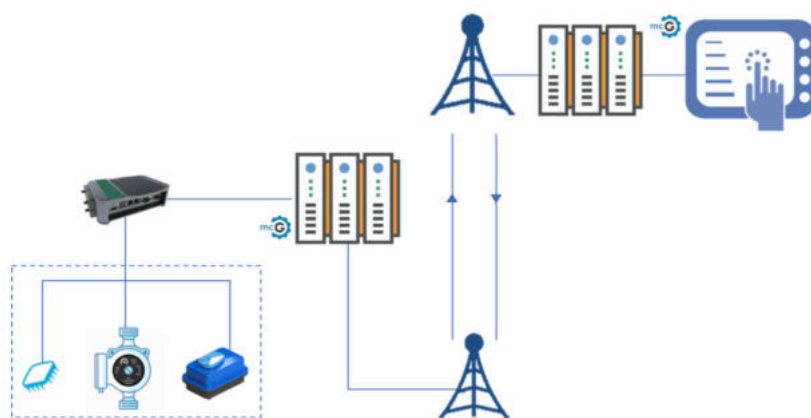
- Trattamento dati
 - Gateway di linea (dati filtrati, campionati, normalizzati, ripartiti)
 - Gateway di zona (dati concentrati e integrati)
 - Inviati ai livelli superiori (PLC, RTU)



Una RTU raccoglie i dati in canali indipendenti e li analizza trasformandoli in informazioni fruibili e queste in conoscenza. La stessa provvede al controllo in feedback (es. PID controller) e rende disponibili le informazioni prodotte ai livelli superiori (MES, ERP).

□ RTU proprietaria

- Analizza i dati per canali indipendenti
- E' dotata di funzioni statistiche base e avanzate (controllo statistico di processo)
- Avvisa l'Operatore in caso di rilevazione di non conformità (esterne ai poteri assegnati)
- Permette funzioni di monitoraggio e controllo tramite HMI locali e remote
- Può comunicare in tempo reale con altre RTU locali o remote (server, cloud)



Funzione Assistenza Tecnica

APPROCCIO TELEMETRICO

DESCRIZIONE

- Sistema telemetrico per il monitoraggio del parco macchine installato
 - Dispositivo elettronico con sensori per rilevamento parametri
 - Operazionali (fruizione)
 - Manutentivi
 - Geo localizzazione
 - Controllo in remoto
 - Software per il monitoraggio dei parametri in tempo reale
 - Alert in caso di non conformità

BENEFICI GENERATI

- Kit di trasformazione di semplice installazione
- Monitoraggio efficienza (e conseguente miglioramento della stessa)
- Manutenzione 4.0 (predittiva)
- Riduce i livelli di magazzino (acquisti just in time)
- Velocizza il transito dei ricambi in magazzino
- Riduce la possibilità di obsolescenza delle parti di ricambio
- Migliora il livello di servizio
- Possibilità blocco macchine per contestazioni o insolvenze
- Non necessita di manutenzioni
- Possibilità di locazione operativa (rateazione, assicurazione, detrazione)

PARAMETRI OPERAZIONALI MONITORABILI

- Conteggio ore accensione
- Conteggio ore funzionamento
- Tipo di programma effettuato
- Controllo dei livelli
- Numero di ricariche delle batterie
- Corretta ricarica delle batterie
- ...

PARAMETRI MANUTENTIVI MONITORABILI

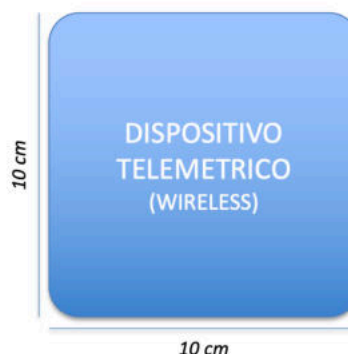
- Assorbimento e consumi di energia
- Vibrazioni
- Temperatura di esercizio
- ...

GEO LOCALIZZAZIONE

- GPS a copertura worldwide (esterni)
- Monitoraggio ultimo ingresso (interni)
- Mappa di posizionamento per Cliente
- ...

OPZIONI DI CONTROLLO

- Blocco macchina in remoto in caso di contestazioni, malo utilizzo, uso prodotti di competizione, necessità manutentive, sicurezza o insoluiti



Ogni kit può gestire fino a 256 sensori su una selezione di oltre 630.



CASE STUDY – MONITORAGGIO AMBIENTALE PROPOSTO AD ANSALDO ENERGIA

SISTEMA

APPROCCIO TECNICO-METODOLOGICO

Un sistema di robustezza industriale, studiato e ingegnerizzato per lavorare in ambienti isolati e aggressivi. Non richiede manutenzione preventiva in quanto dotato di autodiagnostica per segnalare autonomamente il proprio stato di salute.

Robustezza

- Prodotto industriale

Ambienti aggressivi

- Guscio protettivo custom in funzione delle caratteristiche ambiente
- Tecnologia dei materiali

Alimentazione

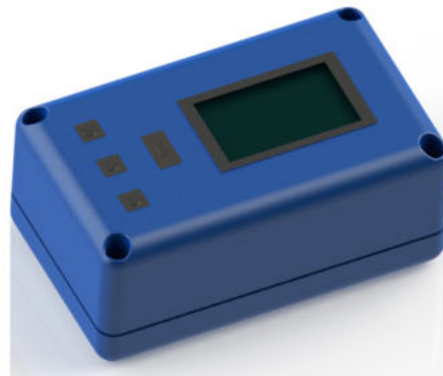
- Rete
- Batteria tampone
- Pannello solare

Consumi

- Bassi, dipendenti dai sensori installati

Comunicazione

- Sim card o dual sim (diversi Operatori)
- Sim satellitare
- Cloud
- Non richiede connessione LAN



SENSORI

APPROCCIO TECNICO-METODOLOGICO

Ogni dispositivo può alloggiare più sensori, su una selezione di 630 sensori testati in affidabilità e performance. Tale caratteristica rende il prodotto standardizzato e flessibile ad applicazioni differenti.

Macro categorie di grandezze misurabili (non esaustivo)

- Campi magnetici
- Colore
- Corrente, tensione, carica
- Distanza
- Flessione, dilatazione
- Flussi
- Fumi, gas, agenti
- GPS
- Livelli, pioggia
- Luce (IR, UV, laser), fiamma
- Peso
- PH, conduttività
- Pressione
- Prossimità
- Pulsazioni
- Radiazioni



- Spostamento, velocità, accelerazione
- Suono
- Temperatura
- Umidità
- Vibrazione, rotazione, microonde



Un dato puntuale o una serie di dati non costituiscono informazione per cui non generano conoscenza. La fase analitica assume quindi un ruolo centrale trasformando il dato in informazione.

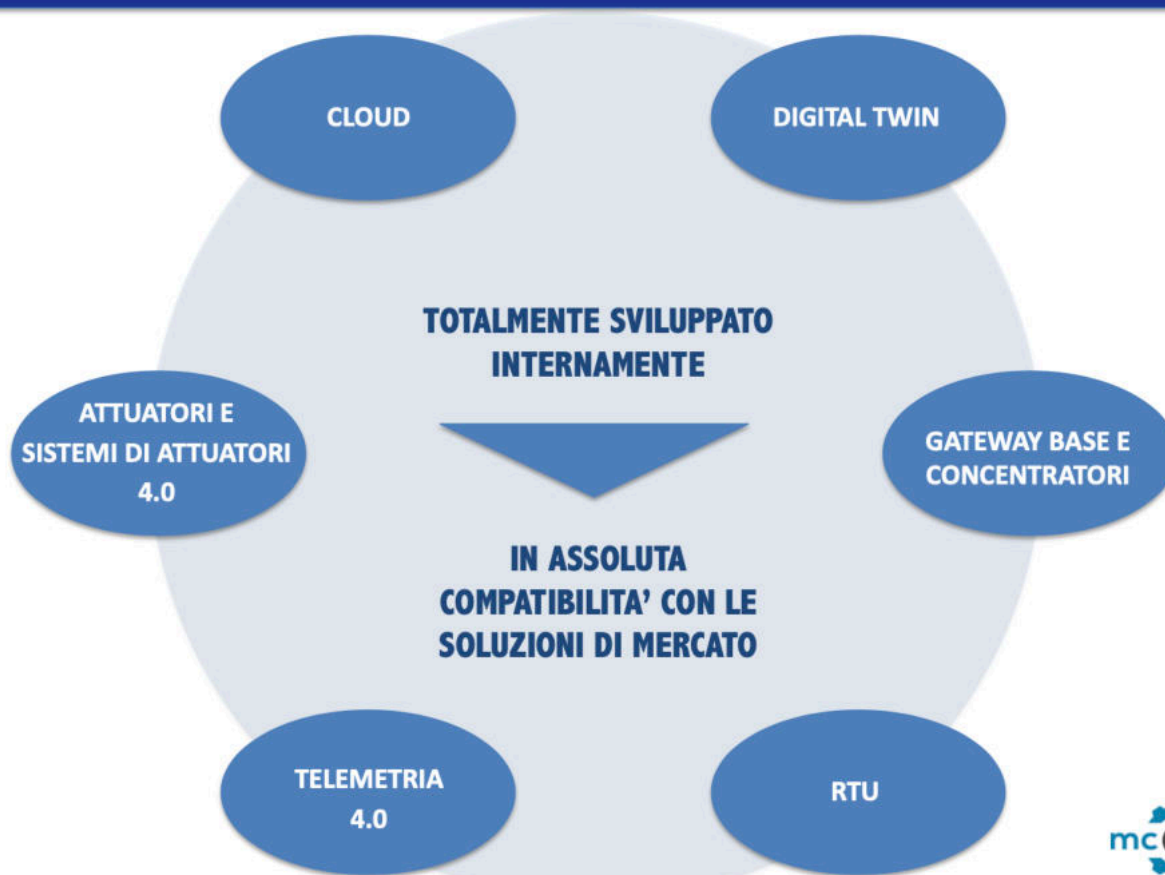
☐ Selezione delle metodologie applicabili

- **Balanced scorecards**
 - KPI auto-consolidanti
 - Misure di dettaglio, composite e strategiche
 - Drill-down analysis
 - Analisi economica Vs prestazionale
- **Digital twin e cyber-physical system**
 - Collegamento online real-time
 - Simulazione
 - Proiezione e confronto
 - Correzione in feedback
- **Controllo statistico di processo**
 - Analisi della varianza
 - Identificazione di trend
 - Identificazione di stagionalità e ciclicità
- **Crystal report**
 - Cruscotti
 - Grafici
 - Tabelle



UN SISTEMA PROPRIETARIO A 360°

INTERNAL DEVELOPMENT



Capitolo 5

W2F – Waste to Fuel

Industry 4.0 nella trasformazione **Waste to Fuel** è stata assolutamente necessaria, come “filosofia”, per ottimizzare i costi di trasformazione di un materiale che per sua natura, a causa della propria disomogeneità, non dà garanzie sulla stabilità dei costi di trasformazione. Al contrario deve essere pronto e disponibile su un mercato, quello dell'energia, dove la stabilità dei prezzi è non solo auspicabile ma richiesta. Tramite la gestione 4.0 (telemetria, controllo, e manutenzione) degli impianti sono stati raggiunti i livelli necessari alla gestione integrata sia del “cassonetto” che dei requisiti fondamentali, in termini di potere calorifico, per poter rientrare nelle specifiche normative di combustibile secondario normato. La gestione dei rifiuti è da sempre una fonte di guadagni in termini di economia, con il controllo puntuale del processo di trasformazione W2F può essere considerata sicuramente una fonte di approvvigionamento energetico per l'industria energivora dell'acciaio e del cemento.

LA DISCARICA

Il processo di smaltimento dei rifiuti oggi

I rifiuti stazionano, producono odori e inquinano

Il compattatore per scaricare in discarica paga 150€/t

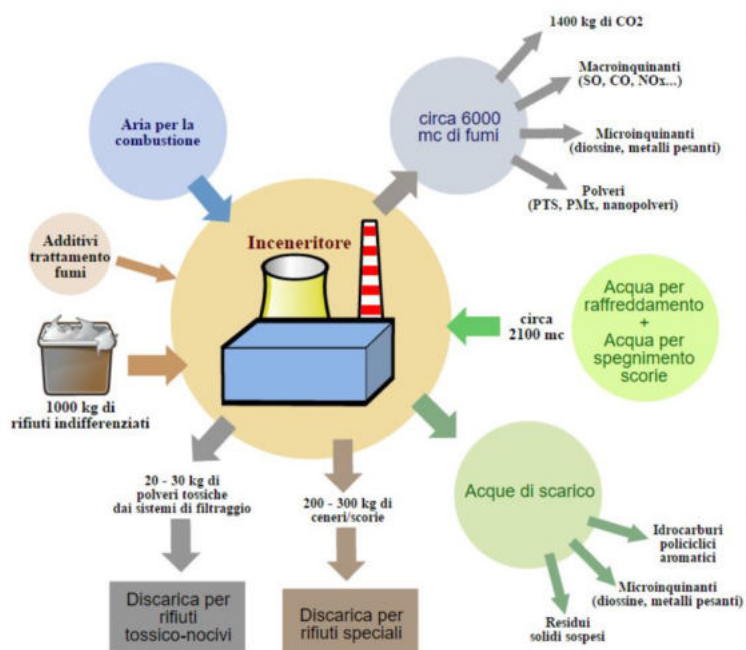
PROBLEMI DERIVANTI DA TALE PROCESSO

- Le discariche ospitanti RSU espongono la popolazione e l'ambiente a rischi in termini di emissioni atmosferiche e di inquinamento delle falde acquifere;
- Lo smaltimento del RSU è un onere gravoso per le Amministrazioni
- Le discariche hanno una capacità limitata;
- Sanzioni milionarie a livello comunitario per infrazioni nella gestione dei rifiuti.

LE EMISSIONI DELLE DISCARICHE CONSISTONO PER CIRCA IL 60% DI METANO, UN GAS CON EFFETTO SERRA 21 VOLTE MAGGIORE DELLA CO₂

L'INCENERITORE

La principale soluzione per lo smaltimento dei rifiuti a oggi



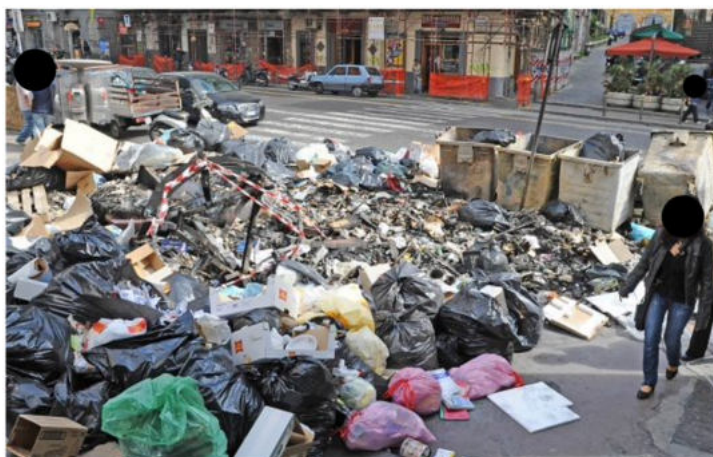
- Le tecnologie tradizionali di smaltimento RSU basate sulla combustione diretta (inceneritori, ...) non risolvono il problema
- Gli inceneritori sono di difficile collocazione territoriale (osteggiati dai residenti e ambientalisti)
- Gli inceneritori sono stati superati da impianti di trattamento bio-meccanico dei rifiuti in USA e Germania
- I RSU sono composti per il 55% di materiali organici; tale «frazione umida» genera seri problemi di gestione sia alle discariche sia agli inceneritori

gdr
PARTNERS

II PROBLEMA

Le ricadute negative, l'impatto e i rischi

La gestione e smaltimento del RSU è un problema globale che genera ricadute a livello sanitario, ecologico, economico e politico.



Un impianto ecologicamente "pulito e a basso costo" alternativo agli inceneritori si configurerebbe come miglior soluzione al bisogno del Mercato.

gdr
PARTNERS

LA SOLUZIONE

La trasformazione dei rifiuti in combustibile e lo smaltimento pulito

Trasformazione pulita del rifiuto (RSU*) in Combustibile Solido Secondario (CSS, normato, EoW**), smaltibile in cementifici e acciaierie in modo pulito ecocompatibile.

CSS COMBUSTIBILE END OF WASTE

- Combustibili solidi prodotti da rifiuti non pericolosi, rispettano le caratteristiche individuate dalle norme tecniche UNI CEN/TS 15359 e successive modificazioni
- Potere calorifico e proprietà fisico-chimiche certificate
- Combustibile inerte stoccabile, non più classificabile come rifiuto



USO CSS EoW IN IMPIANTI AUTORIZZATI

- Minor impatto sull'ambiente rispetto agli altri combustibili
- Miglior gestione dei rifiuti
- Nessun uso di discariche per le ceneri prodotte, che diventano parte del prodotto finito (sostituiscono calcari e argille)

*RSU: Rifiuto Solido Urbano; **CSS EoW: Combustibile Solido Secondario, End of Waste.



L'OPPORTUNITA'

Intervenire tecnologicamente per migliorare il pianeta

GDR identifica nello **smaltimento dei rifiuti** una chiara **opportunità per migliorare il pianeta** e propone un impianto di nuova concezione con caratteristiche progettuali, tecniche, operazionali e finanziarie innovative.

L'impianto opera un processo di trattamento di RSU*, in grado di:

- Trasformare i RSU in energia pulita
- Accettare raccolta differenziata o indifferenziata (recupero automatizzato metalli, inerti e vetro)
- Risparmiare almeno il 70% di spazio di stoccaggio temporaneo



Il principio di funzionamento si basa sulla **trasformazione** delle componenti combustibili in **pellet sterili** ad alta densità (CSS EoW**) con i quali **alimentare un'ampia gamma di impianti**.

*RSU: Rifiuto Solido Urbano; **CSS EoW: Combustibile Solido Secondario, End of Waste.



IL PROCESSO PROPOSTO

L'innovazione nel controllo di processo

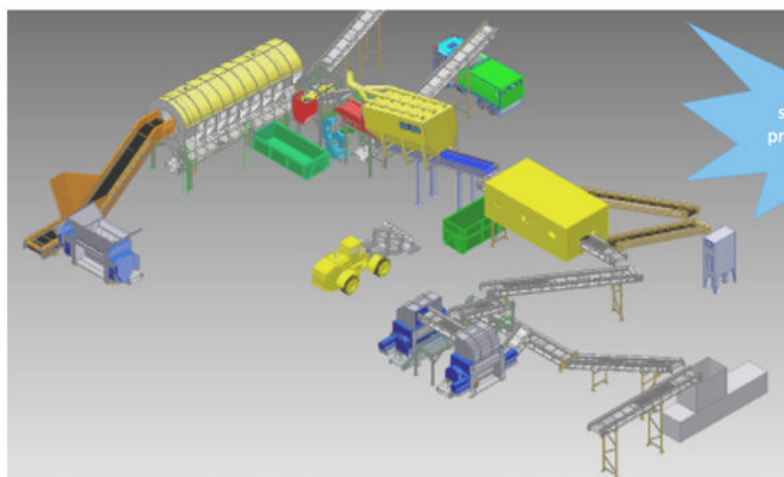


Design GDR PARTNERS, Settembre 2017.



L'IMPIANTO PROPOSTO

La gestione pulita della trasformazione



I rifiuti non stazionano, non producono odori e non inquinano

- Costo (a parità di quantitativo di rifiuto trattato) inferiore al 10% di un impianto di incenerimento
- Separazione e recupero automatizzati di metalli, degli inerti, del vetro, ecc.
- Trasformazione del rifiuto in un combustibile normato (CSS EoW), stoccabile, a basso impatto ambientale con potere calorifico e proprietà fisico-chimiche certificate
- Conferimento in discarica dei soli materiali inerti

*CSS EoW: Combustibile Solido Secondario, End of Waste.



I BENEFICI

I benefici prodotti e le ricadute positive nazionali e internazionali

- Risolve il problema della saturazione di RSU* nelle discariche
 - Stop alle emissioni nocive che ne derivano
- Permette l'allineamento alle «best practice» europee
 - Stop alle sanzioni comunitarie per la gestione dei rifiuti
- Consente un risparmio alle amministrazioni locali per lo smaltimento dei rifiuti
 - Stop agli sprechi (costi per conferimento in discarica, costi di smaltimento)
- Evita la costruzione di nuovi impianti di incenerimento
 - Stop agli investimenti inutili e alle emissioni nocive che ne derivano



- Fornisce un combustibile di eccellente qualità all'industria nazionale e internazionale del cemento e dell'acciaio
- Permette la creazione di posti di lavoro per la gestione dell'impianto (ampiamente spesi dalla differenza di costo per la realizzazione e per la gestione dell'impianto)
- Genera un guadagno dalla vendita del CSS** combustibile



- Impatto positivo su ambiente, società ed economia

*RSU: Rifiuto Solido Urbano; **CSS EoW: Combustibile Solido Secondario, End of Waste.

gdr
PARTNERS

UN'IMPIANTO CONTAINARIZZABILE

Una dimostrazione on site per Comuni e Privati

Un impianto mobile per mostrare il processo in opera a domicilio.

Questo modello, semplificato appositamente a scopo dimostrativo, è progettato per produrre CSS normato a partire da rifiuti differenziati.

L'output del processo è assolutamente analogo quello dell'impianto di trasformazione esteso.



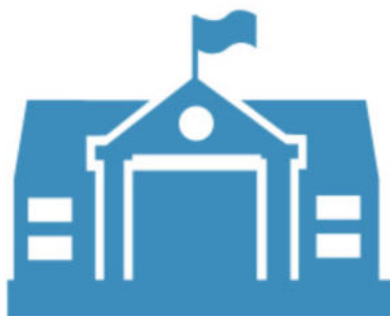
gdr
PARTNERS

IL PILOTA

Un Comune referenziale di piccole dimensioni

Un sito referenziale che possa essere pubblicizzato e visitato è considerato elemento abilitante per lo sviluppo e la disseminazione del progetto.

Un comune di piccole dimensioni è considerato ideale per un pilota target.



gdr
PARTNERS

LE IMPLEMENTAZIONI STANDARD

Italiane, europee o in altri Paesi

La modularità dell'impianto permette di adattarsi facilmente alle esigenze di comuni di qualsiasi dimensione.

Per esempio, il comune di Genova, potrebbe essere servito con un impianto costituito da 3 linee separate, ciascuna della capacità di trattamento pari a 100.000 tonnellate / anno di RSU.

Tale modularità caratterizza l'impianto, automaticamente, con una naturale "robustezza".

Ovvero, in caso di guasti o manutenzione temporanea, ogni linea è completamente ridondata e permette di non arrestare il processo di trasformazione, limitando lo stazionamento dei rifiuti e, con esso, l'inquinamento.

Attualmente si è riscontrata la necessità e accertato l'interesse in Italia, in Macedonia, in Russia e in Africa, il che rende la scalabilità del progetto pressoché illimitata.



gdr
PARTNERS

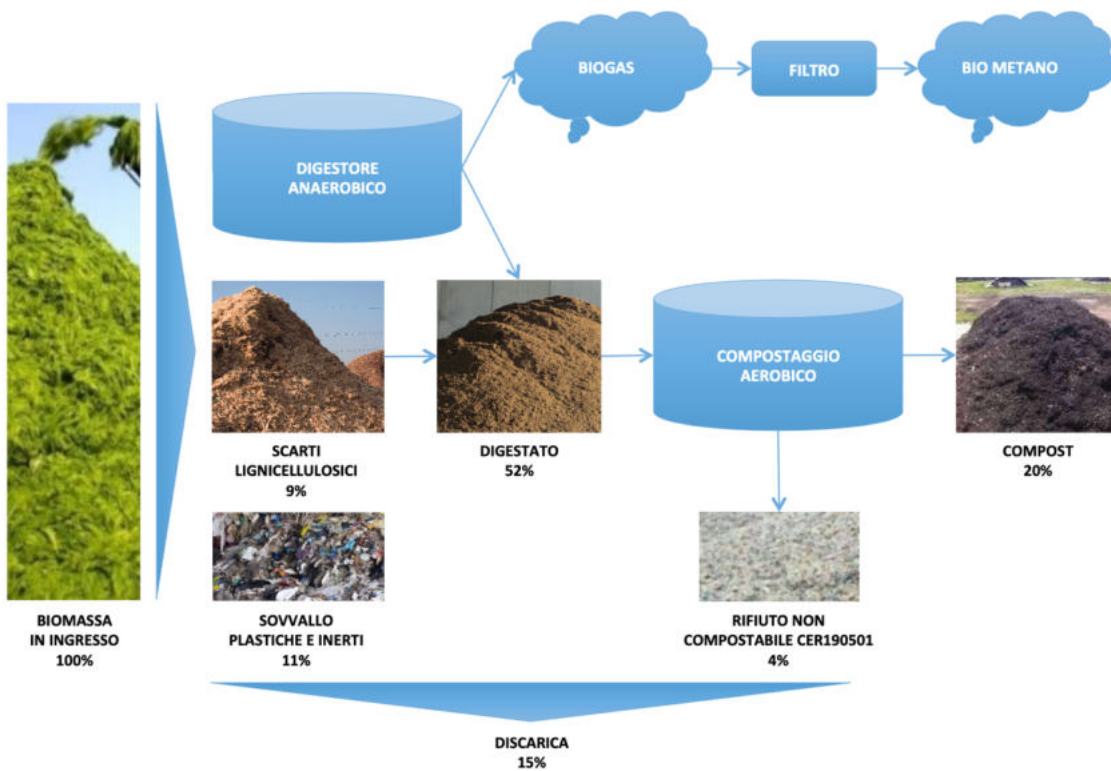
CONTRIBUTO COMUNITARIO

Finanziamenti e Partner

Il contributo auspicato dalla Comunità Europea consiste in forme di finanziamento per portare avanti il progetto, nell'individuazione di Partner Industriali e nel coinvolgimento dei Comuni.



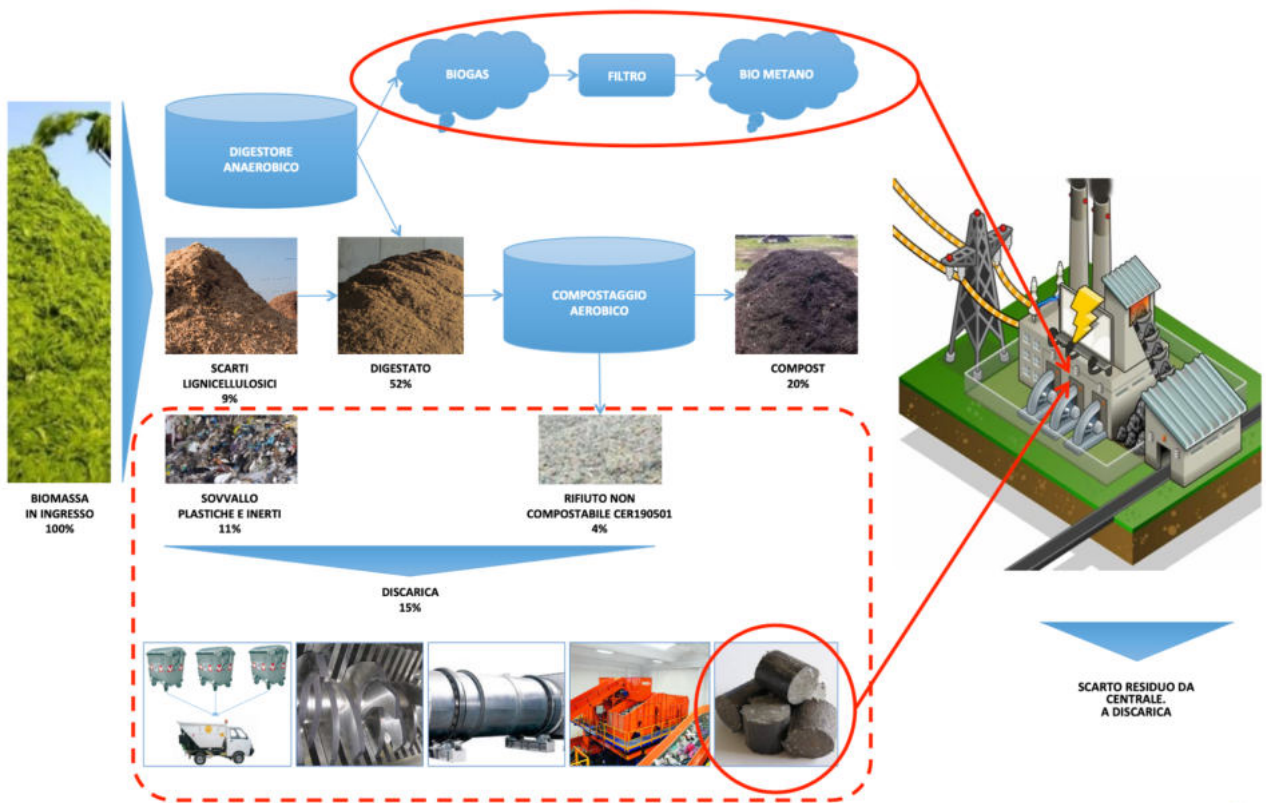
gdr PARTNERS



Schema funzionale semplificato di un BIODIGESTORE.

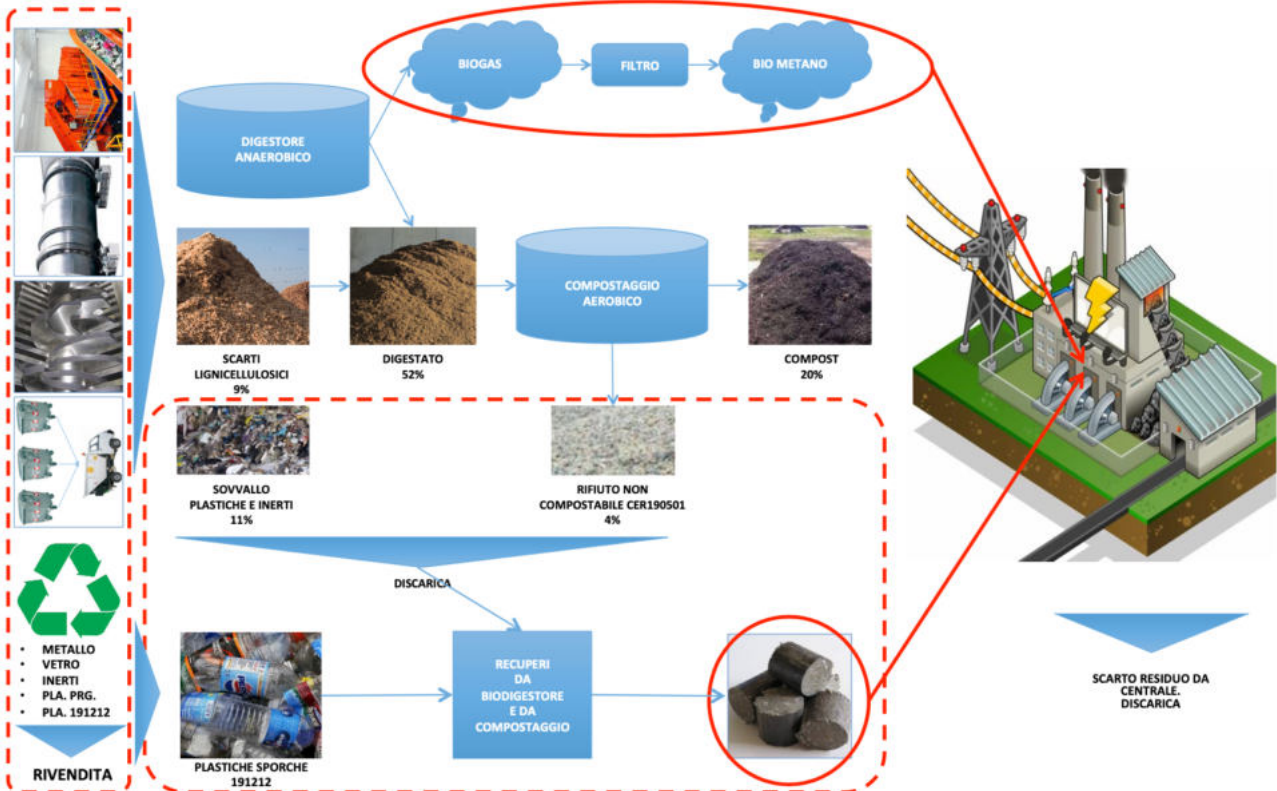
Le percentuali sono puramente illustrative e dipendono dalla qualità, dallo stato e dal mix della biomassa.

gdr PARTNERS



Prima ipotesi di integrazione dell'impianto proposto a un BIODIGESTORE.

- 1) Recupera energia dagli scarti di processo
- 2) Aumenta la profittabilità
- 3) Produce esclusivamente scarti puliti e sterili.



Seconda ipotesi di integrazione dell'impianto proposto a un BIODIGESTORE.

- 1+2+3) Come da prima ipotesi
- 4) Permette il trattamento addizionale di rifiuto indifferenziato
- 5) Genera profitto di recycle.



LA PRODUZIONE E L'USO DEL CSS

Individuazione dei maggiori Clienti per il CSS

Produzione	Cementifici	Centrali termoelettriche
Solo impianti autorizzati AIA	Capacità di produzione superiore alle 500 t/g di clinker	Potenza termica superiore a 50 Mw
Certificazione qualità ambientale	Autorizzazione AIA	Autorizzazione AIA
UNI EN 15358	Uni EN ISO 14001	Uni EN ISO 14001
	Registrazione EMAS	Registrazione EMAS
	Emissioni conformi al D.Lgs 133/05	Emissioni conformi al D.Lgs 133/05



IL MERCATO DEL CEMENTO

Individuazione dei maggiori Clienti per il CSS



In Italia operano un gran numero di cementerie e GdR gode di un network di conoscenze tale da poter avere un contatto privilegiato con tutte le realtà operanti sul territorio.



GdR ritiene che i paesi emergenti siano un mercato di sbocco interessante per il CSS e possiede i contatti internazionali per promuovere l'utilizzo dello stesso.



L'UTILIZZO DEL CSS IN CEMENTERIA

Individuazione dei maggiori Clienti per il CSS

Il recupero di materia ed energia dai rifiuti civili e industriali nell'industria del cemento (co-processing) rappresenta un'alternativa ottimale nella gestione integrata dei rifiuti: è una soluzione sicura per la collettività, l'ambiente e l'industria, che consente di risparmiare risorse naturali non rinnovabili e recuperare rifiuti in condizioni estremamente controllate.

L'utilizzo di combustibili alternativi riduce la dipendenza dai combustibili fossili primari e, allo stesso tempo, contribuisce alla riduzione delle emissioni.

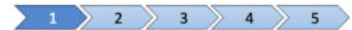


L'uso di residui nel ciclo di produzione del cemento è una soluzione win-win-win. Il settore del cemento fornisce un contributo ad altri settori industriali, alle amministrazioni per la chiusura del ciclo dei rifiuti e in cambio ottimizza i propri costi di produzione. Inoltre il co-processing riduce la dipendenza dai combustibili fossili, consente il risparmio di risorse naturali e riduce la quantità di rifiuti conferiti in discarica. Riducendo la quantità di materie prime naturali necessarie per la produzione di clinker e quella di combustibili fossili utilizzati, il co-processing ha anche un impatto diretto sulla riduzione delle emissioni di CO₂.



BENEFICI DEL CSS IN CEMENTERIA

Rispetto alla gerarchia dei rifiuti



La produzione di combustibili solidi secondari non contrasta con la raccolta differenziata:

le caratteristiche richieste al CSS rendono indispensabile una selezione dei rifiuti tramite raccolta differenziata, a monte del loro processo di produzione.

La produzione e l'utilizzo dei CSS minimizza inoltre lo smaltimento in discarica.

Dove la raccolta differenziata è totale e il ricorso alle discariche pressoché nullo, ad esempio in Germania, il corretto funzionamento del sistema è garantito proprio dal ricorso ai CSS in cementeria. Infatti in questo modo si può valorizzare anche ciò che risulta non recuperabile a valle della raccolta differenziata.



BENEFICI DEL CSS IN CEMENTERIA

L'utilizzo degli impianti esistenti



L'UTILIZZO DEL CSS TRASFORMA LE CEMENTERIE IN INCENERITORI DANNOSI PER LA SALUTE?
NO!

La pratica di recupero energetico di rifiuti nelle cementerie è comunemente utilizzata in ambito europeo in paesi membri avanzati, con elevate percentuali di raccolta differenziata ed in testa alla classifica europea dei paesi virtuosi per la gestione dei rifiuti: non è corretto tecnicamente identificarla con incenerimento trattandosi di processi produttivi assolutamente distinti e con notevoli specificità, riconosciute da Direttive comunitarie (Dir75/2010/CE sulle emissioni industriali) e leggi nazionali (D.Lgs. 133/05 per il co-incenerimento dei rifiuti). Inoltre l'utilizzo di CSS nelle cementerie in certe condizioni è riconosciuta a livello europeo come BAT (Best Available Technique).

Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea del 9.4.2013
"DECISIONE DI ESECUZIONE DELLA COMMISSIONE del 26 marzo 2013 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per il cemento, la calce e l'ossido di magnesio, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento".



1 2 3 4 5

Utilizzare il CSS EoW per il recupero dei rifiuti attraverso i cementifici permette di non dover costruire ulteriori impianti di incenerimento e di dismettere quelli attualmente funzionanti entro il 2020 in accordo con le richieste della Comunità Europea.

Questo aspetto è particolarmente vantaggioso per la popolazione e per le amministrazioni locali sia dal punto di vista economico che ambientale.

gdr
PARTNERS

BENEFICI DEL CSS IN CEMENTERIA

La riduzione delle emissioni di CO₂

Nella produzione del cemento il 60% delle emissioni di CO₂ proviene dalla decarbonatazione del calcare: tale quota, definita di processo, risulta pertanto incompressibile. Il 40% deriva dal combustibile utilizzato.

La riduzione del consumo di combustibili fossili non rinnovabili e l'aumento dell'utilizzo di combustibili da rifiuti è l'unica possibilità per il settore per ridurre le proprie emissioni di CO₂ e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti imposti dalle Direttive Comunitarie.



Per ogni tonnellata di CSS utilizzata in cementeria, in sostituzione del combustibile tradizionale, si emettono in atmosfera circa 1,1 tonnellate di CO₂ in meno.



gdr
PARTNERS

1 2 3 4 5

BENEFICI DEL CSS IN CEMENTERIA

Nessun incremento dell'impatto ambientale

Le emissioni totali non sono influenzate in maniera significativa e negativa dall'utilizzo di CSS:

le emissioni degli impianti che vi fanno ricorso non variano dunque rispetto all'utilizzo esclusivo di combustibili fossili tradizionali.

Nel caso degli ossidi di azoto, in funzione del combustibile alternativo utilizzato, le emissioni di NOx vengono addirittura ridotte.

Le emissioni di metalli pesanti variano a prescindere dal combustibile utilizzato. Va però osservato che praticamente la totalità dei metalli pesanti viene trattenuta nella matrice del clinker e nella polvere della linea di cottura (che viene recuperata e reimpressa nel processo), senza possibilità di rilascio per lisciviazione.

Gli impianti per la produzione di cemento che utilizzano CSS sono soggetti a limiti emissivi più stringenti rispetto alla marcia a combustibili fossili, imposti dal D.Lgs. 133/05.

PRINCIPALI EMISSIONI IN ATMOSFERA

- **NOx:** riduzione degli NOx termici e minor azoto nel CSS;
- **SOx:** riduzione per minor contenuto di zolfo;
- **Diossine:** ambiente termodinamico sfavorevole alla loro formazione;
- **Polveri:** dipendono dall'efficienza dei sistemi di abbattimento: ogni punto di emissione è dotato di sistemi di recupero delle polveri che vengono re-immesse nel processo;
- **Metalli pesanti:** inglobati nella matrice del clinker.

Nessuna produzione di rifiuti solidi di processo



gdr PARTNERS

BENEFICI DEL CSS IN CEMENTERIA

Tutela della salute e della sicurezza

La legislazione europea in materia di salute e ambiente è considerata una delle più severe e sviluppate al mondo ed ha inserito l'attività di recupero di energia nella gerarchia della gestione integrata del ciclo dei rifiuti come soluzione più sostenibile dello smaltimento in discarica.

Tale legislazione impone agli Stati severi valori limite di emissioni e rigorose misure di controllo in continuo di tutti i parametri emissivi.

L'USO DEI RIFIUTI IN CEMENTERIA PUO' AVERE EFFETTI DANNOSI PER LA SALUTE UMANA E L'ECOSISTEMA?

Si riportano di seguito le conclusioni di diversi studi condotti a livello europeo.

COMMITTEE ON THE MEDICAL EFFECTS OF AIR (UK 2009): "The data provided were reassuring., no changes in stack emissions were likely to occur that would be of significance for human health."



"...The risk was also calculated using the emission datausing hazardous waste as fuel for Secil-Outão would not lead to a prediction of risk levels of significant concern..". Intertox, (2007).



CEMA, URS Corporation (2010): " ... the kind of fuel does not present a significant influence in the calculated risks indices. it can conclude that no potential health risk has been identified to any of the receptors in the assessed scenarios".



Politecnico di Torino (2008) "L'utilizzo di combustibili alternativi nei forni da cemento consente di ridurre le emissioni di NOx rispetto alla marcia a combustibili fossili. Il beneficio quantificato dalla commissione EUROPEA (2003) è stimato pari a 0,36 kgNOx /t CDR utilizzato" (Prof. Genon, Brizio, 2008).



gdr PARTNERS

LA CLASSIFICAZIONE DEL CSS

La cessazione del rifiuto

- Il CSS – Combustibile non è un rifiuto ma un vero e proprio “combustibile” ed è disciplinato dall’art. 184 *ter* del D.Lgs. 152/2006 e dal D.M. Ambiente n. 22/2013;
- Ai sensi dell’art. 184 *ter* un rifiuto cessa di essere tale quando è sottoposto ad un’operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo e soddisfa criteri specifici da adottare nel rispetto di determinate condizioni elencate dallo stesso art. 184 *ter*. L’allegato 3 al DM individua in maniera esemplificativa i processi e le tecniche per la produzione di CSS – combustibile (rinvio all’all. B di UNI EN 15359) che può avvenire solo in impianti autorizzati (art. 5 del DM).

Art. 184 *ter*

Codice dell’Ambiente

DM 14 febbraio 2013 n. 22
 “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS) ai sensi dell’art. 184 *ter*, comma 2, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i.”

Css classificazione Uni En 15359 e Dm 22/2013

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	CLASSI				
		1	2	3	4	5
Pci	Mj/kg t.q	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Cl	% s.s	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Hg	mg/Mj t.q	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50

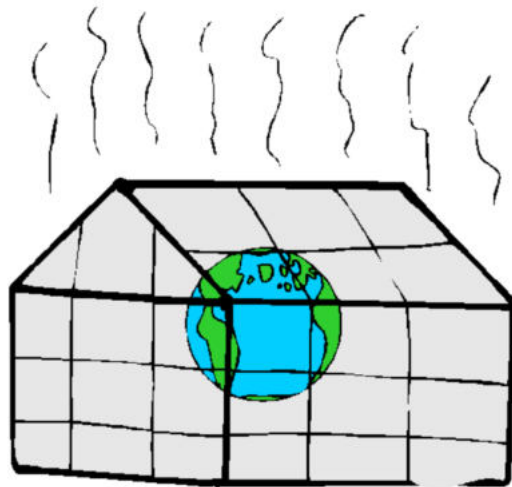


CARATTERISTICHE DEL CSS

Il contributo agli obiettivi della Direttiva rifiuti

Il progetto di trasformazione dei RSU in CSS combustibile EoW contribuisce all’allineamento alla Direttiva rifiuti:

- Società del riciclo;
- Gerarchia dei rifiuti;
- Conservazione / risparmio / sicurezza approvvigionamento risorse naturali.



Capitolo 6

Sanificazione 4.0

Gli ultimi due anni ci hanno visto, nostro malgrado, vittime di una pandemia che ha interessato tutti noi e ha richiesto una gestione straordinaria delle nostre singole vite. L'azione giornaliera che si è mostrata preponderante e che ha cambiato il nostro modo di vivere è stata la necessità di disinfettare in maniera più incisiva i luoghi occupati durante la giornata. Nelle strutture più densamente popolate la disinfezione ha condizionato sia la capienza in termini di persone che in tempi di permanenza. Sono stati studiati dei dispositivi, amici dell'ambiente, che permettono una sanificazione veloce ed efficace pur mantenendo bassissimi i costi di gestione in termini sia energetici che di materiali consumabili. Tutti i dispositivi, grazie a Industry 4.0, possono essere monitorati sia in termini d'uso che in termini di efficienza energetica permettendo il massimo rendimento in termini di sanificazione. Di grande soddisfazione per me e per il Team di lavoro il riconoscimento tributato al sistema di sanificazione a Ozono gassoso e raggi UVC, vera pietra miliare nella guerra a virus, batteri, muffe, funghi, spore, insetti e persino roditori che si annidano negli ambienti chiusi. Il sistema è stato ideato, concettualizzato, progettato e sviluppato prendendo a modello quanto avviene nell'Ozonosfera, come sapientemente descritto dal Prof. Colin Chapman. Detto sistema ha il vantaggio, rispetto a tutti gli altri fino a oggi descritti in letteratura, di autoprodurre Ozono gassoso considerato, in azione congiunta all'utilizzo di raggi UVC, il miglior sanificante oggi concepibile. Vantaggio non indifferente della Tecnologia proposta il fatto che l'Ozono, a termine del processo di sanificazione, possa venire trasformato nuovamente in Ossigeno e come tale perfettamente respirabile. Si vuole sottolineare, inoltre, che i costi minimi dei trattamenti effettuati con questa macchina, infinitesimi rispetto a quelli degli altri trattamenti attualmente utilizzati, consentono di elevare il numero delle disinfezioni di un fattore 30, portandoli ad un numero sicuramente significativo nella battaglia che oggi si combatte episodicamente contro il coronavirus e le sue varianti, ma che domani, in un mondo globalizzato come sarà sempre di più il pianeta terra, vedrà la disinfezione dei locali, dei mezzi di trasporto e di quant'altro dove soggiornino esseri umani, specie se provenienti da altre zone del pianeta, dovrà diventare pratica quotidiana se si vorrà evitare di incorrere in nuove pandemie.

Dispositivi di sanificazione proposti nel sistema mcCOVID 4.0



Tutti questi dispositivi sono accomunati dal metodo di sterilizzazione: **Ozono** e **UVC**

Il Ministero della Salute, con il protocollo n° 24482 del 31/07/1996, ha riconosciuto il sistema di sanificazione con l'Ozono come presidio naturale per la sterilizzazione di ambienti contaminati da Virus, Batteri, Spore e Parassiti

«Il meccanismo di azione dell'ozono sui virus non è sicuramente quello di una distruzione, come nel caso dei batteri, ma di un'inattivazione; l'azione dell'ozono consisterebbe in un'ossidazione, e conseguente inattivazione, dei recettori virali specifici utilizzati per la creazione del legame con la parete della cellula da invadere. Verrebbe così bloccato il meccanismo di riproduzione virale a livello della sua prima fase: l'invasione cellulare.»¹

¹ «Parere CNSA sul trattamento con ozono dell'aria negli ambienti di stagionatura dei formaggi»
(Ministero della Salute, Dipartimento della sanità pubblica veterinaria della sicurezza alimentare e della nutrizione)



Efficacia Ozono

ORGANISMO	CONCENTRAZIONE	TEMPO DI ESPOSIZIONE
Batteri	0,23 ppm - 2,2 ppm	< 20 minuti
Virus	0,2 ppm - 4,1 ppm	< 20 minuti
Funghi	2ppm	60 minuti
Muffe	0,02 ppm - 0,26 ppm	< 1,67 minuti
Insetti	1,5 - 2 ppm	30 minuti

Tabella 1. Inattivazione di batteri, virus, funghi, muffe ed insetti in seguito ad ozonizzazione
(Fonti: Edelstein et al., 1982; Joret et al., 1982; Farooq and Akhlaque, 1983; Harakeh and Butle, 1985; Kawamuram et al. 1986)



Efficacia Ozono

«L'ozono dovrebbe essere adottato come **arma nella lotta globale contro COVID-19**»².

«L'ozono **uccide il virus SARS il 99,22% delle volte**. I ricercatori hanno scoperto che il nuovo Coronavirus è simile per l'80% al virus SARS nelle sequenze dei genomi»².

«È ragionevole prevedere che l'ozono sia ugualmente efficace nella **prevenzione e nel controllo del nuovo Coronavirus**»².

«Sarà una benedizione usare l'ozono in **ospedali affollati, fabbriche, spazi pubblici, trasporti pubblici e case**»².

². «Ozono: un'arma potente per combattere l'epidemia di COVID-19» Zhou Muzhi, Professore della Tokyo Keizai University e Presidente del Cloud River Urban Research Institute



Efficacia Ozono

«**Ozone exposure reduced viral infectivity** by lipid peroxidation and subsequent lipid envelope and protein shell damage»³.

«After 30 s of exposure to ozone, **99 % of the viruses were inactivated**»³.

«As a gas it can penetrate all areas within a room, including crevices, fixtures, fabrics, and the under surfaces of furniture»³.

«Using appropriate generators at appropriate ozone concentrations, ozone will help to decontaminate **rooms, hospital room, public transport, hotel room, cruise liner cabins, offices, etc**»³.

³. «Potential use of ozone in SARS-CoV-2 / COVID-19» Adriana Schwartz, Scientific Secretary of ISCO3, Gregorio Martínez-Sánchez, President of ISCO3



Efficacia Ozono

«L'ozono è il più potente virucida, germicida, sporicida, fughicida»⁴.

«Avendo un meccanismo atipico di ossidazione delle membrane funzionerebbe anche con il nuovo coronavirus»⁴.

«L'ozono è uno degli strumenti migliori come sanificatore ambientale»⁴.

«Questa tecnica (con l'ozono, ndr) si è dimostrata altamente efficace nel sanitzare zone infettate da virus»⁵.

⁴. Intervista al Dottor Martinelli, Dirigente medico Dip. Scienze biomediche osp. San Pietro FBF Roma e Vicepresidente Nuova FIOO (Nuova Federazione Italiana di Ossigeno-Ozono)

⁵. Intervista al Professor D'Agostini, Cattedra di Microbiologia clinica dip. Medicina sperimentale Università di Tor Vergata



Efficacia UVC

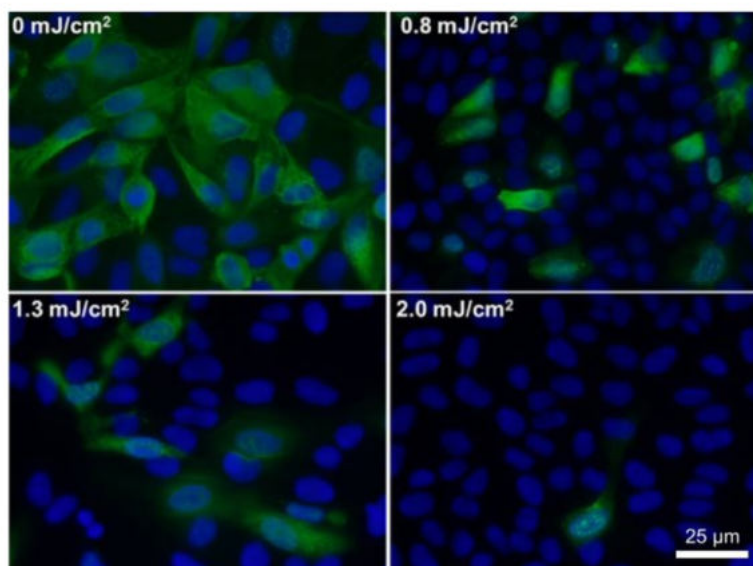


Immagine 1. Antiviral efficacy of different low doses of 222-nm far-UVC light. (Infected cells fluoresce green)



Efficacia UVC

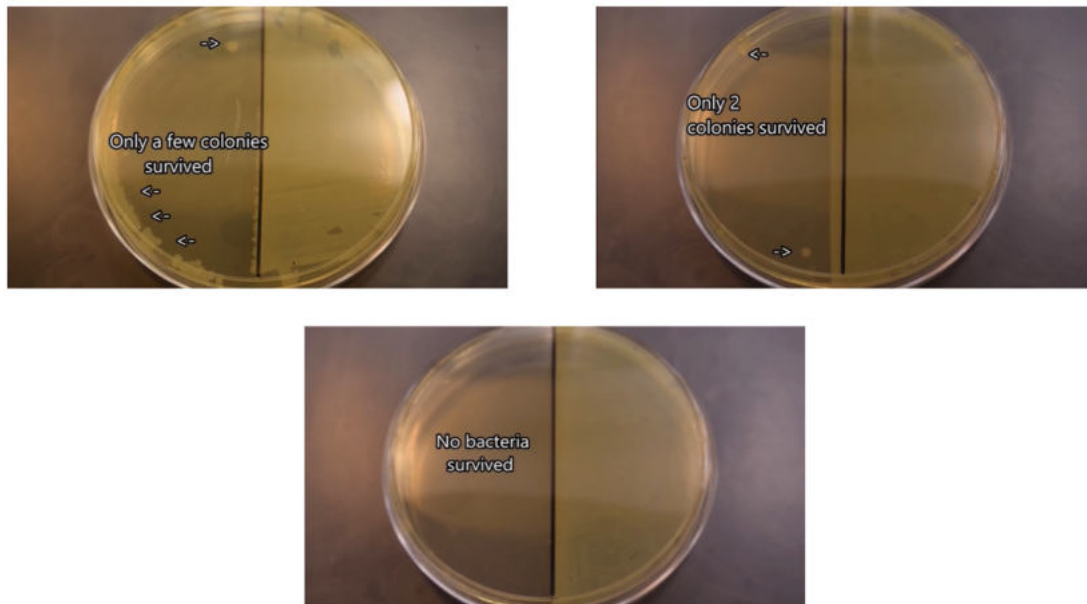


Immagine 2. Effetto UV su Escherichia Coli al variare del tempo di esposizione (nell'ordine: 30 secondi, 1 minuto, 2 minuti)



Efficacia UVC

«Application of UVC is becoming increasingly frequent as concerns about indoor air quality increase. UVC is now used as an engineering control **to interrupt the transmission of pathogenic organisms, such as Mycobacterium tuberculosis (TB), influenza viruses, mold, and potential bioterrorism agents**»⁶.

«**Viruses (Influenza viruses, Measles, SARS, Smallpox) and vegetative bacteria are the generally most susceptible to UV inactivation**»⁶.

«UVC for surface disinfection, particularly in health care settings, has been applied **to reduce the number of microorganisms on surfaces**, and consequently UVC should contribute to a reduction in these healthcare-acquired infections»⁶.

⁶ «Ultraviolet air and surface treatment» ASHRAE Handbook, chapter 62



Efficacia UVC

«If we can confirm that far-UVC light does efficiently kill coronaviruses, lights could be deployed anywhere people congregate, including schools, airports, train stations, airplanes, and hospitals, to limit the spread of the virus that causes COVID-19 as well as other coronaviruses that cause other respiratory diseases»⁷.

«Columbia University Center for Radiological Research (CRR) is intensively focused on pursuing cutting-edge research to test the use of a new UV-light (UVC) technology to limit the spread of airborne viruses»⁷.

«CRR's technology is a solution to curtail the spread of not only the virus that causes COVID-19 but also future super-viruses»⁷.

⁷. «Using the power of light: preventing the airborne spread of coronavirus and influenza virus»
Columbia University Center for Radiological Research



Efficacia UVC

«Una luce ultravioletta contro il coronavirus: funziona davvero? Sì, secondo ricercatori della Columbia University le fonti luminose UVC possono far male al virus»⁸.

«La battaglia contro il coronavirus sarà lunga e complicata e avere un'arma in più per combatterlo non può che essere utile. Una di queste potrebbe essere la luce ultravioletta lontana (UVC) secondo uno studio della Columbia University.»⁸.

⁸. «Luce ultravioletta contro il coronavirus: cosa c'è di vero» Leonardo Pasquali



Efficacia UVC

«We show for the first time that **far-UVC efficiently inactivates airborne aerosolized viruses**, with a very low dose of 2 mJ/cm² of 222-nm light inactivating >95% of aerosolized H1N1 influenza virus»⁹.

«Continuous very low dose-rate far-UVC light in indoor public locations is a **promising, safe and inexpensive tool to reduce the spread of airborne-mediated microbial diseases**»⁹.

⁹. «Far-UVC light: a new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases»
Welch, D., Buonanno, M., Grill, V. et al.



Efficacia UVC

«La scienza ha provato che **una sanificazione manuale lascia un residuo di circa il 40% di ambiente sporco**»¹⁰.

«La lampada emette **raggi UVC** ad una determinata lunghezza d'onda, 200-283 nm, poiché in questo spettro d'azione lui ha quattro meccanismo d'azione che permettono la **distruzione dell'RNA degli agenti patogeni**»¹⁰.

«Con due cicli da 5 minuti la stanza (d'ospedale, ndr) è sanificata completamente»¹⁰.

«**Abbiamo il patent che funziona sul covid**»¹⁰.

«**Negli USA c'è una grossa catena di alberghi che lo utilizza, in Spagna viene utilizzato negli aeroporti**»¹⁰.

¹⁰. Intervista a Marco Scillieri, sales manager presso ab medica (distributore italiano di LightStrike della Xenex Disinfection Services)



Efficacia UVC

«Uno studio condotto dal **Texas Biomedical Research Institute** ha evidenziato che usando questo tipo di robot si ha una **riduzione del 99,99% del carico patogeno sulle superfici**»¹¹.

«È un dispositivo utilissimo e innovativo che ritengo abbia **contribuito validamente a evitare casi di infezione tra il personale e a garantire la sanificazione degli ambienti**»¹².

«Non è un caso infatti se tra medici e infermieri del Sacco neanche uno è stato fino a oggi colpito dal Covid-19»¹².

«Non solo negli **Stati Uniti**, ma anche negli ospedali **Sacco e San Raffaele** di Milano, nell'**Humanitas Gavazzeni** di Bergamo e in **altre strutture** di Veneto, Piemonte e Sicilia è da pochissimo sbarcato il robot «Light Strike» che stermina in cinque minuti, usando raggi ultravioletti allo xeno, non solo virus, batteri, spore e funghi, ma anche il temuto Covid-19»¹².

¹¹. «Emergenza virus: il robot anticovid che sanifica i reparti» Servizio di Skytg24 sul Sacco di Milano dove è stato adottato il LightStrike della Xenex Disinfection

¹². «Coronavirus, il robot che sanifica ospedali e uffici con i raggi ultravioletti» Intervista al Professor Massimo Galli, infettivologo dell'ospedale Sacco di Milano



Efficacia UVC

D-FENCE PACK BY FIAT

«Insieme a Mopar abbiamo deciso di dotare 500 e Panda di tre dispositivi [...] Il terzo è una lampada a **raggi UV** che aiuta a **igienizzare tutte le superfici che tocchiamo in macchina**: il volante, il cambio, i sedili e perché no anche le buste della spesa prima di portarle in casa»¹³.

«Lampada a raggi UV che rimuove fino al 99% dei batteri presenti sulle superfici»¹³.

¹³. «Fiat 500 e Panda Hybrid con D-Fence Pack Press Conference - ft. Olivier Francois»



Azione UVC sull'ozono

«Le radiazioni UV coprono quella porzione dello spettro elettromagnetico con una lunghezza d'onda compresa tra 100 e 400 nanometri (nm) e si dividono in tre categorie principali: UVA (315-400 nm) UVB (280-315 nm) UVC (100-280 nm)»¹⁴.

«Molecole di ozono, colpite da radiazioni ultraviolette con lunghezza d'onda tra i 240 e i 300 nanometri, si dissociano, formando di nuovo ossigeno molecolare (O₂) e un atomo di ossigeno libero (O)»¹⁵.

Meccanismo di Chapman:



L'ultima fase, che chiude poi il ciclo, è la fase di schermatura dei raggi UV che riporta alla formazione dell'ossigeno molecolare e del radicale ad alta reattività.¹⁶

¹⁴. «Raggi ultravioletti. Informazioni generali» Epicentro (portale dell'epidemiologia per la sanità pubblica)

¹⁵. «Ozono: che cos'è l'ozonosfera?» Focus

¹⁶. Meccanismo di Chapman, Wikipedia



BIBLIOGRAFIA

1. «Parere del CNSA sul trattamento con ozono dell'aria negli ambienti di stagionatura dei formaggi»

DIPARTIMENTO DELLA SANITÀ PUBBLICA VETERINARIA DELLA SICUREZZA ALIMENTARE E DELLA NUTRIZIONE - SEGRETARIATO NAZIONALE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO - UFFICIO IV

2. «Ozono: un'arma potente per combattere l'epidemia di COVID-19»

Zhou Muzhi, Professore della Tokyo Keizai University e Presidente del Cloud River Urban Research Institute.

Esperimento condotto nel laboratorio P3 dal Professor Li Zelin.

3. «Potential use of ozone in SARS-CoV-2 / COVID-19. »

Official Expert Opinion of the International Scientific Committee of Ozone Therapy (ISCO3). ISCO3/EPI/00/04 (March 14, 2020). Approved by ISCO3 on 13/03/2020.

Original drafters of the paper: Adriana Schwartz, Scientific Secretary of ISCO3, Gregorio Martínez-Sánchez, President of ISCO3.

4. Intervista al Dottor Martinelli, Dirigente medico Dip. Scienze biomediche osp. San Pietro FBF Roma e Vicepresidente Nuova FIOO (Nuova Federazione Italiana di Ossigeno-Ozono)

<https://www.avionews.it/item/1228422-inchieste-ozono-e-la-risposta-al-coronavirus.html>

5. Intervista al Professor D'Agostini, Cattedra di Microbiologia clinica dip. Medicina sperimentale Università di Tor Vergata

<https://www.avionews.it/item/1228443>

6. «Ultraviolet air and surface treatment»

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers – New York) Handbook, chapter 62

7. «Using the power of light: preventing the airborne spread of coronavirus and influenza virus»
Columbia University Center for Radiological Research

8. «Luce ultravioletta contro il coronavirus: cosa c'è di vero»

Leonardo Pasquali, <https://www.money.it/Luce-ultravioletta-contro-il-coronavirus-cosa-ce-di-vero>

9. «Far-UVC light: a new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases»

Welch, D., Buonanno, M., Grilj, V. et al. Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. *Sci Rep* 8, 2752 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21058-w>

10. Intervista a Marco Scillieri, sales manager presso ab medica (distributore italiano di LightStrike della Xenex Disinfection Services)

<https://www.youtube.com/watch?v=LHKBCDPgm30>

11. «Emergenza virus: il robot anticovid che sanifica i reparti»

Servizio di Skytg24 sul Sacco di Milano dove è stato adottato il LightStrike della Xenex Disinfection

12. «Coronavirus, il robot che sanifica ospedali e uffici con i raggi ultravioletti»

Intervista al Professor Massimo Galli, infettivologo dell'ospedale Sacco di Milano

https://www.corriere.it/economia/lavoro/20_maggio_07/coronavirus-robot-che-sanifica-ospedali-uffici-raggi-ultravioletti-9ec65e96-8fd4-11ea-bb7f-d3d655d2211a.shtml?refresh_ce-cp

13. «Fiat 500 e Panda Hybrid con D-Fence Pack Press Conference - ft. Olivier Francois»

<https://www.youtube.com/watch?v=Jc3jluojc5w>

14. «Raggi ultravioletti. Informazioni generali»

Epicentro (portale dell'epidemiologia per la sanità pubblica) <https://www.epicentro.iss.it/uv/>

15. «Ozono: che cos'è l'ozonosfera?»

Focus

16. Meccanismo di Chapman

Wikipedia, https://it.wikipedia.org/wiki/Meccanismo_di_Chapman

Tabella 1. Inattivazione di batteri, virus, funghi, muffe ed insetti in seguito ad ozonizzazione
Edelstein et al., 1982; Joret et al., 1982; Farooq and Akhlaque, 1983; Harakeh and Butle, 1985;
Kawamuram et al. 1986

Immagine 1. Antiviral efficacy of different low doses of 222-nm far-UVC light. (Infected cells fluoresce green).

«Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases.»

Welch D1, Buonanno M2, Grilj V2, Shuryak I2, Crickmore C2, Bigelow AW2, Randers- Pehrson G2, Johnson GW2, Brenner DJ2. Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, New York, New York, 10032, USA

Immagine 2. UV effects on bacteria time-laps

<https://www.youtube.com/watch?v=z4qrnMlhbpE&feature=youtu.be>

mcCOVID 4.0

*la gamma di dispositivi contro Virus, Batteri, Muffe, Spore e Insetti
largamente più completa sul Mercato*

Nel 2019 il CORONAVIRUS (COVID19) colpisce il mondo costringendolo a misure di contenimento severe (lockdown).

Numerosi Paesi hanno utilizzato questo protocollo per evitare la diffusione della malattia.

Dopo la chiusura totale, i Governi si dirigono progressivamente verso la «Fase 2» che prevede la ripresa delle attività economica, produttiva e commerciale (intesa come PMI e grandi Imprese, Enti governativi ed esercizi o centri commerciali), piuttosto che delle attività didattiche, ricreative e sportive.

L'esposizione al rischio di risalita dei contagi per il Lavoratore e per il Cittadino (anche in considerazione del fatto che l'Organizzazione mondiale della Sanità ha dichiarato che non ci sono ancora prove scientifiche che le Persone che sono guarite dal coronavirus abbiano gli anticorpi tali da immunizzarli da una seconda infezione) porta al vaglio del Governo un possibile «lockdown di ritorno».

Sistemi di prevenzione, protezione e tracciamento potranno configurarsi per Aziende, Enti ed Esercenti come elemento differenziale in termini di:

- **Sicurezza:** sul posto di lavoro e sulla frequentazione di ambienti pubblici
- **Advertising:** possibilità di dimostrare la sicurezza della propria attività al Pubblico (bar, hotel, stabilimenti balneari, ..)
- **Conformità normativa:** rispetto delle normative vigenti in materia di prevenzione e protezione sanitaria
- **Manleva:** protezione dal rischio residuo (in caso di contagio la Struttura sarà esente da colpe)

Le soluzioni proposte nel sistema mcCOVID 4.0 sono dotate delle certificazioni necessarie per la distribuzione in Italia e recepiscono in toto le normative vigenti per il rispetto della privacy.



Uffici e realtà produttive



Ospedali e RSA



Aeroporti e stazioni



Hotel e ristoranti



Banche ed enti



Centri commerciali, centri fitness, piscine

Un Mercato Globale

che coinvolge

tutti i Settori



DISPOSITIVI PER LA SANIFICAZIONE



DISPOSITIVI PER LA SANIFICAZIONE

mcCOVID 4.0

Torri per sanificazione di strutture 4.0

- 1** Sanificazione Ozono e UVC
- 2** Contro virus, batteri, muffe spore e insetti
- 3** Struttura su ruote per sanificare grandi spazi
- 4** Cicli brevi con rilascio scontrino
- 5** Blocco automatico per accessi inattesi
- 6** Monitoraggio e controllo centralizzato e IoT
- 7** Centralina di controllo remoto bluetooth
- 8** Numero di lampade variabile secondo necessità da 2 a 30



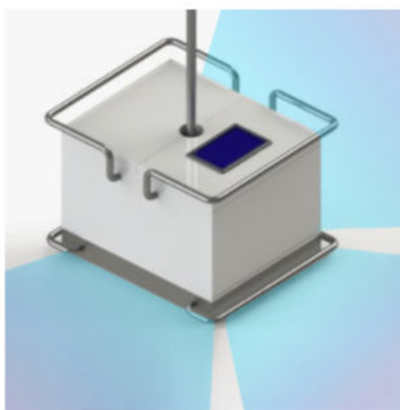
Kit per la nebulizzazione di liquidi sanificanti

- 1** Serbatoio da 20 litri per liquido disinfettante
- 2** Funziona con ogni liquido di sanificazione
- 3** Display touch-screen sanificabile
- 4** Disponibile opzionalmente sistema di asciugatura a raggi infrarossi



Kit per sanificazione dei corridoi

- 1** Sanificazione per prossimità
- 2** Effetto immediato (singolo passaggio, in continuo) per pavimento, pareti e soffitto
- 3** Controllo velocità di sanificazione (buzzer)
- 4** Deflettori per la sicurezza dell'Operatore



Lampade per la sanificazione ambiente 4.0

- | | |
|--|--|
| <p>1 Sanificazione raggi Ozono e UVC</p> <p>2 Contro virus, batteri e muffe in ambienti a rischio</p> <ul style="list-style-type: none"> - bussole di accesso (banche,...), ascensori,... - bagni, docce, negozi, uffici,... | <p>3 Cicli brevi con rilascio scontrino</p> <p>4 Blocco automatico per accessi inattesi</p> <p>5 Monitoraggio e controllo centralizzato e IoT</p> |
|--|--|



Carrelli per sanificazione pavimenti 4.0

- | | |
|---|---|
| <p>1 Sanificazione UVC</p> <p>2 Efficace contro virus, batteri e muffe</p> <p>3 Compatibile con ogni tipo di pavimentazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - standard (piastrelle, marmi, pietre,...) - delicati (moquette, parquet,...) | <p>4 Passaggio in continuo (no cicli)</p> <p>5 Attivazione e spegnimento con il movimento</p> <p>6 Monitoraggio, controllo centralizzato e IoT</p> |
|---|---|



Pedana per la sanificazione scarpe 4.0

1 Sanificazione UVC

2 Contro virus, batteri e muffe in ambienti a rischio

- bussole di accesso (banche,...), ascensori,...

- negozi, uffici,...

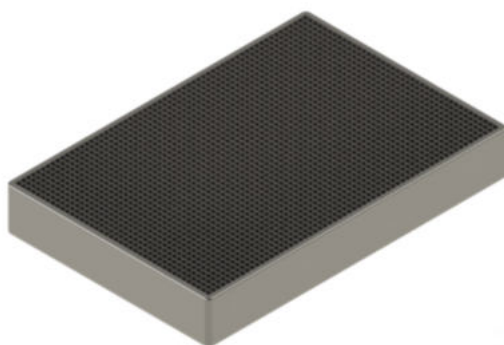
- tornelli

3 Attivazione a pressione

4 Cicli brevi con rilascio scontrino

5 Blocco automatico per accessi inattesi

6 Monitoraggio e controllo centralizzato e IoT



Box per sanificazione 4.0

1 Sanificazione Ozono e UVC

2 Efficace contro virus, batteri, muffe, spore e insetti

3 Multifornato (cassetti, cassoni, armadi, custom)

4 Cicli brevi con rilascio scontrino

5 Blocco apertura automatico a inizio ciclo

6 Sblocco apertura automatico a fine ciclo

7 Monitoraggio, controllo centralizzato e IoT



PROCESSO DI SANIFICAZIONE CICLO OZONO + UVC

MODALITA' OPERATIVE

1	Evacuazione dell'ambiente da sanificare	
2	L'Operatore, fuori stanza, avvia il ciclo in remoto	Monitoraggio e controllo a mezzo stazione Bluetooth
3	Produzione ozono dall'aria (secca e pulita, senza utilizzare vapore come fluido vettore)	Produzione a mezzo di lampade ionizzanti
4	Diffusione dell'ozono nell'ambiente	Diffusione a mezzo di ventole dedicate
5	Rilevazione saturazione ambiente (PPM tabellate per tipologia di sanificazione).	Monitoraggio e controllo a mezzo stazione Bluetooth
	Con un dimensionamento di massima la macchina è auto adattiva al volume dell'ambiente da sanificare	Rilevazione a mezzo di sensore di precisione
6	Disattivazione produzione ozono e ricircolo dell'aria	Spegnimento delle lampade ionizzanti e delle ventole Rilevazione a mezzo di sensore di precisione Eventuale modulazione a mezzo di lampade ionizzanti
7	Ciclo di attesa tabellato, con controllo continuo del livello di ozono ed eventuale refill di ozono	Attivazione delle lampade UVC e delle ventole
8	Riconversione dell'Ozono in ossigeno e sanificazione diretta a raggi UVC	Rilevazione a mezzo di sensore di precisione
9	Rilevazione Ozono residuo nell'ambiente	
10	Fine ciclo	Spegnimento delle lampade UVC e delle ventole
	Allarme di fine ciclo (onboard)	Sirena
	Emissione scontrino (onboard)	Stampante
	Feedback (sulla stazione Bluetooth)	Bluetooth e IOT
11	Rioccupazione dell'ambiente sanificato senza areare	



Capitolo 7

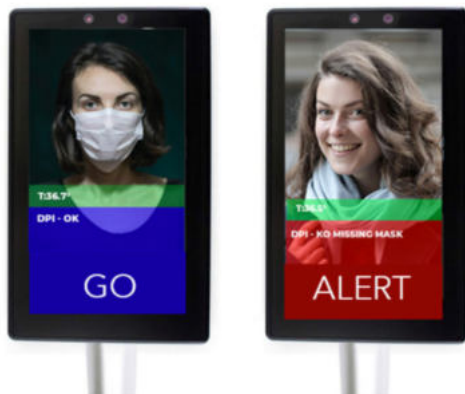
Termoscanner 4.0 e Dispositivi per il Distanziamento Sociale

I dispositivi di monitoring ambientale si inquadrano nella gestione degli stessi spazi interessati dalla sanificazione e integrano i dispositivi già illustrati nel capitolo precedente. Essi non sono direttamente interessati dai processi di sanificazione ma ne alzano gli standard di efficienza e la facilità nell'uso. A questo proposito un ulteriore contributo con il Team di lavoro abbiamo cercato di darlo creando una metodologia descritta nel relativo paper, per evitare che, come avvenuto per la diffusione del Covid in Italia, una Persona proveniente da altra zona del Pianeta, apparentemente sana, sviluppi i sintomi del virus durante la permanenza nel luogo dove andrà a risiedere (hotel, struttura di accoglienza, ufficio o centro commerciale, ..) e ignorandolo diventi un “untore”. La metodologia ideata utilizza i termoscanner sviluppati dal Team e fa sì che il Soggetto che a sua insaputa ha sviluppato l’infezione venga immediatamente confinato e, attraverso opportune notifiche lanciate dal sistema, preso in consegna dalla Autorità sanitarie, le quali provvederanno a prendere le decisioni necessarie per la salvaguardia del soggetto e per evitare la diffusione del contagio.

TERMOSCANNER 4.0

Rilevazione temperatura corporea e utilizzo corretto dei DPI

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1 Rilevazione temperatura 2 Dispositivo di precisione (errore: +/- 0,2°C) 3 Riconoscimento utilizzo maschera 4 Rilevazione maschera indossata correttamente | <ol style="list-style-type: none"> 5 Alert in caso di non conformità (sirena locale) 6 Monitoraggio e controllo centralizzato e IoT 7 Può comandare ulteriori dispositivi in base alla temperatura corporea rilevata 8 Montato su colonnina o tornello |
|--|--|



Lo scanner può essere installato nei punti di accesso esterno-interno ma anche in quelli interno-interno (scale, ascensori, locali comuni, ecc...) per effettuare i controlli di sicurezza periodici oltre che al primo accesso alla struttura.

Il sistema:

- Rileva la temperatura corporea, grazie ad un termoscanner industriale di alta precisione e dialoga costantemente con il software di controllo che segnala eventuali anomalie
- Riconosce la presenza o meno della mascherina e del suo corretto posizionamento sul viso

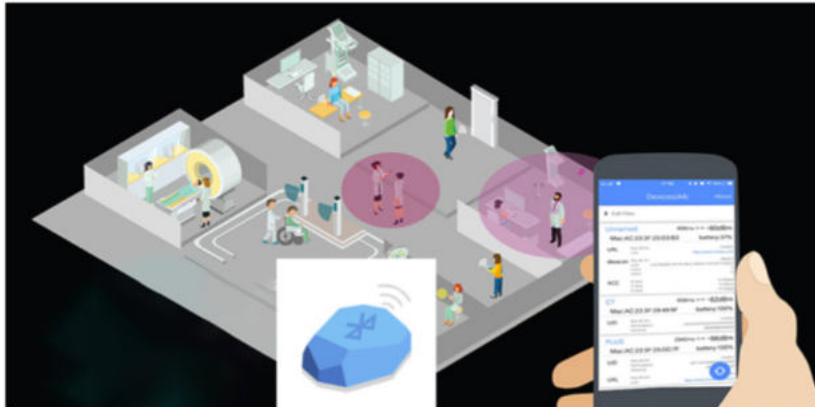
Il rispetto della privacy è garantito dalla non archiviazione delle immagini analizzate.



DISPOSITIVI PER IL DISTANZIAMENTO SOCIALE

Rilevazione anonima di prossimità e allerting

- | | |
|---|---|
| 1 Prossimità accidentale | 5 Cancelli elettronici |
| 2 Avvicinamento progressivo | 6 Reporting e statistiche |
| 3 Assembramenti | 7 Mappa dei contatti in caso di contagio |
| 4 Rilevazione utilizzo DPI e monitoraggio scadenze | 8 Monitoraggio e controllo centralizzato e IoT |



MCProxy A PORTACHIAVI



BEACON



Capitolo 8

Digital Transformation 4.0 di Blocchi Operatori

Blocco Operatorio e Strutture 4.0

Concept

Responsabile Scientifico: Prof. Em. Ing. Roberto Mosca

Responsabile Tecnico: Prof. Ing. Fabio Currò, PhD

Advisor e Coordinatore Scientifico - Tecnico: Prof. Ing. Marco Mosca, PhD

Business Analyst: Dott. Ing. Federico Briatore

Savona, 16/08/2021

Release 4.0

Sommario

A CHI È DIRETTO IL DOCUMENTO	153
SCOPO DEL DOCUMENTO	153
SIGNIFICATO DELLO STUDIO	154
INTRODUZIONE ALLO STUDIO.....	157
Che cosa è la logica 4.0	157
Individuazione fasi di rischio	158
Criticità operative	158
Applicazioni individuate a soluzione dei rischi e delle criticità operative	159
I benefici apportati di carattere generale	161
INFEZIONI OSPEDALIERE	161
APPLICAZIONI INDIVIDUATE	165
Asse 1: Tracking.....	165
Asse 2: Sanificazione	165
A2.1: Sanificazione accesso al Blocco Operatorio.....	167
A2.2: Sanificazione Sala Filtro	167
A2.3: Sanificazione Sale Operatorie	168
A2.4: Sanificazione Sala di Sterilizzazione.....	168
A2.5: Sanificazione Sistema di Climatizzazione	169
Asse 3: Contapezzi.....	169
Asse 4: Bed Management.....	170
A4.1: Monitoraggio letti nelle Recovery Room.....	170
A4.2: Monitoraggio letti in Corsia e nei Reparti	170
A4.3: Monitoraggio letti ricoveri a domicilio.....	171
Asse 5: Monitoraggio parametri comfort ambientale	171
Asse 6: Monitoraggio parametri sicurezza ambientale	171
Asse 7: Controllo accessi.....	171
Asse 8: Monitoraggio e controllo delle macchine.....	172
A8.1: Monitoraggio dell'efficienza delle macchine.....	172
A8.2: CdU (Coefficiente di Utilizzazione).....	172
A8.3: OEE (Efficacia complessiva delle macchine)	173
Asse 9: Monitoraggio energetico e risparmio energetico.....	173
Asse 10: Monitoraggio consumo GAS Tecnici	174

Asse 11: Magazzino di picking 4.0 e preparazione KIT operatori	174
Asse 12: Controllo vocale “hands free”	175
Asse 13: Digital Supply Chain e VMI (Vendor Managed Inventory)	176
Asse 14 (A): Analitica reportistica	176
Il valore del dato e della reportistica	177
A14.A.1: Crystal report	177
A14.A.2: Analisi dei Tempi Aziendali.....	181
A14.A.3: KPI (indici di controllo a soglia).....	183
A14.A.4: Balanced Scorecards	185
A14.A.5: Datalog e statistiche	186
A14.A.6: Controllo statistico di processo (versione estesa)	188
A14.A.7: Ottimizzazione energetica.....	190
Asse 14 (B): Analitica a supporto degli interventi	192
A14.B.1: Scheduler.....	192
A14.B.2: Analisi dei kit operatori (ferri, presidi, farmaci)	193
A14.B.3: Digital Twin	194
A14.B.4: Cyber Physical System.....	195
A14.B.5: Machine Learning e Intelligenza Artificiale.....	195
Asse 15: Analisi dei processi.....	196
Asse 16: Dematerializzazione dei documenti	196
Asse 17: Digitalizzazione dei documenti.....	197
Asse 18: Conservazione digitale dei documenti	198
Asse 19: Service 4.0	198
EXPERTISE DEL TEAM IN SANITA’	199
SELEZIONE DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE PRODOTTE DAL TEAM	200
LITERATURE REVIEW	201
Cloud.....	201
Digital Twin.....	203
IIOT (Industrial Internet of Things).....	204
INDUSTRY 4.0.....	208
Bibliografia / Sitografia.....	212

II. A CHI È DIRETTO IL DOCUMENTO

Il nostro Gruppo è stato negli ultimi anni ripetutamente contattato da Direttori Sanitari e Direttori Generali di importanti Strutture Ospedaliere, al fine di individuare soluzioni ad hoc ai più svariati problemi che affliggevano i diversi reparti delle strutture da loro dirette.

Grazie al progetto di Casa della salute la nostra opportunità di individuazione di soluzioni ad hoc trova una nuova opportunità.

Il tema che c'è stato richiesto di affrontare è quello della gestione del Blocco Operatorio di Casa della Salute nelle sue molteplici attività. Si sono così studiati problemi specifici, tra i quali ricordiamo la gestione del lavaggio e sterilizzazione dei ferri chirurgici, la programmazione degli interventi, il percorso (come sequenza organizzata di visite ed esami) del Paziente chirurgico e tanti altri.

Dall'insieme delle nostre esperienze è nata la convinzione della necessità di affrontare il tema Blocco Operatorio in una visione sistemica, visione che utilizzando gli strumenti resi disponibili dall'Ingegneria più avanzata, consentisse di ridisegnare un Blocco Operatorio esente da tutte le problematiche dalle quali è normalmente affetto.

Il presente documento è, quindi, rivolto all'attenzione a Casa della Salute ma anche a Titolari di Strutture (A.D., Presidenti, CdA) come ai Primari del Reparto che dei Direttori Sanitari e Generali. Le informazioni in esso contenute sono, infatti, di particolare importanza sia sotto il profilo della salvaguardia dell'integrità dell'Equipe (Medici, Infermieri, OS), che in Casa della Salute, come presso altre realtà, svolge la quotidiana attività.

In particolare questi Ultimi che devono tenere sotto controllo, oltre alla salute dei Pazienti che transitano per il nuovo Blocco Operatorio anche l'efficienza economica del Reparto, specie in un momento storico in cui i tagli ai trasferimenti da Stato e Regioni alla Sanità diventano sempre più pesanti, efficienza che, attraverso un adeguato controllo della gestione dello stesso, si tradurrà, a parità di efficacia degli interventi operatori, di totale competenza del Personale Medico che ivi agisce, in sensibili risparmi economici per l'Ente da Loro diretto.

Ciò può avvenire attraverso l'utilizzo di un modello gestionale assai più avanzato tecnologicamente di quello attualmente in essere, basato sul buon senso e sull'inventiva di Persone non formate culturalmente per svolgere questo tipo di attività. Il nuovo modello proposto a Casa della Salute è derivato dalla più avanzata frontiera dell'Ingegneria, ossia dalla cosiddetta Industry 4.0, disciplina in grado di sfruttare al meglio le potenzialità rese disponibili dall'Informatica, dall'Elettronica, dalla Sensoristica nonché da una serie di metodologie opportunamente create dall'Ingegneria Gestionale per una gestione ottimizzata dei sistemi complessi.

III. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il documento è impostato ad alto livello con lo scopo di individuare presso il progetto del nuovo blocco operatorio di Casa della Salute le applicazioni derivabili dalle tecnologie rese disponibili dalla quarta Rivoluzione Industriale, che possano essere applicate in Sanità per

generare valore. L'obiettivo è di presentare al Management di Casa della Salute le opportunità concettualizzate, per permettere allo Stesso di definire le priorità di intervento in base alle necessità specifiche della Struttura. Ciascuna delle tematiche toccate potrà, quindi, essere successivamente estesa ad un livello di dettaglio superiore. Le applicazioni descritte nell'ambito del presente documento permettono di migliorare la conoscenza dei processi che verranno applicati presso il blocco operatorio di Casa della Salute, con grande impatto sul business gestito.

IV. SIGNIFICATO DELLO STUDIO

Lo studio ha come obiettivo quello di trasferire al Blocco Operatorio di Casa della Salute, in primis, e poi all'intera Struttura, i vantaggi che Industry 4.0 ha portato all'impiantistica industriale e, in particolare, la possibilità di monitorare **real time** i processi e di intervenire **on-line**, di conseguenza, sui parametri ritenuti di primaria importanza per il corretto funzionamento del Sistema, nonché di raccogliere dati periferici, dal processo, che vengono opportunamente trasformati in informazioni fruibili per i più diversi tipi di utilizzo. Da sottolineare che tutto questo avviene a qualsiasi distanza dal punto di rilevazione e diventa accessibile da qualsiasi punto del globo ove sia presente una connessione Internet, senza necessità di alcun Intervento Umano in presenza.

Con riferimento Fig. 3.1 il processo implementativo per il progetto del blocco operatorio di Casa della Salute consiste in 4 fasi in serie e 3 in parallelo.

Le fasi in serie permettono di migliorare la conoscenza del parco macchine del blocco operatorio di Casa della Salute, centralizzarne i dati periferici, analizzarli, trasformarli in informazione fruibile e condividerli su qualsiasi device autorizzato.

Le successive fasi in parallelo permettono la transizione -del progetto per Casa della Salute- dal monitoraggio al controllo e l'estensione ad una fase analitica avanzata, mediante l'utilizzo dei più moderni strumenti di simulazione, quali Digital Twin e Cyber Physical System, con i quali sviluppare una conoscenza superiore del processo tale da, oltre che a migliorare la performance, aprire le porte a nuovi servizi (si veda, in proposito, il capitolo Service 4.0).

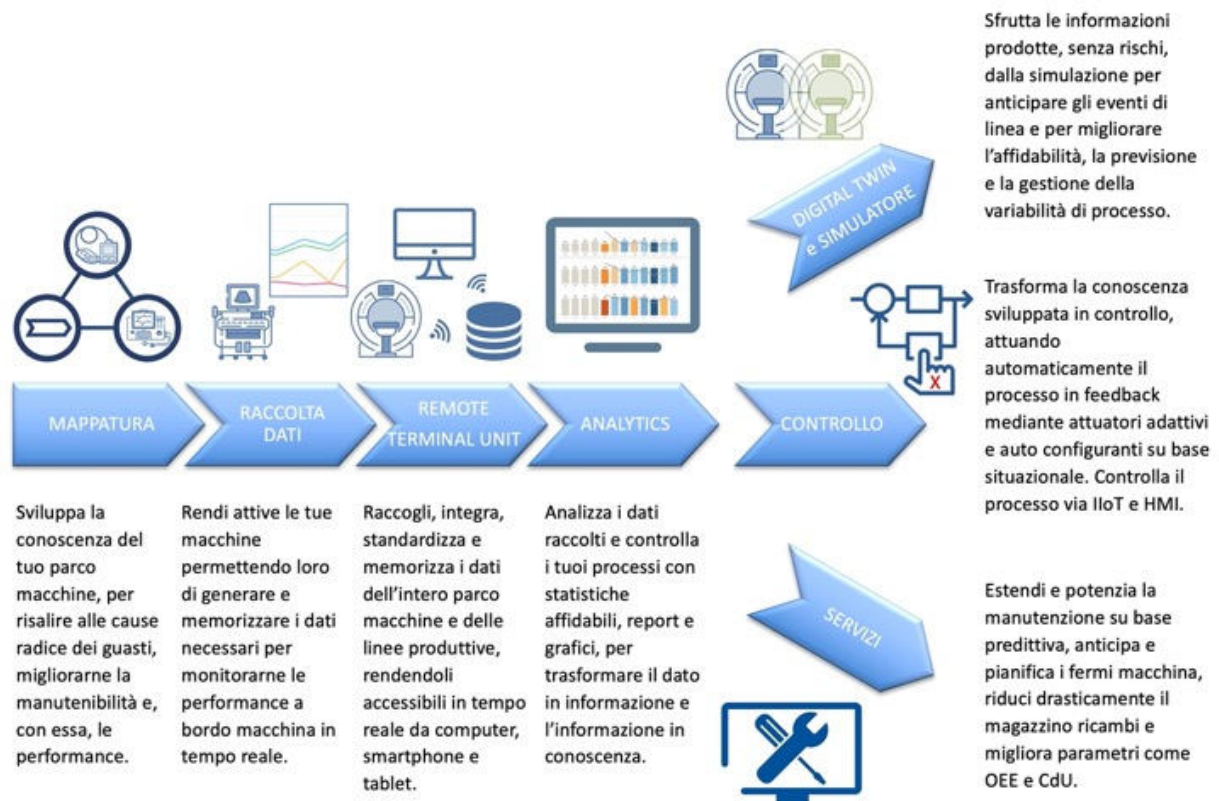


Fig 3.1 Mappa implementativa Industry 4.0

Il concetto di rendere i dati periferici monitorabili mediante raccolta, campionamento, centralizzazione, integrazione e analisi, così trasformandoli in informazione fruibile per il Gestore, permettendogli di migliorare la conoscenza del processo e di monitorarne, real time, l'evoluzione.

Il passaggio successivo consiste nell'utilizzare questa conoscenza in modo automatico per intervenire, laddove possibile, sul processo in feedback Fig. 3.2. L'intelligenza decentrata è univocamente considerata uno degli aspetti cardine della quarta Rivoluzione Industriale.

Il gap sussistente tra il monitoraggio del processo e il controllo in feedback rappresenta uno spreco di Tempo e di Risorse. L'intervento di un Operatore qualificato richiede competenze, decisioni e costi.

Obiettivo della fase è il controllo di processo in feedback, con attuazione automatizzata e intervento umano ridotto.

□ Oggetto della fase "Controllo"

- Attuazione processo in feedback
 - Trasformazione della "conoscenza" in "azione"
- Possibile installazione di I-HMI (Industrial Human-Machine Interface)
 - Interfaccia di monitoraggio del processo e dei controlli automatizzati
 - Possibilità di intervento forzato
- Disponibilità di controlli proprietari e di Mercato

□ Valore aggiunto dalla fase

- Monitoraggio e controllo IIoT (Industrial Internet of Things)
- Riconfigurazione dei controlli automatica, su base situazionale
- Interventi in feedback automatici, tempestivi, più precisi, di maggior efficacia e a minor costo
- Generazione richieste intervento Operatore su base parametrica configurabile (intervento umano ridotto)
- Abilitazione delle fasi successive del processo d'offerta illustrato



Fig. 3.2 Feedback

Il fulcro del processo sopra descritto è evidenziato in verde nella Fig. 3.3 sottostante, che raffigura la raccolta dati. L'elaborazione e il controllo in feedback.

La parte evidenziata in azzurro, invece, mostra come i dati, una volta centralizzati, possano essere condivisi con qualsiasi device autorizzato e con il server aziendale (in proposito si noti che il sistema proposto nasce indipendente, allo scopo di non interferire con l'architettura IT aziendale, per poi rendere i dati disponibili per integrazione con le molteplici piattaforme che possano essere in uso, tipo ERP, MRP, CRM, WMS, ..) e, nel caso in cui l'Azienda sia strutturata su più Sedi, con gli altri server tali da sviluppare, allo stesso tempo, una visione aggregata di insieme, quanto dettagliata al singolo punto di raccolta).

La parte in bianco è riservata, in ultimo, al Cyber Space, ossia ai Digital Twin dei macchinari fisici che, collegati on-line e real time, vivono di vita propria, ma imparano dalla quotidianità del sistema mediante algoritmi di Machine Learning e permettono sia di migliorare la conoscenza del sistema, sia di generare previsioni aggiornate in termini di gestione delle Risorse (Personale, Infrastrutture, scorte). Il sistema complessivo si definisce Cyber Physical System e incorpora la maggior parte dell'innovazione offerta da Industry 4.0.

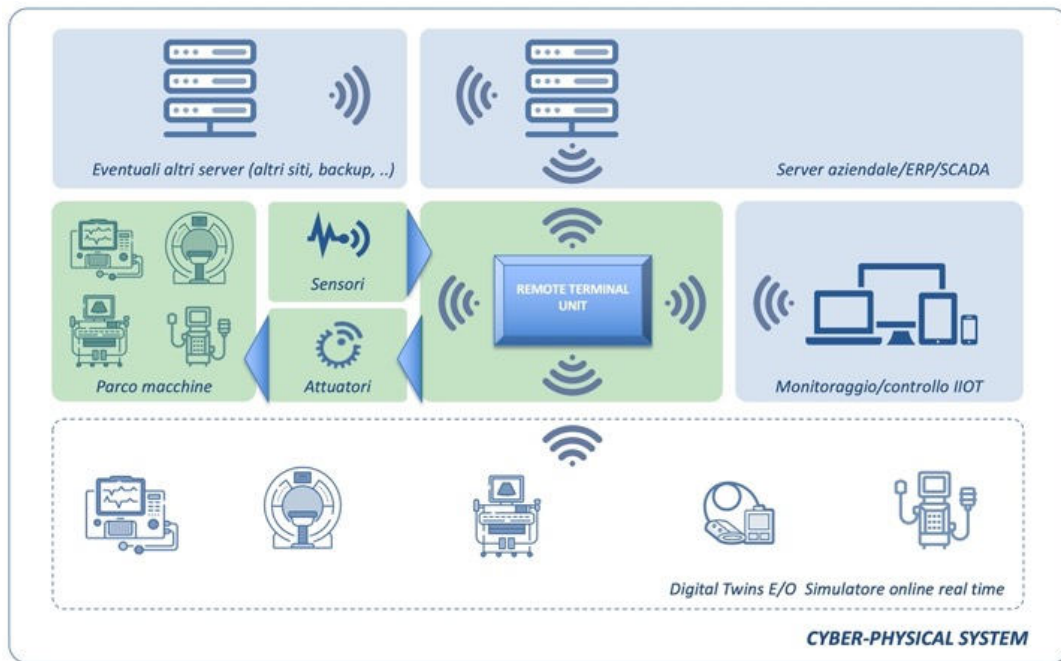


Fig. 3.3 CPS (Cyber Physical System)

V. INTRODUZIONE ALLO STUDIO

A. Che cosa è la logica 4.0

Lo Studio avrà una sezione dedicata al progetto blocco operatorio Casa della Salute dove si evidenzierà la tecnologia di **raccolta e campionamento del dato** (periferica a mezzo sensori con elettronica dedicata), di **gestione del dato** (concentrazione a mezzo gateway e integrazione centrale su server) e di **accesso alle informazioni derivate dai dati analizzati** (a mezzo computer, tablet, smartphone e device autorizzati), sviscerando così gli aspetti 4.0 del progetto.

Di sicura importanza l'approfondimento di uno degli aspetti primari dell'Ingegneria 4.0, ossia l'utilizzo di adeguate tecnologie per la **raccolta, campionamento e analisi dei dati**, per la loro gestione e per l'accesso alle informazioni derivate dall'elaborazione di tali dati in modo da trasformarli, mediante analisi, in informazioni fruibili dal Personale.

Questo processo presso il blocco operatorio di Casa della Salute si concretizza tramite opportuni sensori con elettronica dedicata, concentrazione prima e integrazione poi degli stessi sul server centrale e di qui accesso tramite device di varia natura quali computer, tablet, smartphone e altro, ovviamente dotati di esplicita autorizzazione, nel pieno rispetto della Cyber Security. A questo modo è possibile analizzare e sviscerare in forma esplicita tutti gli aspetti 4.0 del progetto tirandone di volta in volta le relative conclusioni in termini di rispondenza alle attese e miglioramenti desiderabili.

B. Individuazione fasi di rischio

Nella normale gestione di un Blocco Operatorio Pazienti ed Addetti vanno incontro ad alcuni inconvenienti di sicura importanza per la loro incolumità. E' noto, infatti, e le tabelle allegate (nel Capitolo Infezioni Ospedaliere) ne danno una visione quantitativa, che i Pazienti che soggiornano al Blocco Operatorio sono, non infrequentemente, soggetti ad aggressioni da Virus e Batteri per guarire le quali è necessario intervenire con esplicite cure spesso difficili dovute alla resistenza sviluppata dagli agenti patogeni ai farmaci.

Conseguenza diretta sono le fastidiose infezioni per i Pazienti e i costi addizionali per l'Ente, che deve provvedere alle opportune cure.

Anche la possibile fastidiosa presenza di insetti, muffe e persino roditori costituisce un evento possibile, la cui soluzione risulta non banale per l'impossibilità di utilizzare i comuni insetticidi e ratticidi che andrebbero a generare nuove fasi di rischio in un ambiente sterile. Altra problematica alla quale si assiste sovente, specie in periodo di sovraccarico di interventi da parte delle singole Equipe, il fatto che un ferro chirurgico sfugga al controllo degli Operatorie venga lasciato nel corpo del Paziente con necessità di provvedere alla sua rimozione. Anche in questo caso facile immaginare le conseguenze negative per il Paziente e per l'Ente. Per quanto concerne il Personale del Blocco Operatorio Addetto al lavaggio dei ferri che arrivano "sporchi" dalla Sala Operatoria e che devono venire pretrattati prima di avviare il ciclo di sterilizzazione accade che Essi si procurino accidentalmente tagli o punture con le conseguenze facilmente immaginabili.

C. Criticità operative

La gestione di un Blocco Operatorio, generalmente costituito da molteplici Sale Operatorie, estesa poi a quella più ampia dell'intera Struttura o, addirittura, di più Strutture, presenta complessità non banali, che impattano a 360 gradi sull'efficienza, sui costi e sulla Customer Satisfaction. A titolo esemplificativo si annoverano le seguenti. La gestione dei Presidi Medici e dei Farmaci risulta normalmente difficile in termini di dimensionamento, acquisto e tracciabilità all'interno del Blocco Operatorio. Il monitoraggio dei Pazienti nella Recovery Room, come nei Reparti costringe il Management a un investimento in Personale per il controllo h24 e, ciò nonostante, è soggetto a inefficienze che impattano sia sulla sicurezza che sul comfort del Paziente. Il Personale Ospedaliero e Ospite indirizzato ad aree specifiche rischia di prendere percorsi sbagliati (in mondo intenzionale o non intenzionale) generando disagi, rischi e impattando sui flussi. Il consumo dei gas tecnici è difficile da monitorare in tempo reale, con conseguenze negative sulle scorte e sul riassortimento. Il processo di Pianificazione, Programmazione e Schedulazione degli interventi presenta difficoltà estrema dal punto di vista gestionale, in considerazione delle cancellazioni (trasferimento, malattia, decesso), degli inserimenti (interventi urgenti), delle sostituzioni (cambio Paziente), delle indisponibilità (Equipe, Macchinari, Sale) e della durata degli interventi (variabile per natura stessa), che richiedono alla Capo Sala e al Personale in Staff uno sforzo significativo di ri-Schedulazione in urgenza, avente i seguenti effetti sul sistema:

- Stress del Personale;
- Impossibilità oggettiva di ottimizzare l'Agenda;

- Diminuzione degli interventi effettuabili e, quindi, slittamenti;
- Liste allungate (rischi per la salute);
- Danno economico per l'Ente.

Analogamente la preparazione dei kit operatori per gli interventi succitati risulta complessa perché affetta dalla variabilità appena descritta. Inoltre l'integrazione a monte con i Fornitori è normalmente carente e si riduce a contatti per l'effettuazione di ordini di acquisto e consulenze sui prodotti.

D. Applicazioni individuate a soluzione dei rischi e delle criticità operative

Nella concezione del Blocco Operatorio 4.0 di Casa della Salute e, idealmente, dell'intera Struttura 4.0, considerato quanto sopra descritto, utilizzando le metodologie, gli strumenti e gli impianti messi a disposizione dall'Industry 4.0 i problemi citati nei due capitoli precedenti ("Individuazione delle fasi di rischio" e "Criticità Operative"), come descritto nel seguito, possono essere risolti in modo efficace, efficiente e con costi sostenibili da Casa della Salute che, anzi, ne avrà un ritorno ampiamente positivo sia dal punto di vista economico che dell'immagine.

Molti i parametri che possono essere messi opportunamente sotto controllo a distanza e in tempo reale nel caso del Blocco Operatorio di Casa della Salute.

Partendo dal **microclima**, un rigoroso controllo della **temperatura** e dell'**umidità relativa** h24 di ogni ambiente si traduce in benessere fisico per chi vi deve soggiornare e in risparmio di energia attraverso una gestione ottimizzata dei relativi parametri nelle diverse ore del giorno.

Sempre con riferimento al Blocco Operatorio come contenitore, un'ulteriore serie di parametri può venire tenuta sotto controllo a salvaguardia della **sicurezza dell'ambiente** sia in presenza che in assenza del Personale. In questa ottica si fa osservare l'importanza di poter monitorare (e bloccare sul nascere) eventi disastrosi quali **allagamenti, incendi, fughe dei gas** in uso nelle sale, **fumi** di varia natura che possano causare danni alle attrezzature e alle strutture, ma anche di controllare l'eventuale presenza di **agenti patogeni e radiazioni**, nemici invisibili che possono causare gravi problemi alla incolumità delle Persone che soggiornano nelle sale.

Relativamente, poi, al tema della **sanificazione**, tema cruciale nella gestione dei Blocchi Operatori, si possono compiere molti passi importanti rispetto ai metodi tradizionali, grazie all'Ingegneria 4.0 e alle tecnologie da essa offerte per la produzione e il controllo di **raggi UVC** e **ozono gassoso**.

Tra questi un aspetto di sicura rilevanza in un **Blocco Operatorio 4.0** è la costante sanificazione, mediante raggi UVC, della zona **Filtro** antistante la Sala Operatoria.

Di particolare importanza, inoltre, a tutela della salute degli Operatori, che non infrequentemente si feriscono trattando i **ferri chirurgici sporchi**, è stata studiata una pre-sanificazione “hand free” dei vassoi porta ferri con relativo contenuto, tramite prelavaggio in pressione e trattamento con raggi UVC, erogati da opportune attrezzature 4.0 concettualizzate e messe a punto dal nostro Gruppo.

Altri aspetti resi disponibili dall’Ingegneria 4.0 sono il costante monitoraggio a distanza dell’**efficienza delle macchine** impiegate e del loro coefficiente di utilizzazione, nonché un rigoroso **controllo e autorizzazione degli accessi** tramite badge sulle porte (data log), con trasferimento real time del dato alla centrale di controllo.

Di sicuro interesse, inoltre, la possibilità in **Recovery Room** di un costante **monitoraggio** sia del Paziente che del “sistema letto”, nel caso in cui sia impossibile l’assistenza continua da parte di un Operatore, per prevenire problemi come cadute o letto bagnato, oppure per identificare cambiamenti di stato come, per esempio, stasi o attacchi epilettici.

Il poter disporre, come da logica 4.0, di un **Digital Twin** di ciascuna Sala e dell’intero Blocco Operatorio, ossia di un modello di simulazione attraverso il quale testare la validità di decisioni che si possano prendere per modificare lo status quo avendo la possibilità di valutare gli effetti delle stesse prima di farle diventare operative, si eviterà così di vedere vanificate possibili aspettative talora anche costose che una volta in opera non produrranno i risultati attesi.

Ruolo non meno importante ha lo **Schedulatore**, ossia un motore di affinamento per la calendarizzazione e riprogrammazione giornaliera degli interventi, che consente di liberare il Personale dallo stress connesso a questa attività e di ottimizzare e massimizzare il numero degli interventi eseguibili.

Altro tema di sicuro interesse un rigoroso **tracciamento dei presidi medici e dei farmaci** in ingresso sia al BOP che alle sale operatorie, come pure il **rigoroso controllo ante e post intervento dei ferri** e di quant’altro utilizzato durante l’intervento. Ciò al fine di evitare, come purtroppo ripetutamente accaduto in passato, che un ferro chirurgico venga dimenticato nel corpo del Paziente, con tutte le conseguenze del caso.

L’Industry 4.0 consente, inoltre, di attivare presso il progetto di Casa della Salute una serie di informazioni a supporto degli interventi associando le tecnologie sopra descritte di Digital Twin e Schedulatore a metodi di Machine Learning e Intelligenza Artificiale, così producendo scenari migliorativi in considerazione di funzioni obiettivi differenti quali, per esempio, la massimizzazione degli interventi, la minimizzazione dei costi, la massimizzazione del profitto, la riduzione dei tempi d’attesa, il miglioramento del coefficiente di utilizzazione, il miglioramento del livello di servizio associato al comfort del Paziente, etc.

Lo studio proposto prevede anche di mettere nella giusta luce alcuni servizi accessori quali l'estensione dei servizi di monitoraggio all'intera Struttura, come anche a più Strutture mediante integrazione del dato e, infine, al Paziente allettato presso domicilio proprio, ma con cura affidata alla Struttura. Altri servizi, prevalentemente riguardanti l'analitica, possono essere erogati e gestiti sia localmente sia in cloud, a pura elezione di preferenza dei Gestori della Struttura.

E. I benefici apportati di carattere generale

Un Blocco Operatorio 4.0 porta, dunque, a **sicuri miglioramenti**, con impatto evidente sia in forma qualitativa che quantitativa nella gestione dello stesso a tutto vantaggio di coloro che ivi agiscono (Chirurghi, Anestesisti, Infermieri, O.S., Operatori di Pulizia) e dei Pazienti, nonché dell'Ente che la gestisce; Ente che attraverso un livello di efficienza decisamente elevato sarà in grado di garantire un servizio più sicuro a Personale e Pazienti e di ottenere risparmi significativi sui costi di gestione. In generale i benefici apportati riguardano il miglioramento della conoscenza di processo mediante il monitoraggio e il controllo del dato, così permettendo un risparmio misurabile di tempi e costi per un impatto operativo di rilievo. La conoscenza del processo permette, altresì, di intervenire in maniera assolutamente mirata su problematiche importanti come il contagio da virus e batteri, tramite sanificazione, con ricadute tangibili in termini di sicurezza.

I benefici specifici, generati dalle singole applicazioni, sono descritti con la presentazione delle stesse, nei capitoli successivi.

VI. INFEZIONI OSPEDALIERE

FONTI:

Le infezioni ospedaliere: elementi di epidemiologia e prevenzione 2004;

Healthcare-associated infections in intensive care units - Annual Epidemiological Report for 2015.

Le infezioni ospedaliere, o nosocomiali, sono malattie infettive acquisite in ospedale o in ambienti sanitari (case di cura, lungo degenze ecc.) che colpiscono fra il 5% e il 10% dei Pazienti, causando nei soli USA 80.000 decessi l'anno.

Per essere definite infezioni ospedaliere, il Paziente deve essere stato ricoverato per una causa diversa dall'infezione in questione e non deve avere segni di una malattia infettiva in corso di incubazione al momento del ricovero. Occorre dunque essere certi che sia stata contratta nell'ambiente sanitario.

Queste infezioni possono presentarsi:

- 48 ore dopo il ricovero in ospedale;
- Fino a 3 giorni dopo la dimissione;
- Fino a 30 giorni dopo un'operazione;

- In ambienti sanitari (cliniche di lungo degenza, RSA, etc.) dove il Paziente viene ricoverato per motivi diversi dalla causa infettiva.

Le tempistiche variano ovviamente in base al tipo di infezione e alla carica virale che colpisce il Paziente.

Le più frequenti sono:

- Setticemia e accesso venoso dove è stato inserito un ago, circa 50% dei casi di infezione;
- Polmonite e vie respiratorie, 21% e in costante aumento;
- Tratto urinario, 10,5%. Secondo studi più recenti ammontano oggi al 30/40% del totale delle infezioni ospedaliere, anche se in calo;
- Cute e tessuti molli, 9,8%;
- Orecchio naso, gola ed occhio, 3%;
- Sistema osteoarticolare, 2%;
- Sistema nervoso, 1%;
- Apparato cardiocircolatorio, 0,3%;
- Ferita chirurgica e da decubito, 8% degli ospedalizzati e fra il 15 e il 25% dei ricoverati in reparti per lunga degenza.

Gli interventi invece possono causare una serie molto varia di infezioni, che vanno da quelle superficiali della pelle fino a quelle molto profonde di tessuti, organi e impianti. In Italia una procedura molto a rischio è la chirurgia al colon, con un tasso di infezione di quasi il 9% degli interventi.

Un grosso problema è che il 70% dei batteri coinvolti sono resistenti i comuni antibiotici poiché abituati a sopportare una fortissima pressione farmacologica.

Il semplice lavaggio delle mani prima di qualunque operazione porta a prevenire il 25% delle infezioni, dunque un sistema di sterilizzazione e sanificazione degli ambienti e degli oggetti toccati dagli Operatori porta a un'ulteriore forte riduzione delle occasioni di infezione.

Gli agenti patogeni sono vari e quelli predominanti in Italia sono:

- Lo Staphylococcus aureus: 36% dei casi al Sud, nel 34% al Nord e nel 25% al Centro;
- Lo Pseudomonas aeruginosa: 32% dei casi al Centro, nel 30% al Sud e nel 19% al Nord;
- L'Escherichia coli: 25% dei casi al Nord, 18% al Centro, 13% al Sud;
- Lo Staphylococcus epidermidis: 12% dei casi al Centro, 10% sia nel Nord che nel Sud;
- L'Enterococcus (sia faecalis che fecium): 7% dei casi al Centro, 6% al Nord, 5% al Sud;
- La Klebsiella pneumoniae: 6% dei casi sia al Sud che al Centro e al Nord.

Un report del 2015 dell'ECDC, European Centre for Disease Prevention and Control, ha aggiornato i dati italiani e portato anche le percentuali europee per quanto riguarda le infezioni contratte per le terapie intensive, dividendo per ogni tipo di infezione i patogeni coinvolti:

Table 2. Number of isolates and percentages of the ten most frequently isolated microorganisms in ICU-acquired pneumonia episodes, by country, EU/EEA, 2015

Microorganism	Belgium (n=181)	Estonia (n=85)	France (n= 7 841)	Germany (n= 5 531)	Hungary (n=114)	Italy (n=1 093)	Lithuania (n=292)	Luxembourg (n=13)	Portugal (n=534)	Romania (n= 368)	Slovakia (n=39)	Spain (n=644)	United Kingdom (n=76)	Total (n=16 811)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18.2	3.4	25.0	14.3	25.8	19.1	12.7	20.0	23.5	15.9	17.1	28.1	3.4	20.1
<i>Staphylococcus aureus</i>	16.8	20.3	15.9	19.1	20.4	17.5	14.4	30.0	18.3	8.2	5.7	17.3	22.4	17.0
<i>Klebsiella spp.</i>	15.4	16.9	12.1	16.6	16.1	17.6	21.6	30.0	18.3	22.0	40.0	14.7	12.1	14.9
<i>Escherichia coli</i>	18.9	13.6	12.3	17.1	6.5	10.1	5.1	0	5.7	4.4	2.9	11.0	12.1	13.2
<i>Enterobacter spp.</i>	13.3	16.9	12.5	9.5	5.4	6.0	7.2	10.0	9.9	0.5	0	9.5	19.0	10.5
<i>Candida spp.</i>	2.1	11.9	3.7	9.6	7.5	3.1	7.2	10.0	1.5	0	5.7	1.4	10.3	5.6
<i>Acinetobacter spp.</i>	0	1.7	2.5	1.5	16.1	16.5	26.7	0	7.8	48.9	28.6	3.0	5.2	5.2
<i>Serratia spp.</i>	4.9	1.7	3.9	6.6	0	3.9	1.7	0	5.3	0	0	5.5	3.4	4.7
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	3.5	5.1	6.1	3.0	1.1	2.2	1.3	0	5.3	0	0	5.8	3.4	4.4
<i>Haemophilus spp.</i>	7.0	8.5	6.0	2.7	1.1	4.2	2.1	0	4.6	0	0	3.7	8.6	4.4

n = number of isolates

Source: ECDC, HAI-Net patient-based and unit-based data, 2015. United Kingdom: data from UK-Scotland only

Tab 5.2 Tasso di infezione polmonare dovuti a microorganismo

Table 3. ICU-acquired central line-associated bloodstream infection (CLABSI) rates by country, EU/EEA, 2015

Country/ Network	Number of ICUs	Number of patients	Average length of ICU stay (days)	CVC use (days per 100 patient days)	CLABSI rate (episodes per 1 000 catheter-days)			
					Country mean	25th percentile	Median	75th percentile
Belgium	8	1 370	9.1	76.6	1.8	1.3	1.9	2.4
Estonia	8	1 600	9.9	82.9	2.1	1.1	1.9	2.4
France	188	63 240	11.6	65.9	2.3	0.9	1.9	3.2
Hungary	12	1 497	9.8	65.2	6.0	2.1	3.9	6.7
Italy GIVITI	74	15 616	10.0	82.6	2.7	0.9	2.1	3.9
Italy SPIN-UTI	18	1 160	10.9	79.6	7.2	0.0	3.8	13.3
Lithuania	28	2 739	9.3	63.4	1.6	0.0	0.0	2.4
Luxembourg	8	2 788	9.5	62.1	1.4	0.9	1.5	2.2
Portugal	37	6 047	12.4	80.1	3.2	0.7	2.9	3.9
Slovakia	7	361	9.1	58.6	8.0	1.4	3.6	5.0
Spain	191	38 009	8.1	74.6	2.2	0.0	1.8	3.4
United Kingdom – Scotland	24	6 916	7.9	59.7	2.0	0.5	1.8	2.7

Source: ECDC, HAI-Net patient-based data 2015.

Percentiles: Distribution of incidence per ICU

Tab 5.3 Tasso di infezione del sangue per Paese

Table 4. Number of isolates and percentages of the ten most frequently isolated microorganisms in ICU-acquired bloodstream infection (BSI) episodes by country, EU/EEA, 2015

Microorganism	Belgium (n=61)	Czech Republic (n=119)	Estonia (n=52)	France (n=2 955)	Germany (n=2 361)	Hungary (n=111)	Italy (n=931)	Lithuania (n=67)	Luxembourg (n=29)	Malta (n=16)	Portugal (n=335)	Romania (n=75)	Slovakia (n=14)	Spain (n=1 081)	United Kingdom (n=99)	Total (n=8 297)
Coagulase-negative staphylococci	3.5	37.6	16.0	20.0	24.8	21.2	16.8	23.4	44.4	0.0	17.7	0.0	28.6	29.1	21.4	22.4
<i>Enterococcus spp.</i>	21.1	12.9	14.0	10.7	20.3	15.4	8.7	6.2	14.8	0.0	10.3	10.7	7.1	13.1	4.8	13.7
<i>Klebsiella spp.</i>	15.8	16.8	12.0	11.8	8.2	15.4	18.8	17.2	3.7	41.7	16.1	24.0	28.6	14.0	10.7	12.3
<i>Staphylococcus aureus</i>	14.0	7.9	4.0	11.4	16.7	12.5	10.4	7.8	11.1	0.0	9.0	17.3	7.1	5.5	16.7	11.9
<i>Escherichia coli</i>	17.5	8.9	10.0	12.0	8.8	2.9	9.1	12.5	3.7	16.7	8.1	8.0	0.0	5.3	14.3	9.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10.5	4.0	6.0	11.5	5.7	14.4	9.9	7.8	3.7	16.7	12.3	13.3	21.4	9.6	1.2	9.1
<i>Candida spp.</i>	8.8	5.0	16.0	8.4	7.3	3.8	7.6	4.7	14.8	8.3	7.7	0.0	0.0	9.1	14.3	8.0
<i>Enterobacter spp.</i>	5.3	5.9	16.0	11.2	4.8	3.8	7.4	3.1	3.7	8.3	9.4	1.3	0.0	6.9	7.1	7.8
<i>Serratia spp.</i>	3.5	0.0	2.0	2.3	2.7	1.9	3.3	1.6	0.0	8.3	5.5	0.0	0.0	5.6	6.0	3.1
<i>Acinetobacter spp.</i>	0.0	1.0	4.0	0.7	0.7	8.7	8.1	15.6	0.0	0.0	3.9	25.3	7.1	1.8	3.6	2.1

n = number of isolates

* Data from Germany only on primary bloodstream infections

Tab 5.4 Tasso di infezione del sangue dovuto a microorganismo

Table 5. Percentages of the ten most frequently isolated microorganisms in ICU-acquired urinary tract infection (UTI) episodes, by country, EU/EEA, 2015

Microorganism	Estonia (n=24)	Germany (n=2,250)	Hungary (n=49)	Italy (n=34)	Lithuania (n=99)	Luxembourg (n=29)	Portugal (n=136)	Romania (n=146)	Slovakia (n=30)	Spain (n=885)	Total (n=3 682)
<i>Escherichia coli</i>	37.5	33.3	10.2	18.2	22.7	16.0	26.9	14.2	6.9	28.0	26.0
<i>Enterococcus</i> spp.	25	22.9	20.4	9.1	12.4	24.0	11.5	21.8	34.5	18.9	18.0
<i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i>	12.5	11.5	28.6	24.2	5.2	24.0	22.3	14.2	17.2	14.4	15.6
<i>Klebsiella</i> spp.	4.2	11.1	6.1	9.1	16.5	20.0	14.6	39.3	17.2	14.3	14.0
<i>Candida</i> spp.	4.2	6.8	8.2	3.0	12.4	0	13.8	0	6.9	10.0	9.9
<i>Proteus</i> spp.	0	6.5	4.1	3.0	16.5	4.0	3.1	0	10.3	4.9	5.6
<i>Enterobacter</i> spp.	16.7	5.8	0	0	4.1	4.0	1.5	0.5	3.4	5.4	4.7
<i>Acinetobacter</i> spp.	0	0.1	10.2	24.2	8.2	0	4.6	9.0	3.4	1.6	3.4
Coagulase- negative staphylococci	0	0.9	4.1	9.1	0	4.0	0	0	0	2.0	1.9
<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>	0	1.1	8.2	0	2.1	4.0	1.5	0.9	0	0.5	1.0

n = number of isolates

Source: ECDC, HAI-Net ICU 2015

Tab 5.4 Tasso di infezione alle vie urinarie dovuto a microorganismo

Per trattare le infezioni si usano antibiotici e fra il 20% e il 50% degli Ospedalizzati è soggetto a trattamenti. Riducendo il rischio di infezione si aumenta il benessere del Paziente, riducendo anche di molto i costi della Struttura.

VII. APPLICAZIONI INDIVIDUATE

A. Asse 1: Tracking

Temi fondamentali per il Blocco Operatorio sono certamente quello della tracciabilità dei presidi medici e dei farmaci in ingresso.

Le principali ragioni di tale importanza consistono in:

- Immagine aggiornata continuamente dello stock nel BOP;
- Gestione delle scorte (mantenere scorte minime, evitando però le rotture di stock);
- Controllo real time di obsolescenza e revisioni (dei presidi) e scadenze (dei farmaci);
- Possibilità di esatta localizzazione di presidi e farmaci all'interno del BOP;
- Possibilità di associare il singolo prodotto al lotto di appartenenza;
- Conferma dell'utilizzo effettivo (differenza tra stoccato e consumato);
- Rintracciabilità, negli anni, di farmaci e protesi somministrate ai Pazienti.

La tecnologia proposta si basa sull'applicazione di tag a ogni singolo prodotto in ingresso al Blocco Operatorio letti in radio frequenza da apposite antenne (o gate) dislocate opportunamente nel layout. Un server dedicato gestisce il flusso dei dati prodotto organizzato, per canali, in un database. L'analitica provvede all'Operatore, con interfaccia amichevole e non tecnica, le informazioni necessarie a migliorare la gestione.

Sistemi integrati quali smart bin (cestini intelligenti), posizionati in ogni sala, controllano consumi effettivi e waste in tempo reale, così provvedendo un feedback sempre aggiornato al sistema di tracking.

B. Asse 2: Sanificazione

Questo tema è stato ritenuto dal Gruppo di particolare importanza in quanto troppo spesso si è sentito dire che un Paziente entrato nel Blocco Operatorio per una qualsiasi forma di intervento chirurgico ne è uscito perfettamente guarito sotto il profilo chirurgico, ma colpito da una spiacevole e talora grave affezione di carattere virale o batterico.

Si è pertanto deciso di approfondire adeguatamente questo argomento tramite l'analisi di dati rigorosi.

Come primo step si propone al blocco di sala operatoria di Casa della Salute di intervenire con un trattamento della durata di pochi minuti, basato su **raggi UVC** controllati in lunghezza d'onda e in frequenza, tra un Paziente e il successivo, con tutte le maggiori garanzie rispetto al processo attuale.

Come step successivo, a fine turno, è previsto un trattamento radicale con **Ozono gassoso** prodotto centralmente da un apposito impianto 4.0, garantendo così la sanificazione assoluta contro virus, batteri, insetti, funghi, spore e quant'altro, come scientificamente

riconosciuto dalla letteratura di Settore a livello planetario. E ciò con un trattamento di breve durata, a costi operativi irrisori e con Sala prontamente ri-soggiornabile, laddove necessario.

Si noti che entrambi i trattamenti proposti non lasciano alcun residuo in ambiente e vengono condotti in assenza di Personale, per cui non comportano alcun rischio per la salute né richiedono pulizia a seguito dell'applicazione. Trattamenti della durata di pochi minuti, a costi irrisori e con sala nuovamente soggiornabile a immediato seguito. Sempre tramite ozono gassoso sui ricambi d'aria si provvede alla sanificazione dell'intero Blocco Operatorio.

Per un approfondimento del tema in oggetto si riporta il testo integrale del paper recentemente presentato dal Prof. Marco Mosca al Word Congress on Engineering 2021, ove ha ottenuto il **Best paper award** per la sezione bioingegneria, con plauso unanime di una Giuria Internazionale composta da Presidi e Direttori di importanti Università, specie Nord Americane.

In breve, i metodi proposti per la sanificazione degli ambienti consistono:

- nell'irraggiamento degli stessi con raggi UVC;
- nell'esposizione degli stessi a una determinata concentrazione di Ozono (prodotto dall'aria a costo trascurabile) per tempistiche tabellate in funzione dell'agente da sanificare.

I metodi, di pari efficacia, hanno caratteristiche e applicazioni differenti:

I raggi UVC agiscono, per prossimità, in pochi minuti e lavorano per irraggiamento (non attraversano superfici, materassi e divani). Adatti quindi a sanificazioni veloci tra l'utilizzo di un'utenza e il successivo.

L'Ozono gassoso agisce più lentamente (secondo concentrazioni e tempistiche tabellate), ma ha la capacità di sanificare l'intero ambiente, non fermandosi sulle superfici e penetrando a fondo tessuti, materassi e divani. Adatto quindi a una sanificazione profonda di fine turno.

I principali punti di forza di entrambi le tecnologie proposte consistono in:

- Sanificazione a secco **senza lasciare residui** (non richiede pulizia successiva al trattamento);
- Sanificazione **priva di sostanze, nocive e permanenti** nell'ambiente;
- Sanificazione **continua** (utilizzo part time di un Operatore addetto ad altri compiti);
- Sanificazione **compatibile con scrivanie e librerie** (non danneggia elettronica, carta e arredi);
- Sanificazione **veloce**;
- Sanificazione **economica**:
Costa meno delle sostanze vaporizzate (spesa giornaliera) Costa meno della sanificazione operata da Ditte esterne Basso consumo (a partire da 14W);
- Sanificazione **sicura**;
- **Dispositivo riconosciuto** dal Ministero della Salute e dell'Istituto Superiore della Sicurezza.

Si propongono esclusivamente impianti certificati CE, costruiti nel rispetto dei dettami sotto riportati:

- Sito del Ministero della Salute, rapporto ISS (Istituto Superiore della Sanità) COVID-19 n. 25/2020 (raccomandazioni ad interim sulla sanificazione di strutture non

sanitarie nell'attuale emergenza COVID-19: superfici, ambienti interni e abbigliamento, la radiazione UV-C ha la capacità di modificare il DNA o l'RNA dei microorganismi, impedendo loro di riprodursi e, quindi, di essere dannosi. Per tale motivo viene utilizzata in diverse applicazioni quale la disinfezione di alimenti, acqua e aria);

- Dichiarazione ISS sotto al controllo del Ministero (alla luce dei risultati riportati, pur essendo necessarie ulteriori evidenze sull'efficacia valutata "su campo", la metodologia basata sulle radiazioni del lontano UV-C potrebbe diventare uno standard per la disinfezione degli ambienti ospedalieri al fine di ridurre i tassi di infezione, in particolare quelli dovuti ad agenti patogeni e ai virus).

Nelle applicazioni descritte a seguire non si propongono Macchine invasive degli spazi di Sala, ma Impianti integrati all'Infrastruttura (utilizzando, per esempio, spot da controsoffitto per l'irraggiamento UVC e le condotte dell'aria per il convogliamento e per lo smaltimento dell'ozono).

C. A2.1: Sanificazione accesso al Blocco Operatorio di Casa della Salute

Persone (Equipe medica e infermieristica, OS, Personale di Pulizia, Manutentori e Pazienti) e Cose (presidi medici, farmaci, macchine, prodotti, ..) hanno necessariamente accesso pressoché continuo al Blocco Operatorio.

Il Blocco Operatorio ha necessità igieniche superiori rispetto alle altre aree della Struttura e, come tale, deve essere protetto da agenti patogeni, virus, batteri, muffe, funghi, spore, insetti e roditori.

Di conseguenza l'accesso al Blocco si configura come un varco critico alla preservazione igienica della Struttura e, come tale, deve garantire la sanificazione di ogni elemento entrante.

A tal scopo si propone di intervenire:

- sulle Persone mediante il transito vincolato degli Stessi su una pedana sanificante ad emissione di raggi UVC;
- sulle cose mediante la veicolazione delle stesse attraverso un tunnel, nel quale scorrono su nastro trasportatore e vengono irraggiate con raggi UVC.

D. A2.2: Sanificazione Sala Filtro del blocco operatorio di Casa della Salute

L'accesso alle Sale Operatorie è possibile esclusivamente attraverso una sala antistante, detta Filtro, di dimensioni contenute (circa 2 x 5m), caratterizzata da una due porte scorrevoli (posizionate a monte e a valle del Filtro) aventi lo scopo di separare la Sala Operatoria dalle fasi di processo a monte. Nel Filtro, infatti, il Personale abbandona abiti e calzari provenienti dall'esterno e indossa indumenti puliti.

Il rischio individuato consiste, evidentemente, nella contaminazione crociata in fase di cambio abiti e calzari che, contaminando il pavimento del filtro, fa sì che i calzari puliti indossati dal Personale perdano la caratteristica di sterilità. Idem per gli abiti, riposti in armadietti che, progressivamente, si sporcano.

A tal scopo si propone di intervenire sulla Sala Filtro con un processo di sanificazione quasi continuo mediante un doppio intervento di sanificazione di questa zona: durante la normale attività, come sopra specificato, tramite raggi UVC tenuti in funzione a valle di ogni transito e, a fine di ciascun turno, tramite ozono gassoso.

E. A2.3: Sanificazione Sale Operatorie di Casa della Salute

In letteratura si trovano molteplici esempi di infezioni, anche gravi, contratte dai Pazienti in sala operatoria. Con riferimento al capitolo precedentemente trattato sulle infezioni ospedaliere, purtroppo l'evento non è infrequente. Si consideri, inoltre, che le infezioni ospedaliere, a causa dei continui tentativi farmacologici di contrastarle, risultano particolarmente pericolose e difficili da sanare.

A tal scopo si propone di intervenire sulla Operatoria con un processo di sanificazione quasi continuo mediante l'utilizzo di:

- Raggi UVC (sanificazione veloce) ad ogni utilizzo;
- Ozono (sanificazione completa) alla fine di ogni turno.

F. A2.4: Sanificazione Sala di Sterilizzazione di Casa della Salute

Il Processo di sterilizzazione dei ferri in uscita dalle sale operatorie è composto da due fasi:

- Lavaggio;
- Sterilizzazione.

La fase di lavaggio coinvolge l'area "sporca" della sterilizzazione in cui l'Operatore processa le seguenti attività:

- Trasferimento dei ferri dal vassoio alla vasca di lavaggio;
- Ammollo in liquido sanificante;
- Risciacquo.

La fase di sterilizzazione coinvolge l'area "pulita" della sterilizzazione in cui l'Operatore processa le seguenti attività:

- Imbustamento e sigillatura dei ferri;
- Autoclavaggio;
- Deposizione dei ferri imbustati.

La sala di sterilizzazione, in area sporca, presenta un'importante fase di rischio per l'Operatore che, statisticamente, è soggetto a probabilità di puntura e di taglio con i ferri in fase di lavaggio con esposizione, quindi, al rischio di contrarre malattie quali, per esempio, HIV ed Epatite.

A tal scopo si propone di intervenire sulla sala di sterilizzazione con una macchina per sanificazione "hand free" appositamente ingegnerizzata per lo scopo, da anteporre alla fase di lavaggio per sanificare i ferri a monte del contatto con l'Operatore. Le caratteristiche della macchina sono:

- Carico vassoio uscente dalla Sala Operatoria;
- Risciacquo dei ferri senza doverli toccare (riceve direttamente il vassoio);
- Prelavaggio ad alta pressione;
- Trattamento a raggi UVC.

Si ribadisce che la macchina non sostituisce le attuali procedure di sterilizzazione, ma si colloca in una fase di processo a monte del lavaggio, in area sporca.

G. A2.5: Sanificazione Sistema di Climatizzazione del blocco operatorio di Casa della Salute

Il sistema di climatizzazione costituisce notoriamente una fase di rischio per la diffusione di agenti patogeni da una sala all'altra. Virus, Batteri, Muffe, Funghi, Spore, Insetti, Volatili e Roditori tendono ad annidarsi nelle condotte di aerazione e, parte di essi, nei filtri. La pulizia dei filtri, a sua volta, presenta fasi di rischio quali la non corretta tempistica di sanificazione, la non corretta sanificazione e il contatto con filtri contaminati da parte dell'Operatore.

Secondo un principio base di resilienza si propone di sfruttare questo punto di debolezza come fattore critico per il successo, ossia di utilizzare raggi UVC per mantenere sanificate le condotte, così riducendo drasticamente l'opportunità di contagio da Sala a Sala, in primis e, non meno importante, utilizzando le condotte come veicolo per l'Ozono durante i turni di riposo per sanificare l'intero blocco operatorio senza dover spostare macchine ingombranti da una sala all'altra.

A tal scopo si propone di intervenire sulla Sala di Sterilizzazione con un impianto di sanificazione:

- Raggi UVC installati all'interno delle condotte (funzionamento a cicli);
- Ozono installato a monte delle condotte (funzionamento a fine turno, sale evacuate).

L'Ozono prodotto verrà smaltito secondo procedure opportunamente descritte prima di soggiornare nuovamente le sale.

H. Asse 3: Contapezzi

Problema grave e, purtroppo, non infrequente in Sala Operatoria è la possibilità di ricucire il Paziente dimenticando ferri chirurgici all'interno del campo operatorio. Questa eventualità è dovuta a parametri molteplici e complessi da gestire quali lo stress, la velocità imposta dai requisiti operatori, il grande numero di ferri utilizzati, il fatto che l'Equipe sia composta da molteplici Membri, dalle tipologie di operazioni standard, ripetute e sovente considerate routinarie.

A tal proposito si propone al progetto blocco operatorio di Casa della Salute di intervenire con un vassoio porta ferri "intelligente", che permetta il riconoscimento dei ferri sovrapposti indipendentemente dal posizionamento degli stessi sulla superficie.

Per questo scopo si prevede di utilizzare tecnologie combinate a livello meccanico e ottico, tali da assicurare un controllo incrociato per ridondare la sicurezza.

Il vassoio dialoga quindi con l'Operatore restando illuminato in rosso finché non riconosca la presenza di tutti i ferri inizialmente contenuti, situazione in cui si illumina di verde.

I. Asse 4: Bed Management

J. A4.1: Monitoraggio letti nelle Recovery Room del blocco operatorio di Casa della Salute

E' noto, infatti, come non infrequentemente i Pazienti allettati siano soggetti a eventi che possono avere conseguenze gravi per la loro incolumità. Trattasi, per esempio, dei tentativi maldestri di abbandono del letto. L'atto di scavalco delle sponde ha come conseguenza cadute che causano fratture di vario genere al Paziente dalle meno gravi seppur dolorose (arti, zigomi, ..) a quelle rovinose come femori e bacino. Per evitare che quanto descritto possa accadere occorrerebbe una sorveglianza h24, non sempre disponibile in Recovery Room. Anche in questo caso utilizzando l'Industria 4.0 è stato realizzato un device che posto in ciascun letto rileva i tentativi di abbandono e trasmette l'evento real time alla centrale di controllo che, così, può far intervenire istantaneamente gli Addetti evitando le conseguenze di cui sopra. Altri parametri che possono essere monitorati sono, a titolo esemplificativo, movimento/stasi, vibrazioni provocate da attacchi epilettici, letto asciutto/bagnato, ..

K. A4.2: Monitoraggio letti in Corsia e nei Reparti di Casa della Salute

Il monitoraggio dei letti in corsia presenta necessità differenti rispetto a quanto sopra descritto nelle Recovery Room. Facile comprendere come estendendo l'utilizzo di questo device ai Reparti nei quali sono allettati Pazienti brevi e lungo degenti, tra i quali non pochi soggetti a deiezioni urinarie ripetute, si potrebbe migliorare significativamente il livello di assistenza scongiurando, oltre alle cadute, anche le piaghe da decubito originate dalla stasi e dal permanere nelle lenzuola bagnate, piaghe dolorose e di difficile cura. Il device ha dunque un duplice obiettivo, da un lato quello umanitario nei confronti dei Pazienti e, dall'altro, quello economico per l'Ente, che non sarà più costretto a dover sopportare i costi della cura per dover riabilitare i Pazienti e quelli legati alle cause di risarcimento per i danni patiti dagli Stessi. Statistiche alla mano questi costi si traducono in molte migliaia di euro/anno che vanno ad incidere negativamente sui bilanci. In assenza del sistema proposto, infatti, per evitare che quanto descritto possa accadere, occorrerebbe una sorveglianza h24 letto a letto impossibile da sostenere economicamente per gli Enti Assistenziali. Altro indubbio vantaggio per l'Ente è quello di immagine verso l'esterno potendo vantare, grazie all'adozione del device, di essere in posizione top nell'assistenza ai Pazienti ricoverati presso le proprie Strutture.

Il tutto a fronte di un investimento economico assolutamente contenuto e, volendo, ribaltabile sul Paziente in termini di servizio extra offerto dalla Struttura. Un'adeguata pubblicizzazione di metodi e strumenti atti a garantire la sicurezza e il comfort dei Pazienti rappresenterebbe per la Struttura un indiscutibile fattore di competitività di Mercato.

L. A4.3: Monitoraggio letti ricoveri a domicilio

Lo stesso modello proposto per il monitoraggio dei letti in corsia è estendibile ai ricoveri in assistenza a domicilio, in quanto la Tecnologia 4.0 proposta è dotata di controllo in Telemetria ottenibile anche mediante l'utilizzo di una Sim Card dati.

M. Asse 5: Monitoraggio parametri comfort ambientale

A tutela del comfort e del risparmio energetico assume un ruolo primario la possibilità di monitorare e controllare in remoto e centralmente, in tempo reale, parametri come la **temperatura** e l'**umidità relativa**. Lo strumento analitico permette l'integrazione del dato per un monitoraggio di Struttura, con visione tanto di insieme, quanto scomponibile in Piani o Reparti, Corsie e Stanze, con possibilità di zoom in ciascun punto di rilevazione periferico (e.g. corridoi, cucine, locali tecnici, aree comuni, ..).

N. Asse 6: Monitoraggio parametri sicurezza ambientale

La semplicità di estendere illimitatamente il numero di sensori permette di aumentare i parametri monitorabili e controllabili sia nel Blocco Operatorio sia nell'intera Struttura sia in altre Strutture di Proprietà, con ricadute positive in termini di sicurezza.

I principali parametri da monitorare in termini di sicurezza sono:

- Allagamento;
- Fumo;
- Fuoco;
- Gas e gas tecnici;
- *Batteri;
- Radiazioni.

I maggiori benefici si hanno dalla prevenzione di questi eventi disastrosi, preservando così la sicurezza di Persone e Struttura.

O. Asse 7: Controllo accessi

Molte Strutture adottano già da tempo i sistemi di controllo accessi sotto elencati, in modo parziale o in toto. L'offerta flessibile proposta da mcGEAR consiste nell'estensione dell'implementazione in caso di installazione parziale e nell'integrazione dei dati prodotti nel sistema complessivo 4.0 (laddove, ovviamente, il sistema preinstallato non risulti proprietario e la proprietà decidesse di non rendere il dato disponibile per integrazione):

- Apertura porte a badge (integrazione nel sistema 4.0 laddove già presente);
- Accessi autorizzati in funzione esclusiva dei privilegi accordati al badge (poka yoke);

- Percorsi luminosi (strisce led a zoccolo) per ogni Classe di Utente, con rilevazione automatica al passaggio.

P. Asse 8: Monitoraggio e controllo delle macchine

Q. A8.1: Monitoraggio dell'efficienza delle macchine di Casa della Salute

Lo stato di efficienza delle macchine dipende da molteplici fattori operativi e manutentivi. Nel corso del ciclo di vita e in considerazione dei parametri sopracitati la macchina tende a diminuire progressivamente la sua efficienza, il che consiste, in alcuni casi, in una perdita di performance e, in ogni caso, in un'esposizione al rischio di accorciare il ciclo vita della macchina per carenze manutentive. I danni di una rottura si calcolano, oltre che in costi di riparazione straordinaria, in termini di mancata operatività trovandosi a dover fronteggiare fermi macchina inattesi, con conseguenti rischi per il Paziente, in salute, e per la Struttura, in mancati incassi. Si propone, quindi, di intervenire sul monitoraggio continuo dell'efficienza macchine apponendo adeguati sensori e analizzando i dati da essi prodotti mediante controllo statistico di processo. Questa tecnica consiste nell'analisi sullo scostamento dalla media di parametri come assorbimento energetico, surriscaldamento e vibrazione, che possono aumentare la propria varianza o prendere trend peggiorativi. La definizione di limiti di controllo permette di anticipare, con allarmi semaforici, il raggiungimento dei limiti da parte delle rilevazioni puntualmente misurate, monitorando quindi lo stato di salute delle macchine e diminuendo così l'opportunità di perdite di efficienza o di guasti inattesi (si precisa, ovviamente, che non tutti i guasti sono rilevabili in anticipo come, per esempio, il fulminarsi di un fusibile, caso in cui si rileverebbe comunque, a livello centrale, la transizione della macchina da disponibile a non disponibile per guasto). I dati rilevati vengono registrati su apposite carte di controllo al fine di mappare la performance e monitorare l'efficienza.

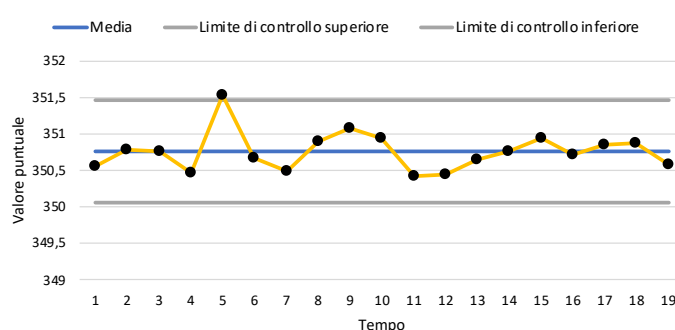


Fig. 6.1 Carta di controllo

1) A8.2: CdU (Coefficiente di Utilizzazione)

Tra i KPI tramite i quali valutare l'efficacia della gestione di un sistema complesso il coefficiente di utilizzazione, concetto applicabile sia alla componente umana che a quella impiantistica, assume un particolare significato per la sua indubbia capacità di descrivere "at a glance" la situazione in essere.

Con il termini CdU si intende il rapporto percentuale tra il tempo di utilizzo effettivo della Risorsa in oggetto e il tempo disponibile.

Livelli troppo bassi del CdU indicano un sottoutilizzo della Risorsa, mentre livelli troppo elevati evidenziano un sovra utilizzo della stessa, con tutti i rischi che da ciò ne possono derivare (guasti alle macchine, infortuni agli Operatori, aumento della variabilità nella performance, dilatazione dei tempi, generazione di code, ..).

Monitorando costantemente il Blocco Operatorio in logica 4.0 e utilizzando l'IOT il Gestore può avere un costante aggiornamento di questo importante parametro e prendere real-time le conseguenti decisioni. A sostegno di quanto esposto si fa presente che, come purtroppo accade non infrequentemente in campo sanitario, macchine che hanno richiesto investimenti elevatissimi abbiano coefficienti di utilizzazione molto bassi a causa di problemi a monte o a valle, come la mancanza di Personale Addetto oltre alle 8 ore del turno o carenze organizzative e logistiche a supporto dei servizi offerti.

Conseguenze gravi di ciò si hanno sia di tipo economico per l'Ente, che avrà tempi molto lunghi per il ritorno dell'investimento, che per i Pazienti che saranno costretti a lunghe attese prima di poter effettuare esami talora fondamentali per la loro integrità.

Da queste considerazioni si è originata la particolare attenzione che abbiamo posto nel monitoraggio del CdU delle varie componenti del Blocco Operatorio, nella piena convinzione di poter dare, attraverso il loro costante controllo, un aiuto concreto ai Responsabili del Blocco stesso per una gestione ottimizzata sia sotto il profilo della cura che dei costi.

2) A8.3: OEE (Efficacia complessiva delle macchine)

Riprendendo il concetto di CdU, sopra introdotto, si offre un'altra chiave di lettura tramite lo studio dell'Efficacia Complessiva delle Macchine.

L'OEE (Overall Equipment Effectiveness) è un criterio in uso per valutare la capacità e per misurarne la dispersione. Per far ciò scompone la prestazione su tre assi:

- Il tempo in cui la macchina è disponibile a operare (availability);
- La velocità (ritmo di lavorazione) della macchina (performance);
- La qualità del prodotto o del servizio realizzato/erogato (quality).

La riduzione della capacità disponibile di una macchina o di un processo può essere causata da:

- Perdite di tempo (riattrezzaggio e setup al cambio di operazione o riparazione per guasti);
- Perdite di velocità (fermi macchina in attesa di un Paziente da un altro processo o sottoutilizzi);
- Perdite di qualità (tempi di rilavorazione per eventuale difettosità dell'output).

L'OEE si misura come rapporto tra i 3 coefficienti di disponibilità, velocità e qualità, ciascuno misurato (in cascata) come tempo residuo / tempo disponibile.

$$OEE = a \times p \times q$$

Il concetto di OEE è opportunamente ripreso ed esteso nella sezione analitica.

R. Asse 9: Monitoraggio energetico e risparmio energetico

Assumendo che il risparmio energetico, tema assolutamente attuale e problematica diffusa per Sistemi energivori, sia considerabile un fattore critico che valga la pena di mantenere costantemente monitorato, soprattutto nel caso in cui la Proprietà sia composta da Strutture differenti, con esigenze e risultati simili, ma con consumi significativamente diversi, si propone un sistema di monitoraggio e controllo con le seguenti caratteristiche:

- Monitoraggio real time consumi utenze, luci e clima;
- Possibilità di estendere il monitoraggio all'intera Struttura e alle altre del Gruppo;
- Analitica auto consolidante per costruire autonomamente una visione di insieme, con possibilità di eseguire drill down (esplosione progressiva fino alla singola utenza)
- Possibilità di monitoraggio consumi individuali (Chirurgo, Equipe, ..);
- Possibilità di ottenere saving energetici significativi (se associato a Digital Twin con Intelligenza Artificiale);
- Possibilità di definire scenari standard;
- Possibilità di accendere e spegnere utenze in remoto.

S. Asse 10: Monitoraggio consumo GAS Tecnici

Interventi chirurgici e Operation di Sala Operatoria prevedono l'utilizzo di molteplici Gas Tecnici. Aspetto non semplice da monitorare è il consumo effettivo in tempo reale. Il rilievo e la centralizzazione di tale informazione andrebbero a produrre benefici estesi a più aree:

- Monitoraggio pressione bombola e gas residuo nella bombola;
- Consumo delle bombole;
- Monitoraggio delle scorte in tempo reale;
- Prevenzione rotture di stock;
- Ottimizzazione degli ordini e delle scorte.

L'analitica associata permetterebbe a Casa della Salute, inoltre, la possibilità di:

- Paragonare i consumi per Struttura;
- Paragonare i consumi per Equipe;
- Migliorare il costing e il pricing per intervento;
- Migliorare la definizione e il rispetto dei costi standard;
- Migliorare la conoscenza del processo.

T. Asse 11: Magazzino di picking 4.0 e preparazione KIT operatori

La produzione dei kit per gli interventi potrebbe essere professionalizzata e snellita mediante un sistema di picking centrale automatizzato, che raccogliesse i ferri imbustati e auto clavati, i presidi medici e i farmaci. Tale infrastruttura, di piccole dimensioni, sostituirebbe i normali magazzini di scorte nel Blocco Operatorio, con differenze sostanziali di produttività e sicurezza.

Impatto sulla produttività:

- Immagine del magazzino continuamente aggiornata;
- Scorte mantenute al minimo in considerazione di stagionalità e lead time;
- Impossibilità di rottura di stock;

- Prevenzione di errori (prodotto sbagliato o prodotto dimenticato);
- Preparazione automatica dei kit operatori giornalieri su input automatico dello Scheduler;
- Risparmio tempo degli Operatori e del Personale d'ufficio.

Impatto sulla sicurezza:

- Sanificazione continua del contenuto a raggi UVC (prevenzione muffe, virus, batteri, insetti e roditori);
- Monitoraggio e prevenzione scorte e obsolescenze.

Il sistema proposto è stato concettualizzato e sviluppato internamente nel 2019 per piccole e medie imprese operanti nei settori del Farma, Beauty e Cosmetics e si configura come la soluzione automatizzata di picking per le Aziende che non hanno mai considerato di automatizzare il magazzino, ritenendosi troppo piccole per giustificare la spesa.

Il sistema è costituito da un cassetto intelligente di dimensioni custom, replicato per il numero di articoli da gestire. L'architettura a colonne affiancate di cassette sovrapposte è estremamente flessibile, modulare e plug and play, tale da crescere progressivamente in conformità al cambiamento di necessità aziendali. Il nastro compartimentato collocato alla base delle colonne permette la produzione dei kit necessari per la giornata operatoria. Il sistema nasce per essere integrato a monte con i Fornitori, così alleggerendo le Operation di monitoraggio dello stock e di riordino.

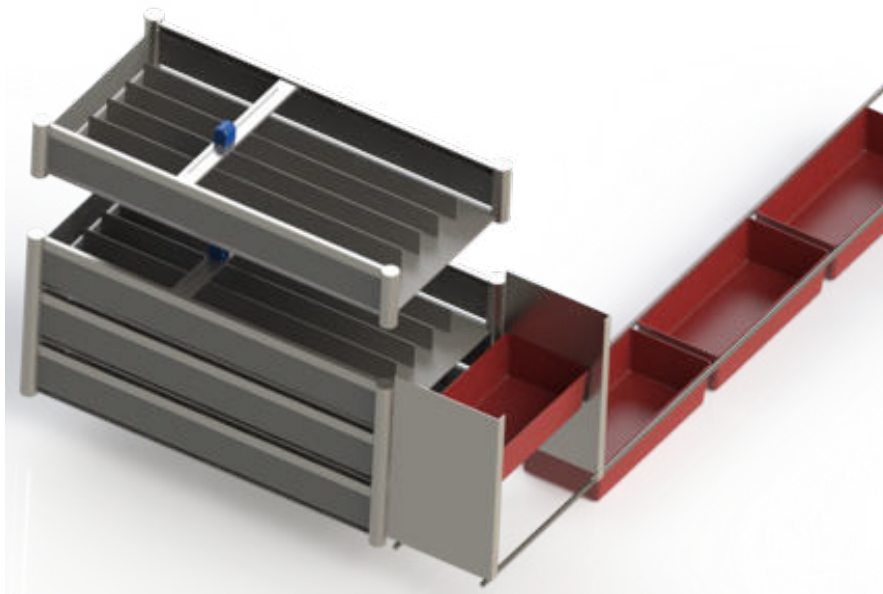


Fig 6.2 Magazzino di Picking 4.0

U. Asse 12: Controllo vocale “hands free”

La Sala Operatoria, per quanto esposta a processi di sanificazione continua, presenta criticità di contaminazione crociata. A tal scopo i comandi sono azionabili tramite schermi touch screen idonei alla sanificazione mediante liquidi. Lo step successivo consiste nella possibilità di controllare le utenze con controllo vocale.

V. Asse 13: Digital Supply Chain e VMI (Vendor Managed Inventory)

Il concetto 4.0 di Supply Chain applicato al Blocco Operatorio ha insiti rilevanti vantaggi legati all'utilizzo del Cloud e dell'IOT. Tenendo costantemente connesso il Fornitore, di provata fiducia, all'informazione sul livello delle scorte di ogni articolo, in base alle richieste che pervengono al magazzino o alla farmacia interna per consegna entro una certa data, è possibile investire il Fornitore della responsabilità di mantenere il giusto livello di scorta per ogni prodotto (farmaco, presidio, strumenti e consumabili per il cleaning, ..). Tale livello, detto PUR (punto di riordino) viene fissato secondo quanto previsto dalla teoria delle scorte in funzione sempre aggiornata in tempo reale della frequenza di consumi, dei lead time, della stagionalità e di eventuali trend e prevede, al suo raggiungimento, l'acquisto di una quantità opportunamente calcolata detta LEA (Lotto Economico di Acquisto). Come da teoria PUR e LEA sono calcolati in modo da minimizzare il costo della giacenza ma, allo stesso tempo, di prevenire eventuali mal gestibili rotture di stock. Operando a questo modo non si correrà mai il rischio né di andare sotto scorta, fatto essenziale specie per farmaci di vitale importanza, né di andare sovra scorta con i costi conseguenti e con il rischio di dover poi alienare gli stessi per sopraggiunta scadenza.

Si tenga, inoltre, presente che, agendo a questo modo, si eviteranno diversi passaggi operazionali interni che vanno dal dover tenere sotto controllo costantemente il livello delle giacenze all'emissione dell'ordine verso il Fornitore. Per conseguenza si avrà un rilevante risparmio di tempo da parte degli Addetti al Magazzino e agli Acquisti e dei costi a ciò connessi. Ad ogni spedizione da parte del Fornitore, opportune procedure di controllo automatizzate valuteranno la correttezza dalla stessa in termini di PUR e LEA e, se tutto eseguito correttamente, gli Uffici accetteranno la relativa fattura.

In accordo al concept di VMI (Vendor Managed Inventory), previo accordo di fornitura tra le Strutture e i Fornitori coinvolti, la gestione esternalizzata sulla base dei consumi libera la Struttura di tutti i problemi, le inefficienze e i costi di sourcing.

W. Asse 14 (A): Analitica reportistica

Nota preliminare alla lettura

L'intero capitolo della reportistica è basato su grafici (sotto riportati) la cui costruzione prevede un'adeguata raccolta dati sul campo. Tali grafici sono puramente illustrativi delle potenzialità descrittive dello strumento analitico e andranno opportunamente calati nelle singole realtà in relazione alle esigenze di ciascuna di esse. Anche l'aspetto puramente di design (attualmente presentato su piattaforma Excel) sarà progettato, concordato stilisticamente e disegnato in modo da rendere il look moderno e di facile interpretazione per l'Utente. Si considerino, pertanto, le prossime pagine solo a livello di bozza per permettere una discussione col il Management, considerando le potenzialità analitiche pressoché illimitate, stante ovviamente la disponibilità presso le Strutture dei dati da raccogliere.

X. Il valore del dato e della reportistica

Ciò che non si può misurare non si può controllare né, tantomeno, migliorare.

Il dato non costituisce informazione perché troppi dati non risultano intellegibili agli Operatori.

Campionamento, integrazione e analisi trasformano il dato in informazione fruibile sotto forma di reportistica con grafici e tabelle.

La reportistica permette di presentare l'informazione in modo chiaro e analitico, così sviluppando la profonda conoscenza dei processi di cura, di gestione e di business.

Tramite la conoscenza dei processi è possibile:

- agire sul processo in feedback, per migliorarne la performance;
- sviluppare delle best practice per migliorare altri processi (anche in Strutture afferenti);
- automatizzare fasi del processo;
- estrapolare informazioni mediante simulazione.

1) A14.A.1: Crystal report

Si tratta di uno strumento di programmazione utilizzato per produrre report. I suoi punti di forza sono la semplicità di utilizzo che consente di creare rapidamente dei template per la reportistica e di modificarli a piacimento. Sono facilmente integrabili con altri prodotti e dunque si possono apportare grafici e tabelle con facilità. Possono essere visualizzati con semplicità i KPI di maggior interesse e navigati (drill-down e roll-up) andando a scegliere il livello di dettaglio desiderato. Le misure di performance sono molteplici e possono essere presentate e analizzate a differenti livelli di aggregazione. Più aggregate sono più assumono una valenza strategica, più dettagliate sono più assumono una valenza operativa.

Facendo quindi centro sulle misure tradizionali di performance quali Qualità, Affidabilità, Velocità, Flessibilità e Costo, si costituiscono misure composite che permettono di generare una visione di insieme di una o più Strutture, con la possibilità di scomporle progressivamente fino ai singoli KPI.

- Performance measures at different levels of aggregation -

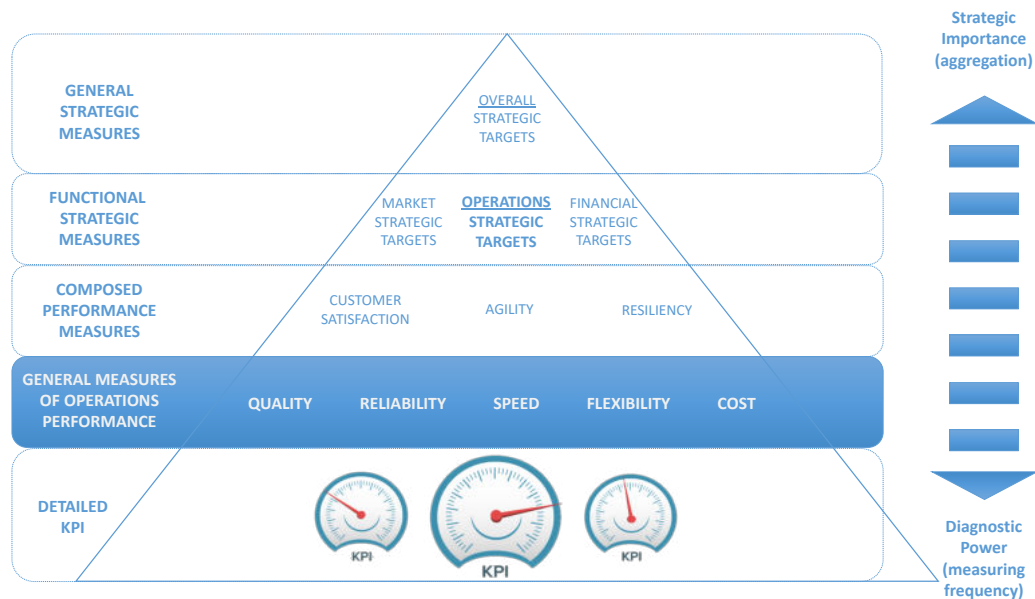


Fig 6.3 KPI

In un'era che conferisce grande valore al possesso del dato, si propaga la tendenza a generare dati inutili, statisticamente analizzati nell'ordine del 1% del dato raccolto.

Obiettivo della fase è di fornire al Management un supporto analitico e statistico su cui basare il processo decisionale.

☐ Oggetto della fase "Analytics"

- Analisi cognitiva
- Controllo statistico di processo
- Trasformazione del "dato" in "informazione"
- Trasformazione dell' "informazione" in "conoscenza"
- Trasformazione della "conoscenza" in "valore"

☐ Valore aggiunto dalla fase

- Fruizione del dato
- Reportistica automatica e personalizzata (profili Utenti e Gruppi)
- Supporto concreto e quantitativo al Decision Making
- Abilitazione delle fasi successive del processo d'offerta illustrato



Fig 6.4.1 Crystal Report (puramente illustrativo)



Fig 6.4.2 Crystal Report (puramente illustrativo)

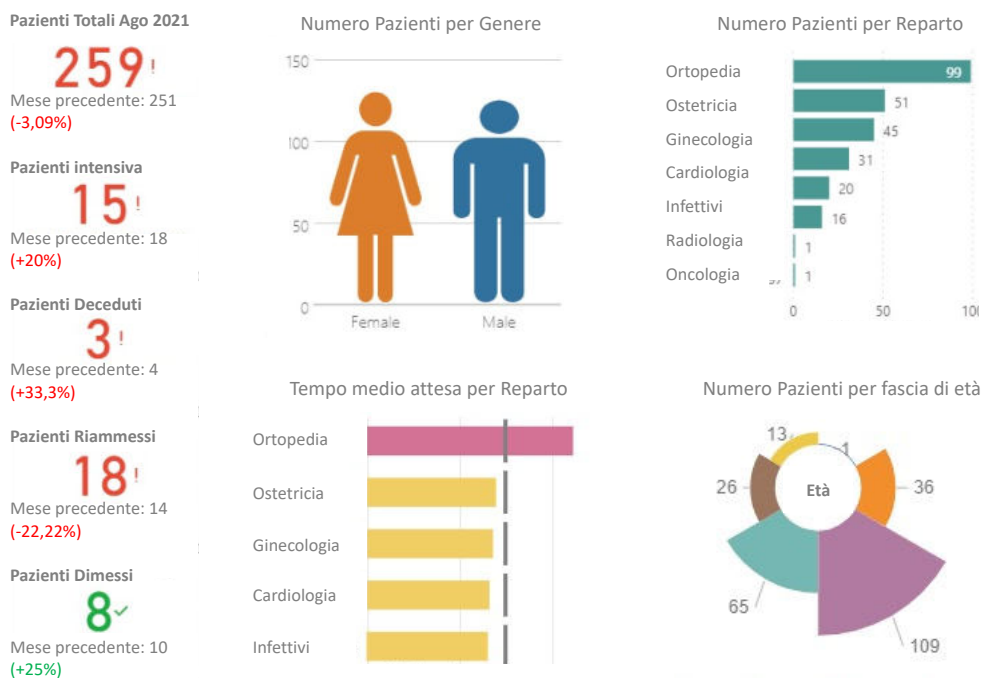
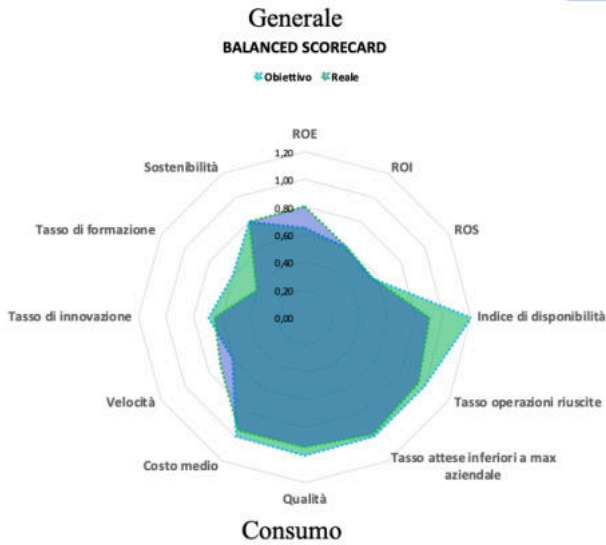
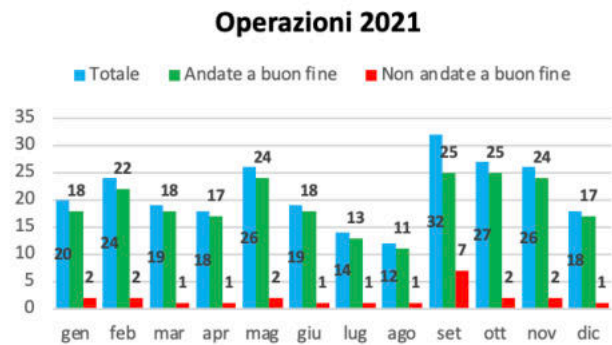


Fig 6.4.3 Crystal Report (puramente illustrativo)

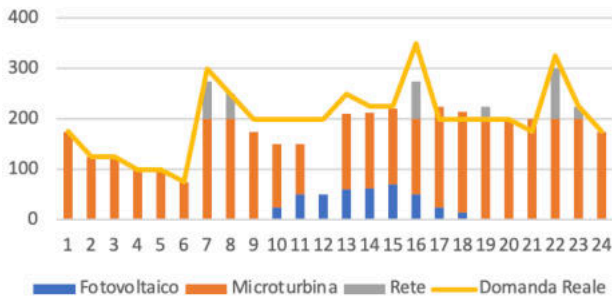
OBIETTIVI



Qualità

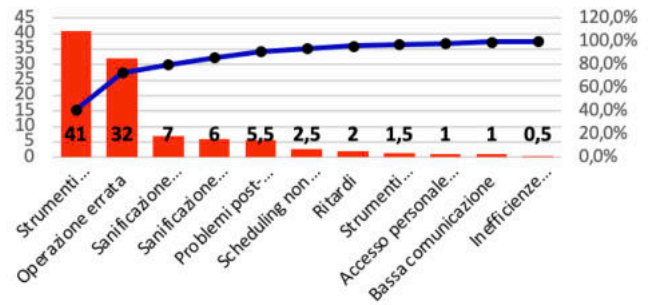


Domanda vs erogazione Sistema IoT



Costi

Analisi Pareto Costo



DOMANDA

Attesa Classe C



Trend

Ricoverati per polmoniti: ultimi 4 anni



PROCESSI

Tassi e OEE 1° settimana



Carta di controllo X-medio: Temperatura

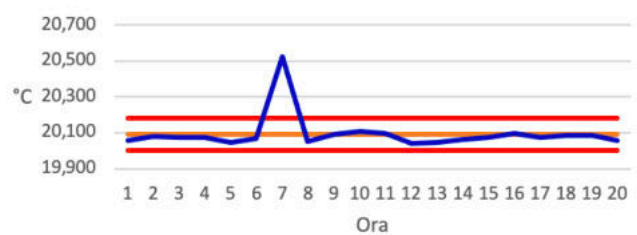


Fig 6.4.4 Crystal Report

2) A14.A.2: Analisi dei Tempi Aziendali

In un qualunque sistema non si lavora mai ogni istante del calendario, per questa ragione occorre valutare quali siano i tempi realmente a disposizione e quanto essi siano sfruttati. Prendendo come base i giorni, il tempo di esercizio è costituito dal numero di giorni effettivamente disponibili in cui si può lavorare, quindi spesso inferiore a 365, ossia il tempo di calendario TC.

Preso come riferimento il tempo d'esercizio TE, si devono valutare i giorni di questi in cui si sfrutta la capacità disponibile. Infatti, il tempo di esercizio si compone di tempo operativo TO e tempo non operativo TNO. Il primo è costituito dai giorni in cui le macchine sono pronte a lavorare, il secondo dai giorni in cui invece non si può produrre o erogare il servizio, per esempio poiché vi sono gli attrezzaggi e i settaggi delle macchine o si sono verificati guasti e fermi accidentali.

Facendo il rapporto fra il TO e il TE si ottiene l'indice di disponibilità **a (availability)**, che classifica il tempo in cui la macchina è disponibile, separandola dalla percentuale di tempo in cui il sistema, non essendo disponibile, non può lavorare (perdita di disponibilità).

Tuttavia, gli impianti non vengono utilizzati per tutto il tempo in cui essi potrebbero operare. Infatti, il TO si divide a sua volta in tempo direttamente operativo TDO, i giorni in cui effettivamente vengono utilizzati, e in tempo non direttamente operativo TNDO, ossia i giorni in cui, anche se potrebbe essere utilizzato l'impianto poiché pronto, questo rimane fermo. Le cause del TNDO sono performance inadeguate degli operatori, che quindi sottoutilizzano gli impianti, formazione di nuovo personale, dovendo apprendere non produce al pieno delle potenzialità, e ritardi causati da schedulazioni scadenti, si potrebbe operare un paziente ma la preparazione è risultata più lunga e dunque si è sprecato del tempo della sala operatoria che non può essere riottenuto.



Fig. 6.5 Tempi di utilizzo in giorni

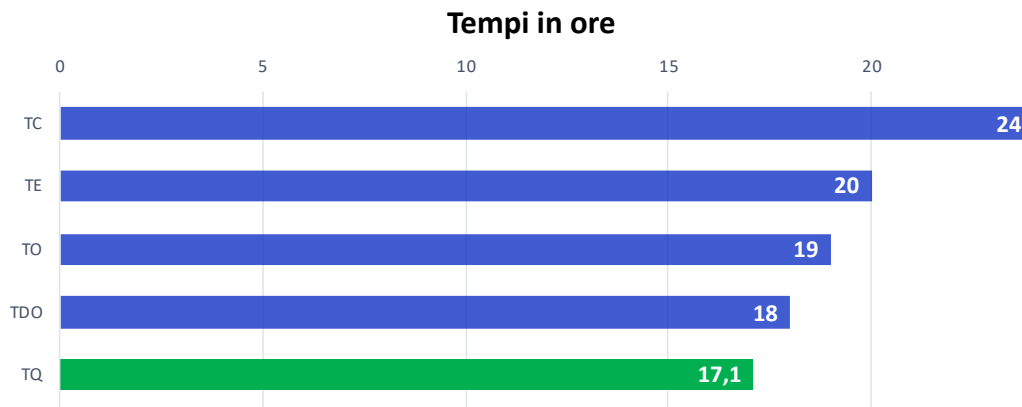


Fig. 6.6 Tempi di utilizzo in ore

Dividendo il TDO per il TO si ottiene il tasso di prestazione **p (performance)**, intesa come velocità. Ossia la percentuale di tempo utilizzato realmente su quello che potrebbe essere sfruttato, separando quindi il tempo in cui la macchina lavora a pieno ritmo dal tempo in cui la macchina deve fermarsi (perdita di velocità).

Infine, nel caso in cui non venga prodotto un output di qualità nel tempo in cui la macchina svolge un lavoro utile, si ha una perdita di tempo imputabile alla necessità di rilavorazione (perdita di qualità). Per questa ragione bisogna tenere conto del tasso di qualità **q (quality)**, ossia il tempo speso per prodotti o servizi di qualità TQ diviso il tempo totale in cui si produce.

Il prodotto dei 3 tassi dà l'**OEE (Overall Equipment Effectiveness)**.

L'importanza di quest'indice sta nella capacità di evidenziare quanto venga utilizzato il tempo disponibile e dunque l'impianto. Con logiche drill-down si possono poi analizzare la composizione dei singoli tempi.

Di seguito 2 grafici di esempio utilizzando coefficienti **a**, **p** e **q** del 95%.

Possono poi essere monitorati gli andamenti dei tassi **a**, **p** e **q** e dell'**OEE** sia su base giornaliera, settimanale, mensile o annuale.

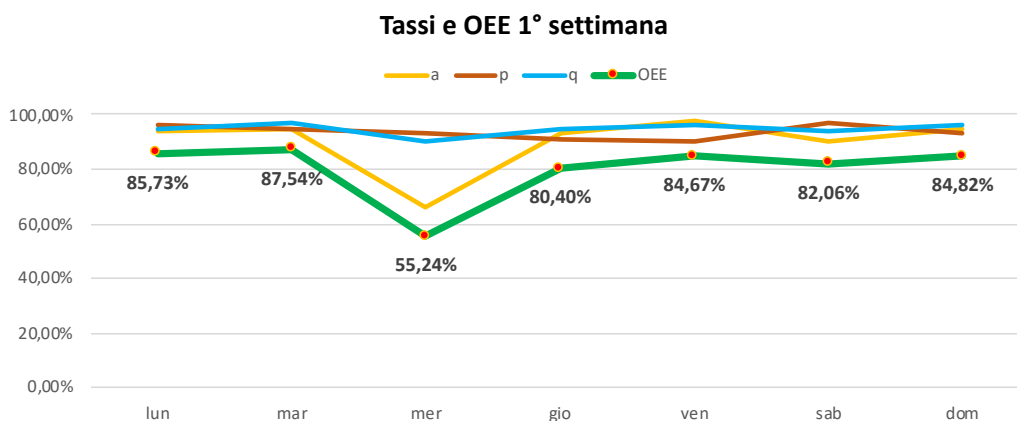


Fig. 6.6 OEE settimanale

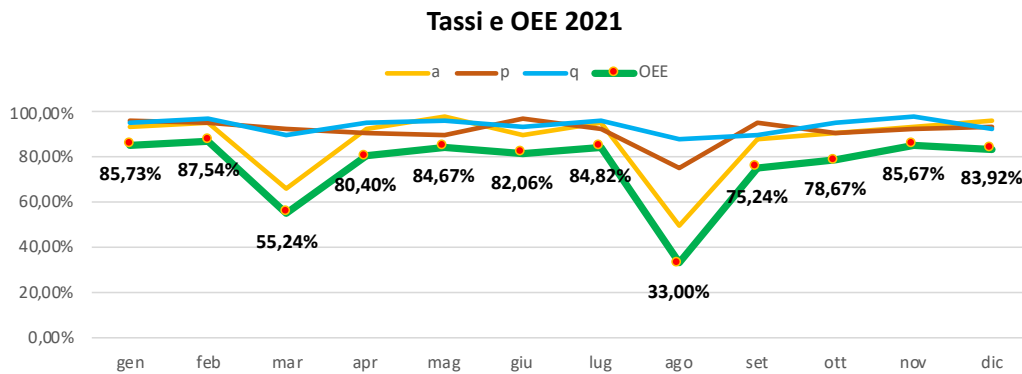


Fig 6.7 OEE annuale

3) A14.A.3: KPI (indici di controllo a soglia)

I KPI, Key Performance Indicators, sono indici utilizzati per valutare una certa grandezza o andamento in modo da ottenere rapidamente conoscenza dai dati.

Possono essere più o meno aggregati, in base all'interesse di chi li visiona. Aumentando il livello di dettaglio, si ricercano le cause dei problemi per individuare possibili soluzioni. Utilizzando invece indicatori aggregati, si cerca di ottenere un maggior grado di conoscenza sull'efficacia della strategia finanziaria e di Mercato arrivando fino alla valutazione della strategia generale.

Si possono per esempio misurare le percentuali di realizzazione dei piani in progetto, in tal modo si valuta rapidamente se le risorse sono correttamente utilizzate. Per valutare la soddisfazione dei Pazienti si possono utilizzare indicatori come le percentuali di interventi non andati a buon fine, le infezioni ospedaliere, i decessi ed eventuali survey.

Si possono creare KPI per misurare il tempo trascorso dai Pazienti in attesa di ricovero. Vengono così confrontati i tempi di attesa con quelli previsti dalla legge:

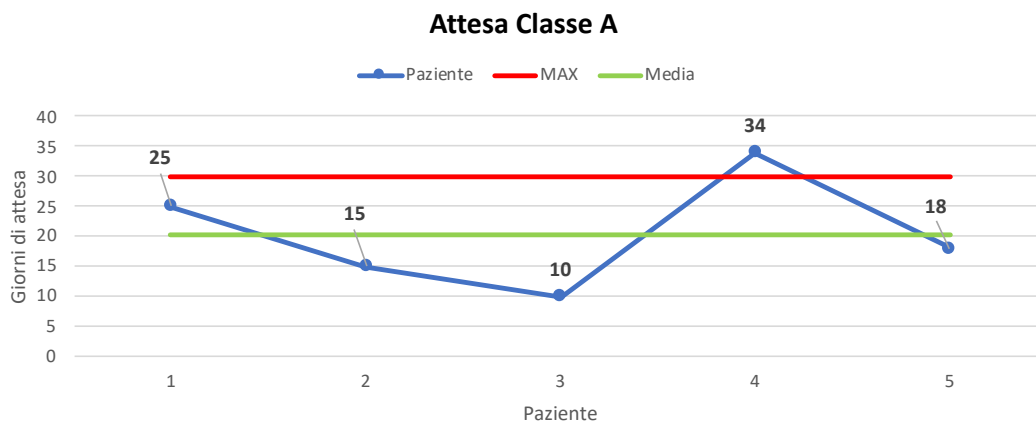


Fig. 6.8 Andamento tempi di attesa Pazienti di Classe A

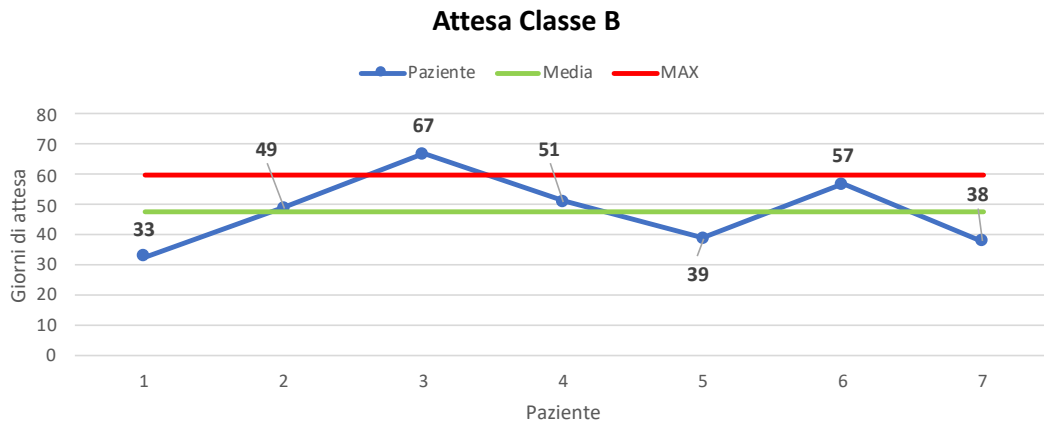


Fig. 6.9 Andamento tempi di attesa pazienti di Classe B

O fissare target interni più restrittivi rispetto a quelli previsti dalla Legge:

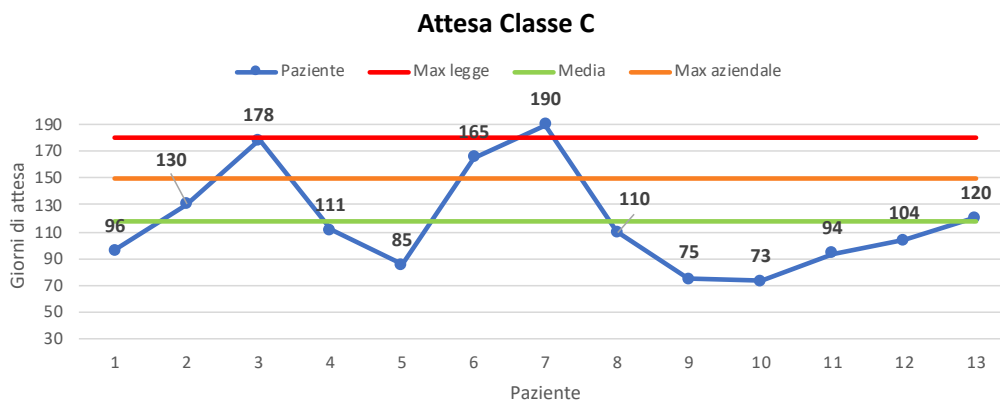


Fig. 6.10 Andamento tempi di attesa pazienti di Classe C

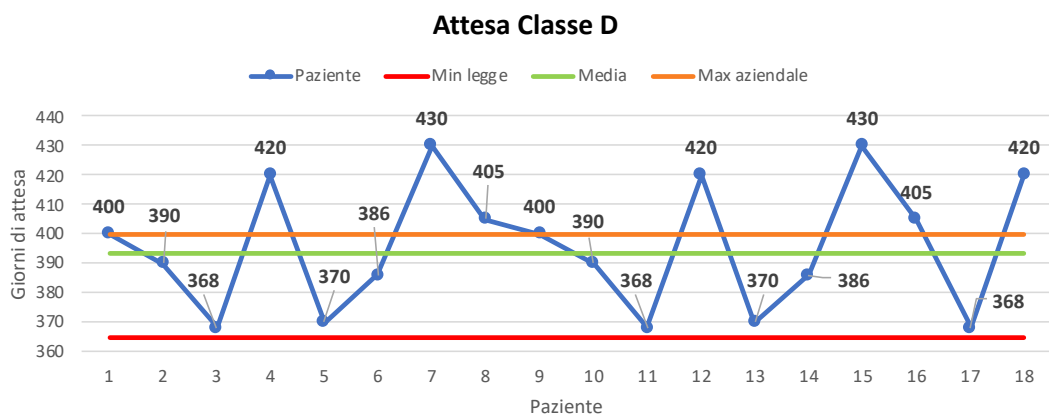


Fig. 6.11 Andamento tempi di attesa pazienti di Classe D

Il numero di operazioni andate a buon fine può essere confrontato con il totale degli interventi in modo da rendersi subito conto dello scostamento e, in caso di valori anomali, si può interrogare il sistema relativamente alle cause.

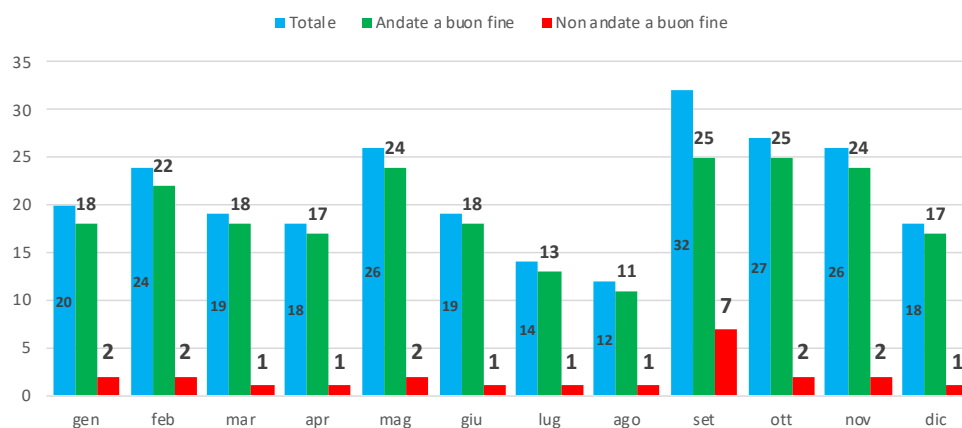


Fig. 6.12 Esito operazioni 2021, mensilizzate

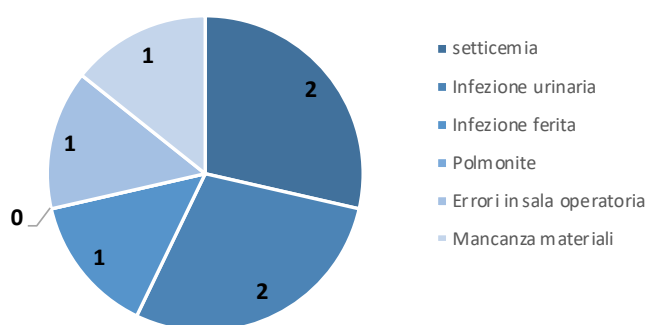


Fig. 6.13 Cause di operazioni non riuscite, Settembre 2021

I KPI sopra descritti a titolo di esempio, come qualsiasi altro KPI individuato in fase implementativa dal Gruppo o dalla Struttura, possono essere riportati in una dashboard (rappresentazione grafica, visiva e interattiva) presentata similmente a un cockpit) che permetta, cliccando su un grafico di navigare informazioni e dati in semplicità.

4) A14.A.4: *Balanced Scorecards*

È uno strumento che consente di integrare in un unico cruscotto indicatori di diversa natura, nel breve e nel lungo periodo, finanziari e operativi.

Per creare una Balanced Scorecard occorre rispondere a 4 domande:

- “Come gli Azionisti vedono l’Impresa?”: indicatori finanziari;
- “Come i Pazienti vedono la Struttura?”: indicatori sul grado di soddisfazione;
- “In cosa si deve eccellere?”: indicatori operazionali;
- “In cosa bisogna migliorare?”: indicatori di crescita.

Questi indicatori possono essere inseriti in diagrammi radar in modo da poterli confrontare con chiarezza con gli obiettivi o, laddove disponibile, con la media di Settore evidenziando così, in modo semplice e intuitivo, le aree di sotto qualifica (da potenziare) o quelle di sovra qualifica (in cui un eccesso di flessibilità provoca sprechi, che possono essere identificati e ricondotti a saving).

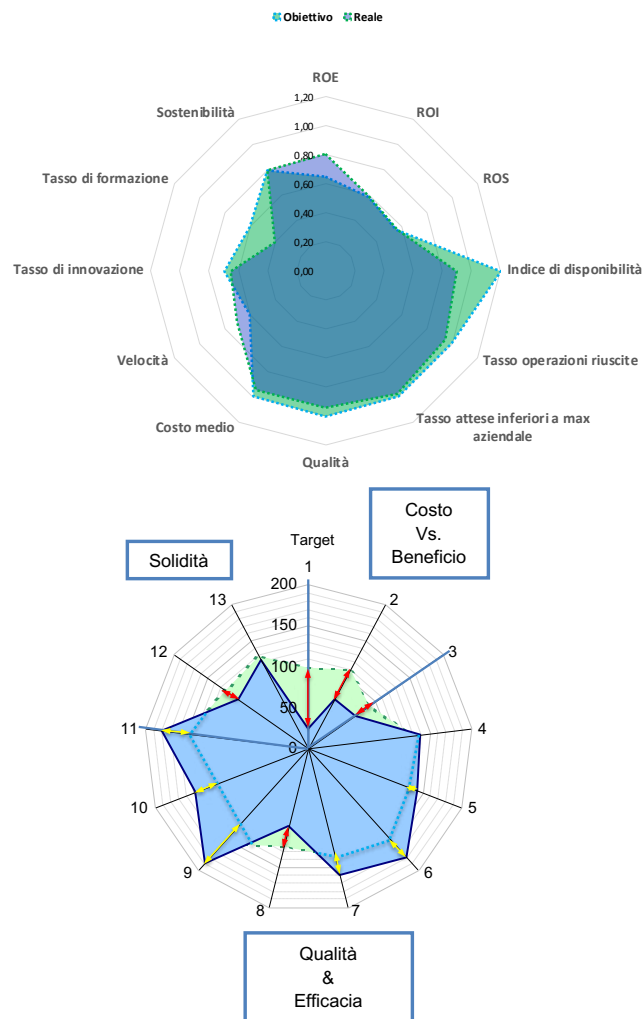


Fig. 6.14 *Balanced Scorecards*

Come illustrato nel grafico di esempio, possono essere valutati una serie molto varia di indici in base alle esigenze e si può confrontare con semplicità quanto ottenuto con quanto voluto. L'area verde è l'obiettivo, mentre quella blu il risultato reale. Dove l'area blu eccede quella verde sono stati raggiunti gli obiettivi preposti e addirittura superati. Ciò significa che si è stati particolarmente efficaci in quel settore. La distanza fra le due aree dà anche un'informazione di quanto sia lo scostamento. Se al contrario eccede l'area verde, vuol dire le performance reali sono inferiori a quelle volute. In questo caso si ha così un chiaro segnale di dove intervenire, andando a investigare le cause che hanno portato agli scostamenti. Anche dove quanto ottenuto è maggiore di quanto voluto può occorrere agire, infatti una performance particolarmente alta può non essere ricompensata dal mercato poiché, oltre una certa soglia, il cliente può non essere disposto ad attribuirgli valore. Se ciò accade, è opportuno trasferire risorse dai settori eccessivamente performanti a quelli con risultati inferiori, in modo da avvicinarsi meglio all'area obiettivo.

5) A14.A.5: *Datalog e statistiche*

Datalog è un linguaggio di interrogazione per database relazionali. Tramite esso si possono porre domande ai database dove i dati sono legati da relazioni inserite in tabelle. Avendo a disposizione dati tabulati, è possibile estrarre statistiche per valutare andamenti di certe

grandezze e se questi sono in linea o meno con quanto voluto. Una volta raccolti dati tramite appositi fogli di raccolta dati, questi vengono inseriti nel database. A questo punto si possono effettuare analisi di base, quali valutazione del tipo di distribuzione statistica della grandezza in esame.

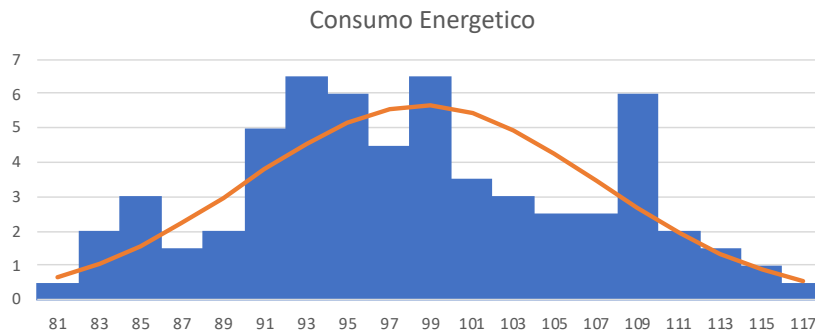


Fig. 6.15 Distribuzione di probabilità del consumo energetico

Inoltre, il grafico è necessario per valutare se il processo sia contenuto o meno nei limiti di tolleranza fissati.

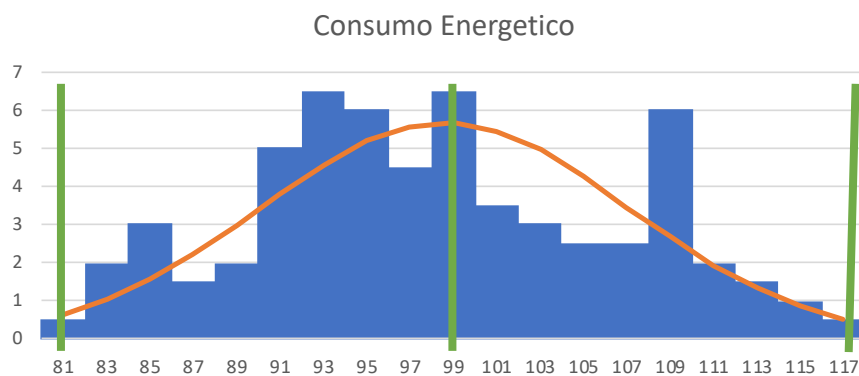


Fig. 6.16 Distribuzione di probabilità del consumo energetico con limiti di tolleranza

In questo esempio si vede che il processo lavora anche fuori tolleranza consumando, in alcuni casi, più di quanto accettabile dalle regole aziendali. Diventa dunque importante andare ad analizzare le cause di tali risultati.

Altre analisi statistiche sono quelle dei trend e della stagionalità. Si possono prendere i valori della domanda di un certo tipo di intervento andando così ad evidenziare se vi sono andamenti particolari e non puramente casuali.

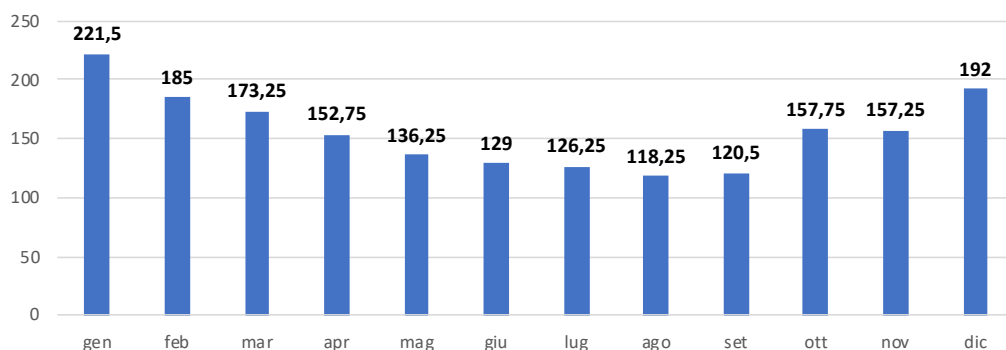


Fig. 6.17 Ricoverati di polmonite per mese nel 2021

In questo grafico si vede chiaramente la stagionalità dei ricoveri.

Se necessario valutare l'andamento su più anni, può emergere un trend (sotto evidenziato in rosso con una linea di tendenza) oltre alla stagionalità (in giallo).

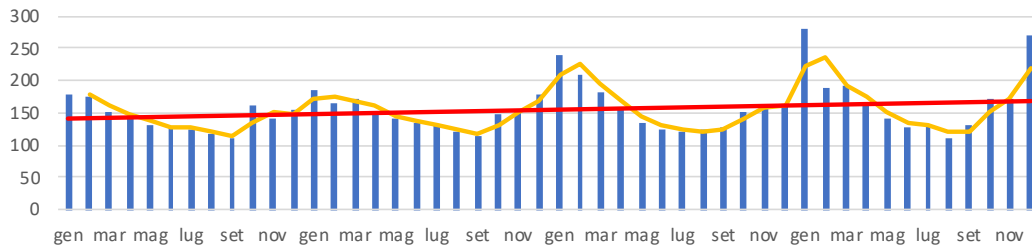


Fig. 6.18 Ricoverati di polmonite per mese ultimi 4 anni

6) A14.A.6: Controllo statistico di processo (versione estesa)

La statistica può essere utilizzata per controllare se il processo si trovi o meno in un regime di controllo statistico. Nel primo caso, è affetto solo da cause comuni, non eliminabili perché insite nel processo; nel secondo caso si è in presenza di cause speciali, come tali eliminabili quali errori, usura degli strumenti utilizzati, carenze manutentive, etc..

Una volta raccolti i dati, si possono creare delle carte di controllo, strumenti grafici in grado di fornire una serie di informazioni sulla presenza e il tipo di cause speciali presenti nel sistema. Ce ne sono di vario tipo in base al processo in esame. Con esse si possono monitorare un gran numero di grandezze, come il numero di interventi corretti sul totale e i vari parametri ambientali, come la temperatura.

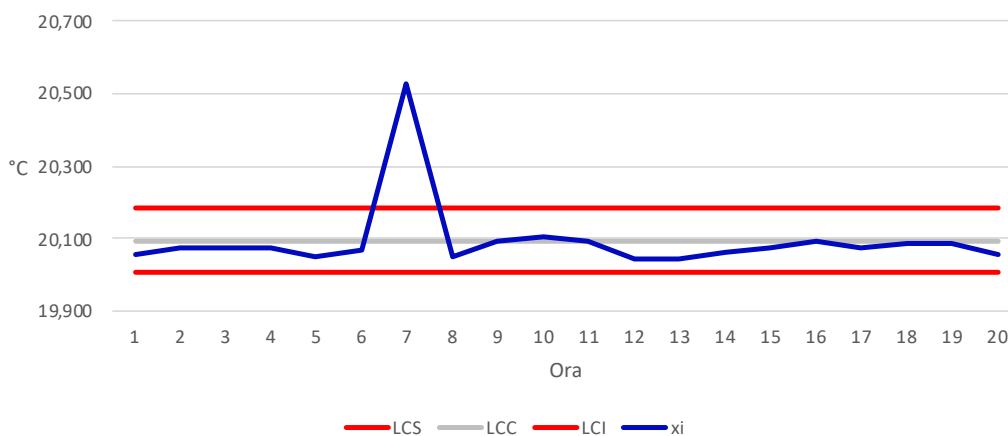


Fig. 6.19 Carta di controllo X-medio per la Temperatura

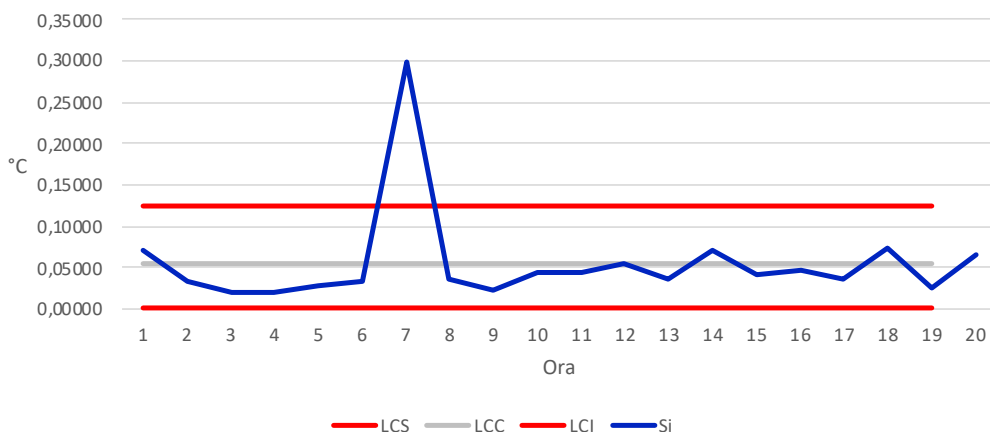


Fig. 6.20 Carta di controllo S per la Temperatura

In modo molto chiaro, le carte di controllo mostrano at a glance valori anomali. In questo esempio si vede un outlier sia come valor medio del campione, sia come deviazione standard.

I limiti di controllo superiore e inferiore possono essere calcolati o scelti arbitrariamente. Nel primo caso gli strumenti eseguono un pre-run, sono presi dei dati e usati come base per calcolare i limiti. In questo caso la presenza di outlier è un chiaro segnale di processo non in controllo statistico. Se, al contrario, i limiti sono scelti e non calcolati, allora un outlier non è sinonimo di causa speciale. Infatti potrebbero essere stati settati limiti troppo stringenti. Per rientrarvi occorre agire sulle cause comuni, ineliminabili ed è più complesso mitigarne gli effetti, per esempio cambiando un macchinario o formando un operatore.

Si possono inoltre calcolare gli indici **cp** e **cpk**. Il primo indica quanti blocchi da 6 deviazioni standard sono contenuti nell'intervallo di tolleranza, quindi valuta la capacità potenziale. Il secondo invece valuta quanti blocchi da 3 deviazioni standard sono contenuti nell'intervallo più stretto fra la media reale e il limite di tolleranza più vicino, tiene dunque conto della centratura del processo. Entrambi devono essere maggiori di 1 per avere una qualità ± 3 sigma. Una volta avuto notizia della presenza di cause speciali, si passa ad analizzare la situazione per capire quali siano. Vengono valutate una serie di possibili fattori che influenzano il sistema e, a questo punto, si valutano correlazioni fra i dati misurati e la causa potenziale. Un esempio di grafico di questa tipologia è lo scatter plot.

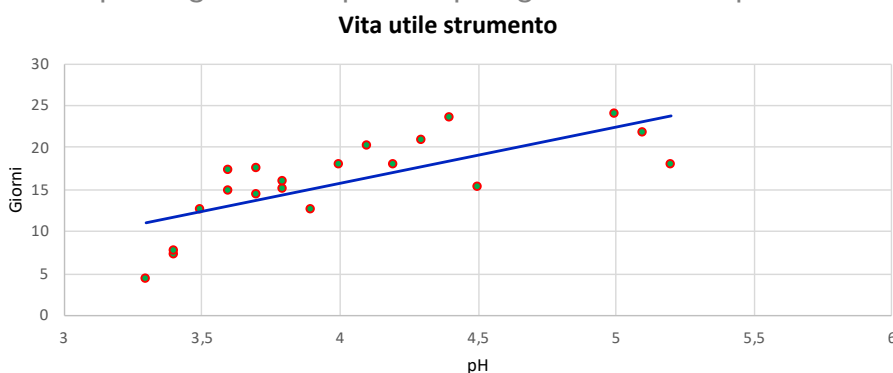


Fig. 6.21 Scatter plot sul legame vita utile strumento/pH

In questo esempio si vede come i giorni di vita utile di uno strumento sono legati al pH della sostanza con cui viene a contatto. Regolando lo stesso, dunque, si può aumentare la durata di utilizzo.

La curva di Pareto ordina le cause che affliggono il sistema, che possono essere molteplici non permettendo di intervenire contemporaneamente su tutte in tempi rapidi e con bassi costi. Per questa ragione occorre capire quali hanno un effetto maggiore e iniziare da quelle. Il principio di Pareto afferma infatti che l'80% degli effetti è conseguenza del 20% delle cause.

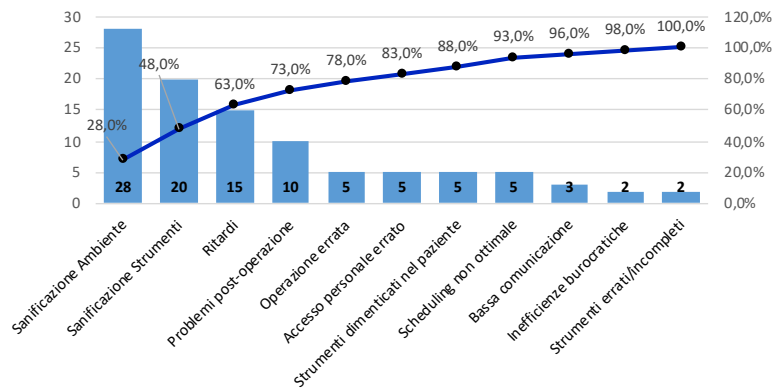


Fig. 6.22 Analisi Pareto sulle frequenze delle cause di interventi falliti

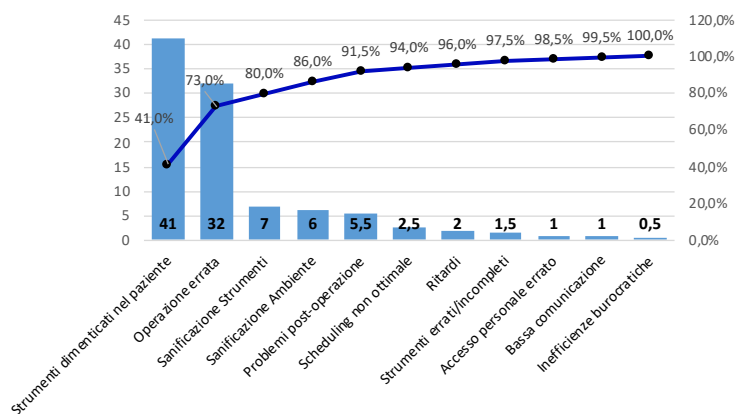


Fig. 6.23 Analisi Pareto sui costi delle cause di interventi falliti

7) A14.A.7: Ottimizzazione energetica

L'utilizzo di grafici su dashboard consente anche di valutare la differenza fra un sistema previsionale, per esempio a 24 ore, con un sistema che si aggiorna in tempo reale, come consentito dall'IoT. Prendendo ad esempio il consumo energetico, si può rapidamente vedere che la previsione del consumo può essere anche molto precisa:

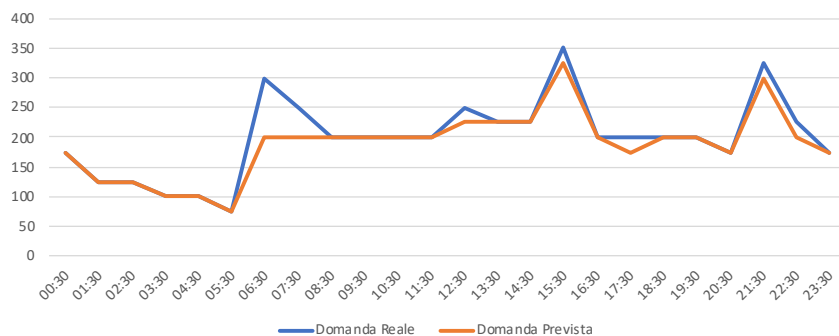


Fig. 6.24 Domanda di energia elettrica reale e prevista oraria

Tuttavia, quando il sistema energetico viene integrato con fonti rinnovabili (come, per esempio, un tetto solare) la previsione diventa molto più complessa in quanto l'energia solare è fortemente influenzata da condizioni meteo per cui le previsioni possono anche sbagliare:

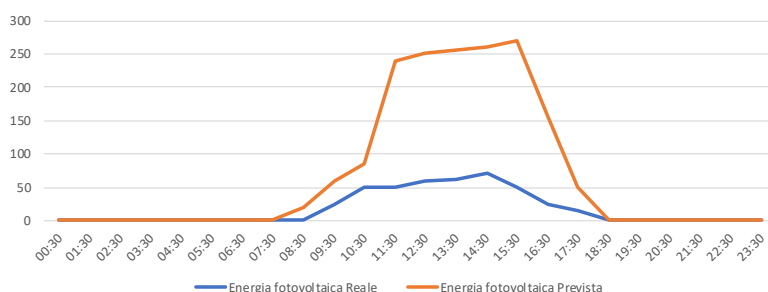


Fig. 6.25 Energia fotovoltaica prodotta e stimata oraria

Per fronteggiare tale scostamento, in questo caso elevato, una semplice previsione giorno per giorno non è in grado di adattarsi sufficientemente veloce generando scompensi nell'energia disponibile.

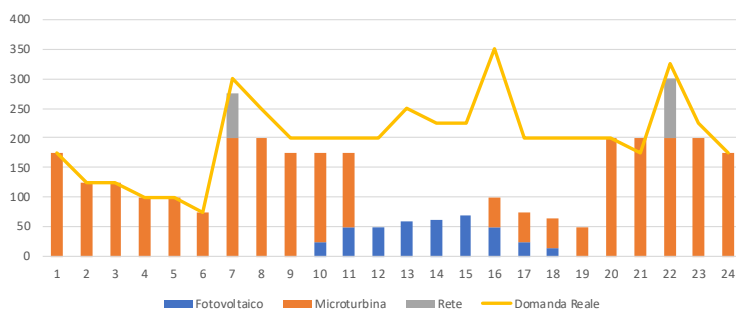


Fig. 6.26 Domanda di energia e produzione oraria con previsione 24h in 24h

Come si vede nel grafico sopra riportato, essendo la previsione fatta su base quotidiana, l'errore previsionale dell'energia solare comporta una sottoproduzione di energia e dunque una grande mancanza di energia, così richiedendo un'integrazione esterna (in questo caso l'Azienda ha deciso di dotarsi di una microturbina).

Utilizzando invece sistemi IoT, il monitoraggio è costante e dunque si supera questo problema:

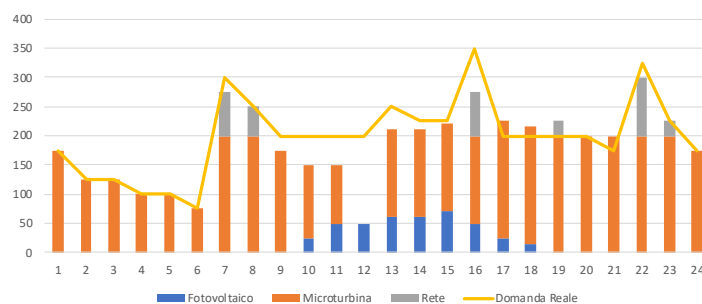


Fig. 6.27 Domanda di energia e produzione oraria con IoT

I benefici dell'IoT e dunque di un monitoraggio continuo sono enormi come mostrato in nell'esempio.

8) Asse 14 (B): Analitica a supporto degli interventi

A14.B.1: Scheduler

In tutti i Blocchi Operatori visitati dal Team il processo di calendarizzazione degli interventi segue un iter standardizzato basato, mediamente, sulle seguenti fasi:

- Pianificazione (calendarizzazione di massima eseguita ogni 15 giorni):
 - Eseguita sulla base delle informazioni disponibili.
- Programmazione (review della pianificazione eseguita ogni 7 giorni):
 - Eseguita sulla base delle informazioni aggiornate e di eventuali cambiamenti.
- Schedulazione (review della programmazione eseguita la sera prima degli interventi):
 - Eseguita in considerazione di vincoli specifici quali:
 - Inserimenti (interventi urgenti);
 - Cancellazioni (per malessere, stato di salute, abbandono, decesso);
 - Sostituzioni (cambio Paziente);
 - Indisponibilità (Equipe, Macchinari, Sale).
- Review della schedulazione (ri-schedulazione in corso d'opera):
 - Eseguita in considerazione di vincoli specifici quali:
 - Ritardi accumulati sugli interventi (variabilità durata interventi);
 - Accadimenti last minute (eventuali nuovi inserimenti, cancellazioni, sostituzioni o indisponibilità).

Un Blocco Operatorio 4.0 possiede inoltre strumenti di grande efficacia per supportare la programmazione degli interventi operatori con l'obiettivo di minimizzare il sotto utilizzo, delle sale e delle relative Equipe, generato dai cambiamenti dell'ultima ora dovuti a Pazienti che, in lista per l'intervento, devono venire depennati per le cause più diverse (sopra citate) con conseguente necessità di riprogrammazione effettuata da Personale Medico o Infermieristico esperto di atti chirurgici, ma non di gestione e che deve, quindi, ingegnarsi per eseguire al meglio una attività per la quale non è preparato e che ha come conseguenza, lo si ripete, un uso non ottimizzato delle risorse con chiaro danno economico per l'Ente. Utilizzando quindi gli opportuni strumenti resi disponibili da Industry 4.0, come uno **scheduler**, la pianificazione di medio termine, tanto quanto la programmazione di breve termine degli interventi da effettuare nel Blocco Operatorio vengono, in progress, riaggornate tramite uno specifico algoritmo (restando comunque ottimizzate), a fronte dell'accadimento di eventi di disturbo via via da gestire, fino ad arrivare alla schedulazione esecutiva ossia alla l'agenda degli interventi del giorno corrente. Lo scheduler, in modo

assolutamente agile, permette la generazione di scenari alternativi in considerazione di vincoli (che possono essere inseriti facilmente, di volta in volta, dal Personale) e, associato a strumenti come il Digital Twin, il Machine Learning e l'Intelligenza Artificiale, permette di affinare la programmazione su parametri variabili come le preferenze / abitudini di determinate Equipe o la variabilità di determinati interventi. Così agendo lo schedulatore consente di scegliere, in funzione degli scenari offerti, quale delle funzioni obiettivo ottimizzare (e.g. massimo profitto, massimo numero degli interventi, minor spreco di tempo, minimizzazione delle liste di attesa, ..).

Possibile, inoltre, rilanciare lo schedulatore in qualsiasi momento della giornata, nel caso in cui si dovessero verificare in corso d'opera cancellazioni, inserimenti o dilatazioni delle tempistiche di intervento.

Si precisa, infine, che laddove intervengano più Equipe (Medico-Anestesista, Infermieri, Ferristi, OS, Personale di pulizia, manutentori) lo schedulatore è in grado di distinguere le diverse tipologie di attività per procedere a parallelizzare le Operation, così permettendo di aumentare significativamente il coefficiente di utilizzazione e, di conseguenza, gli interventi effettuabili, accorciando le liste di attesa e migliorando il livello di servizio.

A14.B.2: Analisi dei kit operatori (ferri, presidi, farmaci)

L'opportuna schedulazione degli interventi permette di ottenere l'ottimizzazione delle Infrastrutture (disponibilità delle Sale) e delle Equipe (Medica, Infermieristica e di riattrezzaggio / pulizia delle Sale).

Per ottimizzare la gestione delle Risorse Operative (ferri, presidi medici, farmaci, ..) si propone di integrare la schedulazione con un processo ad hoc di preparazione degli interventi, che consiste nelle fasi di:

- Definizione kit operatori;
- Dimensionamento e controllo scorte;
- Feedback agli Acquisti.

La definizione dei kit consiste nell'associazione allo schedulatore di kit standardizzati per ciascun intervento, di modo che lo schedulatore, in considerazione degli interventi calendarizzati per la giornata, possa verificare la disponibilità delle Risorse Operative e validare il piano degli interventi. Il motore tiene, ovviamente, conto della performance di sterilizzazione tra un intervento e il successivo per minimizzare il numero di ferri necessari alla Struttura. La definizione dei kit, con conseguente proposta degli stessi agli Operatori, permette una preparazione accurata della giornata operatoria, diminuisce lo stress degli Operatori e previene possibili errori.

Il dimensionamento e il controllo delle scorte consistono nel raffronto continuo e automatizzato della preparazione, a monte della giornata operatoria, con lo stato aggiornato real time dei consumi effettivi. Permette di migliorare in modo sostanziale il controllo e la gestione delle scorte, così evitando i problemi causati dai sotto scorta e i costi provocati dai sovra scorta cautelativi.

Il feedback agli Acquisti permette di migliorare gli ordini, di evitare errori e di ridurre le tempistiche d'ufficio. Come già detto questa fase può essere ulteriormente migliorata in performance e velocizzata passando a una logica VMI (Vendor Managed Inventory) secondo la quale queste informazioni vengono trasmesse in automatico al Fornitore di presidi medici e farmaci, mentre il ruolo degli Acquisti si trasforma in un controllo e approvazione degli ordini in uscita generati automaticamente dal sistema e negoziazione dei prezzi in funzione dei volumi.

A14.B.3: Digital Twin

La simulazione assume un ruolo centrale nell'Industria 4.0 perché, opportunamente sviluppata, è in grado di aumentare la conoscenza del processo e del business, per dare valore. Il "Digital Twin" è il "gemello digitale" di una macchina o di un sistema, collegato on-line e real time, che vive di vita propria, parallela al gemello fisico e impara dall'evoluzione del Sistema, senza esporre la realtà a rischi.

Una volta testata la performance del Digital Twin lo stesso è in grado di proiettare l'operatività sui vari orizzonti temporali permettendo di analizzare la performance nel tempo futuro; in tal modo, per esempio, prevenendo problemi, reagendo a cambiamenti di stato e migliorando la performance manutentiva.

È in grado di prevedere trend, ciclicità e stagionalità basandosi su algoritmi di Machine Learning, di dialogare con lo schedulatore per migliorare il Coefficiente di Utilizzazione delle Sale e delle risorse, come anche l'OEE delle macchine, di passare automaticamente input allo Schedulatore, in caso di ritardi in Sala e di massimizzare, quindi, il numero di interventi sostenibili (parallelizzazione ottima Equipe, Chirurgo-Anestesista, Ferrista, OS). Imparando dalla realtà ed accelerando, come sopra descritta, la vita del Sistema il Digital Twin è in grado di sviluppare continuamente e di proporre scenari migliorativi (Intelligenza Artificiale).

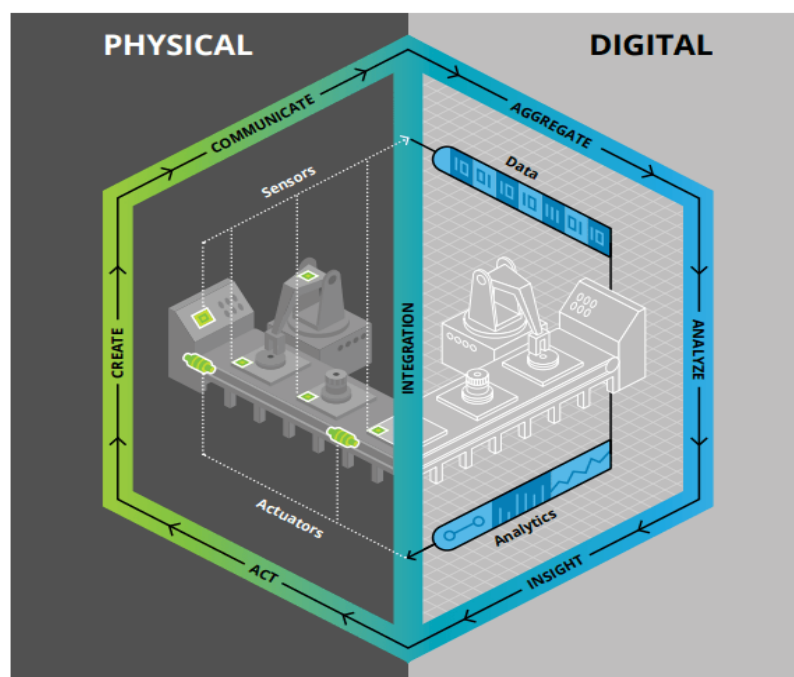


Fig. 6.28 Digital Twin

A14.B.4: Cyber Physical System

Il Cyber Physical System è il concetto più ampio e più importante dell'Industria 4.0. Consiste nel continuo confronto del mondo reale con un mondo digitale gemello (costituito dai molteplici Digital Twins dei sottosistemi) che possa anticipare i problemi e migliorare la performance complessiva.

E' di fatto un simulatore più vasto collegato, anch'esso, on-line e real time che possa permettere, mediante Intelligenza Artificiale e Machine Learning, di prendere decisioni autonome e decentrate e di proporre continuamente agli Operatori scenari migliorativi su base circostanziale. Rende il sistema auto configurante e adattivo in funzione delle situazioni che si presentano quotidianamente.

La figura sottostante spiega bene come l'IOT permetta di collegare macchine e sistemi appartenenti al mondo fisico (indipendentemente dal fatto che siano native o non native con sistemi di connessione) per monitorarle e controllarle tramite Internet mediante l'applicazione di sensori e attuatori, mentre il CPS, come detto sopra, sia basato sul confronto continuo dell'operatività delle macchine con quella dei gemelli virtuali contenuti nel Cyber Space (in questo caso nel Server aziendale).

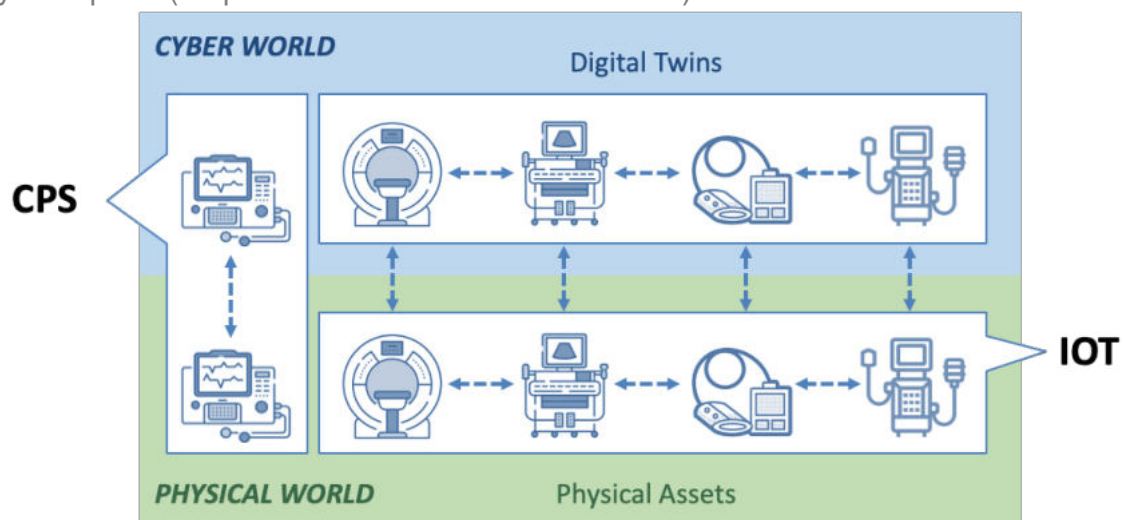


Fig. 6.29 Collegamento CPS e IoT

A14.B.5: Machine Learning e Intelligenza Artificiale

Step conclusivo e integrante dell'adozione di Digital Twin e Cyber Physical System è l'estensione di tali tecnologie mediante Sistemi di Apprendimento e di Intelligenza Artificiale. Consiste in un'analitica di secondo livello particolarmente efficace nel gestire la stocasticità naturale dei Sistemi, tale da minimizzare la variabilità, nemica giurata della performance di processo.

Asse 15: Analisi dei processi

I processi sono la chiave della produttività e il centro delle Operations. Ossia il “chi fa cosa”, in che modi e in quali tempi, rappresentano il come le Persone si muovono nei layout per dare valore alle attività Operazionali. I processi coinvolgono qualunque risorsa e qualunque attività. Processi lineari e snelli sono la chiave per il successo in qualsiasi tipo di realtà produttiva o di servizio.

Partendo dal concetto che non si possa né controllare né migliorare ciò che non sia precedentemente misurato e dall’evidenza che una misurazione debba essere corretta per poter aggiungere valore, il primo passo consiste nel rendere misurabili attività e risorse.

Per far questo è necessario sviluppare una percezione corretta di come Ciascuno, nel sistema, svolga le attività di pertinenza e si raffronti con gli Altri.

Tre i passi necessari in proposito:

- Mappatura processi AS-IS (digitalizzazione dei processi);
- Individuazione delle criticità;
- Proposte di BPR (Business Process Re-Engineering), laddove applicabili.

La mappatura a standard BPMN certifica i processi aziendali, le tecnologie in uso e le comunicazioni, permettendo l’individuazione di criticità, altrimenti invisibili, da risolvere con la successiva fase di reingegnerizzazione dei processi. Si fa notare che essendo i processi, per natura, ciclici, anche un minimo risparmio prodotto su un processo produce a fine anno saving considerevoli e miglioramenti complessivi di performance. L’analisi complessiva dei processi permette di migliorare ciascuna performance senza andare a scapito delle altre, così superando i trade-off operazionali.

Asse 16: Dematerializzazione dei documenti

Consiste nella Transizione dal documento cartaceo a quello digitale (immagine), a norma di legge e mantenendo il valore giuridico.

È il processo, in due fasi, che porta alla creazione di un documento digitale che sostituisce, a tutti gli effetti di legge, l’originale cartaceo:

- Scansione dei documenti (previa individuazione dei documenti trasferibili);
- Creazione di un sistema di archiviazione.

Richiede competenze per assicurare che i documenti digitali siano conformi agli originali.

Molteplici i benefici sono riscontrabili in termini di risparmio e di produttività:

- Abbattere il consumo di carta;
- Abbattere i costi di stampa, di gestione e di manutenzione delle macchine di stampa;

- Rendere semplice e veloce la tracciatura e la ricerca dei documenti;
- Eliminare le spese di spedizione;
- Risparmiare i costi del Personale di archivio;
- Liberare gli spazi fisici destinati all'archiviazione;
- Velocizzare le procedure di archiviazione e di accesso al documento;
- Riprodurre documenti conformi agli originali;
- Inviare rapidamente i documenti digitali;
- Rendere i documenti consultabili e scaricabili on-line;
- Consultare documenti delocalizzati, delicati o preziosi.

La dematerializzazione certificata consiste in un processo di acquisizione ottica certificato che garantisca che il contenuto e la forma dei documenti informatici prodotti siano analoghi a quelli dei documenti cartacei da cui vengono generati.

Asse 17: Digitalizzazione dei documenti

Creazione di documenti digitali (immagini) a norma di legge e mantenendo il valore giuridico. È un processo, in cinque fasi, che porta alla creazione di un documento digitale riconosciuto a norma di legge:

- Normalizzazione del documento;
- Scansione;
- Classificazione;
- Creazione dell'indice;
- Produzione delle immagini.

Richiede competenze per assicurare che i documenti digitali siano conformi agli originali.

Molteplici i benefici sono riscontrabili in termini di risparmio, produttività e sicurezza:

- Riduzione della produzione di stampati;
- Risparmio di tempo;
- Risparmio sui costi per la stampa;
- Risparmio sui costi di archiviazione;
- Riduzione degli sprechi dalla generazione di rifiuti;
- Condivisione rapida delle informazioni;
- Integrazione di documenti di vario formato: testo e immagini, video, elementi interattivi;
- Velocità di elaborazione dei documenti (no giacenze/attese);
- Accessibilità delle informazioni;
- Immediatezza di accesso e trasmissione;
- Automatizzazione dei processi amministrativi;
- Semplificazione nello scambio di documenti;
- Velocità e sicurezza nei processi amministrativi;
- Snellimento delle procedure burocratiche;
- Sicurezza che i documenti arrivino al destinatario (notifiche di ricezione);
- Riduzione del rischio di errori (e costi associati).

Asse 18: Conservazione digitale dei documenti

È l'insieme di regole, procedure e tecnologie grazie alle quali un documento digitale è sempre accessibile, utilizzabile, autentico e reperibile in qualsiasi momento dall'archivio. Valida sia per la dematerializzazione sia per la digitalizzazione.

Obiettivi: Conformemente ai dettami previsti dall'AgID (Agenzia per l'Italia digitale), il sistema di conservazione deve garantire "autenticità, integrità, affidabilità, leggibilità e reperibilità dei documenti informatici".

Requisiti:

- Specificare cosa viene conservato;
- Rispettare le regole tecniche per la creazione di documenti informatici;
- Assicurare, oltre ai quattro punti già citati, tutte le necessarie misure di sicurezza;
- Gestire i pacchetti informatici (pacchetto di versamento, pacchetto di archiviazione, pacchetto di distribuzione);
- Definire i soggetti coinvolti nei flussi;
- Adottare un manuale della conservazione digitale.

Ambiti di applicazione obbligatoria:

- Pubblica amministrazione (la normativa vigente in merito alla conservazione digitale dei documenti nella Pubblica Amministrazione richiede ai documenti informatici la garanzia di autenticità, integrità, affidabilità, leggibilità e reperibilità);
- Fatturazione elettronica (oltre al sistema di interscambio le fatture elettroniche devono essere conservate digitalmente e secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. D.M. 17/6/2014, Art.3, C.1, L.b e D.M. 3/12/2013);
- Documenti aziendali (le Aziende iscritte al Registro delle Imprese sono tenute a conservare la documentazione classificata come "importante" per l'Azienda, tra cui: contratti in formato digitale e siglati con firma digitale, e-mail inviate tramite PEC, fatture elettroniche).

Asse 19: Service 4.0

Come conseguenza delle tecnologie rese disponibili da Industry 4.0 e delle applicazioni da esse derivabili, emergono molteplici servizi innovativi, tali da massimizzare il potenziale in termini di nuove opportunità di business; essi sono classificabili come Service 4.0. Citando BCG (Nov 2018) "I Clienti oggi hanno aspettative notevolmente più alte, ma i Fornitori di servizi tradizionali spesso non riescono a soddisfare queste esigenze. Il Service 4.0 rappresenta una trasformazione fondamentale che può aiutare le Aziende a soddisfare le maggiori esigenze dei Consumatori."

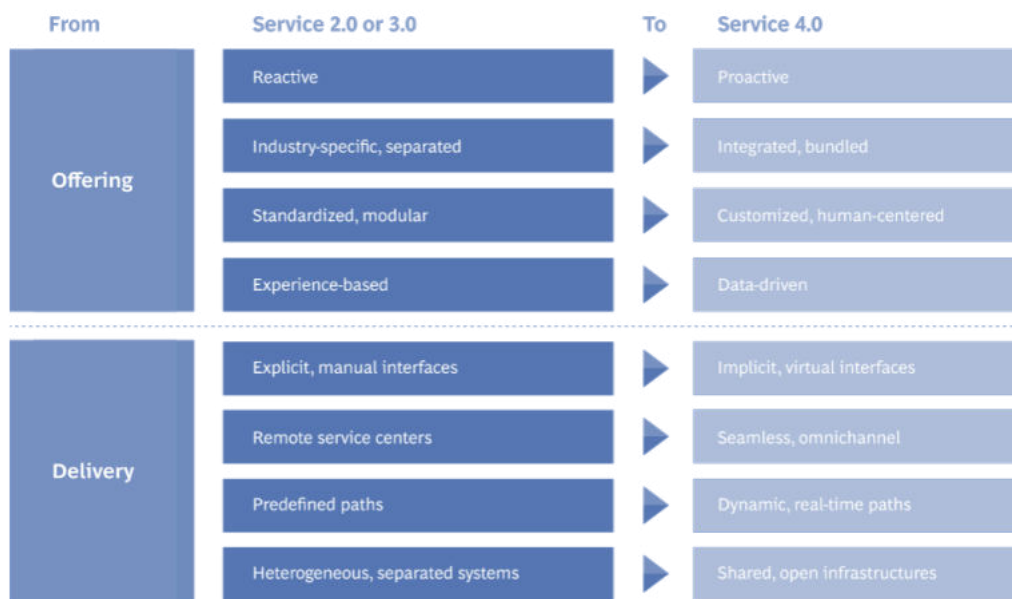


Fig. 6.30 Confronto servizi 2.0 e 3.0 con 4.0 (The Boston Consulting Group, Nov 2018)

In particolare, per quanto applicabile in Sanità al caso in oggetto, si sottolinea la transizione da un Offering reattivo a uno proattivo sul proprio parco Pazienti, integrato, personalizzato e guidato dai dati con un'erogazione multi canale e multi sito in grado di definire percorsi dinamici ottimizzati in tempo reale, così migliorando al contempo il Servizio al Paziente e il profitto per la Struttura.

A titolo puramente esemplificativo si consideri l'opportunità di classificare i Pazienti in classi e di assistere il Paziente a domicilio per malattie croniche o in caso di temporanea saturazione delle Strutture disponibili, potendo monitorare il Paziente, in tempo reale, secondo i più moderni sistemi di IOMT (Internet of Medical Things), in termini di Bed Management, di monitoraggio e consegna dei farmaci e di intervento tempestivo in caso di necessità. Servizi, evidentemente, non possibili a monte di Industry 4.0.

Il concetto di servizio è estendibile all'assistenza e alla manutenzione dei sistemi installati, confidando nell'autodiagnostica prevista dagli stessi e, laddove espressamente richiesto dall'Azienda, del data management in remoto tramite Cloud, nel totale rispetto della Cyber Security, con successiva integrazione con l'analitica aziendale.

VIII. EXPERTISE DEL TEAM IN SANITA'

In questi anni il Team di progetto ha operato all'efficientamento di numerose Strutture Ospedaliere dimostrando come, applicando metodologie consolidate della gestione dei sistemi complessi, si possa migliorarne l'efficienza e ridurre i costi operativi. Tra le Strutture si ricordano per particolare successo E.O. Galliera (GE), I.R.C.S. Gaslini (GE), Ospedale Evangelico (GE), I.E.O. (MI), Ospedale di Cuneo (CN). In bibliografia vengono riportati alcuni paper, relativi ai progetti effettuati, presentati a importanti Congressi Internazionali. Agendo sia sulle attività core (Sale Operatorie, Pronto Soccorso, Reparti, Sanificazione, Sterilizzazione, Laboratori, ..), come anche attività di servizio (dimensionamento sportelli accettazione, parcheggi, ..), si sono ottenuti saving a sei zeri, certificati dal Controlling

delle Strutture Stesse, saving con i quali fare fronte ai tagli lineari imposti da Regioni e Stato alla Sanità, riuscendo così a trovare le risorse per poter continuare a fornire un servizio adeguato ai Pazienti.

Tra i risultati conseguiti dal Team in Sanità e in altri ambiti si riportano i seguenti:

Cliente	Focus del progetto	Valore aggiunto
• Multinazionale leader nella produzione di dispositivi medici	• Riprogettazione della fase di sterilizzazione	- 24% <i>costo totale di processo</i>
• Azienda italiana leader nella GDO	• Ridimensionamento della barriera casse	- 40% <i>costo della singola transazione</i>
• Multinazionale farmaceutica	• Efficiamento del processo di gestione ordini da Clienti	- 50% <i>ordini inevasi</i>
• Azienda francese di componentistica automotive	• Efficiamento del processo produttivo volto al recupero di marginalità	+ 7% <i>EBITDA</i>
• Azienda multi utility operante nel settore dei servizi	• BPR del processo di prenotazione delle richieste di assistenza	+ 23% <i>TDO disponibile Risorse Front Office</i>

Fig. 7.1 Best Practice conseguite dal Team

IX. SELEZIONE DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE PRODOTTE DAL TEAM

(2013) Cassettari, L., Mosca, M., Mosca, R., Rolando, F., “[An healthcare process reengineering using discrete event simulation](#)”, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2013 Vol II WCECS 2013, 23-25 October, 2013, San Francisco, USA; Lecture Notes in Engineering and Computer Science, 2, pp. 1174-1179

(2013) Cassettari, L., Mosca, R., Morrison, B., Rolando, F., Revetria, R., Orfeo, A., “[A System Dynamics study of an Emergency Department impact on the management of Hospitals surgery activity](#)”, Proceedings of International multiconference WCE 2015

(2015) Bendato, I., Cassettari, L., Mosca, R., “[Improving the efficiency of a Hospital emergency department..](#)”, SOMET 2015 International Conference

(2017) Patrone, C., Cassettari, L., Mosca, R., Damiani, L., Revetria, R., “[Optimization of lean surgical route through POCT acquisition](#)”, International multiconference of Engineers, IMECS 2017

(2016) Cassettari, L., Mosca, M., Mosca, R., Rolando, F., Costa, M., Pisauro, V., “[IVF cycle cost estimation using Activity Based Costing and Monte Carlo simulation](#)”, Health care management science, 2016, 19 (1), pp. 20-30

(2016) Bendato, I., Cassettari, L., Mosca, M., Mosca, R., “[Non-core services efficiency improvement: How to find resources in the healthcare system](#)”, Proceedings of the Summer School Francesco Turco, 2016, 13-15-September-2016, pp. 54-58

(2016) Cassettari, L., Rolando, F., Bendato, I., Mosca, M., Mosca, R., “[Optimal sizing of a pediatric hospital patients reception desk using discrete event simulation](#)”. In: European Simulation and Modelling Conference 2016, ESM 2016. p. 320-324, Eurosis, ISBN: 9789077381953, esp, 2016

(2021) Mosca, R., Mosca, M., Revetria, R., Cassettari, L., Currò, F., Galli, G., “[Sanitizing of Confined Spaces Using Gaseous Ozone Produced by 4.0 Machines](#)”, WCE2021, ICSBB_210312Rx, accepted and included in the conference proceedings published by IAENG (ISBN: 978-988-14049-2-3) – BEST PAPER AWARD

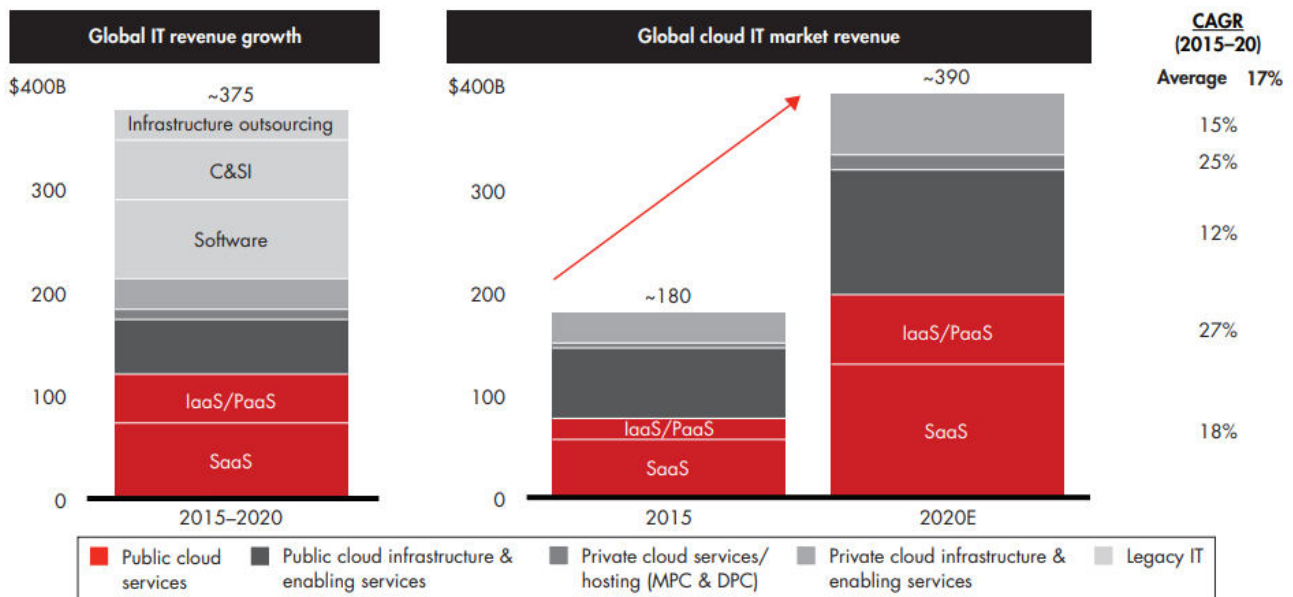
(2021) Cassettari, L., Currò, F., Mosca, M., Mosca, R., Revetria, R., Saccaro, S., Galli, G., “[A 4.0 automated warehouse storage and picking system for order fulfillment](#)”, WCE 2021, ICMEEM_210312Rf, accepted and included in the conference proceedings published by IAENG (ISBN: 978-988-14049-2-3) – BEST PAPER AWARD

X. LITERATURE REVIEW

A. Cloud

Il Cloud computing è una delle più importanti tecnologie utilizzate da Industry 4.0 perchè consente di avere a disposizione servizi ovunque vi sia una connessione ad Internet. Le sue caratteristiche sono fondamentali per realizzare sistemi intelligenti tramite macchine specifiche e dispositivi IIoT.

Bain&Co. spiega come fra il 2012 e il 2015 il Cloud abbia rappresentato il 70% della crescita dell'IT e ci si aspetti un'ulteriore crescita del 20/25% nel 2021. Soprattutto l'attuale crisi covid ha spinto molte imprese a farvi affidamento per aumentare la loro produttività, agilità e resilienza.



Notes: C&SI is consulting and systems integration; IaaS is infrastructure as a service; PaaS is platform as a service; SaaS is software as a service; MPC is managed private cloud; DPC is dedicated private cloud; Excludes elements of IT market not directly related to cloud computing, including devices (PCs, tablets, mobile phones, printers) and communications services (fixed and mobile connectivity)
 Sources: IDC; Gartner; Forrester; expert interviews; company financials; analyst reports; Bain analysis

Fig. 9.1 Crescita servizi Cloud 2015-2020 Bain&Co.

Il potenziale del Cloud è immenso e inizia ad essere noto ai più.

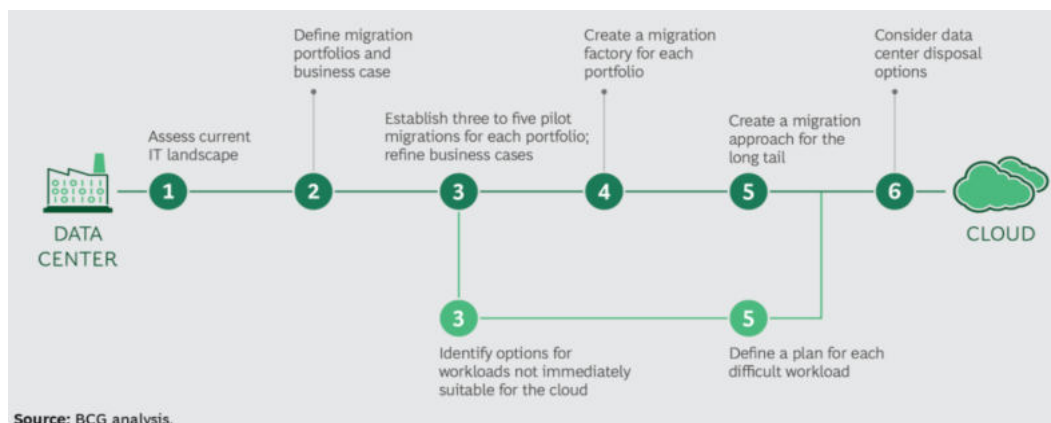
Un sondaggio recente di McKinsey mostra che nel 2020/2021 ben il 64% delle industrie utilizza attivamente il Cloud.

Sottolinea McKinsey, il principale fattore di successo è l'aver obiettivi chiari e dunque implementare il Cloud in quella direzione.

Una volta definita la strategia per il Cloud, bisogna trovare i giusti provider dei servizi.

Una caratteristica importante da valutare è la facilità di passaggio dai sistemi esistenti a quelli Cloud. Tanto più il vendor consente un passaggio semplice, tanto più sarà interessante. Come sottolinea McKinsey, è importante un'implementazione agile e con un forte impegno.

BCG presenta una possibile roadmap da seguire per raggiungere il Cloud.



Source: BCG analysis.

Fig. 9.2 Roadmap per raggiungere il Cloud

I vantaggi che conseguono dall'utilizzo del cloud sono indubbi e dunque le imprese di ogni dimensione devono adottare questa enorme innovazione. Fondamentale è però avere bene in mente che Cloud non significa solo miglioramenti nell'IT, ma in tutte le funzioni. McKinsey, nella sua intervista del 2020/21 ha ottenuto risultati chiari su come questa tecnologia influenzi molte aree diverse. Ovviamente l'IT è la più toccata, ma con i dispositivi IIoT anche la manifattura, la supply chain e la ricerca e sviluppo sono influenzate positivamente. La possibilità di acquisire dati non strutturati e analizzarli consente anche al marketing di beneficiarne, così come gli acquisti e i servizi post vendita in supporto ai clienti

McKinsey prevede che fino al 2025 l'aumento potenziale del reddito operativo grazie al Cloud sarà in media del 9%. Questo aumento è dovuto ai benefici apportati nelle varie funzioni.

B. Digital Twin

Il gemello digitale, la copia che vive nel cyber spazio di un prodotto, una macchina o di un intero impianto, ha una serie di potenziali enormi, come già descritto nel capitolo 1.

La manutenzione predittiva basata su un on condition monitoring ha un grande valore. La possibilità di verificare in tempo reale se la situazione reale è in linea o meno con quella prevista consente di intervenire tempestivamente. La IIoT è strettamente legata poiché è la base per raccogliere i dati tramite sensori ed effettuare un controllo in feedback per mezzo di attuatori.

Il Cloud diventa fondamentale in ciò poiché le simulazioni richiedono molta capacità di calcolo che può essere facilmente ottenuta con questo potente mezzo.

I dispositivi IIoT servono a monitorare costantemente il servizio, forniscono un flusso enorme di dati che, se tradotto in informazioni, consente di risolvere problematiche non valutate in fase di progettazione e di capire con precisione quali bisogni siano da soddisfare per migliorarlo. Questi dati sono inviati a un Digital Twin che mostra come si dovrebbe lavorare e quindi i punti di debolezza che si avrebbero in caso dell'uso del gemello reale.

Da un lato, questa attività consente di innovare il servizio andandolo a modificare in modo da portare a termine al meglio i compiti per i quali è stato concepito. Dall'altro lato, l'adattare il servizio all'effettivo utilizzo, oltre che meglio soddisfare i bisogni della struttura e dunque accrescerne la domanda, riduce anche tutta quella serie di costi legati alla programmazione inefficiente, alla riparazione e alla manutenzione.

Utilizzare un Digital Twin consente di testare modifiche e innovazioni senza dover implementare un costoso e rischioso servizio pilota. Una copia digitale fedele alla realtà rende obsoleta la lunga fase di prototipazione in cui devono essere create e testate più versioni fino alla definitiva. Il risparmio è chiaro, sia in termini di tempo che di costo.

Sarebbe infatti molto complesso e costoso provare a implementare un'innovazione su tutti i modelli fisici per verificarne la funzionalità. Se al contrario questo avviene col Digital Twin, diventa non solo fattibile ma anche relativamente poco costosa, aumentando così il reddito operativo anche di alcuni punti percentuali.

Nel 2018, Gartner ha definito i Digital Twin una delle prime dieci tendenze tecnologiche strategiche. Secondo un'altra ricerca contenuta nel report sul Mercato dei Digital Twin edita da Market Research Future, il Mercato dei gemelli digitali dovrebbe aumentare ad un Tasso di Crescita Annuo del 42.54% durante il periodo 2018-2025, raggiungendo la valutazione di oltre 35.000 milioni di dollari dai 2.156 del 2017.

C. IIOT (Industrial Internet of Things)

I sistemi IIoT sono insiemi di sensori e attuatori per uso industriale, connessi in network tramite software, per monitorare e gestire macchine e persone connesse in rete al fine di prendere decisioni basate su dati e, dunque, di qualità superiore. Questi sistemi, parte integrante del CPS (Cyber Physical System), si situano al livello base dell'architettura, e hanno un potenziale enorme. McKinsey stima che entro il 2025 l'IIoT avrà un impatto economico di 11,1 trilioni di dollari l'anno e saranno la principale fonte di valore fra tutte le tecnologie disruptive, addirittura davanti a Internet mobile, Cloud computing e robot avanzati. La seguente immagine mostra chiaramente le differenze e i valori di ogni tecnologia in trilioni di dollari.

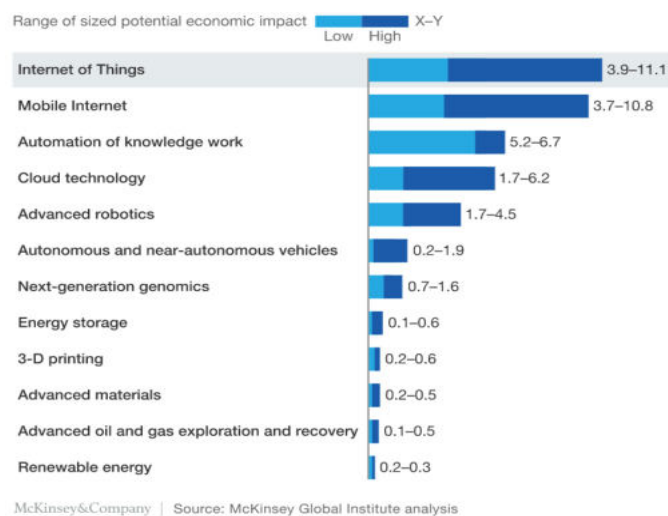


Fig. 9.3 Impatto economico potenziale delle tecnologie 4.0

Per ottenere però questo enorme potenziale è fondamentale comprendere dove il valore può essere creato e gestire l'interoperabilità e i problemi legati ai dati. Superate queste difficoltà, l'Impresa diventa dinamica ed è in grado di superare i propri limiti.



Fig. 9.4 Potenziale economico degli ambiti IoT

Come mostra McKinsey in questo grafico, le industrie sono quelle che hanno il potenziale di generare più domanda e valore economico dall'IoT. Questo perché la varietà di sensori esistenti consente all'immensa varietà di macchinari e impianti di beneficiare di questi sistemi.

Al terzo posto troviamo i dispositivi indossabili per il monitoraggio della salute.

I benefici che i sistemi IoT danno sono enormi e per questo il mercato si attende soluzioni completamente formate e non solo singoli dispositivi di connettività.

Focus sui risultati: con l'avvento dell'IoT, tutto sarà sempre più connesso in rete e il flusso di dati scambiati sarà enorme. Ma le imprese non devono concentrarsi sui dati che potrebbero raccogliere, bensì sui risultati che vogliono ottenere. Fissato l'obiettivo da raggiungere con chiarezza, allora si raccolgono i dati inerenti.

Padroneggiare l'interoperabilità: questa caratteristica è la più importante di questi sistemi e la base principale del loro successo. Secondo McKinsey, circa il 40% del valore delle iniziative IoT dipende dalla collaborazione di più sistemi IoT e il 60% del potenziale fa perno sull'abilità di integrare e analizzare dati da vari sistemi IoT.

Mettere i dati IoT al lavoro: una soluzione IoT è più di una semplice raccolta e trasmissione dati, infatti la parte dove viene ricavato il valore è l'analisi con l'obiettivo di risolvere problemi e creare nuove opportunità. Il vantaggio competitivo può derivare, per alcune società, dal possesso dei dati o degli algoritmi che forniscono un risultato.

Tuttavia la maggior parte dei dati non è pienamente sfruttata, anzi, la norma è un utilizzo veramente minimale. Questo mette in luce che per ottenere un pieno beneficio dalle tecnologie IoT serviranno strumenti e metodi migliori per ottenere più informazioni.

Esempio di questi strumenti è l'intelligenza artificiale che è in grado di analizzare i dati direttamente in autonomia non appena li riceve;

Con queste best practice le imprese sono in grado di sfruttare appieno il potenziale dell'IoT e evolvere pienamente beneficiando delle tecnologie dell'Industry 4.0.

Quest'ondata di innovazioni investe in pieno tutti i paesi sviluppati e uno studio di Bain & Co. mostra come i paesi dell'Unione Europea siano all'avanguardia dal punto di vista degli investimenti in tecnologie IoT.

McKinsey ha mostrato come l'IoT sia la principale fonte di valore economico fra le nuove tecnologie e che, fra le varie applicazioni, la più importante sia proprio la IIoT. Sia McKinsey che Bain & Co. si trovano d'accordo sui grandi benefici che questi dispositivi possono portare.

Accenture, in linea con quanto affermato dalle altre due, spiega quali sono i potenziali per l'Impresa derivanti dall'introduzione della IIoT e ne estrae 3:

Incrementare i ricavi aumentando la produzione e creando nuovi modelli di business ibridi;
Sfruttare le tecnologie intelligenti come carburante per innovazioni dirompenti;
Trasformare la forza lavoro per la IIoT.

Per quanto riguarda l'aumento della produzione, l'introduzione di tecniche produttive più flessibili può aumentare la produttività di ben il 30%. La manutenzione predittiva, più volte citata, è in grado di ridurre del 12% le riparazioni schedate ed eliminare il 70% dei guasti, ottenendo un costo totale di manutenzione del 30% minore. Quindi i dispositivi IIoT mostrano rapidamente il loro valore. Da un lato, riducendo direttamente i costi, dall'altro consentendo una rapidità di risposta maggiore e quindi la possibilità di aumentare la soddisfazione del cliente evitando ritardi o guasti nei prodotti, se provvisti di tecnologia IoT.

Il secondo potenziale secondo Accenture è lo sfruttamento delle tecnologie intelligenti per l'innovazione. Per fare ciò occorre eccellere nelle competenze su:

- Calcoli ed elaborazioni basate sui sensori;
- Analisi industriale;
- Applicazioni per macchine intelligenti.

L'utilizzo dei sensori consente di tenere sotto controllo diverse grandezze e i computer convertono i dati raccolti in informazioni per ottenere un insight per reagire al meglio. Man mano che la sensoristica diventa sempre più di comune utilizzo, il costo si riduce e diventa quasi trascurabile. Inoltre anche la qualità e la sensibilità aumentano man mano che la loro domanda sale.

Questo flusso di dati è sempre maggiore, basti prendere come esempio una locomotiva di GE e i suoi 250 sensori per una raccolta di 150.000 dati al minuto. Questo enorme quantitativo di dati deve essere appunto convertito in informazioni e per farlo occorre

analizzarli. È quindi fondamentale avere software adeguati e per questo diventa molto importante il Cloud Computing.

Il flusso di dati convertito in informazioni verrà sempre più utilizzato dalle macchine stesse che saranno in grado di prendere decisioni in autonomia. Per rendere ancora più facile la diffusione, sono create interfacce apposite per rendere semplice il loro utilizzo in base ai propri bisogni.

La IIoT porta dunque moltissimi vantaggi a fronte di un cambiamento di integrazione ed evoluzione dei sistemi.

La IIoT porta opportunità di crescita enormi e per coglierle le imprese devono prepararsi ora. La ragione per cui è inevitabile adottare queste tecnologie, oltre ai vantaggi descritti sopra, è che sono il modo per dare ai clienti una soddisfazione maggiore rispetto a quella offerta oggi. E, poiché per rimanere sul mercato occorre sempre essere in grado di dare qualcosa di migliore di ciò che già esiste, bisogna evolvere e la IIoT è il mezzo.

L'IoT, tuttavia, non esaurisce il suo potenziale nell'industria, esistono infatti applicazioni mediche e in particolare la IoMT: Internet of Medical Things. Quest'ultima viene utilizzata per la diagnosi, il monitoraggio e il trattamento, nonché la gestione, dei pazienti in modo più efficace.

Le tecnologie mediche, medtech, offrono una serie di applicazioni enormi che sono a stretta interazione col Paziente. Esse aumentano la qualità delle cure, riducono i costi della sanità, aumentano l'efficienza e consentono di coinvolgere maggiormente i pazienti, che si fanno sempre più propensi a ricoprire un ruolo attivo e non solo passivo nella loro cura. Le tecnologie wireless, la miniaturizzazione e i computer guidano verso dispositivi medici sempre più connessi in grado di generare dati e analizzarli. L'unione di dispositivi e dati dà origine all'IoMT: un'infrastruttura di dispositivi medici, software e servizi. La connettività fra sensori consente di avere un flusso di dati utilizzabile per offrire migliori cure in minor tempo.

Grazie a un controllo real-time, si può realizzare una cura 4P, ossia predittiva, preventiva, personalizzata e con partecipazione del Paziente. Per far ciò occorre infatti unire persone e dati col focus di aumentare efficacia ed efficienza.

MarketsandMarkets ha valutato il mercato IoMT 41,2 miliardi di dollari nel 2017 e si aspetta una salita a 158,1 miliardi entro il 2022.

Markets and Markets classifica i dispositivi medici connessi in 3 gruppi:

- Dispositivi stazionari: alto costo del capitale, alta tecnologia e trasmettono immagini wireless agli operatori. Esempi sono le macchine per i Raggi X, le mammografie e i dispositivi per analisi in vitro. Fondamentali per le diagnosi, sono sempre più integrati con altri dispositivi;
- Dispositivi impiantati: vengono impiantati nel corpo del paziente, come peacemaker e stimolatori. Monitorano e trattano alcune condizioni;
- Dispositivi indossabili: indossati e non impiantati, sono per esempio smartwatch e pompe per l'insulina. Servono a monitorare i pazienti sia in ospedale che fuori. Non rientrano in questa categoria i dispositivi puramente fitness.

I restanti 3 elementi che costituiscono l'ecosistema IoMT sono:

- Sistemi e software: focus sulla riduzione dei costi e dei tempi, hanno un mercato che dai 9,8 miliardi di dollari nel 2017 ci si aspetta raggiunga i 48,3 nel 2022;
- Tecnologie di connettività: Wi-Fi, Bluetooth, NFC, tecnologie cellulari e satellitari sono alla base dell'implementazione della IoMT. Nel 2017 valevano 9,3 miliardi di dollari, nel 2022 ci attende un valore di 28 miliardi;
- Servizi: i dispositivi sono controllati 24/7 e dunque la manutenzione è predittiva e di molto superiore ai vecchi modelli schedulati. Inoltre vi sono i servizi di analisi dati. Insieme passano da 7,3 miliardi di dollari di valore nel 2017 a 29 potenziali nel 2022.

In un futuro prossimo si raggiungerà infine la cura digitale. I pazienti si auto-monitorano con dispositivi indossabili collegati al cloud IoMT, il quale fornirà feedback immediati di prevenzione e cura. Il tutto si lega agli ospedali intelligenti e alle nuove tecnologie distruttive quali la genomica, sensori intelligenti, robotica, immagini digitali avanzate, la medicina telematica grazie al 5G e al 6G e dispositivi controllabili tramite voce.

D. INDUSTRY 4.0

Gli utilizzi delle tecnologie 4.0 non si fermano all'industria, come potrebbe far pensare il nome. Infatti esistono possibilità enormi in settori anche molto diversi, come per esempio la sanità.

McKinsey, in un articolo del 2014, tratta dell'utilizzo IT nell'healthcare. Inizialmente questa veniva utilizzata con un focus sui processi e solo marginalmente sui bisogni dei pazienti. Questi, con gli anni, sono diventati sempre più disponibili e abituati ad utilizzare servizi digitali. Dunque, un utilizzo delle tecnologie 4.0 verrebbe ben accolto. In un'intervista, l'Impresa di consulenza ha ottenuto come risultato che più del 75% sarebbe favorevole ad utilizzare canali di comunicazione digitali. Inoltre, non solo i più giovani, ma anche le fasce di età più avanzate sono interessate a ciò. Questo segna un importante cambio nella mentalità che si apre all'adozione delle nuove tecnologie anche in questo settore, che secondo BCG è uno dei meno digitalizzati.

Un più recente articolo di McKinsey, del 2020, spiega come la corsa verso l'adozione delle nuove tecnologie sia stata accelerata dalla crisi COVID19 che ha portato gli ospedali e i sistemi economici a subire una forte pressione. A fine 2020 anche BCG si trova d'accordo sullo sprint innovativo dato dalla pandemia e Deloitte conferma che il 65% dei suoi intervistati afferma che le strutture in cui operano hanno aumentato l'utilizzo delle tecnologie digitali anticipando di un decennio l'adozione.

In un altro suo articolo del 2019, l'Impresa di consulenza tratta di come le tecnologie, alcune di queste tipicamente 4.0 siano molto importanti nella sanità. In particolare, ne prende in considerazione 9:

- Dispositivi connessi e cognitivi;
- Elettroceutica;

- Medicine personalizzate;
- Robot;
- Stampa 3D;
- Big Data e Analytics;
- Intelligenza artificiale;
- Blockchain;
- Processi automatizzati tramite robotica.

Alcune di queste, come la stampa 3D e i robot, sono prevalentemente sviluppati per l'industria, mentre altre, come l'elettroceutica e le medicine personalizzate, tipicamente legate alla sanità.

Secondo McKinsey, un grande cambiamento sarebbe la creazione di un ecosistema di cura centrato sull'individuo e integrato coi Medici che lo seguono. In questo modo tutti i dati del Paziente vengono integrati nel Cloud aumentando così la conoscenza di coloro che hanno il compito di curarlo. Oggi le informazioni sono ancora molto frammentate e poco integrate, in questo modo, integrando i dati sul Cloud, si evita il rischio della perdita di dati e aumenta la velocità di diagnosi.

L'utilizzo dell'AI inoltre renderà migliore l'analisi dei dati real-time creando così modelli di interazione e dispositivi cognitivi in grado di fornire supporto durante le operazioni. Un aiuto per la raccolta dati è l'IoT, che consente ai sistemi di adattarsi al meglio alle esigenze dei Pazienti.

I benefici sono anche economici con una previsione di creazione valore entro il 2025 fra i 350 e i 410 miliardi di dollari all'anno. Per ottenere questi risultati occorrono tuttavia ingenti investimenti nei prossimi 5 anni circa.

Un grosso vantaggio dell'adozione delle nuove tecnologie nella sanità è la possibilità di aumentare l'efficienza e l'efficacia anche nelle sale operatorie. L'utilizzo di robot ha reso alcune operazioni molto più rapide e di miglior risultato. Un esempio sono gli interventi alle coronarie che, utilizzando robot, sono più precisi, sottopongono il paziente a meno radiazioni e necessitano di una quantità minore di materiale medico. Anche il post operazione, grazie all'AI, può essere di molto migliorato poiché i parametri del paziente sono sotto controllo e analizzati real-time.

Per la sanità pubblica, queste adozioni possono portare a risparmi anche del 3%, a cui si aggiunge fino a uno 0,34% per quanto riguarda gli sprechi nei dati.

Altro esempio di utilizzo delle tecnologie 4.0 nella sanità è la tele-salute, visite a distanza per evitare così quelle in presenza, ove possibile, in modo da ridurre gli affollamenti negli ospedali e permettere alle persone di non dover uscire di casa quando impossibilitati o fragili di salute. Negli Stati Uniti nel 2019 solo l'11% ne usufruiva, a inizio 2021 ben il 46% con 250 miliardi virtualizzati.

BCG spiega come molti provider di servizi forniscano uno scheduling online per ottimizzare i tempi in clinica e offrano riabilitazioni e servizi di post cura a distanza. La Cleveland Clinic,

in questo modo, ha ridotto significativamente il tempo fra la prenotazione di un appuntamento e lo stesso.

BCG prevede una riduzione possibile dei tempi fino al 40%. Questi dati sono un'ulteriore conferma del crescente interesse della sanità verso l'Industry 4.0.

BCG, in un articolo di dicembre 2020 valuta varie imprese legate all'healthcare per quanto riguarda la maturità digitale e ottiene come risultato che il settore più sviluppato su questo tema sia la tecnologia medica, dove l'indice di digital disruption è anche elevato. A seguire si trovano i provider di servizi sanitari, che devono fronteggiare la competizione di Amazon con Amazon Care, app per fornire servizi di healthcare 24/7.

Altri aspetti da tenere in considerazione, sottolinea BCG, sono la sanificazione e l'occupazione dei letti. Entrambi semplificati dalle nuove tecnologie. Dal punto di vista operativo, le imprese nel settore sanitario che adottano la Digital Transformation utilizzano il 19% del loro tempo in lavoro amministrativo, contro ben il 34% delle altre. L'AI inoltre è in grado di ridurre del 45% la documentazione necessaria.

Deloitte, in un articolo del 2020, riprende quanto voluto dall'Unione Europea con le Commissioni Europee (EC), ossia ottenere una Digital Transformation della sanità a favore dei pazienti. Per questo nel 2012 è stata lanciata Horizon 2020 per offrire 80 miliardi di euro di fondi fra il 2021 e il 2021 per sviluppare applicativi tecnologici nella cura della salute digitale.

Sono stati introdotti parametri di valutazione del livello di digitalizzazione, che va da 0 fino a 7, dove l'ambiente è totalmente senza documenti cartacei. Dalla valutazione dell'Impresa di consulenza, sono emersi, ad aprile 2020, 6 ospedali di livello 7 e 34 di livello 6.

Deloitte ha poi chiesto agli intervistati quali fossero le tecnologie che utilizzassero maggiormente e ciò che è emerso è la grande importanza data alla raccolta dati elettronica, gli appuntamenti online e la prescrizione a distanza. Di seguito una tabella riepilogativa per le varie tecnologie:

	Europe	Denmark	Germany	Italy	Netherlands	Norway	Portugal	UK
Electronic health record	81%	95%	77%	69%	97%	89%	74%	87%
Prescribing	62%	73%	13%	67%	97%	86%	96%	69%
Online appointment booking	54%	61%	38%	53%	67%	41%	66%	62%
Apps for Clinicians	51%	54%	44%	53%	70%	40%	55%	52%
Online access platforms/tools (for primary or hospital care)	46%	50%	23%	47%	49%	51%	68%	57%
Telemedicine	43%	61%	30%	38%	59%	40%	45%	47%
Rostering	37%	29%	52%	14%	46%	39%	23%	49%
Automation of pharmacies/ drug dispensing	30%	38%	23%	25%	62%	34%	13%	35%
Point of care diagnostics	26%	24%	31%	10%	43%	35%	9%	37%
Patients Apps/Wearables	22%	26%	21%	18%	35%	15%	17%	26%
Remote vital sign monitoring	22%	24%	22%	21%	24%	20%	13%	25%
Automation of other clinical tasks	19%	26%	25%	9%	28%	15%	12%	22%
Voice recognition tools	16%	16%	26%	8%	10%	26%	1%	20%
Robotics	8%	8%	13%	8%	5%	6%	3%	8%
Genomics data (storing or using)	8%	14%	11%	6%	1%	5%	3%	10%
Radio Frequency Identification tags (RFID)	6%	3%	8%	3%	3%	2%	5%	9%
Artificial Intelligence technologies	5%	7%	7%	5%	5%	6%	2%	5%
Virtual reality	5%	4%	4%	5%	5%	5%	0%	7%

Tab 9.1 Percentuali di utilizzo delle tecnologie 4.0 negli ospedali per Stato

La possibilità di integrare i sistemi in modo da gestire meglio i dati e fornire soluzioni in tempi minori sono la principale fonte di attrattività della Digital Transformation. AI e machine learning consentono di migliorare di molto le terapie e snellire la parte burocratica e legata ai documenti. Si può dunque giungere a una cartella clinica virtuale e completa del paziente che viene aggiornata in base a monitoraggi continui quando ricoverati e arricchita con dati forniti dal paziente stesso.

Deloitte, in un'altra intervista, ha riscontrato che il 40% dei medici di base sia favorevole all'automazione poiché in grado di migliorare il servizio al paziente. Tuttavia sono disposti a implementarle solo se mostrano rapidamente un miglioramento nell'efficienza e nella qualità e se sono semplici da utilizzare. Tuttavia vi sono anche delle preoccupazioni, ossia la paura che le tecnologie digitali abbiano un impatto negativo sulla relazione medico-paziente, aumentino le debolezze del sistema medico e che il paziente sia meno coinvolto. Per questa ragione è fondamentale chiedere ai medici dove implementare le tecnologie in modo che si minimizzino le debolezze e si massimizzino i punti di forza.

In un articolo di inizio 2021, Deloitte afferma che nel futuro ci si attende, per il 2040 e oltre, che il 60% delle spese in sanità sia legata al monitoraggio dei parametri delle persone con dispositivi indossabili e che cambieranno gli ospedali, nonché la produzione di medicinali, non più di massa ma sempre più specifici per il singolo individuo. L'Impresa di consulenza si aspetta 6 aree di grande e profondo impatto nella sanità: scambio dati, interoperabilità, accesso semplificato, empowerment dei clienti, cambio nel comportamento e breakthrough scientifico. Come sempre, dati e interoperabilità restano al primo posto nell'Industry 4.0, in ogni sua applicazione. Inoltre diventa importante la misurazione effettuata dal paziente stesso tramite dispositivi medici, come già descritto, e ciò porta

sempre più a un cambio dei comportamenti legati alla Digital Transformation, che viene sempre più accolta e richiesta.

Tutte queste tecnologie convergono negli ospedali intelligenti: strutture costruite in modo smart per poter utilizzare al meglio le nuove tecnologie ed essere flessibili ai cambiamenti, rimanendo così all'avanguardia per almeno 20-30 anni. Questi siti saranno il centro dell'ecosistema sanitario che si crea con la Digital Transformation. L'interesse per la costruzione di questi ospedali è in crescita e per avere una valutazione quantitativa, McKinsey ha calcolato che gli investimenti a riguardo nel 2011 erano 1 miliardo di dollari mentre nel 2018 ben 8.

Questi investimenti consentono di ridurre gli errori umani negli interventi e aumentare così la qualità del servizio. Inoltre, come già sottolineato, diventa sempre più importante la collaborazione con i pazienti, i quali sono sempre più attivi sul monitorarsi e il voler prevenire le malattie con uno stile di vita adatto e consigli da parte dei medici.

Caratteristica importante degli Smart Hospitals è che l'obiettivo non sia quello di fornire ogni tipo di servizio nella stessa struttura, il focus infatti è sul legare al meglio la struttura con le altre creando un network e dunque andare a mettere a disposizione solo gli interventi più delicati.

Per questa ragione le sale operatorie e gli ambienti per una cura intensiva diventano il centro. Tutti gli altri servizi vengono forniti a distanza o in cliniche apposite. Il sistema funziona, però, solo se vi è un forte scambio dati di qualità, per questo il cloud diventa fondamentale.

Il grado di automazione cresce con l'utilizzo di RFID e tecnologie simili per ottimizzare i posizionamenti e il controllo materiali, di macchinari e sensori legati dalla IoMT, che consentono di liberare gli operatori umani da alcuni lavori, dando così loro più tempo per occuparsi dei pazienti. Inoltre la presenza dei pazienti è resa più agevole poiché tramite un'ID vengono riconosciuti e viene detto loro, sulla base dei dati in possesso, dove andare. Una volta giunti dallo specialista, questi ha già quasi tutte le informazioni necessarie e dunque può dare una cura più precisa e mirata e allo stesso tempo ridurre i tempi di attesa. Unendo tutta questa serie di innovazioni si ottiene un miglioramento enorme dei sistemi dell'healthcare sfruttando appieno le tecnologie 4.0. Il servizio clienti aumenta moltissimo e anche il lavoro degli operatori sanitari risulta più efficace e più efficiente.

E. Bibliografia / Sitografia

- McKinsey, "Leap to the future of healthcare: Reinvent through business building", 2021;
- McKinsey, "Clearing the air on Cloud: How industrial companies can capture Cloud technology's full business value", 2021;
- McKinsey, "Cloud's trillion-dollar prize is up for grabs", 2021;
- McKinsey, "The future of healthcare: Value creation through next-generation business models", 2021;
- McKinsey, "The great acceleration in healthcare: Six trends to heed", 2020;
- McKinsey, "Digital supply-chain transformation with a human face", 2020;
- McKinsey, "Improving warehouse operation — digitally", 2020;
- McKinsey, "The era of exponential improvement in healthcare?", 2019;

- McKinsey, "Finding the future of care provision: The role of smart hospitals", 2019;
- McKinsey, "Accelerating product development: The tools you need now", 2018;
- McKinsey, "Automation, robotics, and the factory of the future", 2017;
- McKinsey, "How can we recognize the real power of the Internet of Things?", 2017;
- McKinsey, "Supply Chain 4.0 – the next-generation Digital Supply Chain", 2016;
- McKinsey, "Healthcare's digital future", 2014;
- BCG, "Health Care Providers in Europe Need to Boost Digital Momentum", 2021;
- BCG, "How Digital Divides Health Care Providers", 2020;
- BCG, "Building the Bionic Supply Chain", 2020;
- BCG, "Conquering Complexity in Supply Chains with Digital Twins", 2020;
- BCG, "Building the Bionic Supply Chain", 2020;
- BCG, "Advanced Robotics in the Factory of the Future", 2019;
- BCG, "Six Simple Steps Pave the Way to the Cloud", 2019;
- BCG, "Is Your Supply Chain Planning Ready for Digital?", 2018;
- BCG, "Five Lessons from the Frontlines of Industry 4.0", 2017;
- BCG, "Three Paths to Advantage with Digital Supply Chains", 2016;
- Deloitte, "Breaking the cost curve. Deloitte predicts health spending as a percentage of GDP will decelerate over the next 20 years", 2021;
- Deloitte, "Digital transformation shaping the future of European healthcare", 2020;
- Deloitte, "Improving care and creating efficiencies. Are physicians ready to embrace digital technologies now?", 2020;
- Deloitte, "La Supply Chain globale verso una nuova dimensione", 2020;
- Deloitte, "Medtech and the Internet of Medical Things. How connected medical devices are transforming health care", 2018;
- Deloitte, "The Future of Procurement in the Age of Digital Supply Networks", 2017;
- Deloitte, "Why cognitive computing is a game changer for risk management", 2016;
- Deloitte, "Industry 4.0 an Introduction", 2015;
- Bain & Co., "Build a Digital Supply Chain That Is Fit for the Future", 2018;
- Bain & Co., "Europeans Extend Their Lead in the Industrial Internet of Things", 2018;
- Bain & Co., "The Changing Faces of the Cloud", 2017;
- Accenture, "Digital platform, springboard for growth", 2020;
- Accenture, "Driving Unconventional Growth through the Industrial Internet of Things", 2015.

Capitolo 9

Paper Pubblicati

A 4.0 automated warehouse storage and picking system for order fulfillment

Lucia Cassettari, Fabio Currò, Marco Mosca, Roberto Mosca, Roberto Revetria, Stefano Saccaro, Gabriele Galli

Abstract— Despite the number of scientific contributions on the topic, there are still several challenges to be faced before the principles of Industry 4.0 become widely applicable. This study aims precisely to overcome some of the limitations of existing technologies and applications for material handling and picking. The current Market solutions often require high investment costs being unsustainable by small and medium-sized enterprises and suitable exclusively for managing large volumes and a mix of highly diversified products. In this study, the Authors aimed to conceptualize and design an automatic order fulfillment system applicable to small and medium-sized companies performing frequent shipments characterized by low volumes, variable product mix, reduced overall dimensions for products and products typically sold in bulk, such as those operating in the Beauty and Cosmetics Sector. The proposed solution consists of a series of smart drawers, controlled by a communication architecture designed in 4.0 Logic, equipped with Hardware and Software interfaces that can be easily integrated with any existing management or departmental system. By the Cloud and WEB Portal, the warehouse thus conceived can be monitored and controlled in real-time from any part of the Globe. The solution is completely modular and easily adaptable to future changes in quantities and mixes in stock. The proposed system, as demonstrated by the cost Vs. benefit analysis conducted on a real case, allows getting a significant saving in terms of manpower and

space, as well as a strong increase in terms of precision, efficiency in order fulfillment and safety.

Index Terms— Automated storage and retrieval system, Automated warehouse, Industry 4.0, Smart factories

I. INTRODUCTION

COMPANIES characterized by frequent shipments to their customers, such as those operating in the Beauty and Cosmetics Sector which are subject of the industrial case described in this study, share serious efficiency problems in warehouse management. These problems impact costs and delivery times and cause frequent shipping errors and continuous stock breaks.

The automated picking solutions existing in the literature (already available on the market) allow to significantly improve warehouse performance, but they are offered at high costs and limited to specific uses, with large volumes and a vast mix of products.

The objective of this study was to develop an innovative picking system, structured in Industry 4.0 logic, which would allow Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) to equip themselves with a smart management system, with an agile and flexible infrastructure, able to successfully overcome the aforementioned problems and consequently to increase their competitiveness on the Market.

For this reason, during the conceptualization phase, particular attention was paid, to those engineering tools and methods belonging to Industry 4.0 that could help develop a high-efficiency system with low costs and, in any case, lower than those of other similar systems already existing on the Market.

As a result, a measurable improvement in inventory management and operational efficiency is obtained. Each product in the warehouse becomes quickly accessible, without picking errors and in full compliance with the product mix relating to each order.

Each loading and picking activity (current or historical) and each operating parameter such as quantities in stock and rotation statistics are made available online monitor and on CLOUD, using innovative Industry 4.0 tools and methods, thus allowing Managers to make monitoring, control, and management of warehouse stocks more effective.

In particular, the proposed system allows integrating the Internal Logistics, Purchasing and Marketing Functions, exponentially improving the overall corporate performance and thus producing tangible savings.

This paper aims to provide the basis for a work started by the Department of Mechanical Engineering (D.I.M.E.) of the University of Genoa in 2020. The completed application is currently under development and it will be presented in a follow-up paper.

II. FUNDAMENTALS AND LITERATURE REVIEW

In this section is presented an overview and the state of the art of the major areas illustrated in the paper. In particular, the areas are automated storage and retrieval system, automated warehouse, automated picking, and digital factories.

A. Automated Storage and Retrieval Systems

In the Automated Storage and Retrieval systems area are highlighted eight works. Automated storage and retrieval systems have been widely used in distribution and production environments since their introduction in the 1950s. Automated storage and retrieval systems (AS/RS) usually consist of racks served by cranes running through aisles between the racks [1].

AS/RS are computer-controlled automated material handling systems that are widely used in industry and warehousing. They present several advantages; the most important are high throughput, efficient space use, and safety improvement [2].

Chandra et al. proposed a work about the widely used in warehouse management of AS/RS systems due to their high uptime reliability and effective management. The storage organizer detects the product on arrival and stores it automatically, retrieval is done by using a graphical user interface developed using LabVIEW software. The model has been developed using CATIA software and fabricated by necessary actuators and sensors. This system has advantages over traditional systems in terms of time, cost, and layout management [3].

In traditional automated storage and retrieval (AS/R) systems, the storage and retrieval machine travel simultaneously in horizontal and vertical directions. The so-called split-platform AS/R (or SP-AS/R) system consists of platforms (or shuttles and lifts) that can move independently in horizontal (shuttles) and vertical (lifts) directions [4].

Dual-tray Vertical Lift Modules (VLMs) are relatively new systems not yet addressed in automated storage and retrieval (AS/R) systems research. In this regard, Dukic et al. proposed a model for single dual-tray Vertical Lift Module automated storage

and retrieval system with a human order-picker is presented [5].

Another work is proposed by Kazemi et al. The authors showed the differences between Multi-shuttle automated storage/retrieval systems and automated storage/retrieval systems. The first typology can carry more than one load at a time and are able to perform storage immediately after retrieval at the same location in a storage rack. The Authors address concurrent storage location assignment and storage and retrieval sequence scheduling under the shared storage policy and the modified 2n-command cycle pattern [6].

Brezovnik et al. in order to reduce space consumption and minimize investment costs proposed an AS/RS with no corridors and one single elevator for multiple products. Results showed that the expected distribution of products was reached and that ACO can be successfully used for planning automated storage systems. The study reported how to plan AS/RS using multiple objective ant colony optimization (ACO). The distribution of products in the AS/RS is based on the factor of inquiry (FOI), product height (PH), storage space usage (SSU), and path to dispatch (PD). The factor of inquiry for any product can be adjusted during the storage process concerning actual market requirements [7].

Chakravorty in order to improve the performance of distribution operations, found an implementation of material handling systems that involve both human and technical factors. These factors interact over time and go through three somewhat overlapping transitional stages. In the first stage, both human and technical problems exist; in the second stage, human problems improve, but technical problems persist, requiring formal problem-solving methods to resolve. In the third stage, both human and technical problems improve [8].

B. Automated Warehouse

With regard to the second area, the automated warehouse, six works were selected. In warehouses, order consolidation processes are inevitable whenever picking orders are assembled under zoning and/or batching policy. Boysen et al. (2018) carried out a specific warehouse setting, bins containing partial orders picked under a zoning and batching policy are intermediately stored in an automated storage/retrieval system (ASRS) and, afterward, released on a conveyor system supplying the consolidation area [9].

The vertical lift module is an automated storage and retrieval system widely used in warehouses. The performance of a warehouse with vertical lift modules is highly correlated with the efficiency of the order picking [10]. Order batching, namely regrouping customers' orders into batches to be collected from the module, constitutes a critical decision impacting the picking efficiency. The authors provide optimization models for order batching, intending to minimize total completion time, that is, the time required to collect a given set of customers' orders. First, the case of one vertical lift module was considered and then it has been extended to a warehouse with several modules. Small items order picking is a very labor-intensive activity that is often performed in a dedicated area equipped with carton racks and with the Operators walking within the aisles to pick the required products.

Calzavara et al. compared an automated system, called the dual-bay Vertical Lift Module (VLM) system, to a manual warehouse with carton racks. The comparison of the systems leads to the definition of a VLM area of application, which can be used to understand the suitability of the VLM concerning the warehouse with carton racks [11].

Lototsky et al. discussed a dynamic model of the automated warehouse management and forecasting system in the conditions of Industry 4.0. Usage of inductive knowledge base allows to predict the appearance of bottlenecks in advance and turns the warehouse management system into an expert with all the necessary integral experience, which helps to reduce significantly the financial costs of excessive inventory and to prevent certain components shortage possibility [12].

In modern, highly competitive markets, efficient warehousing is critical as it accounts for a great part of logistics costs. Mourtzis et al. proposed a warehouse design using augmented reality technology. The paper proposed a framework for warehouse design that minimizes inventory cost while keeping a high degree of service by supporting the integration of an AR warehousing system. Warehouse design and planning is an ever-existing challenge in manufacturing that highly affects the efficiency of the warehouse. The application used in the work aimed to facilitate warehouse management, supporting efficient navigation and product retrieval, which could be extended to logistics warehouses [13].

Logistics has assumed a determining position in the supply chain of each organization. Freitas et al. showed an application of work carried out in a manufacturing organization to improve efficiency in its hybrid warehouse. A hybrid warehouse could be considered as one that mixes several different activities (reception, storage area, picking, shipping, supply to production lines, and production preparation tasks) and brings together many different materials or raw materials and components. The combination of Lean tools was implemented, and the results have been checked, showing a significant impact in the hybrid warehouse, with annual gains through the optimization of several activities: in particularly an

important decrease of check and picking times [14].

C. Automated Picking

For this section, the authors selected six works. Order picking has long been identified as the most labor-intensive and costly activity for almost every warehouse; the cost of order picking is estimated to be as much as 55% of the total warehouse operating expense [15].

Optimizing the order picking is effective for advancing the working efficiency of an automatic warehouse. Fa-Liang et al. according to the characters of picking in an automated warehouse proposed a new mathematic model with capacity constraints and multiple objectives [16].

One of the cost-intensive issues in managing warehouses is the order picking problem which deals with the retrieval of items from their storage locations to meet customer requests.

Azadnia et al. proposed a novel solution approach in order to minimize tardiness which consists of four phases [17]:

- Weighted association rule mining has been used to calculate associations between orders concerning their due date
- A batching model based on binary integer programming has been formulated to maximize the associations between orders within each batch
- The order picking phase will come up which used a Genetic Algorithm integrated with the Traveling Salesman Problem in order to identify the most suitable travel path
- The Genetic Algorithm has been applied for sequencing the constructed batches in order to minimize tardiness.

It became necessary to develop more innovative and efficient solutions to the

constant diversity of challenges proposed by the market. In this sense, it was proposed to develop something innovative within the area of Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS), a technology increasingly sought after by today's manufacturing plants. As such, the goal was to improve the most emergent AS/RS in recent years: the Pallet/Box Shuttle AS/RS. Fernandes et al. analyzed all the existing solutions in the market and, mainly, to find the main systems to be improved and the direction to follow in order to create a novel solution based on the existing advanced solutions [18].

In most manual assembly settings, the picking of components, before assembly, is a task that often is performed with a high frequency by the assembly operator. In many assembly systems, components are manually repacked before being delivered to the assembly station. Calzavara et al. with their paper give insight into how both picking time and ergonomic effort relate to the storing configuration, considering whether parts are stored on pallets or in smaller boxes, and considering whether or not the containers are tilted towards the picker [19].

Warehouses can be characterized in many ways, including the number of items stored, the average number of cases per pallet, throughput and inventory requirements, and demand profile, to name a few. Thus, there is no one-size-fits-all design for case-picking warehouses, and hundreds of designs are possible. Moreover, the decision variables in warehouse design are interrelated and this further complicates the design process [20].

D. Industry 4.0 and Smart Factories

In the last decade, a new industrial revolution seems to be emerging, supported, once again, by the rapid advancements of Information Technology in the areas of Machine-to-Machine (M2M) communication permitting large numbers

of intelligent devices, e.g. sensors to communicate with each other and take decisions without any or minimum indirect human intervention. The advent of these technologies has triggered the emergence of a new category of hybrid (cyber-physical) manufacturing systems, combining advanced manufacturing techniques with innovative M2M applications based on the Internet of Things (IoT), under the umbrella term Industry 4.0. Even though the topic of Industry 4.0 has attracted much attention during the last few years, the attempts of providing a systematic literature review of the subject are scarce.

Efthymiou et al. present their study of the field with a special focus on the use and applications of Industry 4.0 principles in material handling automation and in-house logistics. Research shows that despite the vivid discussion and attractiveness of the subject, there are still many challenges and issues that have to be addressed before Industry 4.0 becomes standardized and widely applicable [21].

In recent years manufacturing companies have been faced with different challenges, in particular with an increasing level of variability. The variability implies a different set of dimensions such as demand, volume, process, manufacturing technology, customer behavior, and supplier attitude, transforming the industrial systems engineering domain.

Demartini et al. introduced technological concepts of Industry 4.0 and related enabling technologies such as the Internet of Things, and the Internet of Services that could support decentralization and manufacturing flexibility. The identified flexibility type in manufacturing systems is discussed and contrasted with the various reconfiguration use cases, which include specifically the planning, orchestration, and optimization of production processes within MES [22].

Gotthardt et al. showed a digitalized milk-run system in LEAD Factory. This system

relies on RFID technology to automatically generate orders from a warehouse to a workstation. In the warehouse, a pick-to-light system is used to show the logistics employee on a screen which parts to pick. To efficiently deliver the order to the workstation, the shortest path is calculated using a path planning algorithm that is used in robotics [23].

Due to changing markets, new service opportunities have opened up, thus, to stay competitive innovative services are vital. The demand for practice-oriented training and education of customers is key to master upcoming challenges of warehousing facilities.

III. PROBLEM STATEMENT

After a careful analysis of the literature, a critical analysis of the picking methodology in place in some SMEs was conducted to assess where significant operational, functional, and managerial improvements could be made. Therefore, the extension of such analysis to a significant number of plants, allowed to identify of a series of recurring problems such as:

- Overall inefficiency
- Operational slowness
- Queues and long waits
- Stock breaks
- Picking and delivery errors
- Waste of Human Resources (warehouse and purchases)
- Improper use of existing departmental and management software

The problems identified to produce a 360° impact on the company:

- On management efficiency and performance
- On costs and order margins
- On customers (decisive aspect in a competitive regime)
- On the corporate image

In order to increase operational efficiency and to address the aforementioned problems, the Market already offers multiple automated picking solutions, valid, but complex, vertical, and expensive, therefore inaccessible to most Companies for small volumes (meaning for “small volumes” a few hundred product codes) and certain Sectors (such as those under analysis: Cosmetics and Beauty).

Consequently, many SMEs tend to renounce the opportunity to acquire automated warehouse solutions, contenting themselves with manual management (picking operators), although inefficient and unreliable, therefore facing a set of common problems.

A. Benchmarking with Existing Solutions

A benchmark on the solutions already existing on the Market was conducted by the Proponents, with the aim of following an information and learning process, comparing their methods with those established by similar systems. The comparison of operating practices with the sector's best practices had the dual objective of drawing useful ideas for improvement and ascertaining the real level of innovation of the proposed solution. The authors wondered if the problems encountered in hardware development had been previously encountered by similar practices and, if so, how they had been overcome. In consideration of the above, it was decided to conduct the benchmark on technical solutions and warehouse processes, to avoid incurring the risk of operating simple copying activities, rather than learning and adapting the implemented solutions.

Unfortunately, the benchmark did not allow the development of applicable ideas since the market solutions analyzed proved to be extremely different from the solution proposed both from the hardware and architectural point of view and from the software point of view (warehouse logic);

however, it made it possible to compare the competition solutions with that proposed to develop a clear differential (distinctive elements) with respect to the competition, thus identifying a completely new Market Segment, with vertical applications dedicated to some segments, such as Beauty and Cosmetics.

IV. THE PROPOSED SOLUTION

Following the benchmarking phase, which made it possible to analyze the strengths and limits of applicability of the most innovative solutions on the market, the sector's best practices, the Authors tried to put in place a solution that would allow them to effectively solve all the business problems identified.

So, the proposed solution consists of conceptualizing, designing, and producing an automated picking warehouse specifically for the specific use, such as to be industrial, robust, and precise but, at the same time, accessible for small and medium businesses. The target was hypothesized under the binding condition of renouncing the possibility of fully generalizing its use, for example by extending its applicability to a mix of heterogeneous products in shape and size, characterizing Sectors different from those examined, but keeping the opportunity of identifying other Sectors being suitable for such application.

A. Preliminary Technical Specifications

The preliminary technical specifications aimed to start defining the system in terms of shape and nature to meet the technical requirements of the proposed automation. The results obtained in this phase were successful even if they only partially satisfied the final system requirements, while, in part, they were updated during the work.

The aspects maintained were:

- RTU (industrial PC for system integration)

- Drawers 4.0 (implementable on the logic of "replication of the core")
- Column structure of stacked and put beside drawers
- Column lift
- Compartmented conveyor belt for the physical separation of orders
- End of line packing station (with operator and control monitor)

The main differences were found in:

- Abolition of column racks in favor of a rackless structure, initially, the drawers were housed in 5-place racks, on runners. The racks consisted of steel box cages that could be stacked and consolidated using flanges that allowed the coupling between them and the ground. The rack columns were designed to be placed side by side and joined, again employing flanges. The racks constituted a solid and robust infrastructure, with the possibility of replacing any damaged drawers simply, at the expense of a reduction in assembly flexibility and high costs. The rackless structure subsequently developed has made it possible to overcome all the problems described above, with a significant reduction in cost, an increase in flexibility, greater simplicity, and speed of installation (drawers stackable directly with interlocking coupling). The replacement of any damaged drawers was made possible through the development (at low cost) of a special hydraulic tool for vertical lifting of the column
- Introduction of column gateways for data management and integration: initially the RTU was designed to communicate directly with the individual drawers. However, there have been conflicts in the management of the data in the event of simultaneous access. The problem was solved by implementing a

hierarchical information structure, or by introducing column gateways capable of consolidating the information coming from the RTU (downstream flow) and the drawers (upstream flow) in a bidirectional way. The cost-effectiveness of the system has not been compromised: considering an average of 30 column drawers and a cost of approximately € 200 per gateway, for a 1,000-drawer warehouse the cost would be less than € 7,000, with an impact on costs in the order of 1%.

B. Conceptualization

The conceptualization of the hypothesized solution required a preliminary study in terms of sizing the selected technologies, in order to generate a specific and functional application, limiting any type of waste of resources. Among the aspects considered the emerging were:

- Definition of type and characteristics of gateways*
- Definition of type and characteristics of the RTU*
- Evaluation and sizing of the actuators*
- Study of the SW in use (ERP, MAG)
- Analysis for SW and tablet integration
- Definition of the main customizations of the drawers

C. Main Requirement and Selected Solution

The main requirements were therefore defined as the design of a simple and inexpensive, but robust, industrial system. To achieve this goal, a high level of IT integration was implemented, aimed at disintermediating human intervention as much as possible in the entire picking process, and at reducing the communication through the interconnection of systems to what is strictly necessary. For this purpose, the common Market hardware has been completely redesigned, taking care to

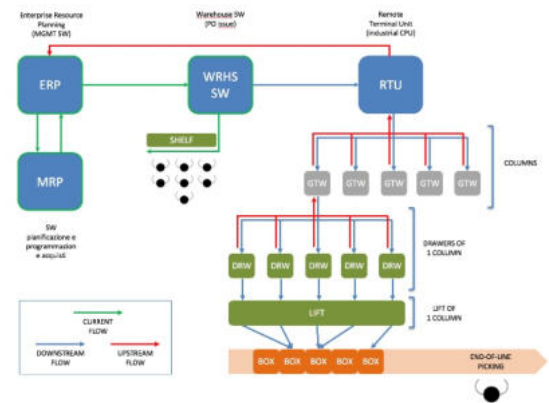


Fig. 1. ITS Architecture (Hardware, Platforms, and Software)

maintain exclusively the components required to carry out the process. The Operating System has also been rewritten, with proprietary logic, to make communication more direct, fast, and reliable (with great benefits also in terms of cybersecurity). The following figure (see Fig. 1) shows the current flow in green and the new downstream flow in blue, which allow the achievement of the set objectives, solving the problems of the current flow.

The new flow provides for the elimination of the MRP and of the picking Operators on the shelves, while maintains the current warehouse software (in communication with the company ERP) with the function of transmitting to the RTU (instead of to the picking Operators via tablet) the Purchase Orders queues to be processed. The RTU then communicates with the columns of drawers via the gateways, while the drawers require the intervention of the column lift, which synchronize with the compartmented conveyor belt. The drawers, lifts and conveyor belts perform the Operations required mechanically, through the use of stepper motors driven directly by the electronics of the drawers, piloted by the system Software.

V. DETAILED DESIGN

Following the first phase of the study, the Authors were able to build the knowledge

base necessary to proceed with the design phase of a fully automated warehouse in Industry 4.0 logic for the storage, picking and shipping to the Customers of the order queues received.

A. Mechanical Design

The proposed solution consists of an in-line dispenser shelving, at the base of which a special sectioned conveyor belt runs.

The products belonging to the same order are collected in each section to transfer them to the end of the line, where they will be packaged for shipment by the Operator assigned to this task (see Fig. 2). The same Operator is responsible for loading the warehouse.

The line is made up of columns side by side with stacked multicell drawers, which are assembled on-site based on a project developed in relation to the needs and spaces available (see Fig. 3).

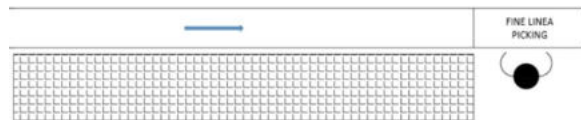


Fig. 2. Line of Picking (lean logic)

The drawers are independent from each other because they are equipped with local (peripheral) intelligence, they can be single or multi-product and are characterized by parallel slides adaptable in width and height to the shape of each product housed. The material used is AISI 304 stainless steel and dimensions: 500x1000x250 mm (see Fig. 4). The structure, which allows the drawers to be horizontally side-by-side and stackable vertically, allows maximum adaptability to spaces and flexibility of use.

The connection between the drawers is carried out through joints and anchored to the ground by bolting. This in order to be able to make any changes to the structure at any time of the life cycle (with a simple hydraulic lifting procedure) to adapt it to new needs, without compromising its functionality, with maximum speed and

irrelevant intervention costs. The replacement of drawers approximates that of the new drawers, thanks to their "plug and play" design.

The structure, which allows the drawers to be horizontally side-by-side and stackable vertically, allows maximum adaptability to spaces and flexibility of use.

The connection between the drawers is carried out through joints and anchored to the ground by bolting. This in order to be able to make any changes to the structure at any time of the life cycle (with a simple hydraulic lifting procedure) to adapt it to new needs, without compromising its functionality, with maximum speed and irrelevant intervention costs. The replacement of drawers approximates that of the new drawers, thanks to their "plug and play" design.

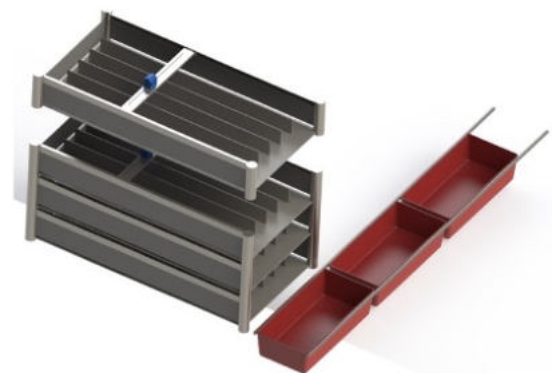


Fig. 3. Column of smart 4.0 drawers with conveyor belt (illustrative renders)

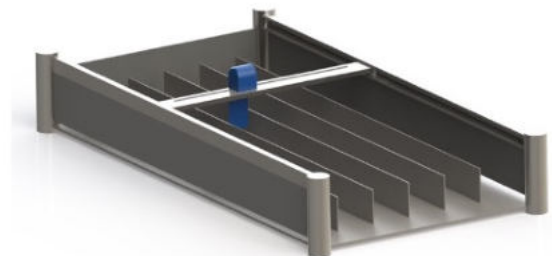


Fig. 4. Smart 4.0 drawer (illustrative renders)

B. Design of the Extraction System

The extraction system was designed in a simple way. Slides with variable distance

are installed inside the drawers according to the size of the specific product code. The drawers are loaded at the rear, taking up all the space available in the slides. The system is ready for operation when the rear door of the drawer is closed. The extraction takes place through the advancement of a pallet which advances by gradually scaling the number of packages communicated by the column gateway according to the operating logic. The pallet is mounted on a pantograph system to be able to empty all the available slides sequentially. The pantograph is driven by two high-precision stepper motors. The pantograph mechanics consists of a steel bar that moves on guides (see Fig. 5). The movements along both axes take place by means of plastic racks studied in the technology of materials in order to be self-lubricating.

C. Design of the Picking System

The movement from the individual drawers to the conveyor belt is carried out by means of a high-speed and precision descent device called "lift". The lift positions each product in the conveyor belt compartment corresponding to the order to be processed, thus eliminating that possibility of Human error, during the picking phase, which is anything but infrequent in manual handling (see Fig. 6).



Fig. 5. Smart 4.0 drawer: detail of a pantograph

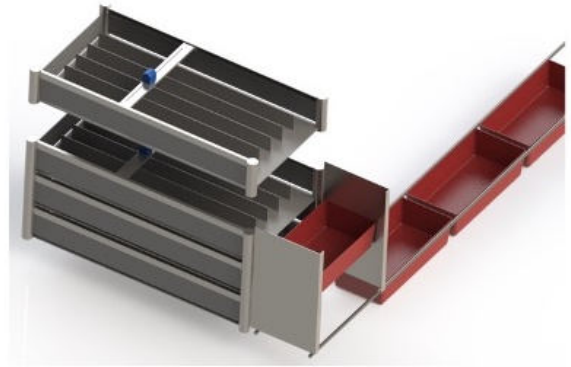


Fig. 6. Column of smart 4.0 drawers with conveyor belt and lift

D. Design of the interfaces and communication nodes

In order to be able to pilot the warehouse in terms of Operations, monitoring, and control, it was necessary to design specific interfaces for the integration of the existing Software for manual picking with the warehouse hardware.

These interfaces are configured both as hardware interfaces and as software interfaces.

Hardware interfaces are classified on three different levels in cascade:

- Drawer interface (Electronics PCB)
- Column interface (Gateway)
- Warehouse interface (RTU)

Communication is based on a bi-directional data transfer principle according to downstream flow (ERP-DRAWERS) and according to an upstream flow (DRAWERS-ERP) where the three hardware interfaces play the role of integrating the data and distributing/transmitting the obtained information according to the logic of the warehouse.



Fig. 7 Communication system (column gateway and RTU)

The three hardware interfaces were specially designed and developed, they consist of proprietary electronics with the specific purpose of containing everything is needed to run the process, but nothing more in terms of components (see Fig. 7).

The purpose of this approach is multiple and allows:

- to minimize the resources used, thus producing a significant saving of components, with a particularly appreciable return in terms of replicated electronics (drawers and gateways)
- to have essential, direct, and extremely fast electronics
- to have reliable and robust electronics (because it is based on a lower number of components)

The Software interface, as well, has been developed specifically to connect the RTU with the warehouse existing Software and therefore allows INPUT and OUTPUT communication with the Company Functions of Marketing (in terms of seasonality and trend) and Purchasing (in terms of generating restocking proposals).

It is important to note that in 4.0 logic (and to further guarantee the security of Operations and cybersecurity) the order is transferred electronically from the Company ERP to the warehouse Software

and then, again, to the local industrial computer RTU which presides over the picking phase thus eliminating a possible source of errors, again not infrequent when this phase is managed by an Operator.

The author highlights the importance of the RTU (the centralized data management device) which has been specifically designed for the correct management of warehouse logic. The RTU can manage an unlimited number of columns of drawers and allows the integration of the data collected by the individual column gateways and the transformation of the same into usable information, by automatically producing analysis and statistics and communicating with the Marketing and Purchasing Functions (see Fig. 8).

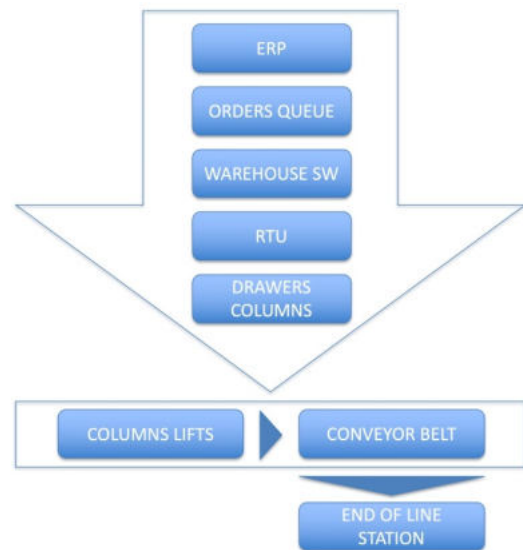


Fig. 8 Logical scheme of process phases

Among the outputs provided by the RTU, there are the fundamental elements for the management of the stocks of Class A materials, namely the EOQ (Economic Order Quantity) and the RP (Reorder Point) corresponding, according to classical theory, respectively to the quantity to be ordered and when to order. These indicators are continually and automatically updated by the RTU according to seasonality and trend.

The results of these elaborations are then submitted to the Decision Makers for the

necessary approval or modification (i.e. proposals for restocking aimed at the Purchasing Office, based on actual consumption trends and Demand Forecasting and Demand Planning algorithms).

VI. FINAL TECHNICAL SPECIFICATIONS

When finalizing the work done, the basic construction elements for the new Warehouse 4.0 were reduced to the essential:

- IIOT 4.0 drawers
- Columns gateways
- Columns lifts
- Compartmented conveyor belt
- RTU (Remote Terminal Unit)
- Line monitor for the Operator
- Software

A. Warehouse Logic

The warehouse logic (meaning for “logic” the system with which the new Technology for product picking is piloted) is harmonized with the Hardware and the Software interfaces produced.

It is a logic designed in a deliberately simple and essential way, in order to optimize and speed up the downstream flow; it is based on only 3 parameters (X, Y, Z):

- IIOT 4.0 X: column reference
- Y: drawer reference
- Z: number of products for the specific location

The results obtained are again:

- Robustness
- Speed
- Reliability

B. 4.0 Features

The warehouse is designed in strict 4.0 Logic, with the specific aim of providing companies with the latest generation Applied Technology, which can be easily integrated into the existing system. Some examples of 4.0 Design introduced in such Technology can be found in:

- Plug and play drawers
- Self-configuring system for entering new codes
- Analytics (automatic reporting and statistical process control)

The architectural principles do focus on:

- Interconnection of machines, appliances, and sensors with the Operator
- Treatment of a vast amount of data necessary to make the most appropriate decisions
- Ability to make decentralized and autonomous decisions (from drawers to RTU)

The value obtained from the 4.0 Design can be found in:

- Strong product customization
- Manageability of small batches (applicability to large and/or small stocks)
- High flexibility of installation and use
- Automated and interconnected technology
- Self-optimization and self-configuration methods

The effects produced mainly consist of:

- Intelligent networks of machines, systems, and operators
- Autonomously controlled value chains
- Human-machine collaboration in real-time
- Peripheral (drawer) and centralized (RTU) intelligence

Finally, the IoT (IIOT) aspects make the system particularly versatile and usable allowing the:

- System check by authorized devices (desktop, laptop, tablet, smartphone) and by Cloud
- Respect of Cybersecurity (with different systems, by means of

Hardware and Software keys, and a Proprietary Operating System)

No less important is the aspect of Maintenance 4.0:

- Intelligent support for Operators
- Self-diagnostic systems to support Human intervention to accelerate problem-solving
 - o Physical processes monitored continuously
 - o Condition monitoring to decrease machinery downtime
- Machines that can autonomously predict breakages and automatically trigger maintenance processes

Other benefits can be found at Service 4.0 level, by allowing external companies to monitor and remotely control the warehouse in real-time and anticipating problems via alerts, thus transforming the service offered from reactive to proactive, limiting site visits to what is strictly necessary and significantly improving the offered level of Customer service.

C. *The role of IIoT 4.0*

Following the distinctive features of a 4.0 Plant, an important role in its design has been assigned to the Industrial IoT. Through the Cloud, by a WEB Portal, the warehouse can now be real-time monitored and controlled from anywhere in the world with any authorized device.

The fundamental characteristics of how it was conceived are:

- Cybersecurity through access privileges, HW key, and proprietary Operating System
- The simplicity of use to make the system user friendly, by minimizing the training effort of the Staff
- The possibility to make queries
- Automated reporting

- Self-diagnostics and predictive 4.0 Maintenance, based on statistical process control

VII. APPLICATION TO A CASE STUDY

A. *Analysis of the Current Situation*

In order to evaluate the benefits deriving from the implementation of the proposed technological solution, the Authors describe the application to an SME operating in the Cosmetics Sector, highlighting the expected benefits both from an operational and logistical point of view, both from an economic-financial point of view. Below is a description of the business context, a sort of "360° photograph" of the system, concerning:

- A. Infrastructure
- B. Technologies in use
- C. Human Resources currently engaged
- D. Existing processes and methodologies

B. *Infrastructures*

The current layout consists of an area of 1,800 square meters, with an asymmetrical usable height of 5 to 6 linear meters and an average volume of 9,500 cubic meters. Shelves are 2.20 meters long and 1 meter wide (capable of housing 2 pallets each) and the distance between the shelves is fixed at 1.30 linear meters (see Fig. 9). The top floor of the shelving makes it possible to accommodate packages with a maximum height of 1 meter (equal to about 3 boxes on a pallet) except for 23 shelves (due to the available asymmetrical height). The shelves are placed, each other, at a distance of 2.20 meters away. 2 roller conveyors, divided into 54 columns per side (108 total), allow easier unloading of the bulky packages.

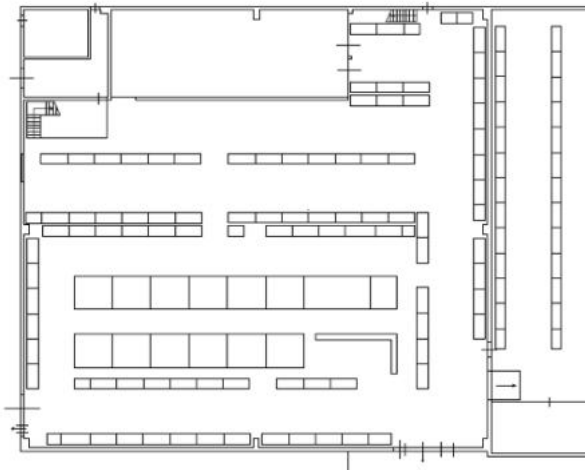


Fig. 9. Warehouse layout

C. Technologies in use

The technologies implemented were found to be inconsistent with actual business movement needs. They consist of:

- MRP (Material Requirement Planning). Indicated in literature as a technique that calculates the net needs of materials and plans production and purchase orders, in consideration of the Market demand, of the bill of materials, of the production, of the purchase lead times, and the actual warehouse stocks. MRP systems are normally very useful for companies that have complex bills of materials and/or relatively long procurement lead times. Considering that the company in question operates a BTS (Buy To Sell) business, which by nature does not involve production (as it is a pure resale of Cosmetics), it would normally not need MRP software. It is found that the company improperly uses MRP as a demand planning system which is unsuitable, inaccurate, and time-consuming.
- STOCKAGER (Warehouse Software). Stockager is a software with warehouse management function. It was implemented to manage individual or distributed warehouses

in the area. It adapts to any warehouse layout, following its evolutions over time. The company uses this Software in connection with the corporate ERP to manage orders.

- WAREHOUSE TABLETS. The order queues produced by Stockager are displayed as job orders on the tablets supplied to the Operators.

D. Human Resources Currently Engaged

Warehouse Operators have the task of receiving products from Couriers, loading products on the shelves according to warehouse logics, and performing picking operations. The number of warehouse Operators varies according to seasonality; however, it is calculated on an average basis as 7 FTE / month (Full Time Equivalent). Warehouse Staff generates a significant cost that impacts the margins of the business. In addition, by the very nature of the work (high number of operations and limited time available), the picking operations thus conducted generate continuous Human errors, that worsen performance and damage the corporate image towards Customers.

E. Existing Processes and Methodologies

In accordance with the activities carried out by the Operators, the current warehouse processes are mainly three:

- Demand planning process through MRP
- Goods receiving process
- Product shipping process

A detailed mapping of each of the processes interconnected with the warehouse was carried out and a subsequent analysis to highlight any areas of potential improvement. The following critical issues emerged from this analysis:

- Improper use of the MRP system, which is used as a demand planning tool

- The "goods loading" on the shelves (associated with low added value activities that cause inefficiencies in the handling operations timing)
- The lack of process automation in the picking phase
- The use of the tablets significantly slows down the manual activity of picking and packaging the orders
- The ineffective stocking logic, which leads to excessive movement of goods between warehouses.

F. Estimated Impact of Logistics and Operations

The results produced by the introduction of an automated picking system have been in line with the initial hypotheses, producing significant benefits for the company on multiple levels, such as:

- Staff savings
- Space savings
- Increase in efficiency and speed
- Increase in precision and reliability (elimination of errors)
- Reduction of stock breaks
- The best level of service and customer satisfaction
- Greater safety for the Operator

A brief description is provided below for each of the benefits listed above.

The automation introduced allowed to reduce the Human contribution to the picking phase, thus making it possible for a single Operator to take charge of the total warehouse management (goods loading, surveillance, picking and packaging). Warehouse Staff was, therefore, reduced from an average of 7 Full-Time Equivalent (FTE) to 1 FTE with a consistent saving of the Human Resources engaged (over 85% saving).

The better use of the space has allowed a strong reduction in the facility volumes engaged; this was made possible by the introduction of sorting criteria, such as a better accommodation of the goods in the

drawer's locations, than in the previous shelving ones. The space occupied went from 1,800 square meters to 400 square meters (over 75% saving).

The interconnection of the original warehouse software with the RTU, associated with the new warehouse automation, allows obtaining noncomparable performance in terms of efficiency and speed, with a 360° impact on picking Operations.

The precision of the new Operations is absolute, thus transforming the previously imprecise picking into a process phase with total reliability. The impact on performance is, again, significant, eliminating the possibility of error, which is statistically inevitable in manual activities.

The frequent stock breaks, to which the company was subject to the previous manual warehouse management logic, have significantly reduced. The reason for the improvement lies in having delegated the responsibility for the stock to the machine (which is based on counting down by each drawer 4.0, operated continuously) rather than the perception of the single Operators (which is based on a repeated and expensive counting of residual stocks, as far as operating in discrete logic). The reduction in stock breaks, however significant, did not reach a "total zero" due to the variability of lead times by Suppliers.

A Customer survey, conducted specifically afterward the implementation of the new technology, has allowed us to find an improved perception of the level of service in terms of speed in delivery and precision of the mix, thus producing a much better Customer satisfaction and indirectly producing an increase in sales.

The traditional picking operations tend to expose the Operators to risks such as fatigue, stress from alienation (repeated activities), and height (picking from the upper shelves). The automation of the warehouse produces a substantial change in the Operator's tasks, by decoupling it

from the picking and thus reducing the risk phase.

VIII. ECONOMIC ANALYSIS

To give an idea of the economic and financial benefits associated with the introduction of the proposed solution, an overall investment analysis was also carried out. Before the implementation of the new 4.0 solution, 7 Operators were employed with a full cost of € 35K / year each (€ 245K / year in total). Following the introduction of the new picking system, 6 Operators could be “saved” with a lower cost of € 210K / year. At this point, 2 classic indicators of investment theory can be determined such as the Payback Period (PBP) and Net Present Value (NPV), bearing in mind the following data:

- The initial cost of the investment: € 300K (considering the normal design evolutions between the preliminary study and the executive project, it was decided to simplify the calculation, using a drawer evaluation, where each drawer “carries behind” a part of the cost structure of the entire warehouse implemented, installed and tested. The drawers have a cost of € 1,000 / each for a volume equal to 300 drawers)
- Operations and Maintenance (O&M) Costs: the Authors considered an annual cost of maintenance equal to 6% of the total investment, while the cost of Energy was estimated of negligible impact
- Annual income: intended as labor savings (7 Opertors x € 35K – 1 Operator x € 35K = € 210K / year)

The PBP is calculated as the ratio between investment and profit, so: € 300K / € 190K = 1.57 years (certainly a favorable figure for a plant whose useful life is estimated at least

10 years before requiring a possible revamping).

A second test parameter of the economic validity of the investment is, as mentioned, the NPV.

$$NPV = \sum \frac{NCF_t}{(1+k)^t} - NCF_0$$

NCF₀ = initial cash outlay on the project

NCF_t = net cash flow generated by project at time t

n = life of the project

k = required rate of return

Assuming a discount rate equal to 8% (according to the Sector average) the NPV is equal to € 1025 (see Fig.10). The NPV value is, again, significantly favorable to the investment, taking into account that only small maintenance requirements are fulfilled by the warehouse Staff during working hours, at a negligible cost.

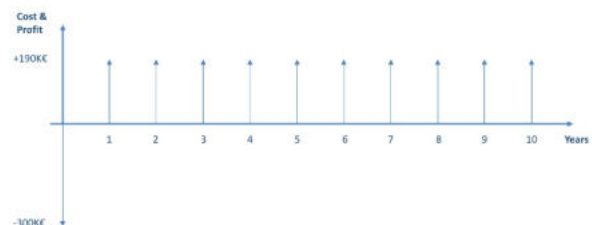


Fig. 10 Annual Cash flow diagram

IX. RESULTS AND FUTURE RESEARCH

A significant effort during the conceptualization phase of this Applied Technology was paid to make it affordable by national SMEs, in order to give them better competitiveness on the reference Market.

For this reason, great attention has been paid to elements such as the cost of the first installation, flexibility over time, saving hours of Labor for the picking Operations, ... All this in full contrast to other solutions already on the Market which, being

complex and expensive, are inaccessible to small and medium-sized enterprises characterized by a limited volume movement and operating in specific product Sectors.

Consequently, the picking operations must be carried out manually with non-trivial times and costs, including the costs already mentioned of the errors made in the composition of individual orders, to remedy which it is necessary to recall from the Customer the goods already delivered and provide for a new shipment.

All with inevitable disputes with the Customer due to the delay in the arrival of the goods, the discomfort caused, and the associated costs.

The Authors foresee in the implemented solution an unexpressed potential and define a new study area to introduce, in the second generation of such Applied Technology, other lines of innovation that can lead to the achievement of even higher efficiency levels, as:

- Management of a Virtual Warehouse
- Digital Twin (online and real-time Warehouse simulator)
- Advanced analytics

REFERENCES

- [1] K. J. Roodbergen, I.F.A. Vis, "A survey of literature on automated storage and retrieval systems", *European Journal of Operational Research*, pp. 343-362, 2009.
- [2] L. Ghomri, Z. Sari, "Mathematical modeling of the average retrieval time for flow-rack automated storage and retrieval systems", *Journal of Manufacturing Systems*, pp. 165-178.
- [3] M. Sri Sarat Chandra, S. Bhanu Murthy, "Design and development of an automated storage organizer", *Materials Today: Proceedings*, 2018.
- [4] T. Liu, Y. Gong, R.B.M. De Koster, "Travel time models for split-platform automated storage and retrieval systems", *International Journal of Production Economics*, pp. 197-214, 2019
- [5] G. Dukic, T. Opetuk, T. Lerher, "A throughput model for a dual-tray vertical lift module with a human order-picker", *International Journal of Production Economics*, 170, pp. 874-881, 2015
- [6] M. Kazemi, A. Asef-Vaziri, T. Shojaei, "Concurrent optimization of shared location assignment and storage/retrieval scheduling in multi-shuttle automated storage and retrieval systems", *IFAC-PapersOnLine*, pp. 2531-2536, 2019
- [7] S. Brezovnik, J. Gotlih, J. Balič, K. Gotlih, M. Brezočnik, "Optimization of an automated storage and retrieval systems by swarm intelligence" *Procedia Engineering*, pp. 1309-1318, 2014
- [8] S.S. Chakravorty, "Improving distribution operations: Implementation of material handling systems", *International Journal of Production Economics*, 122(1), 89-106. 2008
- [9] N. Boysen, S. Fedtke, F. Weidinger, "Optimizing automated sorting in warehouses: The minimum order spread sequencing problem", *European Journal of Operational Research* 270, pp. 386-400, 2018
- [10] L. Nicolas, F. Yannick, H. Ramzi, "Order batching in an automated warehouse with several vertical lift modules: Optimization and experiments with real data", *European Journal of Operational Research*, pp. 958-976, 2018
- [11] M. Calzavara, F. Sgarbossa, A. Persona, "Vertical lift modules for small items order picking: An economic evaluation", *International Journal of Production Economics* 210, pp. 199-210, 2019
- [12] V. Lototsky, R. Sabitov, G. Smirnova, B. Sirazetdinov, N. Elizarova, S. Sabitov, "Model of the automated warehouse management and forecasting system in

- the conditions of transition to industry 4.0", *IFAC-PapersOnLine*, pp. 78-82, 2018
- [13] D. Mourtzis, V. Samothrakis, V., Zogopoulos, E. & Vlachou, "Warehouse design and operation using augmented reality technology: A papermaking industry case study", *Procedia CIRP*, pp. 574-579, 2019
- [14] A. M. Freitas, F.J.G. Silva, L.P. Ferreira, J. C. Sá, M.T. Pereira, and J. Pereira, "Improving efficiency in a hybrid warehouse: A case study", *Procedia Manufacturing*, pp. 1074-1084, 2019
- [15] R. De Koster, T. Le-Duc, K.J. Roodbergen, "Design and control of warehouse order picking: a literature review", *ERIM Report Series Research in Management*, pp. 2–22, 2006
- [16] C. Fa-liang, L. Zeng-xiao, Z. Zheng, L. Dong-dong, "Research on order picking optimization problem of automated warehouse", *System Engineering – Theory & Practice*, pp. 139-143, 2007
- [17] A. H. Azadnia, S. Taheri, P. Ghadimi, M. Z. Mat Saman, K. Y. Wong, "Order batching in warehouses by minimizing total tardiness: A hybrid approach of weighted association rule mining and genetic algorithms", *The Scientific World Journal* 2013
- [18] B. A. Fernandes, F.J.G. Silva, R.D.S.G. Campilho, G. F. L. Pinto, "Intralogistics and industry 4.0: Designing a novel shuttle with picking system" *Procedia Manufacturing*, pp. 1801-1832, 2019
- [19] M. Calzavara, R. Hanson, F. Sgarbossa, L. Medbo, and M. I. Johansson, "Picking from pallet and picking from boxes: A time and ergonomic study", *IFAC-PapersOnLine* 50, pp. 6888-6893, 2017
- [20] L. M. Thomas, R. D. Meller, "Developing design guidelines for a case-picking warehouse", *International Journal of Production Economics*, PP. 741-762, 2015.
- [21] O.K. Efthymiou, S.T. Ponis, Current Status of Industry 4.0 in Material Handling Automation and In-house Logistics, *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, pp. 1370-1374, 2019
- [22] M. Demartini, F. Tonelli, L. Damiani, R. Revetria, and L. Cassettari, "Digitalization of manufacturing execution systems: The core technology for realizing future smart factories", *Proceedings of the Summer School Francesco Turco*, 2017.
- [23] S. Gotthardt, M. Hulla, M. Eder, H. Karre, H., C. Ramsauer, "Digitalized milk-run system for a learning factory assembly line", *Procedia Manufacturing*, pp. 175-179, 2019

IAENG INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERS

World Congress on Engineering 2021

London, U.K., 7 - 9 July, 2021

presents this

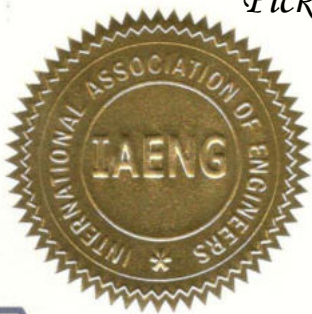
*Best Paper Award of
The 2021 International Conference of
Manufacturing Engineering and Engineering
Management*

to

*Lucia Cassettari, Fabio Curro, Marco Mosca, Roberto Mosca,
Roberto Revetria, Stefano Saccaro, and Gabriele Galli*

for the paper entitled

*A 4.0 Automated Warehouse Storage and
Picking System for Order Fulfillment*



Anna Lee
+ + + + +
Anna Lee, Assistant Secretary, IAENG
20 July 2021

Sanitizing of Confined Spaces Using Gaseous Ozone Produced by 4.0 Machines

Roberto Mosca, Marco Mosca, Fabio Currò, Roberto Revetria, Lucia Cassettari, Gabriele Galli

Abstract— A fundamental aspect of the fight against the Coronavirus and against any other virus, is represented by the sanitization of the sites and objects contained therein. This operation is normally carried out using mixtures of ozone and steam and it is certainly effective but also limited due the damages that the vapor can cause to rooms and objects. The following paper introduce machines able to overcome this issue thanks to innovative systems based on the principles of Engineering 4.0. Those systems reproduce the Chapman cycle in the to-be sanitized environments which allows producing ozone in a gaseous state, in the proper quantity and for the time necessary for sanitization. At the end of the operation, the ozone will be converted back into oxygen, leaving the environment re-habitable by humans and pets in a short time. The operation has low costs and times and guarantees positive results. This is therefore a real revolution to be considered today against the COVID-19.

Index Terms— COVID-19, Industry 4.0, Ozone, Safety, Sanitizing

I. INTRODUCTION

THE SARS-CoV-2/COVID-19 pandemic raises the bar for the effectiveness and improvement of disinfection, sanitation, and sterilization procedures not only in the health care facilities but also in work environments such as schools, labs, beauty centers, gyms, grocery stores, and many more.

During the lockdown phase due to the spread of COVID-19 in March 2020, an important problem emerged in the battle against viruses, namely the need to sanitize the environments, as well as the clothing and footwear worn by those who come from contaminated environments.

Manuscript received June XX, 20XX; revised July XX, 20XX.

Roberto Mosca is a Professor at Mechanical, Industrial and Transport Engineer Department (D.I.M.E.), University of Genoa, Genoa, Ge 16126 Italy (e-mail: mosca@diptem.unige.it)

Marco Mosca is a Researcher at Mechanical, Industrial and Transport Engineer Department (D.I.M.E.), University of Genoa, Genoa, Ge 16126 Italy (e-mail: mascotulliomosca@gmail.com).

Roberto Revetria is a Professor at Mechanical, Industrial and Transport Engineer Department (D.I.M.E.), University of Genoa, Genoa, Ge 16126 Italy (corresponding author to provide phone: +39 320 7982 156; fax: +39 010 317750; e-mail: roberto.revetria@unige.it).

Lucia Cassettari is an Associate Professor at Mechanical, Industrial and Transport Engineer Department (D.I.M.E.), University of Genoa, Genoa, Ge 16126 Italy (e-mail: cassettari@dime.unige.it).

Fabio Currò is a Ph.D. student at Mechanical, Industrial and Transport Engineer Department (D.I.M.E.), University of Genoa, Genoa, Ge 16126 Italy (e-mail: 4452164@studenti.unige.it).

Gabriele Galli is a Ph.D. student at Industrial and Manufacturing System Engineering Department (I.M.S.E), University of Michigan-Dearborn, Dearborn MI 48128 USA (e-mail: ggalli@umich.edu).

The most common sanitizing method is the one that involves the use of ozone mixtures in water vapor carrier fluid which is proved to be an effective wet treatment but with non-trivial drawbacks such as the risk of damaging walls, floors, furniture curtains, and carpets. Therefore, such treatment requires careful drying and, sometimes, restoration and subsequent cleaning with not negligible costs. Another huge limitation is the impossibility of treating machines, electrical and electronic systems, ferrous surfaces, desks, paper, and books.

The attention of the Department of Mechanical Engineering (D.I.M.E.) of the University of Genoa and mcGEAR researchers has therefore turned to the possibility of conceptualizing and designing a non-invasive sanitation treatment. The literature review of the following study showed that ozone and UVC rays are to be considered unanimously as the best virucides, bactericides, fungicides, insecticides, sporicides, and anti-molds.

Indeed, in the case of bacteria, ozone is recognized as having the ability to kill them. Concerning viruses, the scientific community is split. Some researchers affirm the ozone does not kill them, but it exerts an inerting action through oxidation of viral receptors with which the virus establishes the link with the cell wall and, therefore, with consequent inactivation of the invasion mechanism [1].

On the other hand, other researchers point out that ozone causes the killing of the virus [2] or, that after 30 seconds of exposure to an appropriate concentration of ozone, 99 % of the virus present are inactivated [3].

Besides, safe sanitizing properties are recognized with the ozone also towards mice.

When a mouse smells the ozone, it tries to escape quickly since its respiratory system can be seriously compromised in a short time, with consequent death.

However, the use of ozone leaves more than one perplexity when there is a subsequent presence of human beings in the environments as it is established that it can produce severe lung irritation if not carefully evacuated from the treated premises.

Starting from these assumptions, the D.I.M.E. / mcGEAR researchers have conceptualized a disinfection methodology capable of exploiting the advantages of the previous ones and overcoming their related flaws. This is obtained through a high-efficiency 4.0 machine designed to exploit the ability of certain lamps to ozonate the surrounding air by producing UVC rays with varying wavelengths. It follows that with a treatment lasting just a few minutes, at the end of which the ambient atmosphere is brought back to its original conditions without the need for special additional treatments, full sanitation of the environment is obtained.

This paper is organized into six sections. Section II provides a literature review of the main references used to develop this study. Section III introduces an overview of the

Chapman's cycle. The methodology followed during the creation of the new sanitizing system has been introduced in section IV. Section V illustrates the testing phase in different application with the related challenges whereas the conclusions have been presented in section VI.

II. LITERATURE REVIEW

This need prompted the researchers to study different procedures and methods such as Heating Sterilization [4], Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) [5], and chemical disinfectants [6][7]. Among them, ozone turns out to be effective in killing fungi, bacteria, molds, and inactivating viruses.

In this view, a literature review has been performed according to the following steps: (i) identification of the keywords and their combination; (ii) selection of a source database; (iii) results analysis. (i) The keywords selected are Ozone, sterilization, and virus and the search has been applied to Article Title, Abstract, and Keywords. In the second search step (ii), two different abstracts and citation databases of peer-reviewed literature have been selected: Scopus and Google Scholar.

The search has been narrowed down by considering only the most recent papers from the last ten years (2010-2020 included). During the third step (iii), a new systematic analysis of core specifics has been performed.

Tseng et al. identify surfaces as contamination sites of viruses, and they can contribute to their transmission to humans. Different techniques are available to sanitize surfaces, among them ozone plays a crucial role in the deactivation process of viruses even though this process is not fully known [8].

Cristiano states that ozone, thanks to its oxidizing property, is able to effectively destroy bacteria, fungi, and molds, and inactive many viruses both on the surfaces and suspended in the air. In particular, it is proved to inactivate SARS viruses but, there is no proof yet regarding the efficiency of ozone on COVID-19 [9]. By the way, since this is an envelope virus like all the Coronaviruses, this suggests the ozone might be effective also for COVID-19 [10].

Different studies show the effectiveness of the ozone in inactivating viruses using a relatively low ozone concentration ($< 1\text{mg/L}$) and short contact time (1min) [11] [12].

Some of the advantages and disadvantages of the ozone are introduced in the papers of Cristiano and Govindaraj et al. Among the advantages listed there are high germicidal efficacy on many organisms, high material compatibility, no toxic residues or emission, no manual handling of sterilant, low-temperature process, and self-contained monitoring. On the other hand, the corrosive nature of the ozone, and a lower efficiency on porous materials (such as textiles) appear among the drawbacks [9] [12].

Ozone is often generated in two ways: i) using ozone generators or ii) electrostatic air purifiers, both methods do not leave any poisonous residue [9].

An applicative advantage of ozone is the possibility to sterilize objects that cannot withstand high temperature or extreme heat such as facial masks [13]. In this view, Fischer et al. introduced the use of ozone as a method for the decontamination of N95 respirators making them reusable in case of shortage [14].

Rutala et al. provide a review of disinfection and sterilization methods in health care facilities. In particular, ozone finds many applications in the so-called Critical Items that are items with "high risk of infection if such an item is contaminated with any microorganism, including bacteria spores". Some examples are surgical instruments and cardiac and urinary catheters.

In such applications, most of the time, ozone has been mixed with Hydrogen Peroxide Vapor (HPV). This method has many advantages in terms of safety, toxicity (no toxic), compatibility with medical devices, and cycle time [15].

Agriculture is another interesting application field in which ozone is used, in this regard Ebihara et al. introduce ozone in chemical-free agricultural sterilization with the creation of an ozone-mist spray system. This involves the injection of the ozone gas into the water-mist produced by the water spray nozzle [16].

III. THE CHAPMAN'S CYCLE

The Chapman's cycle can be divided in two phases:

- Phase A: under certain wavelengths it splits the O_2 into $O + O$ which, combining with the other O_2 present, form O_3
- Phase B: under other wavelengths, the O_3 are transformed back into O_2 and O , restoring the initial situation.

More specifically, it occurs naturally under the effect of ultraviolet sunlight and shields harmful radiation (100-300 nm). The cycle consists of:

- Initial reaction of photodissociation, which occurs under the influence of solar rays with length less than 240 nm, i.e. $O_2 + HV (UV-C, L < 240\text{ nm}) \Rightarrow O_2 \Rightarrow 2O$
- Ozone formation reaction, called propagation (1), is the exothermic reaction responsible for the thermal inversion of the stratosphere, i.e. $O + O_2 \Rightarrow O_3$
- Shielding reaction, called propagation (2), which causes ozone to be so important for the shield that it produces with respect to UV-B rays, i.e. $O_3 + HV (UV-C, UV-B, L < 300\text{ nm}) \Rightarrow O_2 + O$
- Stop reaction or end of the cycle which is a very slow reaction that destroys the ozone, ending the cycle, i.e. $O_3 + O \Rightarrow 2O_2$

IV. METHODOLOGY

Considering the aforementioned Chapman's cycle, the researchers studied a series of systems aimed at satisfying individual sanitation needs.

A fundamental component is suitable UVC lamps with different wavelengths which, sequentially turned on by the operator, allow us to activate the different phases of the cycle.

This cycle produces, in the first phase, ozone in gaseous form thanks to it is possible to sanitize the environment and the furnishings present. Also, penetrating into the fabrics (sheets, blankets, mattresses, curtains, carpets, ...) and into the smaller crevices (any cracks in the furniture, walls, floor, cracks in which viruses, bacteria, molds, spores, fungi, and insects can lodge).

This way, it would have been possible to have a highly effective sanitizing source without the drawbacks generated

by the ozone-steam mixture, when used in confined environments.

In particular, please note:

- potentially damaged wet surfaces
- Ozone to be evacuated before staying again in the treated environments

A. Equipment designed for sanitation

An essential element of this new phase of the study was therefore to identify a technological component that would make it possible the recreation of the Chapman Cycle for specific applications. Then, the problem became identifying the most suitable light sources on which to base the construction of machinery capable of reproducing this cycle, based on Engineering 4.0.

For this reason, a worldwide research campaign was launched which continued until a type of lamp was identified that suited the case of the current study.

At this point, it became possible to design a series of machines, one for each specific application, capable of allowing clean sanitization (i.e. without steam) at acceptable costs and such not to cause any damage to people, pets and things.

In this regard, the following machines have been conceptualized, designed, and built:

- Trolleys for floor sanitization
- Footboards for sanitizing footwear
- Box for sanitizing objects
- Drawers for sanitizing masks, keys, wallets, cell phones, money, ...
- Cases on wheels for the sanitization of shoes and tools
- Cabinets for sanitizing overalls, gowns, dresses, and various garments
- Multi-drawer trolleys for simultaneous sanitation and outpatient applications
- Stand (UVC-O3) for the sanitation of offices and infrastructures
- Combined towers (UVC-O3-liquids) for the sanitation of offices and infrastructures
- Wall lamp (UVC) for direct sanitization of small rooms
- Wall applique (UVC-O3) for ozone sanitization of reduced environments

In particular, these machines make use of fundamental elements of Industry 4.0 such as:

- IoT (monitoring and control via the Internet) and WEB portal (with dedicated interfaces accessible from any authorized device such as PC, laptop, desktop, smartphone, etc.)
- Sensors and telemetry for automated and reliable process management

TABLE I
INACTIVATION OF BACTERIA, VIRUSES, FUNGI, MOLDS AND INSECTS

Organism	Concentration	Exposure Time
Bacteria	0.23 – 2.2 ppm	< 20 min
Virus	0.2 – 4.1 ppm	< 20 min
Fungi	2 ppm	60 min
Molds	0.02 – 0.26 ppm	< 1.67 min
Insects	1.5 – 2 ppm	30 min

- Analytics for data integration and analysis and their transformation into usable information

This way, it will be possible to monitor instant by instant the effectiveness of the sanitization activity conducted.

Obviously, for areas in free air, such as roads, the ozone-steam mixture continues to work well, as the problems generated in closed spaces do not exist.

Figure 1 shows a pedestal multi-lamp machine that, positioned inside the environment, allows the Operator to sanitize the objects as well as the environment itself. At the end of the treatment, the environment can be readily re-habitable without the need for further maintenance or drying and cleaning operations or waiting for the evacuation of the ozone. It should be noted that a stay of Persons in places with a significant presence of ozone can irritate the respiratory system which, over a long period, could become chronic.

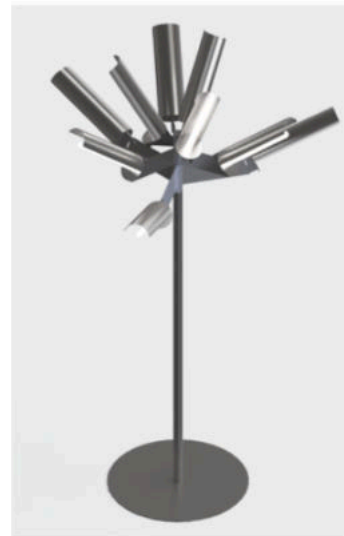


Fig. 1. Pedestal multi-lamp machine

In Figure 2 we can see that the operator from a safe position, in order to avoid infection (from virus and/or ozone), is able to manage in parallel (at the same time) the sanitization cycle of several rooms, through a remote Bluetooth control station able to operate, monitor and control several machines in parallel positioned in different environments.

The impact of this parallelization on operating times is highlighted, which allows the operator to halve the intervention time with only the use of two machines and thus in proportion to the number of machines used. According to table I [17-21], by counting about 30 minutes per cycle (i.e. about 5 minutes to reach the necessary concentration in parts per million, plus 20 minutes of the cycle, plus 5 minutes of reconversion of Ozone into Oxygen) the Operator is able to sanitize 2 rooms in 50% of the time (2 rooms in 30 minutes are equivalent to a sanitation performance of one room every 15 minutes) 3 rooms in 33% of the time, 4 rooms in 25% of the time and so on up to a maximum of 5 machines in parallel.

The Bluetooth sensor is positioned in the most unfavorable point of the room, which is the most distant from the machines, and has the task of ensuring the desired concentration level (peak and maintenance) during the execution of the cycle is reached.

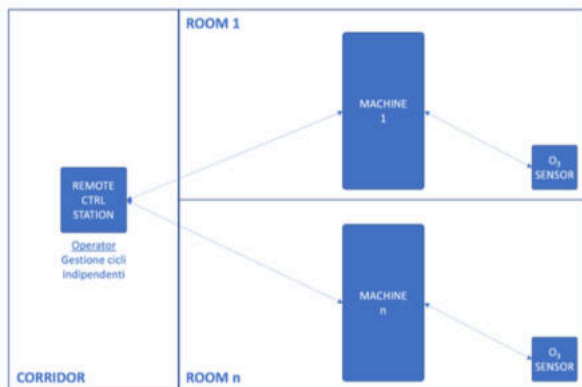


Fig. 2. Parallel sanitization cycle

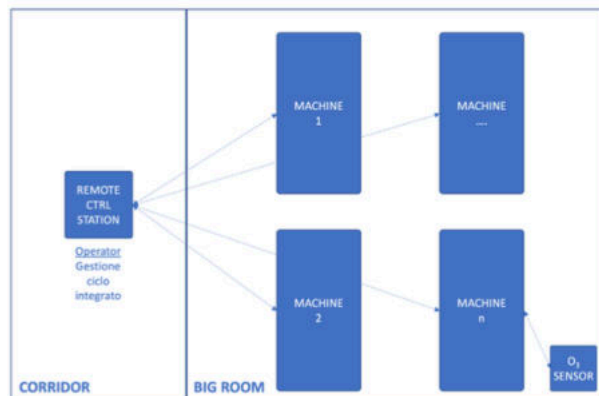


Fig. 3. Single room sanitization through multiple machines

In figure 3 we can observe how the operator, once again placed in safety from the possibility of infection as much as from exposure to the machines, can sanitize a large room. It is worthy to note that, by nature, the use of a single machine for the production of ozone, despite the use of special fans, is not suitable to sanitize an entire room since the ozone is not able to homogeneously distribute itself in large volumes.

The substantial difference between the process operated by the remote Bluetooth control station in Figure 1 and Figure 2 lies in the fact that in the first case manages n independent cycles for different environments, while in the second case the control unit is programmed to recognize the machines as one single machine, for which it operates only one cycle, but reaches and maintains the necessary ozone concentration (see Table 1) thanks to production and distribution of multi-spot ozone. In this case, we will have a single ozone sensor for managing the process, always positioned in the most unfavorable point of the room (i.e. the most distant from the machines).

B. Ozone Sensor Operations

An essential element of the proposed system is the ozone sensor fitted on a remote device with a wireless connection to the machine.

The sensor is positioned in the most unfavorable point of the room:

- as far as possible from the machine
- near a source of possible dispersion (windows, doors, transoms, breaches, ...)
- in niches or behind any bulkheads

The sensor continuously detects the concentration of ozone present in the environment (in ppm) and transmits the information to the machine. This way, the production of Ozone continues until the concentration required for the inactivation of each agent to be sanitized (according to the values tabulated in the scientific literature) is reached.

The machine therefore closely monitors the time factor to ensure that the cycle can maintain the necessary concentration of Ozone in the environment for the time required for sanitization.

If the ozone dispersions are excessive for maintaining the concentration of ozone needed to sanitize the environment, the sensor will block the machine to complete the cycle, so the printer associated with the remote control would issue a “partial cycle” receipt with no guarantee of sanitization.

It is proved that the sanitization operation is carried out correctly, therefore, it can be started the next phase of the Chapman’s cycle namely, restoring the initial conditions of the environment with the reconversion of the Ozone produced into Oxygen.

When the cycle has completed the printer associated with the remote-control station will issue a receipt of successful operation with guaranteed sanitization.

V. TESTING

The machines were subjected to two types of tests: simulated (calculation) and laboratory (empirical through the use of sensors to check the concentration of ozone and chemicals through the sanitization analysis conducted on infected slides).

Such a campaign made it possible to conduct other robustness tests and to verify the application limits of the identified technology. It was therefore possible to confirm the absolute effectiveness of the machines within the recommended scope of application (confined and closed environments in which it is possible to reach certain levels of concentration). Where the level of ozone dispersion is too high and it is not possible to reach or maintain the necessary concentration for the time prescribed by the table values, needed to ensure sanitization, the proposed technology is not effective, therefore not applicable.

To overcome this problem, the DIME / mcGEAR Researchers studied and then integrated more technologies on the machines, so becoming capable of extending the spectrum of use to different areas of application (as described in the following paragraphs).

A. Robustness Test

The robustness test consisted of verifying the effectiveness of the lamps as the size of the environment to be sanitized grows (ratio time vs. dimensions). As described in the following paragraphs, it is worthy to note the non-linearity of the law that governs the number of lamps necessary to sanitize rooms of increasing size.

B. Limits

The application limits have been identified by positioning ozone detector sensors capable of measuring the dispersion of such gas in non-circumscribable environments.

Although the multi-spot application obtainable through the use of several equally spaced machines allows sanitizing larger environments, it should be noted that the action of ozone does not follow a linear law. This means that if an ozone lamp is sufficient to sanitize a 9 square meter space in 30 minutes, the sanitization of a double-sized room in the same time frame requires the use of more than two lamps. It follows that the convenience limit to the use of Ozone to sanitize large rooms is 4-5 machines (with 8 ozone lamps each) individually effective on a maximum of 45 square meters (225 square meters in total).

C. Sanitation of Corridors

The corridors, due to their shape (narrow and long) and nature (open on one side), do not allow to obtain either the diffusion or the concentration of ozone necessary to sanitize the environment. The use of ozone is therefore inadequate for this specific application.

In this regard, in order to quantitatively balance the performance of the Chapman's cycle, the machines are already equipped with several UVC lamps equal to those of Ozone. UVC rays, that aims to produce and destroy the Ozone in the Chapman's cycle, are delegated to have a sanitizing power no less than the one exercised from ozone, with the following limitations:

- Sanitization takes place by irradiation (the rays do not pass obstacles nor penetrate the tissues)
- The power of the irradiation decays with distance (effectiveness less than 2.5 linear meters)

The limitations described above make it necessary to use ozone in confined environments with a diameter of more than 5 linear meters, containing obstacles (tables, chairs, furniture) and fabrics (mattresses, curtains, piles of towels, ...).

The machines designed by the DIME / mcGEAR researchers are equipped with a "corridor kit" which requires a double installation (hardware and software) where:

- The hardware consists of:
 - a device that allows the vertical positioning of the UVC lamps during use in corridor mode for sanitizing walls and ceiling
 - 3 UVC lamps installed under the base of the machine for floor sanitization
 - the software excludes the Chapman's cycle by activating only the UVC lamps installed on the stem and under the base

By acting in this way, the machine allows the sanitization of the corridor in a single passage (floors, walls and ceilings) without waiting cycles, but with immediate effect allowed by proximity.

The application is particularly suitable for sanitizing narrow and long environments such as corridors (walls and ceiling at a distance of fewer than 5m in diameter from the UVC lamps) and similar environments (elevators, access sockets, ...).

The Operator, duly protected by the use of PPE (Personal Protection Equipment) from exposure to UVC rays, leads the machine along the paths to be sanitized.

Although UVC rays cannot penetrate obstacles, tests conducted in the laboratory prove that the application is particularly effective on porous floors such as stone and on delicate floors like marble, carpet, parquet, ...

D. Sanitation of large rooms

Environments exceeding the dimensions recommended above are neither suitable for the use of Ozone (the necessary concentration cannot be reached) nor for the use of UVC rays by radiation (distances exceeding the effective range).

This problem is found in large halls, stairwells, changing rooms, bathrooms, showers, lecture halls, theaters, stations, airports, auditoriums, etc.

In order not to limit the usability of the machines, the DIME / mcGEAR researchers have produced a version of the same machine integrated with a box capable of housing a double tank with a compressor and lance suitable for the nebulization of sanitizing different liquids.

It was decided to use two tanks to meet different needs (hydrogen peroxide is normally used for delicate surfaces and sodium hypochlorite for all the others).

A parking brake and a hose reel with rivelox hose have been set up to facilitate use in stairwells.

E. Sanitation of External Environments

The sanitation of external environments such as squares, and porches is similar to the sanitization of large environments by nebulizing liquids for disinfection.

VI. CONCLUSIONS

Beyond the scientific result obtained, certainly positive, this work demonstrates how in particularly complex situations of pivotal importance for the survival of many people (as it is the pandemic triggered by COVID-19), the cooperation of researchers with different scientific backgrounds can be extremely useful in developing new and effective solutions. In this case, using adequate knowledge of the behaviors of viruses, bacteria, molds, insects, and mice, as well as ozone chemistry (Chapman's cycle) and modern Engineering 4.0, it was possible to move from wet disinfection with all the drawbacks connected to it, to disinfection with gaseous ozone, produced by special machines directly in the places to be sanitized. Ozone that does not generate problems for the environments and the objects contained in them and, at the end of the treatment, it leaves the environment free of ozone and as such re-habitable by humans and pets. Given the result obtained, the researchers are invited to continue on the path of interdisciplinary collaboration in the certainty that increasingly important results can be obtained for the good of the community.

REFERENCES

- [1] Italian Ministry of Health, protocol 24482 of 31/07/96
- [2] Z. Muzhi, (2020, 26 Feb.), China.org.cn (Online). Available: http://www.china.org.cn/opinion/2020-02/26/content_75747237.htm
- [3] G. Martinez-Sanchez, A. Schwartz, V. Di Donna, "Potential Cytoprotective Activity of Ozone Therapy in SARS-CoV-2/COVID-19, in Antioxidants, 2020.
- [4] N. Castaño, S.C. Cordts, M.K. Jalil, K. Zhang, S. Koppaka, A.D. Bick, R. Paul, S.K. Tang, "Fomite transmission and disinfection strategies for SARS-CoV-2 and related viruses", *Arxiv.org*, 2020

- [5] T.D. Cutler, J.J. Zimmerman, "Ultraviolet irradiation and the mechanisms underlying its inactivation of infectious agents", *Animal Health Research Review*, 2011, pp. 15-23
- [6] C.C. Tseng, C.S. Li, "Inactivation of viruses on surfaces by ultraviolet germicidal irradiation", *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2007 pp. 400-405.
- [7] H.F. Rabenau, G. Kampf, J. Cinatl, H.W. Doerr, "Efficacy of various disinfectants against SARS coronavirus", *Journal of Hospital Infection*, 2005, pp. 107-111.
- [8] C. Tseng, C. Li, "Inactivation of surface viruses by gaseous ozone", *Journal of Environmental Health*, 2008, pp. 56-62.
- [9] L. Cristiano, "Could ozone be an effective disinfection measure against the novel coronavirus (SARS-CoV-2)?", *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 2020, pp. 301-303
- [10] M. Zhou, (2020, 26 Feb), China.org.cn (Online). Available: http://www.china.org.cn/opinion/2020-02/26/content_75747237.htm
- [11] G.A. Shin, M.D. Sobsey, "Reduction of Norwalk virus, poliovirus 1, and bacteriophage ms2 by ozone disinfection of water", *Applied and Environmental Microbiology*, 2003, pp. 3975-3978
- [12] S. Govindaraj, M.S. Muthuraman, "Systematic review on sterilization methods of implants and medical devices", *International Journal of ChemTech Research*, 2015, pp. 897-911.
- [13] C.G. Burkhart, C. G., "Ozone disinfectants like SoClean CPAP sanitizer can be used to sterilize cloth and N95 masks in the protection against COVID-19" *Open Dermatology Journal*, 2020
- [14] R.J. Fischer, D.H. Morris, N.V. Doremalen, S. Sarchette, M.J. Matson, T. Bushmaker, T., . . . V.J. Munster, "Effectiveness of N95 respirator decontamination and reuse against SARS-CoV-2 virus", *Emerging Infectious Diseases*, 2020, pp. 2253-2255
- [15] W.A. Rutala, D.J. Weber, "Disinfection and sterilization in health care facilities: An overview and current issues", *Infectious Disease Clinics of North America*, 2016, pp. 609-637
- [16] K. Ebihara, F. Mitsugi, T. Ikegami, Y. Yamashita, Y. Hashimoto, T. Yamashita, . . . T. Sung, "Sterilization characteristics of ozone-mist spray for chemical-free agriculture" *International Journal of Plasma Environmental Science and Technology*, 2016, pp. 11-15
- [17] P. Edelstein, R.E. Whittaker, R.L. Krelling, C.L. Howell, "Efficacy of ozone in eradication of *Legionella pneumophila* from hospital fixture", *Applied and Environmental Microbiology*, 1982, pp. 1330-1334
- [18] J.C. Joret, J.C. Block, Y. Richard, "Wastewater Disinfection: Elimination of Feal Bacterial and Emeric Viruse by Ozone", *The Journal of International Ozone Association*, 1982, pp. 91-99.
- [19] S. Farooq, S. Akhlaque, "Comparative response of mixed cultures of bacteria and virus to ozonation", *Water Research*, 1983, pp. 809-812.
- [20] M.S. Harakeh, M Butler, "Factors Increasing the Ozone Inactivation of Enteric Viruses in Effluent", *The Journal of the International Ozone Association*, 1984, pp. 235-243.
- [21] K. Kawamura, M. Kaneko, T. Hirata, K. Taguchi, "Microbial Indicators for the Efficiency of Disinfection Processes", *Water Science and Technology*, 1986, pp. 175-184.

IAENG INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERS

World Congress on Engineering 2021

London, U.K., 7 - 9 July, 2021

presents this

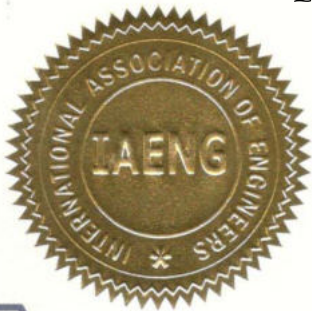
*Best Paper Award of
The 2021 International Conference of
Systems Biology and Bioengineering*

to

*Roberto Mosca, Marco Mosca, Roberto Revetria,
Lucia Cassettari, Fabio Curro, and Gabriele Galli*

for the paper entitled

*Sanitizing of Confined Spaces Using Gaseous Ozone
Produced by 4.0 Machines*



Anna Lee
+ + + + +
Anna Lee, Assistant Secretary, IAENG
20 July 2021

Capitolo 10

Paper in fase di rilascio

Engineering Solutions 4.0 in the fight against the spread of Covid 19

Una nuova Metodologia comprensiva di Processi, Procedure e Strumenti

Roberto Mosca, Marco Mosca, Fabio Currò, Roberto Revetria

Abstract

Thanks to the principles and technologies made available by Industry 4.0, the Team has conceptualized and modeled a new strategy, capable of making an effective contribution to the problem of limiting contagion from Covid19 today and tomorrow from any possible other type virus or pathogen agent. Da parte di soggetti che, inconsapevoli, sviluppano l'infezione solo dopo il loro accesso ai luoghi di soggiorno (Hotel / Motel, etc) ove vanno a risiedere.

Punto fondamentale della strategia è un termoscaner 4.0, realizzato dagli Autori, che viene posizionato in luoghi opportunamente scelti dell'insediamento.

Introduction

The study was launched with a careful analysis of the literature relating to the pandemic phenomena that have affected various areas of the planet in the last century. From this analysis, the Team learned that the onset of fever in subjects affected by the various viruses was almost a constant independent of the type of virus. So it was for yellow fever as for SARS and, currently, for Covid19. Starting from this assumption and considering that such an event may recur in the future for other types of viruses, the proposing Team considered as a fundamental duty to dedicate part of the research to make an effective contribution to the recognition of symptomatically infected subjects in order to avoid that They, coming into contact with other People without the necessary precautions, are vehicles of the contagion. The study presented in this paper is an emblematic case of how, in the face of particularly complex situations, researchers from different scientific backgrounds can obtain significant results by pooling their individual skills. Current example is the fight against the Corona Virus and in the future against who knows what other virus or bacteria or mold; a fight that must, in fact, be faced on several fronts. Primarily it is necessary to treat the affected Patients through drugs and lung therapies, then to prevent further spread of the infection.

While the treatment is certainly within the competence of the Doctors, the limitation of the spread of the infection can be addressed and drastically limited with principles and methodologies typical of other disciplines such as, for example, Engineering 4.0.

In this perspective, the authors of the paper focused on the aspects related to the spread of the infection, focusing initially on the problem of recognizing symptomatic people affected by the virus who need to enter highly frequented places, and subsequently also on sanitation of paths, clothing and environments through highly effective innovative systems, as well as on monitored and controlled social distancing.

Premise

The Italian Premier Mr. Conte announced on 26 April 2020 the start of a phase of easing the anti Covid measures, a phase in which he considered essential that, as a precaution, all the stations of any means of passenger transport as well as places with high crowding such as supermarkets, banks, stadiums, etc. were equipped with flow adjustment turnstiles and that each person entering was subjected to a thermoscanner to detect body temperature.

The idea, in itself more than correct, on the other hand has some objective limitations.

Meanwhile, the measurement with the thermometer must be carried out individually by an employee and therefore the evaluation of a large group requires a considerable amount of time with the consequence that the possible contact between people, and therefore of contagion, could constitute a significant risk. For this reason, the Team has developed a column thermoscanner system combined with the access turnstile suitable for this type of need.

The thermoscanner is also able to recognize that the prescribed mask is being worn and that it is correctly used, i.e. total coverage of the mouth and nose (contrary, since the virus is transmitted aerobically, the mask would be completely useless); the system notes that the person does not try to hide the part of the face dedicated to the mask with his hand; it makes sure that gloves, where required, are worn by the person passing through the turnstile and measures the correct temperature regardless of the color of the skin. In the event of non-compliance, even partial, with these requirements a local alert is sent by a siren and a notification is sent via IOT to the operations center for the necessary measures. Please note that the system acts in full respect of privacy as it does not record personal or biometrics data. It is also equipped with a web portal for monitoring and managing geo-localized alerts and reporting them to security staff. The type of solution proposed therefore aims to respond to the need to provide an effective and efficient and affordable

solution to the problem of the spread of the virus in crowded environments. The research group had evaluated among the possible solutions to use suitable thermal imaging cameras to carry out a mass screening. This type of solution, which appeared to be technically valid for monitoring the temperature of each individual participant in a group, on the other hand has costs of the order of 30 thousand euros (for each thermal camera), an unsustainable expense for its widespread diffusion. Consequently, the research group with great pragmatism focused on the possibilities offered by targeted applications deriving from Engineering 4.0.

The study conducted led to the development of:

- a methodology capable of addressing the problem of the spread of pathogens based on Processes, Procedures and Tools
- “thermoscanner 4.0” device was derived; it represents a solution capable, at a relatively low cost (less than a fifteenth of the amount reported above), of giving an effective and efficient response to the problem of access to confined places by symptomatic People
- professional machines for sanitizing with gaseous ozone and UVC rays

The work Team

The operative Team is made up of highly qualified Partners to ensure the presence of all the skills necessary for carrying out the project. In particular, the conceptualization was carried out by the Researchers of DIME (University of Genoa, Polo di Savona, Prof. Ing. Roberto Revetria, Prof. Ing. Marco Mosca), the research and design by the Technological Partner TCore (Prof. Ing. Fabio Currò) and the development by the Technological Partner mcGEAR (Prof. Ing. Fabio Currò, Prof. Em. Roberto Mosca), the dissemination and technology transfer to companies from the Partner Consulting GDR (Spin Off Unige).

Literature review

Historically, Humanity has been hit by multiple epidemics, as recalled by the 2020 article "A New Coronavirus Emerges, This Time Causing a Pandemic", from the black plague that killed about 50% of the European population in the Middle Ages, up to Spanish flu of the first half of the last century, which caused millions of deaths.

Over the last century there have been many diseases that have spread around the world and have, among other symptoms, fever.

Coronavirus SARS-CoV-2, responsible for the COVID-19 syndrome, is no exception. As INAIL (National Institute for Accident Insurance at Work) explains in the 2020 article "Body temperature

assessment with IR thermometers during the new coronavirus sars-cov2 pandemic: indications for use and cautions", this virus causes an infection respiratory diseases whose onset symptoms typically include fever above 37.5 ° C, cough, muscle aches and pulmonary complications.

A similar syndrome, as the name also suggests, is SARS, which from 2002 to 2003 prompted many states to start adopting measures to control entry at borders, in order to stop infections.

In the two-year period 2009 and 2010, the H1N1 virus, called "swine flu", spread around the world. Already in the early stages of the pandemic, some states have adopted systems to reduce the spread of the virus. The article "Fever screening during the influenza (H1N1-2009) pandemic at Narita International Airport, Japan" of 2011 and the article "Assessment of Border Control Measures and Community Containment Measures Used in Japan during the Early Stages of Pandemic (H1N1) 2009" of 2012 deal with how Japan has taken countermeasures since the early stages of the pandemic regarding access to international airports. In addition, a quarantine has also been introduced, at home or in hotels. The main preventive systems, universally recognized, are the thermoscanners, which allow to understand, from a distance, if an individual is a positive suspect.

The scientific journal Giustizia Civile.com has published the article "Special COVID-19 Emergency" which indicates the adoption of thermoscanners or infrared thermometers as a preventive and protective measure. With regard to retirement homes, the Città di Sondrio Rest Home published an organizational plan at the end of 2020 which provides, in addition to a series of internal procedures, for the provision of thermal scanners. In particular, one is placed in the main entrance and one in another entrance, in order to measure the body temperature of those who enter the structure. If temperatures greater than or equal to 37.5 ° C are detected, the entrance door remains closed and a new measurement is performed one minute later. In case of further measurement of the temperature above 37.5 °, the individual must go home and contact the competent doctor. It therefore becomes clear how an IoT system capable of detecting the temperature linked to facial recognition allows you to immediately have information on who is positive and to automatically contact the competent Authorities. Obviously, as pointed out by the Nursing Home in question, it is necessary to have the various employees and guests sign the documents for the processing of data, guaranteeing privacy.

INAIL, in the article cited above, explains how important it is to measure body temperature, using a thermoscanner since traditional methods with thermometers involve physical contact, which must obviously be avoided, require a lot of time and depend on the skills of the person who carries them out.

Most of the articles deal with precise measurements of body temperature carried out at the entrances to the Facilities. However, diseases have an incubation period during which the individual is asymptomatic. This generates the problem of giving free access to People who will manifest the symptoms only at a later time, when they are now in the Structure. This issue was acknowledged in the 2012 article "Assessment of Border Control Measures and Community Containment Measures Used in Japan during the Early Stages of Pandemic (H1N1) 2009" relating to swine fever. The authors, in fact, explain that it is impossible to completely prevent an entry into the boundaries of positives and that a tracking system would be needed to monitor the health status of subjects who could develop symptoms of the disease later. For this reason, positive or suspicious subjects are monitored by telephone, they are in fact asked to measure their fever in the morning and in the evening in order to evaluate improvements and worsening. This monitoring was also carried out in Italy by the employees of the ASL. This procedure, however, requires staff assigned to this task and therefore higher costs, also as regards the training of employees. Therefore, an automatic monitoring system that detects the temperatures of people without having to necessarily intervene Public Employees or the Host Structure becomes much more efficient.

The proposed methodology

The proposed methodology was divided into two phases:

- the first relating to the monitoring of subjects who entered the facilities without showing symptoms and become positive for fever during their stay
- the second relating to the sanitization of the Structures at a preventive level and in cases of found positive fever

The methodology consists in the implementation of clear processes and strict procedures to be followed within hotels, healthcare facilities and offices.

Step 1: Thermoscanner 4.0

Figures X and Y illustrate the characteristics of the thermoscanner and how it works in combination with the turnstile, while figure 3 highlights the anti Covid access path devised by the Team, a particularly suitable path for blocking People coming from suspicious places and confining them before can spread the virus.



Impact of dissemination on statistical opportunities

The thermoscanner is receiving widespread approval from security Officers who, consequently, are equipping the sites with such equipment exclusively. In some time it will be also possible to have important information on the spread of the infection among People entering the confined sites, as well as to reach a limitation of the same, in accordance to the path described in the previous paragraph.

Finally, it is of great importance to remember how in a globalized world the risk of pandemics is dramatically frequent and repetitive, so it will become essential to always keep the thermoscanners active in strategic points such as passenger arrival stations from other areas of the planet, to be able to block virus carriers immediately before they can become an unstoppable vehicle of contagion as happened with Covid in Italy, in Lombardy Region.

Technology adopted

The temperature is detected on the forehead of the subject in transit by a Digi-key temperature sensor certified for medical use, with an accuracy level of 0.2 ° C in the range 36 ° - 38 ° C.

Of particular interest is the feature that the project Team considered fundamental for the apparatus such as facial recognition, to be used exclusively to identify the individual Person in case of contagion and not to monitor People attitudes or paths.

In order to avoid gatherings around the apparatus, it was operated in such a way as to obtain recognition at a medium distance (50 cm). The viewing angle of the temperature sensor is restricted to 10 ° for better detection accuracy.

The 316L stainless steel structure was selected and designed to have better resistance to pressure and shocks and also allows for the possibility of systematic sanitization with suitable liquids (hydrogen peroxide, sodium hypochlorite and alcohol-based substances).

The software was completely developed in house both for better integration with the proprietary hardware and also to be capable to follow the possible evolution of regulations.

Since the thermoscanner was designed according to the philosophies of Industry 4.0, it is interesting to highlight some aspects such as interfacing with external systems (for signaling on servers), autonomous operation or data network (LAN and WiFi), compatibility with IoT turnstiles.

In addition, some more features considered to be of particular importance on an Operational level have been set up, such as: integration with people counting system in and out and an acoustic alarm.

Innovation compared to the most common market systems

Among the characteristics described in this paper, some constructive choices emerge, such as to differentiate the system from those commonly present on the market, including:

- the use of a particularly precise sensor in detecting body temperature even in critical conditions such as, by way of example, backlight, sweat, skin color, rain, etc. (this medical sensor was identified through a careful multi sectoral market research)
- the materials selected for the construction of a device housing capable of functioning in any environment (impact resistant and impermeable to dust and humidity)
- the materials selected for the construction of a strong and easily sanitized column
- the versatility of use for other important security applications (to limit access of People to the numbers required by law and by the rules on distancing) and commercial (statistical surveys), such as people counter

- facial recognition for the identification of the individual Person and its confinement awaiting rescue and, in other cases, the prevention of crime (theft, robbery or assault)

In addition to the characteristics purely attributable to the choices of hardware and software design, the device is accompanied by ad hoc use processes, dependent on the sector of use, with the aim of maximizing the impact generated by the thermoscanner (e.g. the hotel case study reported above), with clear procedures to be respected, easily manageable by appropriately trained Staff and Customers. This is also thanks to the training offered and the project documentation, which includes instructions and forms to be signed by the Guests of the Structure.

Step 2: Sanification Process

The procedure devised by the Authors obviously requires that once the infected subject has been isolated, a careful sanitation of the places frequented by him is carried out (room, corridors, offices, public areas), implemented using the 4.0 machine designed by the Authors and described in the paper. by Roberto Mosca et Al “Sanitizing of Confined Spaces Using Gaseous Ozone Produced by 4.0 Machines” winner of the Best Paper Award of The 2021 International Conference of Systems Biology and Bioengineering, World Congress on Engineering 2021, IAENG. The machine performs the sanitization by creating gaseous Ozone which it will dismantle at the end of the treatment, retracing the phases found in Nature, in the Ozonosphere, described by the Chapman cycle, thus guaranteeing the absolute elimination / deactivation of any microorganism or pathogen such as viruses, bacteria, molds, fungi, spores and even insects without using harmful chemicals and at low cost.



An application of the thermoscanner: hotel case studies and reception facilities

For these places it was necessary, given their particular characteristics of use by hotel Guests, to develop a specific anti-contagion procedure which, for the reasons that will be illustrated below, adopts multiple thermoscanner devices.

The solution developed by the Team certainly has a positive impact for limiting the spread of the infection by People coming from external areas and who can be unconscious vehicles of the virus. Emblematic, in this regard, the case of that worker of a company (located in Bergamo) who, coming from China, stayed in Italy (in Codogno) and became the first vehicle for the transmission of the virus in Lombardy Region and from there throughout Italy. From this event, the Team proposed a procedure that provides for the systematic application of the thermoscanner in the places of possible contagion in order to avoid that, currently with Covid19 and in the future with any other virus or pathogen agent, dramatic situations of this type would occur again.

The procedure devised by the Team envisages, as a first act, the submission of an informed consent for written acceptance to the Customer of the facility who presents himself for acceptance, signing which he fully accepts the safety procedure attached to the thermoscanners present in the Structure. These devices, in total respect of privacy, operate facial recognition and combine it exclusively with the room number that has been assigned to it.

No biometric data will be stored by the facility at the time of check out, nor reported externally except for the positive temperature detection (exclusively to the local Body for Health surveillance).

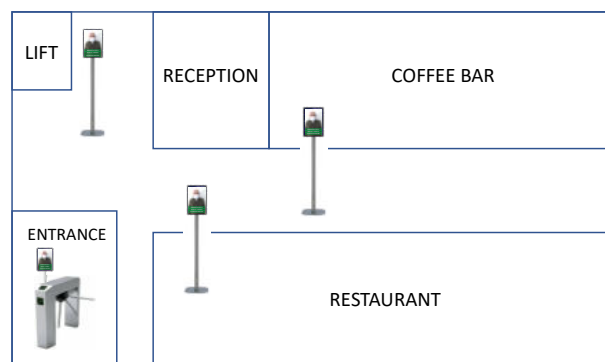


Fig. xxx. First step of the Methodology applied to the Ground Floor

The Guest is also informed that other thermoscanners are placed in the restaurant and in the corridor where the room assigned to him is located, in proximity of the lift.

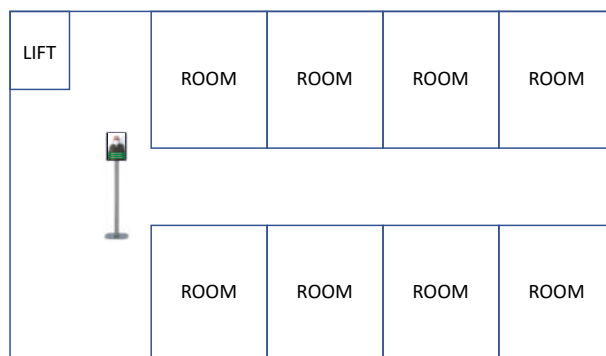


Fig. xxx. First step of the Methodology applied to the Upper Floors

The reason for these additional thermoscanners is given by the fact that in the places where people temporarily stay, whether they are hotels, hostels, motels (etc.), they spend a significant number of hours (8-12 in general) in which they could develop the symptoms of the infection, including fever, with all that would follow in terms of the spread of the infection, by Subjects who may not have perceived having been affected by the virus.

Obviously, in these cases, the positioning of an apparatus at the reception and / or in the restaurant cannot solve the problem of recognizing a positive in the incubation phase. Analyzing the problem in search of a possible solution to this situation, the Team decided to install the thermoscanners in the corridors mentioned above.

This installation ensures that those who during the hours of stay in the room have developed feverish symptoms of the infection will be required to go immediately to the room they come from and wait there for the Government Medical Staff notified by the Reception (alerted by automatic system notification) who will arrive appropriately equipped anti-contagion to pick up the unfortunate and, possibly, his guests in the room.

A questo punto non resta che procedere ad una sanificazione straordinaria con le macchine sopra descritte di tutti gli ambienti percorsi dal Soggetto infetto. Si raccomanda, in proposito, di operare quotidianamente la procedura di sanificazione ordinaria in tutte le aree frequentate, indipendentemente dalla rilevazione di temperature anomale soprattutto in considerazione del fatto che tali macchine non utilizzano prodotti chimici né sporcano né inquinano l'ambiente.

Conclusions

The proposed Methodology fully achieves the goal for which it was designed, that is

- first of all the thermoscanner fully achieves the goal for which it was designed, namely a safe control of the subjects entering certain environments. The term "safe" means, first of all, both the avoidance

of gatherings that occur around the detector used for manual temperature control, with frequent bypasses of the same, and the danger that subjects carrying the virus will spread it among those who are waiting , while carrying out the formalities required for access and, last but not least, that of controlling the temperature with extreme precision, including the recognition that gloves and masks are worn, where required, as well as the correct positioning of the mask on the face .

- Subsequently proceeding to a professional sanitization of the environments using proprietary machines suitably conceived, conceptualized and developed to ensure a deep and accessible sanitation to all the Structures

The project Team believes that the Processes, Procedures and Tools presented have made an important contribution to contrasting the spread of Covid 19. Thanks to the methodology developed by the Authors through the appropriate alerts, subjects positive for fever will immediately self-isolate and, in a short time, will be taken over by the Health Authorities in charge of this task which, in the event of positive pathologies, will administer the appropriate treatment to them with the utmost promptness including, if necessary, hospitalization in the intensive care hospital wards, with the double benefit of slowing down the spread of the virus and to provide for patient care. It has made a significant contribution to the recognition of symptomatic subjects who can often unwittingly spread the virus and to be able, therefore, to proceed with their isolation in order to avoid that they become a danger to those people who unknowingly come into contact with them.

The methodology described was initially designed to counter the spread of Covid by Subjects who, having entered "healthy" hotels, motels or residential structures, develop the infection during the time they stay there. It can be absolutely generalized as it can be applied with the same effectiveness to any place where the Persons reside for an adequate number of hours in the same day. A typical case is offices and workplaces in general, where they spend up to 12 hours in the same day between breaks of various kinds (coffee machines, canteens, meetings and overtime).

We want to underline the essential role that the tools conceived, conceptualized and developed by the authors play in the methodology.

It should be noted that sanitation is currently used in combination with the thermoscanner to neutralize the effects of symptomatic subjects, but that it should become a daily practice to be sure of avoiding the spread of who knows what other pathogens, a real danger in a globalized world. , as already hypothesized by Bill Gates in 2015 at the Ted Talk "The next outbreak? We are not ready ".

Capitolo 11

Conclusioni

Le ricerche che ho portato avanti col Team di Lavoro il ciclo di dottorato hanno avuto un obiettivo e una matrice comune. In dettaglio l'obiettivo che mi ero posto era quello di dare un contributo fattivo alla soluzione di problemi in essere in molteplici Settori quali la Sanità, l'Industria, l'Agricoltura. L'Idro Termo Sanitario, la Logistica di Supply Chain e di Magazzino, .., attraverso un approccio culturale che, partendo dalla fase iniziale puramente speculativa, conducesse sempre alla realizzazione di un device (Hardware / Software) che, una volta entrato in attività, consentisse di ottenere quei miglioramenti, rispetto allo status quo, per il quale con il Team avevamo lavorato.

Detto in altri termini nello sviluppare gli argomenti oggetto della tesi ho sempre voluto trovare risposte innovative efficaci ed efficienti per risolvere concretamente problemi reali.

Per arrivare a questo risultato abbiamo fatto un esteso utilizzo delle enormi potenzialità rese disponibili dalla quarta Rivoluzione Industriale (Industry 4.0) le cui filosofie e metodologie, sapendole utilizzare, sono applicabili con successo a molte attività Umane.

I risultati ottenuti sono stati sicuramente positivi come testimoniato dall'utilizzo sul campo dei device concepiti e dal valore scientifico riconosciuto dalla pubblicazione degli stessi su importanti Riviste Scientifiche Internazionali e/o dall'accettazione a Congressi Internazionali dotati di severi processi di revisione (rate di accettazione 50%), congressi nei quali 2 lavori oggetto della tesi sono stati premiati con il Best Paper Award.

Capitolo 12

Ringraziamenti

Nessun dovere è così urgente come quello di ringraziare chi ci ha aiutato: Grazie Roberto, Grazie Marco.