

Pharus

Pannello operatore

per macchine automatiche
per l'industria farmaceutica

Studente: Giulia Davoli

Relatore: Lorenzo Maldina

Correlatore: Nicola Gandolfi

04 12 2020

CdLM Advanced Design, curriculum di Prodotto, Dipartimento di Architettura
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna A.A.2019 2020

Indice

Pag.	Cap.				
		<i>Step0: contesto</i>			
6	1	Ima	56	14	Confronto
6	2	Brief	60	15	<i>Step4: sviluppo prodotto</i>
8	3	Esperienza	60	16	Concept
		<i>Step1: analisi</i>			Struttura
12	4	Pulpito			Postazione
12	5	Analisi prodotti			Mobilità
		Relazione macchine e interfacce			Cavi
		Classificazione dimensionale			Stabilità
		Classificazione interfaccia operatore	62	17	Moduli
		Macchine industriali IMA			Composizione
		Analisi casi d'uso	64	17.1	Monitor
20	6	Layout ambientale	67	17.2	Tastiera
26	7	Elementi dello stile			Mobilità
27	8	Pannello operatore			Movimentazione
28	8.1	Evoluzioni			Tastiera
29	8.2	Comunicazione			Legame alla struttura
30	9	Normative	72	17.3	Pulsanti
		Direttiva Macchine			Fungo di emergenza
		Norme CEI			Pulsantiera
		Atex	74	17.4	Lampada
		GMP	75	17.5	Base
36	9.1	Materiali	76	17.6	Sostegno
38	10	Elementi	77	18	Ergonomia, usabilità
39	10.1	Competitor	79	19	Family feeling
40	10.2	Case study	80	20	Linee guida
		<i>Step2: esiti</i>	81	21	Dettagli
44	11	Esito della ricerca			Monitor
45	12	Possibilità			Tastiera
46	12.1	Versatilità			Pulsanti
47	12.2	Comunicazione			Lampada
48	12.3	Comodità d'uso			Base e sostegno
49	12.4	Composizione			<i>Step5: conclusioni</i>
		<i>Step3: scenari</i>	92	22	Prodotto
52	13	Direzioni progettuali	94	23	Layout
53	13.1	Scenario A	96	24	SWOT
54	13.2	Scenario B	99	-	Pharus
55	13.3	Scenario C			<i>Appendici</i>
			100	A	Immagini di studio
			109		Indice dei contenuti
			111		Bibliografia
			112		Sitografia

STEP 0 | Contesto

1 Ima

Ima è leader mondiale per la progettazione e produzione di macchine automatiche destinate alle industrie farmaceutiche, cosmetiche, alimentari, del tè e del caffè (tabella 1.0.1).

La sezione farmaceutica ha al suo interno famiglie di prodotti distinti (tabella 1.0.2). Ima Active è la divisione specializzata che si occupa di prodotti farmaceutici solidi e granulari, in tutte le fasi del processo. La divisione di IMA Active sviluppa soluzioni di processo di tre categorie di prodotto: *capsule, granulari e compresse*. Le tipologie di prodotti che tratta coprono tutta la filiera di produzione dei farmaci solidi (tabella 1.0.3).

2 Brief

Il brief della tesi è generare un pannello operatore *separato* dalla macchina industriale in grado di rinforzare il *family feeling* di IMA Active (solid dose solutions).

Il progetto si pone l'obiettivo di rispondere a possibili esigenze di spazio all'interno degli ambienti industriali, con la necessità di porre il pannello all'interno della stanza non potendo usufruire di soluzioni standard alternative. L'elemento posizionato nella stanza per il comando della macchina industriale deve rispondere ai vincoli di *pulizia, di sicurezza e usabilità*.

Sostenibilità

IMA orienta le proprie scelte in modo da garantire il contenimento o la diminuzione dell'impatto ambientale sia delle proprie attività produttive sia delle tecnologie prodotte, nel rispetto della normativa vigente e tenendo conto dello sviluppo della ricerca scientifica e dello stato dell'arte in materia.

La richiesta aziendale è di rispondere al brief generando le *linee guida* da fornire al reparto tecnico specializzato. La richiesta aziendale dunque è circoscritta ad una descrizione dei vincoli progettuali necessari ad identificare la forma geometrica, i meccanismi e il funzionamento delle parti. Per rispondere a questa esigenza è necessario comprendere l'interazione uomo-macchina e macchina-ambiente.

1.0.1 Divisioni di IMA

IMA

pharma
food and dairy
confectionery
tea, coffee and beverage
personal and home care
automation
tobacco

1.0.2 Divisioni del Pharma

pharma

active
life
safe
bfb

1.0.3 Famiglie di prodotti di IMA Active

active

handling
granulation
tableting
capsule filling
banding
weight checking
coating
washing

3 Esperienza

Per lo sviluppo di questo progetto ho avuto l'opportunità di poter essere seguita all'interno dell'azienda attraverso due tirocini. Durante il primo tirocinio ho analizzato le macchine industriali che compongono il portafoglio prodotti di IMA Active, ho identificato quali macchinari potessero essere più idonei ad una soluzione di pannello operatore posto all'interno della stanza proponendo possibili corridoi progettuali. Partendo dall'analisi e dagli scenari ottenuti dal tirocinio precedente, l'obiettivo del secondo tirocinio ha avuto come scopo lo sviluppo di un pannello operatore stand alone indagando l'ergonomia e soluzioni tecniche ricorrendo anche al rapid prototyping e alla prototipazione virtuale.

L'esperienza in azienda è stata estremamente importante per poter comprendere i vincoli del settore e per potersi immergere nell'ambiente specifico e molto variegato della famiglia Active. A causa della pandemia, con la sospensione delle attività in presenza e con i nuovi regolamenti sulla sicurezza, non è stato più possibile accedere fisicamente in azienda ed anche per lo sviluppo del progetto è stata necessaria una comunicazione telematica.

Durante la fase di ricerca ho avuto la possibilità di intervistare i team leader all'interno del reparto IMA Active, potendo comprendere le peculiarità delle

diverse tipologie di macchine industriali, come funzionano e come interagisce l'operatore in tutto il processo. Ho avuto anche la possibilità di visitare un'area aziendale in cui erano presenti alcune macchine funzionanti, in uso per testare prodotti di aziende terze, potendo osservare le azioni dell'operatore, utente finale del pannello da progettare.

Durante i tirocini sono stati tutti estremamente pazienti e disponibili per rispondere a tutte le mie domande e le curiosità.

STEP 1 | **Analisi**

4 Pulpito

Il pulpito è la piattaforma con cui si comanda la macchina industriale.

Si interagisce con il pannello operatore per impostare le miscele, per il settaggio comandi, per avviare il processo e per monitorarne gli esiti. Sono principalmente azioni di breve durata.

Le tipologie di pannello operatore che possiamo riscontrare sono: l'elemento incastrato attraverso il muro, l'elemento basculante attaccato alla macchina industriale, un armadio elettrico all'interno della stanza, unito alla macchina industriale oppure appoggiato al muro e come ultimo

un elemento all'interno della stanza indipendente. La postazione di controllo separata dalla macchina verrà da noi definita convenzionalmente stand alone (illustrazione 4.0.1).

Pulpito:

“Parte di un impianto o di un macchinario industriale in cui sono posti gli strumenti di controllo, spec. situata in posizione elevata per consentire a chi vi si trova di seguire le operazioni in corso di svolgimento.”

dizionario.internazionale.it

5 Analisi prodotti

L'analisi ha lo scopo di identificare quali macchine farmaceutiche si prestano allo sviluppo di una conformazione avente il pannello operatore distante. La prima analisi è di funzionamento e disposizione. La seconda si focalizza sulle azioni dell'operatore. La terza è di approfondimento e di specifiche. Da queste è stato possibile ottenere un *focus* sui macchinari industriali potenzialmente idonei a supportare l'utilizzo di un pulpito stand alone.

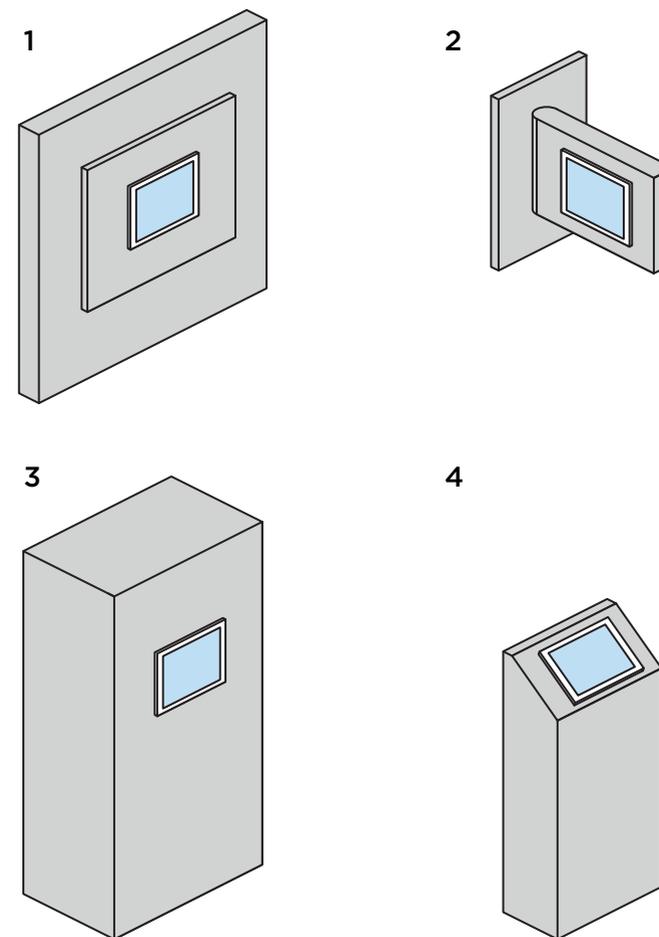
Al fine di mappare i prodotti aziendali IMA Active, sono state suddivise le tipologie di macchinari relazionandole alle possibili tipologie di pannello

operatore usate per ogni categoria. Nella mappa qui riportata sono state connesse le possibili interfacce operatore utilizzate per ogni casistica di macchina industriale (grafico 5.0.1). La soluzione di pannello operatore stand alone attualmente non è esistente tra le soluzioni aziendali.

Classificazione dimensionale

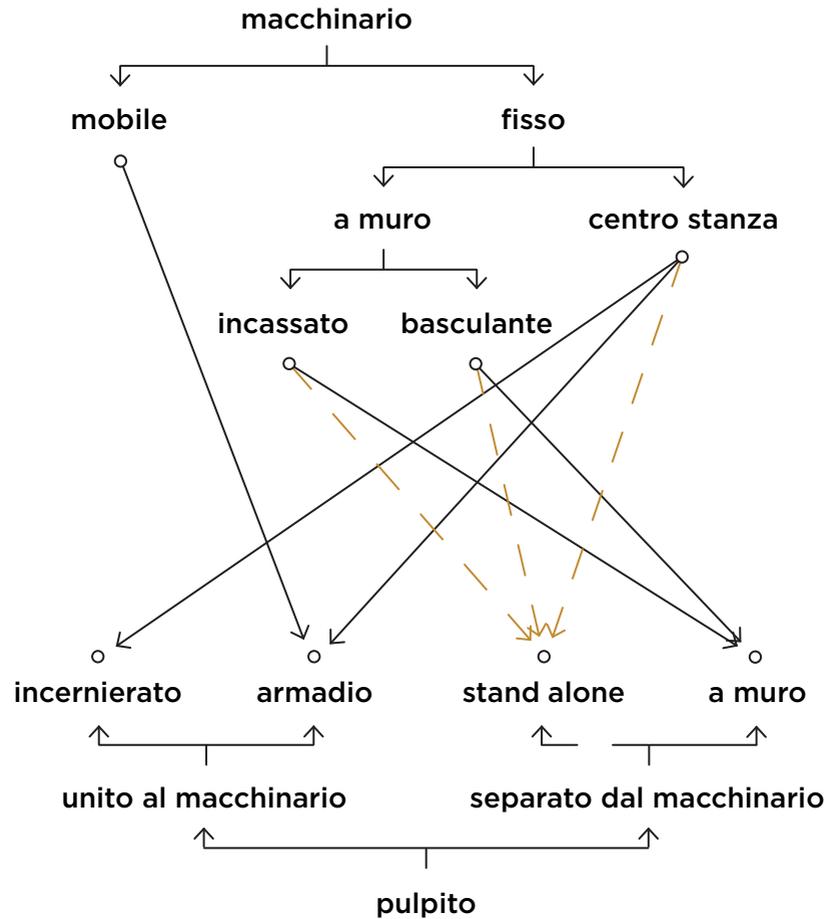
I prodotti di IMA Active possono essere suddivisi in base ai loro ingombri in tre categorie (macchinari mobili, di piccole dimensioni e grandi dimensioni), di cui una sola è idonea allo sviluppo di un pannello operatore distante dalla macchina.

4.0.1 Tipologie di pannelli



Legenda:

- 1 A muro
- 2 Incernierato
- 3 Armadio
- 4 Stand alone



I macchinari *mobili* non sono idonei per lo sviluppo di un pannello operatore statico. Sono stati analizzati, ma non verranno portati avanti nelle fasi successive. Non è altrettanto conveniente sviluppare una soluzione distinta per i macchinari di *piccole dimensioni* poiché sono “a misura d’uomo” e facilmente monitorabili con una conformazione compatta con il pannello unito. Al contrario di questi, non è possibile poter monitorare macchinari di *medie* e di *grandi dimensioni* e poterci intervenire da un’unica postazione. Occorre infatti muoversi lungo il perimetro per condurre azioni di monitoraggio o interventi nel processo. Questi ultimi saranno soggetti ad ulteriore indagine.

Interfaccia operatore

Osservando i prodotti di IMA Active attraverso una differente suddivisione, è possibile identificare tre categorie di interfaccia operatore.

I prodotti con il pannello *incernierato* hanno i componenti elettronici già ubicati all’interno della macchina stessa. Il monitor si può vedere come appendice basculante. È facile pensare di poter allontanare lo schermo e renderlo a sè stante.

Quando il pannello è affiancato alla macchina, è posizionato nell’*armadio* elettrico. Per realizzare un pulpito stand alone in questa ipotesi è necessario riorganizzare i componenti dell’armadio

elettrico diversamente.

Il pannello *a muro* ha componenti elettronici al suo interno. Per separare le parti bisogna trasferire parte del contenuto nell’armadio elettrico.

Macchine industriali IMA

Con la prima parte di analisi delle macchine farmaceutiche IMA, non tutte erano consone per lo sviluppo di un pannello operatore stand alone. Vengono qui riportati i macchinari che verranno successivamente analizzati ulteriormente (immagini 5.0.2).

Adapta	capsule filling	(1)
Practica	capsule filling	(2)
Prexima	tableting	(3)
Effecta	coating	(4)
Perfima	coating	(5)
Aria	granulation	(6)
Ghibli	granulation	(7)
Roto Mix	granulation	(8)
Roto Cube	granulation	(9)
Venus	washing	(10)
Atlantis	washing	(11)
Cyclopis	tumblers	(12)

5.0.2 Macchine industriali analizzate

1



2



5



6



3



4



7



8



fonte <https://ima.it/pharma/portfolio>

9



10



11



12



Analisi dei casi d'uso

Si possono identificare delle tipologie di casi d'uso con interazioni simili. Si differenziano per attività e fasi di stazionamento durante il processo (tabella 5.0.3). Analizzando la suddivisione delle attività dell'operatore, siamo in grado di raggruppare le

macchine in quattro casistiche. Si differenziano principalmente per le fasi di carico e scarico del materiale. L'operatore è tenuto a monitorare che il funzionamento sia corretto. Alcuni processi hanno modo di essere controllati esclusivamente dal pannello operatore, altri anche sulla macchina in funzionamento.

5.0.3 Attività operatore

	A	B	C	D
Trasporto materiale	●	●	●	●
Carico materiale:				
nella macchina	●	●	●	●
su Hercules	●	●	●	●
Mobilità Hercules	●	●	●	●
Azionamento	●	●	●	●
Controllo:				
visivo	●	●	●	●
dati	●	●	●	●
Scarico materiale:				
da azionare	●	●	●	●
automatico	●	●	●	●
Trasporto materiale	●	●	●	●

A Effecta (4), Perfima(5), Venus (10), Atlantis (11)

B Roto Cube (9), Cyclopis (12)

C Adapta (1), Practica (2), Prexima (3)

D Aria (6), Ghibli (7), Roto Mix (8)

● Si
● No

6 Layout ambientale

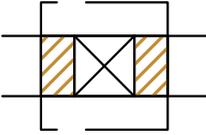
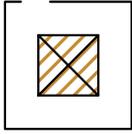
Per avere visione del margine di libertà in cui è possibile sviluppare il prodotto, occorre partire dalle azioni che si compiono all'interno dell'ambiente. Il posizionamento all'interno dello spazio aziendale necessita accortezze relative alle esigenze del caso. È necessario consentire il *transito* di traspallet e muletti, il passaggio dei bin, le movimentazioni degli elevatori e dei macchinari specifici. La mobilità dell'operatore e dei materiali non deve essere compromessa da oggetti e cavi a terra che attraversino l'ambiente. Occorre analizzare il contesto del layout ambientale tenendo conto del vincolo di spazi ridotti spesso presente.

Ogni macchina ha un suo layout ambientale predefinito. Si possono suddividere i layout delle macchine industriali in casistiche a seconda di come la macchina stessa viene posizionata all'interno della stanza (tabella 6.0.1). La suddivisione in tipologie aiuta ad analizzare la disposizione standard di ognuna di esse.

Disposizione standard

La disposizione standard è la disposizione più consona, ottimale, dei prodotti all'interno di un ambiente industriale e ogni macchina ne possiede una. Ogni volta che viene commissionato un acquisto, occorre studiare la disposizione dell'impianto su misura del cliente e dei suoi spazi disponibili. Da queste informazioni vengono definite le aree escluse dal transito ovvero le zone del layout di possibile collocazione di un pannello operatore all'interno della stanza. Ci si rende conto che a seconda delle tipologie di layout analizzate esistono percorsi definiti e aree libere (illustrazioni 6.0.2).

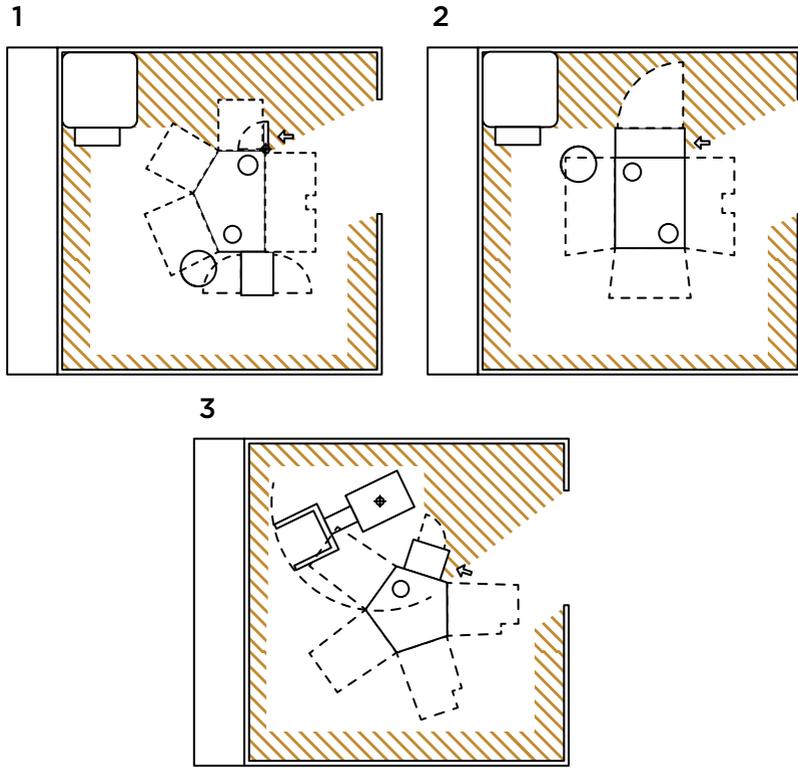
6.0.1 Tipologie di layout

	appoggiato a muro	Effecta (4) Perfima (5) Roto Mix (8)
	incastrato a muro	Effecta (4) Perfima (5) Aria (6)
	immerso nel muro	Effecta (4) Perfima (5) Roto Cube (9) Cyclopis (12)
	tra due muri	Venus (10) Atlantis (11)
	centro stanza	Adapta (1) Practica (2) Prexima (3) Ghibli (7)

Legenda:

-  stanza
-  macchina
-  vano tecnico (solo manutentore)
-  parete aggiuntiva

6.0.2 Disposizione standard



Adapta - 1



Practica - 2



Prexima - 3

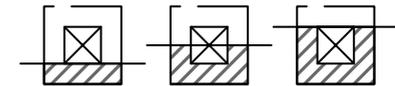


Legenda:

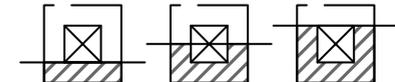
 area libera



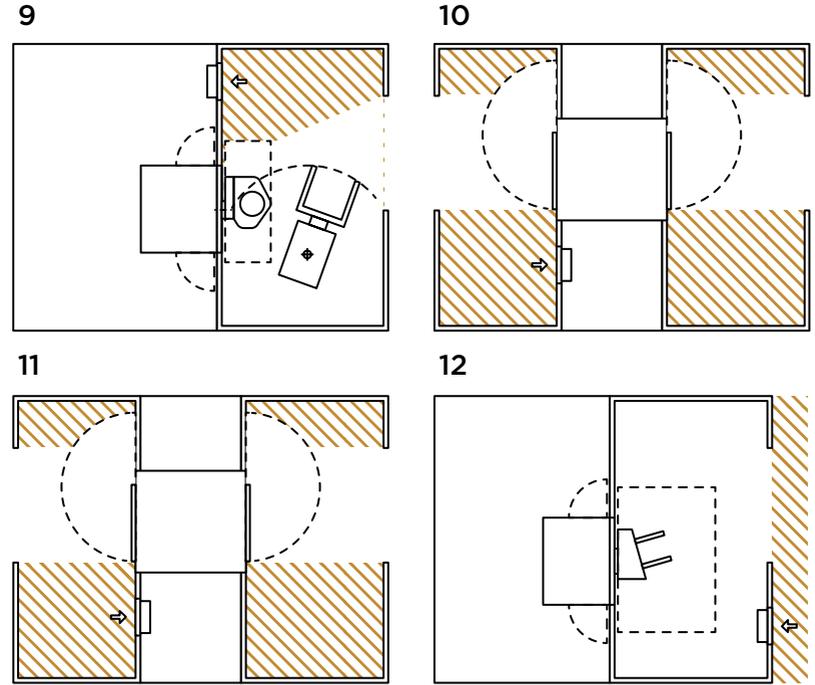
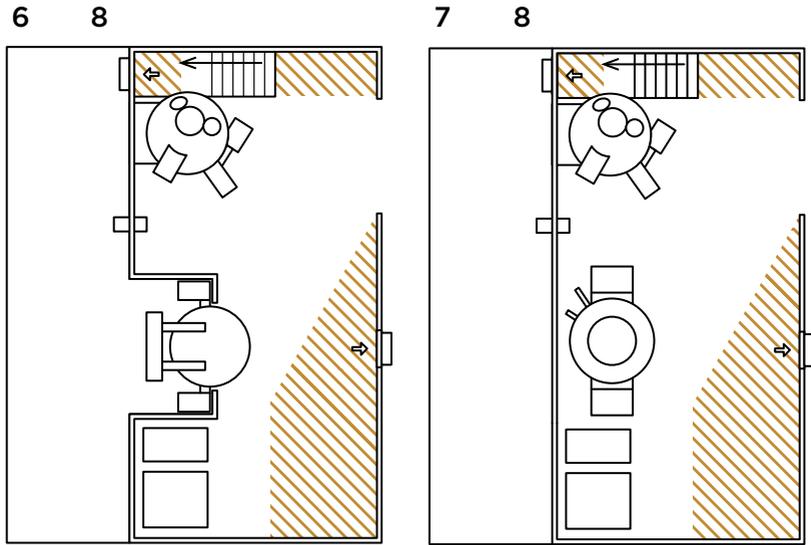
Effecta - 4



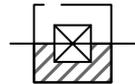
Perfima - 5



6.0.2 Disposizione standard



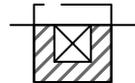
Aria - 6



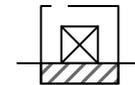
Ghibli - 7



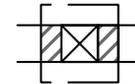
Roto Mix - 8



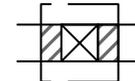
Roto Cube - 9



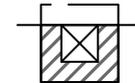
Venus - 10



Atlantis - 11



Cyclopis - 12



Legenda:

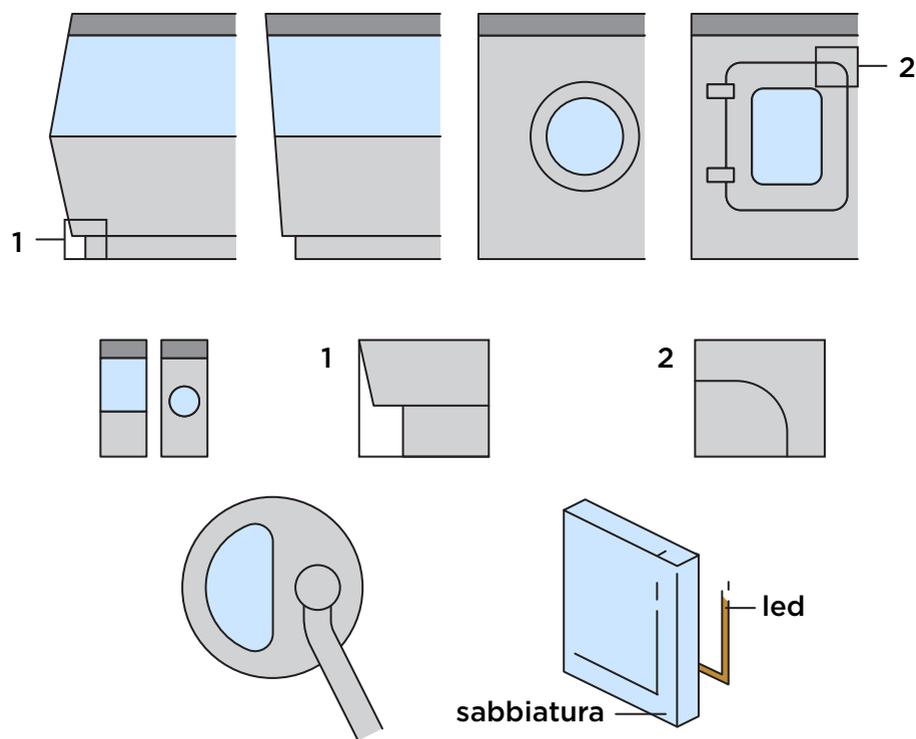
 area libera

7 Elementi dello stile

Identifichiamo diverse tipologie di macchine industriali anche attraverso le loro forme. Lo stile si presenta estremamente funzionale, con *tratti geometrici e lineari*. È possibile definire visivamente una divisione delle parti: la scocca in acciaio, la componente traslucida, generalmente in pmma, e l'elemento di riconoscibilità aziendale identitario della macchina. Gli elementi di dettaglio sono molto diversi da macchina a macchina e vengono caratterizzati anche dalla funzione di

ciascuna di esse (illustrazione 7.0.1). IMA fornisce internamente delle linee guida "*Machine Branding*" per rendere solida l'identità aziendale dei suoi prodotti. Sulle macchine della famiglia Active si identifica la stringa adesiva superiore in cui viene riportato il logo aziendale a sinistra e il nome della macchina a destra. In alcune macchine è presente anche una banda adesiva inferiore o il logo riportato su elementi di dettaglio o accessori.

7.0.1 Elementi dello stile



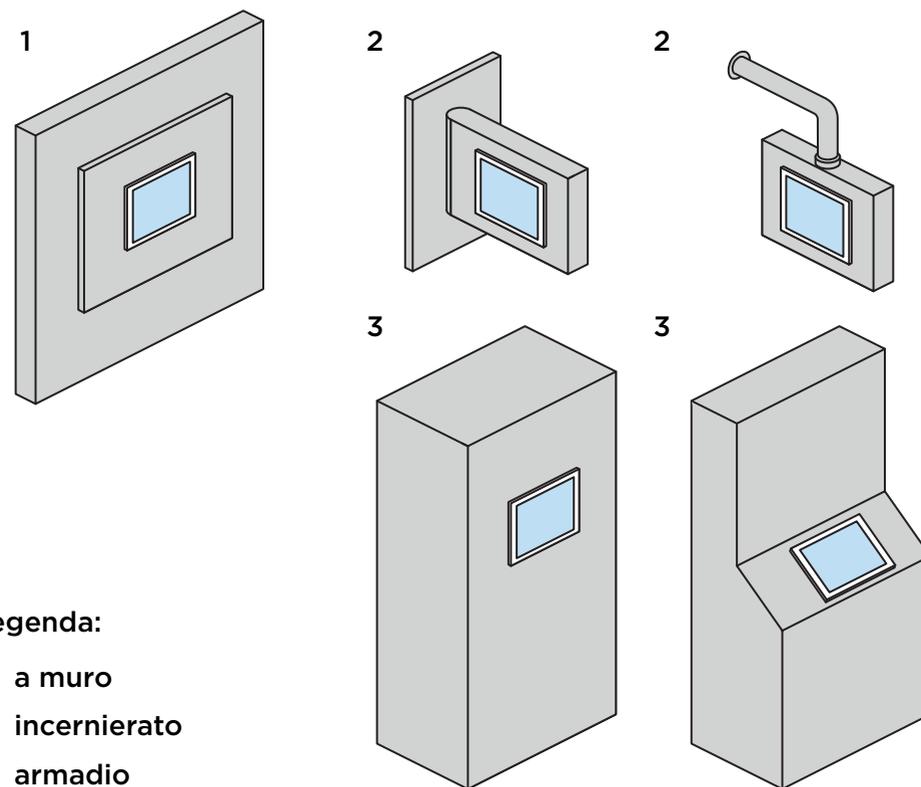
8 Pannello operatore

Il pannello operatore è la piattaforma per dare comandi alla macchina e monitorarne il funzionamento. Il monitoraggio è continuo o frequente.

Il sistema di controllo nel corso degli anni si è evoluto: il terminale di comando si è alleggerito trasferendo il computer integrato nella macchina e trasformandosi in appendice della macchina stessa (illustrazione 8.0.1).

L'armadio elettrico appoggiato a muro è l'unico precedente che è possibile collegare al concetto di stand alone, ma viene utilizzato solo se strettamente necessario. È sempre preferito l'utilizzo del pannello through the wall (a muro).

8.0.1 Tipologie di pulpito IMA



Legenda:

- 1 a muro
- 2 incernierato
- 3 armadio

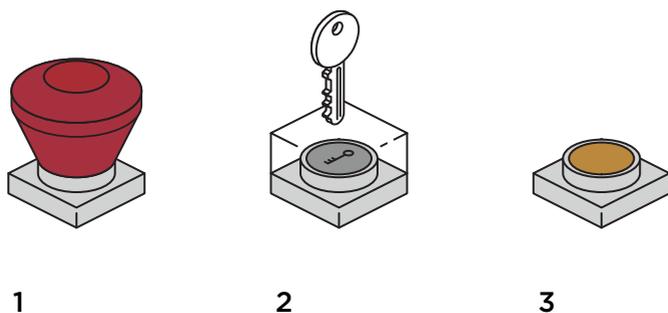
8.1 Evoluzioni

I pulsanti hanno subito cambiamenti nelle generazioni di pannelli che si sono susseguite. Nelle prime macchine in cui possiamo trovare un'interfaccia operatore, i pulsanti si presentavano con delle *targhe informative* incollate, oppure delle placche di alluminio in cui venivano infilati foglietti informativi sulle funzioni dei comandi. Successivamente furono sostituite con un *profilo adesivo* che contornava i pulsanti. Ad oggi i pulsanti si sono semplificati e ridotti, restando senza alcuna informazione descrittiva

dei comandi. Con l'avanzare delle tecnologie alcuni pulsanti specifici sono stati rivoluzionati, ad esempio la chiave di sicurezza che nelle ultime generazioni è diventata una chiave nfc (near feeling communication).

I pulsanti possono essere schematizzati in tre tipologie: il pulsante di arresto di emergenza, la chiave di sicurezza e un comando generico che può ricoprire funzioni come accensione, avvio, pausa e reset (illustrazione 8.1.1).

8.1.1 Tipologie di pulsanti



Legenda:

- 1 fungo di emergenza
- 2 chiave di sicurezza
- 3 comando

8.2 Comunicazione

Durante il processo, sul pannello operatore vengono riportate le informazioni sull'avanzamento.

Se inutilizzato, il monitor entra in modalità *Screensaver* in cui fornisce informazioni generali sull'andamento della produzione come pressione, temperatura, peso, velocità.

Qualora ci sia qualche problema sul funzionamento viene notificato. Le possibili cause possono essere: assenza di corrente, anomalia, termine del materiale di produzione, parametri fuori norma (temperatura, peso, pressione),

ostruzione di condotti se si incastrano componenti nel processo, la mancata chiusura della porta. Attraverso la comunicazione luminosa vengono identificati i tre stati del processo: *funzionamento corretto, anomalia, errore fatale*.

I processi si differenziano per produzione in batch e produzione in continuo. Si possono pertanto fornire alcune informazioni diverse (tabella 8.2.1).

8.2.1 Informazioni del processo

Produzione in batch	% andamento processo
	% qtà prodotto
	% tempo di processo
Produzione in continuo	tempo di processo
	qtà materiale da processare
	% andamento fase
	% qtà prodotto (target)
	% tempo di fase
	qtà materiale in ingresso
	qtà materiale in uscita
	peso materiale in ingresso
	peso materiale in uscita

9 Normative

Ogni macchina operatrice deve essere comandata, in misura maggiore o minore, dall'uomo. La gestione delle attività avviene attraverso l'interfaccia uomo-macchina.

In campo europeo, questo argomento viene trattato nel corpo della Direttiva 89/392 comunemente detta "Direttiva macchine", che recepita nel sistema legislativo italiano è diventata così Legge della Repubblica Italiana.

In campo normativo, si occupano specificatamente di questi argomenti le seguenti Norme europee, recepite in Italia come Norme CEI.

CEI 16-5

CEI 16-3

CEI 44-8

CEI 64-8

CEI 44-5

CEI 17-45

CEI 17-13/1

Per rendere chiara la differenza tra Direttive europee e Norme vengono qui richiamate le definizioni (tabella 9.0.1).

Direttiva macchine 2006/42/CE

La direttiva identifica i requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute. A seguito si evidenziano i punti a noi di interesse di ergonomia, dispositivi di comando e dispositivi di allarme.

1.1.6. Ergonomia:

Nelle condizioni d'uso previste devono essere ridotti al minimo possibile il disagio, la fatica e le tensioni psichiche e fisiche (stress) dell'operatore.

L'ergonomia deve:

- tener conto della variabilità delle dimensioni fisiche, della forza e della resistenza dell'operatore
- offrire lo spazio necessario per i movimenti delle parti del corpo dell'operatore
- evitare un controllo che richieda una concentrazione prolungata
- adattare l'interfaccia uomo/macchina alle caratteristiche prevedibili dell'operatore.

1.2.2. Dispositivi di comando:

La macchina deve essere munita di indicatori necessari per un funzionamento sicuro. Dal posto di comando l'operatore deve poter leggere i suddetti indicatori.

Quando la macchina è munita di più posti di manovra, ognuno di essi deve disporre di tutti i dispositivi di comando necessari, senza ostacolare né mettere in situazione pericolosa mutuamente gli operatori.

i dispositivi di comando devono:

- essere chiaramente visibili e individuabili
- disposti in modo da garantire una

9.0.1 Definizioni

Direttive europee

Sono leggi proposte dai rappresentanti degli Stati Membri dell'UE alla Commissione Europea ed emanate dal Parlamento e Consiglio Europeo.

Queste devono essere recepite e trasformate in leggi nazionali degli Stati Membri.

Norme

Sono documenti che definiscono caratteristiche (dimensionali, prestazionali, ambientali, di sicurezza, di organizzazione) di un prodotto, processo o esercizio secondo lo stato dell'arte.

Una norma è valida in tutta l'Unione Europea nel momento in cui riceve la sigla EN.

manovra sicura, univoca e rapida

- situati fuori delle zone pericolose, fatta eccezione di alcuni come un arresto di emergenza

- sistemati in modo che la loro manovra non causi rischi supplementari

- progettati o protetti in modo che l'azione comandata, se comporta un pericolo, possa avvenire soltanto in seguito ad un'azione deliberata

- fabbricati per resistere alle sollecitazioni prevedibili

1.2.4.3 Dispositivi di arresto:

La macchina deve essere munita di uno o più dispositivi di arresto di emergenza, che consentano di evitare

situazioni di pericolo che rischiano di prodursi nell'imminenza o che si stiano producendo.

I dispositivi di arresto devono essere: individuabili, ben visibili e rapidamente accessibili.

1.7.1.2. Dispositivi di allarme:

Se la macchina è munita di dispositivi di avvertenza, essi devono poter essere compresi senza ambiguità e facilmente percepiti.

Devono essere applicate le disposizioni delle specifiche direttive comunitarie concernenti i colori ed i segnali di sicurezza.

Norme CEI

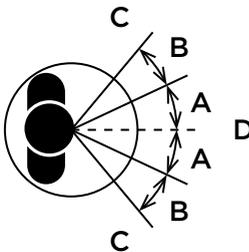
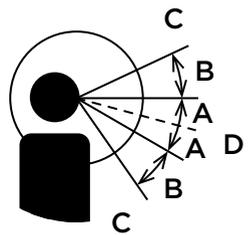
I dispositivi di comando devono essere posti ad almeno 0,6 m dal piano di servizio e facilmente raggiungibili dall'operatore quando si trova nella sua normale posizione di lavoro.

I dispositivi di comando devono trovarsi in un determinato campo visivo dell'operatore, e posti in modo da evitare manovre non desiderate.

Il pulsante di emergenza deve essere facilmente individuabile ed azionabile anche da posizioni diverse da quella normale di lavoro; si usa allora un attuatore a fungo od un altro azionatore idoneo.

I valori percentili qui riportati corrispondono alla norma EN 894-4 (tabella 9.0.2).

9.0.2 Norma CEI EN 894-4

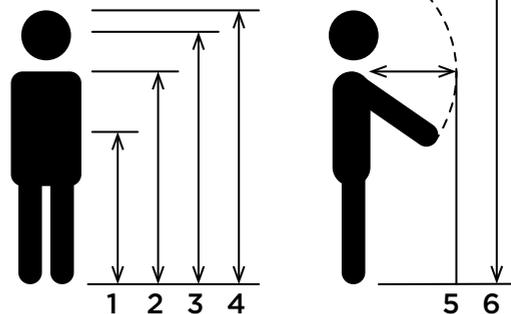


Legenda:

- A zona preferita
- B zona accettabile
- C zona non adatta
- D asse visivo

Parti del corpo umano:

	Valore (mm)		
	5	50	95
1 Altezza gomito	960	1050	1190
2 Altezza spalle	1260	1390	1570
3 Altezza occhi, in piedi	1420	1580	1750
4 Altezza corpo umano	1530	1719	1881
5 Portata frontale	605	-	-
6 Portata verticale	1910	2051	2210



Le varie Norme stabiliscono una correlazione fra il colore dei pulsanti e la loro funzione distinguendo, per le varie funzioni, i colori ammessi, preferiti, vietati (tabella 9.0.3). Le indicazioni di colore dei pulsanti sono piuttosto vaghe, e l'unico dato che afferma con sicurezza è il colore rosso per il pulsante di emergenza. Questo fatto dipende probabilmente dalla necessità di non contrastare abitudini oramai invalse nei vari paesi.

La segnalazione ha lo scopo di confermare l'attuazione di un comando effettuato. Inoltre può indicare lo stato e le condizioni di funzionamento dell'impianto o delle sue parti. Le

segnalazioni sono normalmente fatte in forma visiva, con segnalatori luminosi o elettromeccanici o con schermi di visualizzazione, talvolta con l'ausilio di segnali acustici e, più raramente, di segnali tattili.

Per la segnalazione luminosa vengono dati particolari significati al relativo colore. Tali significati sono riferiti o alla sicurezza delle persone e allo stato del processo.

IMA Active ha come codice colore verde, giallo e rosso (rispettivamente *funzionamento corretto, anomalia, errore fatale*).

9.0.3 Codici colore della segnaletica luminosa

Funzione	Colore						
	Rosso	Giallo	Verde	Blu	Bianco	Grigio	Nero
Arresto emergenza	⊗	—	—	—	—	—	—
Arresto normale	○	*	—	○	○	○	⊗
Marcia (avviamento)	—	*	○	○	⊗	○	○
Marcia a impulsi	—	—	—	*	○	○	○
Marcia/Arresto	—	*	*	*	○	○	○
Ripristino	—	*	—	○	○	○	○

Legenda:

- ⊗ Preferito
- Ammesso
- Vietato
- * Non definito

Normativa ATEX

ATEX: ATmosphere EXplosive.

La 2014/34/UE stabilisce i Requisiti Essenziali di Sicurezza (RES) dei prodotti destinati all'impiego in zone a rischio esplosione. È rivolta principalmente ai *fabbricanti*.

La 99/92/CE invece è stata concepita

pensando agli *utilizzatori* dei prodotti suddetti perché definisce i requisiti minimi, in materia di salute e sicurezza sul lavoro, che devono essere rispettati negli ambienti potenzialmente esplosivi.

La tabella è tratta da: Rischio atmosfere esplosive ATEX, Marzio Marigo (2017) (tabella 9.0.4).

9.0.4 Direttive ATEX

<i>Direttiva:</i>	1999/92/CE	2014/34/UE
Soggetto responsabile:	Datore di lavoro	Fabbricante
<i>Contenuto:</i>	Classificazione delle zone, valutazione dei rischi, coordinamento tra le attività, informazione e formazione dei lavoratori, prescrizione di verifiche periodiche, documento di protezione contro le esplosioni, misure tecniche di prevenzione e protezione stabilite negli allegati	Valutazione del rischio di innesco in apparecchi elettrici e non elettrici, valutazione dell'efficienza ed efficacia dei sistemi di protezione contro le esplosioni, indicazione di categorie di resistenza all'innesco, indicazione delle procedure per l'ottenimento delle conformità Marcatura CE, dichiarazione di conformità, manuale di uso e manutenzione
Linee guida EU:	Guida di buona prassi, Prima edizione 25/08/2003	Linee guida ATEX, Prima edizione aprile 2016
Linee guida nazionali:	No	No

Classificazione ATEX delle zone

La classificazione delle aree pericolose viene effettuata seguendo le EN 1127-1, EN 60079-10-1 (gas-Ex) e EN 60079-10-2 (polveri-Ex), le quali prevedono la suddivisione delle aree pericolose in tre

zone, in base alla frequenza e dal tempo di presenza della sostanza esplosiva.

Tabella di classificazione aree a rischio esplosione come da Allegato XLIX del D.Lgs. n. 81/2008 (tabella 9.0.5).

9.0.5 Classificazione aree a rischio esplosione

Gas, vapori e nebbie infiammabili

Rischio:

Zona 0	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia. (>1000 h/anno)	Permanente
Zona 1	Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività. (10-1000 h/anno)	Frequente
Zona 2	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata. (<10 h/anno)	Occasionale

Polveri combustibili

Zona 0	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.	Permanente
Zona 1	Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.	Frequente
Zona 2	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile o, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata.	Occasionale

Normativa GMP

Le Norme di Buona Fabbricazione (GMP: good manufacturing practices), hanno lo scopo di assicurare che i prodotti -in quanto farmaci- vengano fabbricati in modo da risultare di qualità adeguata per l'uso che se ne intende fare.

Fasi:

Processo sotto controllo

Controllo (statistico) finale.

Gli obiettivi delle GMP sono:

- mantenere il processo sotto controllo
- prevenire le contaminazioni
- prevenire mix up ed errori
- permettere un risparmio sui costi
- assicurare un prodotto sicuro e di qualità.

Una sezione delle GMP regolamenta i materiali possibili per la produzione.

9.1 Materiali

La selezione dei materiali deve essere fatta sulla base di:

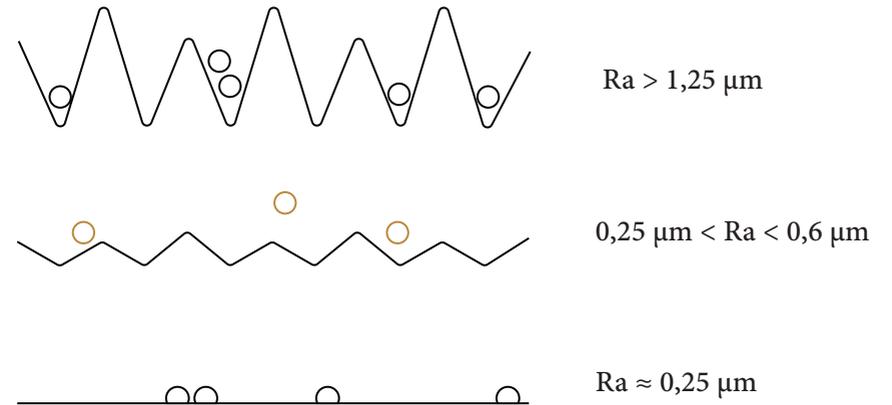
- Normativa
- Scopo e luogo di utilizzo
- Compatibilità con il prodotto
- Compatibilità con agenti di pulizia e detergenti.

Tutti i materiali plastici potenzialmente in contatto con il prodotto devono essere certificati Foodgrade.

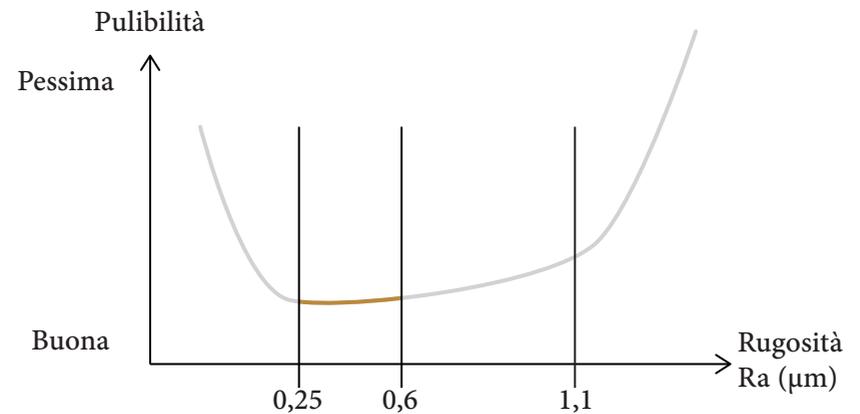
La rugosità (Ra) deve essere compresa tra 0,25 e 0,6 μm . Se la rugosità fosse superiore i batteri rimarrebbero appoggiati alla superficie dei materiali, e troverebbero maggior facilità a stabilirsi nei recessi. I batteri tendono ugualmente ad aderire a superfici estremamente lisce (illustrazione 9.1.1).

Il campo meno favorevole è quello compreso tra 0,25 e 0,6 μm (grafico 9.1.2).

9.1.1 Rugosità



9.1.2 Finitura superficiale

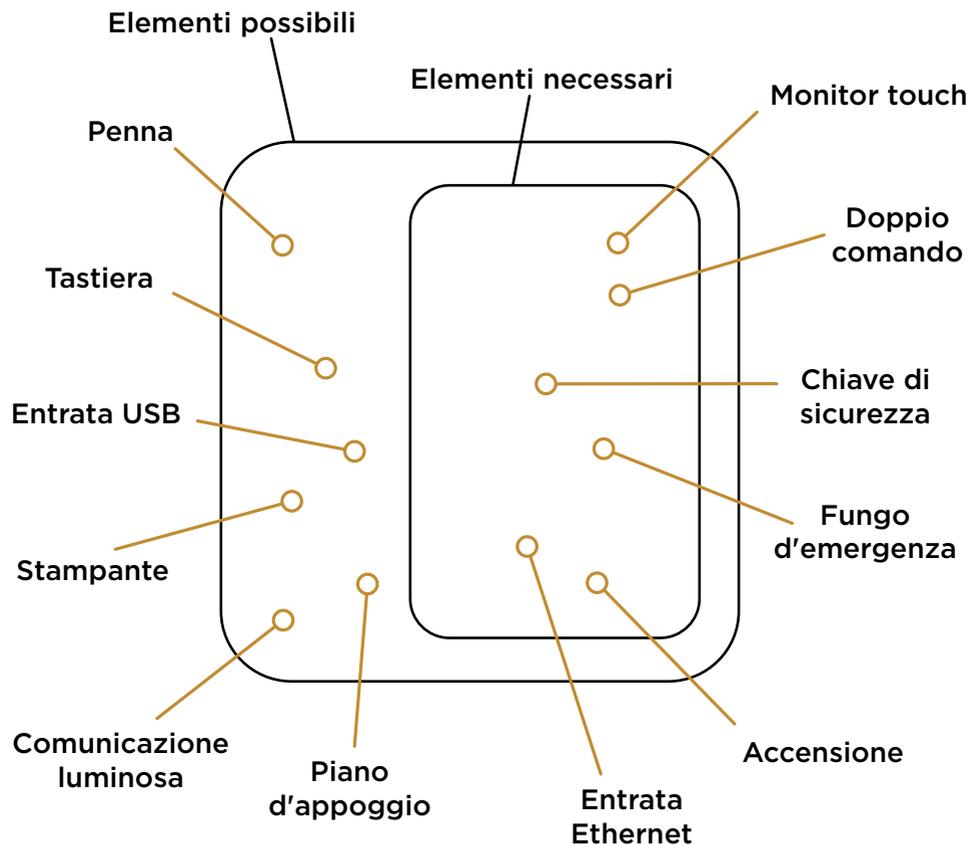


10 Elementi

Il pannello operatore esige elementi basilari per il suo funzionamento, il suo utilizzo e per il controllo della macchina industriale. Elementi come il fungo di emergenza e la chiave di sicurezza sono necessari da normativa e per la sicurezza, il monitor touch occorre per monitorare e comandare l'operato mentre i comandi di azionamento e di accensione e la

porta ethernet completano funzionalità strettamente necessarie per il suo utilizzo. Esistono anche elementi accessori che possono aiutare l'operatore nel suo lavoro, come per esempio una penna apposita che accompagna lo schermo touch per poter far pressione con maggior precisione sullo schermo (grafico 10.0.1).

10.0.1 Elementi possibili ed elementi necessari



10.1 Analisi competitor

Affacciandosi al mercato delle macchine industriali farmaceutiche possiamo osservare cosa offrono altre aziende come soluzioni stand alone da porre all'interno del layout. Questa analisi è stata abbastanza complessa da definire poiché il prodotto in questione non è direttamente in vendita, ma è un *complemento* della macchina industriale,

infatti solamente in poche occasioni viene dato rilievo a questo elemento.

Per una prima suddivisione dei prodotti è stato necessario definire il loro appoggio, se i prodotti sono elementi leggeri, quindi mobili, oppure elementi fissati nella stanza. Osservando anche altre proprietà, sono di nota due caratteristiche peculiari (tastiera e

10.1.1 Caratteristiche competitor

Macchine affiancate dal modello stand alone:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Proprietà:								
Mobile con ruote	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗
Appoggiato a terra	○	⊗	○	○	○	○	⊗	○
Fisso a terra	⊗	○	○	○	⊗	⊗	○	○
Fisso al muro	○	○	⊗	○	○	○	○	○
Tastiera	⊗	⊗	⊗	○	○	○	○	○
Rotazione dello schermo	○	○	○	○	○	⊗	○	○

Azienda, Prodotto affiancato al pannello stand alone:

- 1 Fette, Linea I
- 2 Fette, Linea FE
- 3 Glatt, Twinpro
- 4 Sejong, D/DE series
- 5 Flexitab *
- 6 Gea, Consigma
- 7 Bosch, TPR series
- 8 Bosch, GKF series

Legenda:

- ⊗ Si
- No
- * Non definito

rotazione) (tabella 10.1.1).

In generale è possibile dire che i prodotti sul mercato sono elementi strettamente

funzionali e *coerenti* con il macchinario industriale ai quali vengono affiancati.

10.2 Casi studio

Fette

Fette ha dedicato molta attenzione alla pulizia delle linee per identificarsi in maniera diretta allo stile delle macchine a cui il pannello si affianca. Il family feeling è evidenziato anche attraverso l'utilizzo degli stessi materiali delle macchine. La particolarità di questa azienda è la creazione di prodotti con una carteratura non in acciaio ma in *materiale plastico*, ma proprio per l'utilizzo di quest'ultimo ne ha sfruttato le proprietà e generato geometrie materiche e colorate. Questa scelta aziendale ha generato un unicum nel mercato. Il pannello operatore di Fette presenta uno schermo touch, una tastiera igienica e il pulsante di arresto d'emergenza posizionato superiormente (immagine 10.2.1).

Glatt

Glatt è stato inserito come caso studio seppur non rientri nella categoria di pannelli operatori stand alone. Nonostante sia un pannello vincolato al muro si discosta da esso creando una sensazione di un elemento flottante nel vuoto. Rispetto agli altri competitor questo prodotto è l'unico ad avere risposto alle esigenze di *ergonomia*

per la digitazione frequente con il posizionamento della tastiera igienica sporgente. Il pannello operatore di Glatt presenta uno schermo touch, una tastiera igienica e il pulsante di arresto d'emergenza posizionato al centro (immagine 10.2.2).

Gea

Il pannello operatore che Gea propone risponde alle esigenze di ergonomia per il suo utilizzo attraverso lo schermo inclinato e una maniglia frontale per facilitarne la *rotazione*. Il pannello operatore è composto da uno schermo touch e una pulsantiera laterale con il fungo d'emergenza posizionato lateralmente al centro (immagine 10.2.3).

10.2.1 Fette, Linea FE (alto a sinistra)

10.2.2 Glatt, Twinpro (alto a destra)

10.2.3 Gea, Consigma (basso)



fonti <https://www.fette-compacting.com/en/>

<https://www.gea.com/it/products/tablet-presses/continuous-direct-compression-line/consigma-continuous-direct-compression-cdc.jsp>

<https://www.glatt.com/en/products/twinpro/>

STEP 2 | Esiti

11 Esito ricerca

Per coerenza con la visione aziendale, il pulpito va utilizzato dove non è possibile per motivi spaziali disporre di una soluzione meno impattante e standard (a muro o unito).

Per i macchinari movibili e di piccole dimensioni è opportuno mantenere il sistema di controllo unito alla macchina, in questo caso il pannello distinto sarebbe controproducente. L'aggiunta di un elemento nella stanza non deve ostacolare, bensì dovrebbe facilitare alcune funzioni o attività.

Lo stile dei prodotti è estremamente funzionale, con geometrie lineari. Analizzando le attività dell'operatore in relazione alla macchina è stato possibile identificare le aree disimpegnate del layout ambientale.

Durante l'utilizzo della macchina, il monitor touch consente di monitorare l'andamento della produzione dalla situazione macro, sullo screensaver, al dettaglio. Il pannello viene posto in una posizione strategica per consentire un monitoraggio il più completo possibile sul funzionamento, ma non sempre è possibile avere una visione totale. Il monitoraggio può avvenire in modo frequente oppure in modo continuo. Il pannello deve essere collocato in una posizione facilmente accessibile e non deve ostruire il passaggio.

Attraverso un confronto diretto con gli operatori, dipendenti che testavano macchine automatiche in azienda per conto terzi, e i team leader degli uffici tecnici è stato possibile identificare le relazioni uomo-macchina e macchina-ambiente comprendendo le esigenze variegata della famiglia Active per tipologie di comandi, informazioni della macchina, la sua disposizione nel layout e le azioni che l'operatore fa all'interno dell'ambiente.

Da queste interviste si possono mettere in evidenza alcune necessità: il bisogno di *spazio di transito* non ostacolato da elementi all'interno della stanza, la *protezione dei cavi*, l'esigenza di una *facile pulizia*. Le macchine automatiche a cui viene affiancato il pannello operatore stand alone si differenziano per la loro funzione ed il *pannello comandi* viene composto di conseguenza.

Nonostante la variegata famiglia prodotti che compone IMA Active è possibile riconoscerne l'identità aziendale attraverso le loro *geometrie funzionali* e il *machine branding*.

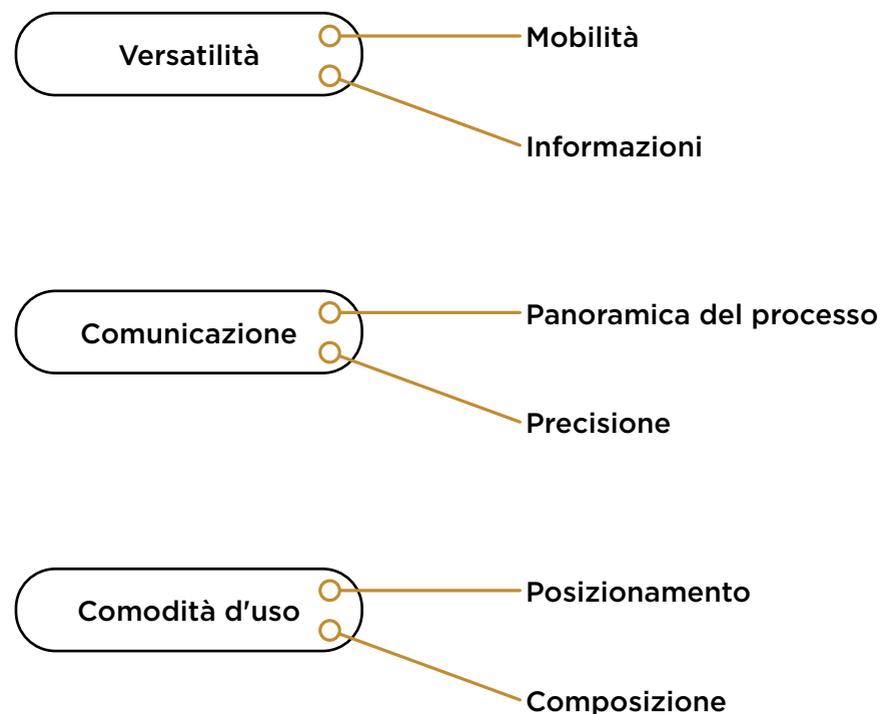
12 Possibilità

Il pulpito diventa necessario quando il layout non consente una disposizione alternativa e occorre usare un pannello separato. La tipologia di pannello stand alone risulta preferibile nel momento in cui il pulpito offre un'esperienza d'uso migliore. In cosa si potrebbe differenziare? Versatilità. Comunicazione. Comodità d'uso (grafico 12.0.1).

Le possibili opportunità di generare informazioni differenti o una diversa

esperienza d'uso sono state sintetizzate in macroargomenti: la mobilità dell'elemento o delle parti, la versatilità delle informazioni generate dal pannello ipotizzando una interconnessione di più elementi, la possibilità di avere dunque una panoramica più ampia del processo, la comunicazione dello stato del processo, una disposizione ottimale delle parti e del pannello nel layout.

12.0.1 Possibilità d'indagine

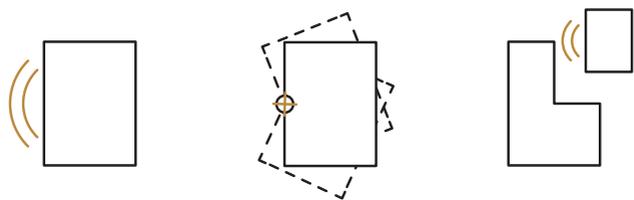


12.1 Versatilità

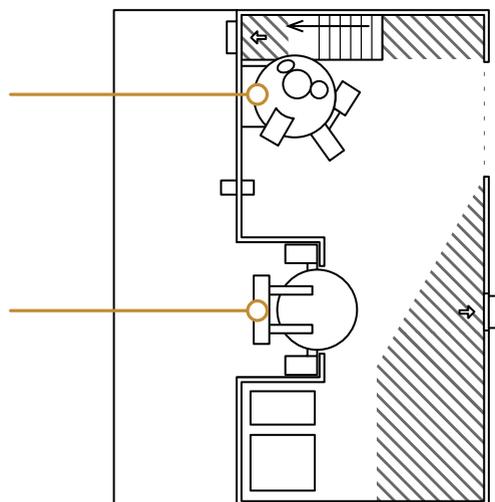
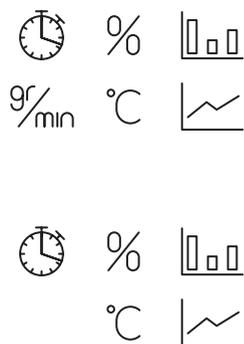
Lo spostamento del pannello operatore all'interno della stanza, la rotazione di una parte di esso per consentire una migliore visibilità, o la possibilità di staccare fisicamente un elemento e trasferirlo da una parte all'altra della stanza possono essere vie percorribili di mobilità. Una seconda proposta di versatilità può essere orientata alla

comunicazione dello stato di una singola macchina o al monitoraggio complessivo del processo. Il pannello diventa in questo modo una stazione in grado di mappare il flusso dei processi oppure un elemento in grado di comunicare con più macchine acquisendo i comandi delle singole.

Mobilità



Informazioni

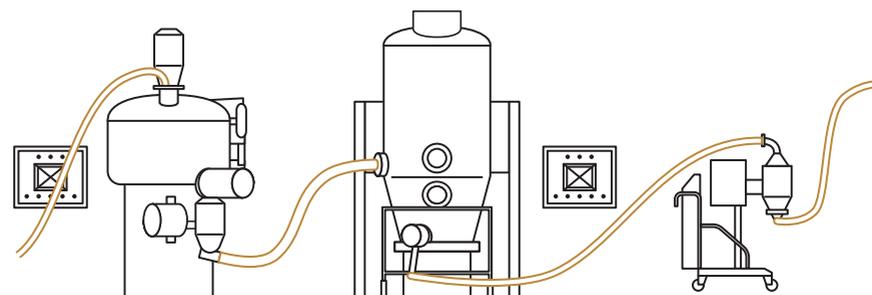


12.2 Comunicazione

Il pannello operatore serve per impostare la ricetta e monitorare lo stato del processo: il suo ruolo consiste nel comunicare e modificare i parametri. L'interfaccia potrebbe comunicare con più elementi contemporaneamente rendendo possibile una panoramica del flusso di processo, oppure amministrare i comandi dei vari processi in corso

tutti dallo stesso device. Una seconda direzione progettuale si può orientare sulla visibilità delle informazioni puntando ad una comunicazione del monitoraggio del processo e dei problemi riscontrati, che renda di rapida comprensione il problema riscontrato durante il processo.

Panoramica del processo



Precisione



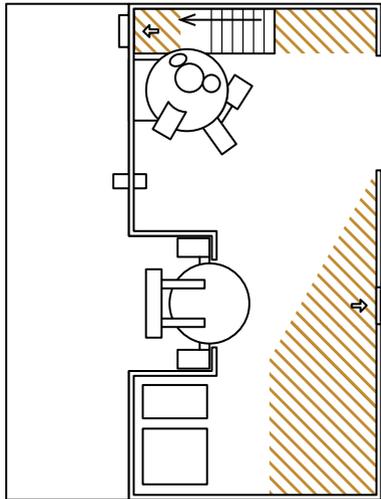
12.3 Comodità d'uso

Il posizionamento della macchina industriale all'interno del layout della singola azienda è unico, perciò occorre mettere a punto la collocazione delle parti in base agli spazi disponibili. Il pannello operatore stand alone dovrà essere posizionato in modo strategico, per esempio potrebbe essere disposto in un luogo non d'intralcio per i movimenti

nella stanza, oppure mobile e posizionato dove più comodo.

Tenendo a mente i vincoli ergonomici e delle normative vigenti, il pannello operatore potrebbe rispondere al meglio alle necessità di utilizzo attraverso il posizionamento delle sue componenti.

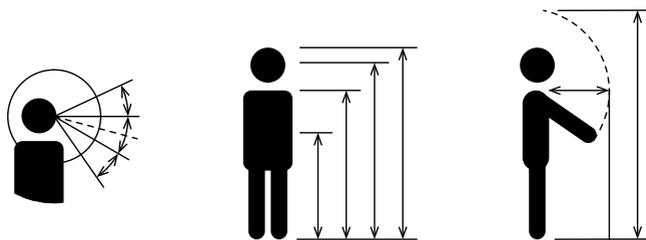
Posizionamento



Legenda:

 area libera

Composizione

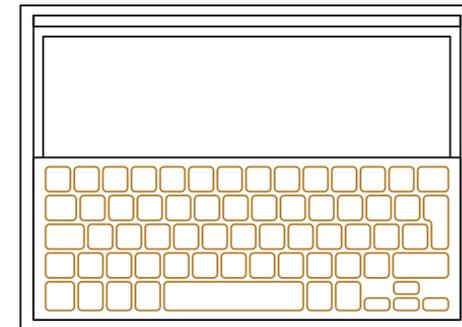
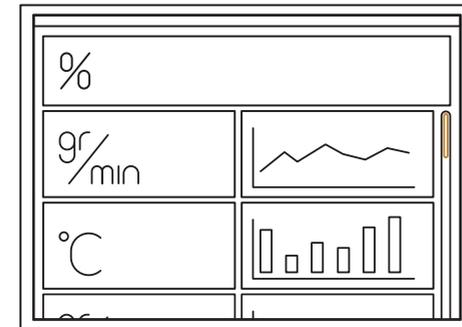


12.4 Composizione

Una evidente pecca dello schermo è la necessità di vincolare una cospicua parte di esso ad una tastiera che momentaneamente si sovrappone a tutto il resto durante la fase di digitazione. La digitazione testuale all'altezza della visuale ottimale impatta negativamente anche l'*usabilità* che risulta scomoda e lenta. Una digitazione così poco

funzionale può dissuadere l'utente a lasciare commenti, o note, riguardanti il processo o il prodotto trattato.

Composizione



STEP 3 | Scenari

13 Direzioni progettuali

Definiamo *scenaristica* la "capacità di interpretare e rappresentare con termini concreti, tecniche adeguate e codici condivisi, i "corridoi" di innovazione all'interno dei quali il progettista andrà ad ambientare la specifica innovazione formale della merce" (Celaschi, 2007). Basandoci sulle possibilità identificate durante la ricerca, vengono introdotte delle direzioni progettuali a partire da delle rappresentazioni semplificate del contesto. Per visualizzare le opportunità di sviluppo del Pannello Operatore (PO) sono stati generati degli scenari, ognuno con una richiesta differente a cui rispondere e le ipotesi che ne derivano verranno identificate come concept dello scenario. Ogni scenario porta con sé dinamiche di utilizzo differenti in grado di rispondere al meglio ad alcune delle qualità ricercate. Il PO, come vincolo,

deve essere *separato* dalla macchina industriale e posizionato all'interno della stanza.

Il prodotto da sviluppare aspira a colmare l'elemento mancante *stand alone* (capitolo 5, grafico 5.0.1) completando le possibilità di scelta da offrire al cliente.

Per analizzare ulteriormente le possibili dinamiche sono state definite cinque voci: la rapidità di leggere e comprendere informazioni dal pannello, la capacità di essere il punto riferimento all'interno della stanza, la visibilità del pannello all'interno del layout, il rischio di incorrere in manutenzioni straordinarie del prodotto e il rischio di danneggiare il pannello o le sue parti. Ogni voce è correlata ad un giudizio che stima la sua efficacia.

Qualità:

- Rapidità di informazione
- Riferimento nella stanza
- Visibilità del pannello
- Quantità di manutenzione
- Rischio di danneggiamento

Valori:

-  **positivo**
- 
- 
-  **negativo**

13.1 Scenario A

Se ipotizzassimo di scardinare il pannello dal muro perchè risulta *troppo lontano* per il monitoraggio, quale soluzione ottengo?

Concept scenario A

Elemento posizionato strategicamente all'interno della stanza, con *mobilità parziale* del monitor per consentire una *visione ottimale* e una *rapida informazione* sullo stato della macchina.

Dinamiche

L'elemento disposto in una posizione della stanza non di intralcio diventa il *punto di riferimento* all'interno della stanza stessa.

Tipologia PO

Postazione fissa

Vicino alla macchina

Opzionali

Comunicazione luminosa

Regolabile

Rapidità di informazione:	ALTA	    
Riferimento nella stanza:	ALTA	    
Visibilità del pannello:	ALTA	    
Manutenzione straordinaria:	BASSA	    
Rischio di danneggiamento:	BASSO	    

13.2 Scenario B

Se ipotizzassi di poter avvicinare il pannello per *monitorare mentre si opera sul processo*, quale soluzione ottengo?

Concept scenario B

Sistema composto da un *elemento mobile* per visionare le attività e più piattaforme di stazionamento poste strategicamente in più punti della stanza per consentire l'*utilizzo pratico* dei comandi e la *ricarica*.

Dinamiche

L'elemento potrà essere consultato potendolo *avvicinare alla zona d'interesse* della macchina e potranno essere modificati i parametri dalla stazione di appoggio più vicina.

Rapidità di informazione:	ALTA	<input checked="" type="radio"/>				
Riferimento nella stanza:	BASSA	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visibilità del pannello:	ALTA	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenzione straordinaria:	MEDIA	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rischio di danneggiamento:	MEDIO	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13.3 Scenario C

Se ipotizzassimo di utilizzare *spazi della stanza non utili* per la movimentazione dei carrelli e per la manovra, quale soluzione ottengo?

Concept scenario C

Elemento posizionato strategicamente *al margine della stanza* per consentire il transito e le manovre di carico e una *rapida informazione* sullo stato della macchina.

Dinamiche

L'elemento disposto in una posizione della stanza non di intralcio diventa il *punto di riferimento* all'interno della stanza stessa.

Tipologia PO

Postazione fissa

Lontano dalla macchina

Opzionali

Comunicazione luminosa

Regolabile

Rapidità di informazione:	MEDIA	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Riferimento nella stanza:	ALTA	<input checked="" type="radio"/>				
Visibilità del pannello:	BASSA	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenzione straordinaria:	BASSA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rischio di danneggiamento:	BASSO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14 Confronto

Mettendo a confronto tra loro gli scenari si possono osservare elementi distintivi delle tre possibilità, dalla comodità d'uso nel layout alla potenziale difficoltà di manutenzione (tabella 14.0.1).

Le qualità che giocano un ruolo importante per la scelta del pannello operatore sono la praticità del suo utilizzo e la comunicazione di informazioni.

È possibile rispondere a questi vincoli con un elemento agile da manovrare oppure un elemento statico e visibile.

Le comodità di utilizzo giocano un ruolo importante per la scelta del pannello operatore più congeniale da applicare all'interno di un ambiente industriale.

Il pannello operatore stand alone può essere utilizzato come unico elemento di riferimento per le informazioni all'interno della stanza oppure come supporto ad un pannello già esistente. La soluzione da noi ricercata ambisce a colmare l'attuale assenza tra i prodotti offerti al cliente di un pannello *stand alone*.

Lo scenario che appare rispondere al meglio alle richieste è lo scenario A. Lo scenario B risulta essere efficace solo se supportato da un pannello operatore fisso all'interno del layout. Il terzo scenario, C, è limitante a causa della scarsa visibilità del pannello operatore (tabella 14.0.2).

14.0.1 Confronto dei concept

	Scenari		
	A	B	C
Caratteristiche			
Postazione fissa	○		○
Sistema fisso-mobile		●	
<hr/>			
Vicino alla macchina	●	○	
Lontano alla macchina	○	○	●
<hr/>			
Opzionali			
Comunicazione luminosa	●	○	○
Regolabile	○	○	○
Multipiattaforma		○	

Legenda:

- Possibile
- Positivo
- Negativo

14.0.2 Valutazioni dei concept

	Scenari		
	A	B	C
Rapidità di informazione	4/5	5/5	3/5
Riferimento nella stanza	5/5	2/5	5/5
Visibilità del pannello	4/5	4/5	2/5
<hr/>			
Manutenzione straordinaria	1/5	3/5	1/5
Rischio di danneggiamento	2/5	3/5	1/5

STEP 4

Sviluppo
prodotto

15 Concept

Concept

Elemento posizionato strategicamente all'interno della stanza, con *mobilità parziale* per consentire una *visione ottimale* e una *rapida informazione* sullo stato della macchina.

Con l'obiettivo di avvicinare il pannello operatore alla macchina affinché ci sia un monitoraggio migliore, disponiamo l'elemento all'interno della stanza e lo rendiamo orientabile per facilitarne il rapido consulto. Vengono indagate le soluzioni progettuali per rispondere al meglio alla *mobilità parziale* dell'elemento rispettando la *sicurezza dei cavi* e la *stabilità* dell'oggetto stesso.

16 Struttura

Postazione

L'accessibilità è il punto di partenza per lo studio della composizione del prodotto. Seguendo le linee guida delle normative e gli studi scientifici riguardo le postazioni di lavoro da terminale è possibile delineare già vincoli di distanze che deve rispettare l'utente. Da queste informazioni è possibile anche definire già il margine in cui ci si può muovere nello sviluppo del prodotto. Per rispettare gli obiettivi prefissati per

Durante lo sviluppo del prodotto occorre tenere a mente le possibilità indagate precedentemente nel capitolo 12 perchè costituiscono il nostro punto di riferimento per ottenere un'esperienza d'uso migliore.

lo sviluppo del pannello operatore è necessario ragionare inizialmente su tre macro aree indispensabili: la mobilità dell'elemento, la protezione dei cavi e la stabilità della struttura.

Mobilità

La richiesta di mobilità parziale del pannello operatore può condurre a diverse soluzioni progettuali ponendosi le domande più semplici di quale elemento rendere dinamico e come esso

si possa muovere.

Sono state vagliate ipotesi di rotazioni degli elementi, bracci, scomposizione degli elementi, ma altre soluzioni, come una traslazione su una corsia o supporti telescopici, non possono essere ritenute vincenti poiché non garantiscono gli standard di pulizia richiesti negli ambienti farmaceutici.

Cavi

Le vie percorribili dai cavi per connettere il pannello operatore possono essere tre: verso il basso, verso l'alto o verso la parete. Sempre con un occhio di riguardo all'esigenza della pulibilità dell'ambiente industriale e al transito dei prodotti all'interno della stanza, i collegamenti verso il basso tendono ad essere evitati a meno che non sia presente un pavimento flottante, ma è una casistica estremamente infrequente. I cavi tendenzialmente sono disposti in maniera tale da percorrere la tratta minore all'interno della stanza.

Stabilità

È necessario che il pannello operatore abbia una sua stabilità strutturale. Il pulpito è soggetto a modiche sollecitazioni durante il suo utilizzo (digitazione), ma è necessario che sia capace di reggere anche eventuali urti accidentali di persone, bin e carrelli.

Sono state percorse più ipotesi per rispettare le argomentazioni. Per esempio la rotazione potrebbe essere consentita esclusivamente allo schermo, oppure per esempio si potrebbero ruotare in blocco più elementi compreso il supporto di digitazione. Potrebbe ruotare un elemento sulla struttura oppure la struttura stessa potrebbe essere orientata. La struttura può essere autoportante oppure potrebbe necessitare di un supporto per garantire la sua stabilità. La struttura autoportante non consente tuttavia una progettazione mirata alla protezione del percorso dei cavi. La struttura è stata impostata per rispettare i temi sopracitati, tenendo a mente anche i vincoli analizzati nella fase di ricerca.

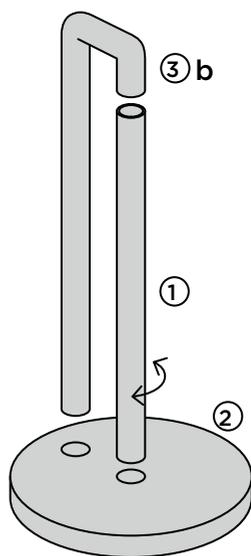
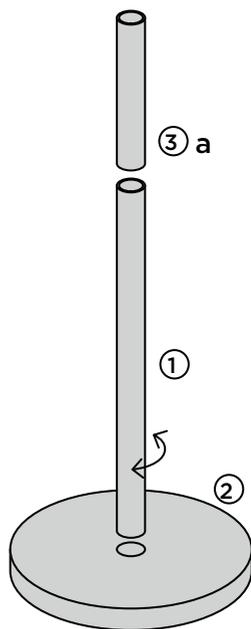
17 Moduli

La struttura identificata è stata scomposta in tre moduli con funzioni distinte (illustrazione 17.0.1).

Il primo modulo è provvisto degli elementi di comando della macchina industriale. Saranno dunque integrati al modulo il monitor touch screen, il fungo di emergenza, il supporto per la digitazione ed il segnale luminoso. La componente dei comandi sarà il modulo a cui sarà consentita la rotazione, direzionandone in questo modo la sua fruizione. La mobilità deve essere necessariamente vincolata poichè una rotazione di 360° metterebbe a rischio di eventuali torsioni i cavi da proteggere. Una mobilità 120° risulta sufficiente a coprire un monitoraggio flessibile all'interno dei layout studiati.

Il secondo modulo sarà di supporto alla struttura al pavimento, sarà necessario il fissaggio del primo modulo al secondo in modo tale da reggere le sollecitazioni dovute al suo utilizzo. Questo modulo avrà la funzione di limitare la rotazione del pannello comandi.

17.0.1 Divisione dei moduli



Legenda:

- ① Modulo standard
- ② Supporto della struttura
- ③ Sostegno - stabilità

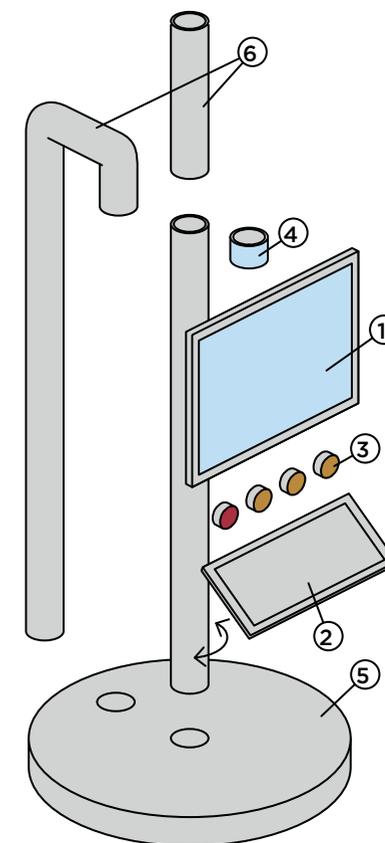
Il terzo modulo ha lo scopo di stabilizzare la struttura e mantenere protetto il percorso dei cavi. Nella prima soluzione (a), i cavi vengono fatti correre fino al controsoffitto, presente molto comunemente nei locali industriali con soffitti alti circa 3 metri. La seconda soluzione (b) genera un supporto di sostegno appoggiandosi sulla base stessa dell'elemento. Questa configurazione va incontro alle esigenze delle industrie che utilizzano gli impianti in capannoni industriali, in cui i soffitti sono collocati a 5 metri d'altezza o più e non sarebbe possibile applicare l'altro modulo.

Composizione

Andando ad analizzare i moduli in maniera dettagliata, identifichiamo corpi distinti da dover approfondire uno alla volta. Dividiamo dunque i moduli per mappare gli elementi che caratterizzano la composizione del prodotto (illustrazione 17.0.2). La composizione generale del prodotto risulta la seguente: monitor (1); tastiera (2); pulsanti (3); lampada (4); base (5); sostegno (6).

Ognuna di queste voci verrà studiata ricercando il family feeling della composizione.

17.0.2 Elementi della composizione



Legenda:

- ① Monitor
- ② Tastiera
- ③ Pulsanti
- ④ Lampada
- ⑤ Base
- ⑥ Sostegno

17.1 Monitor

Facendo riferimento alle aziende partner di IMA, sono stati valutati modelli di monitor esistenti sul mercato.

I monitor industriali HMI (human machine interface) igienici sono progettati per essere usati nei settori con particolare attenzione alle contaminazioni dei prodotti. Il monitor può essere provvisto di una pulsantiera integrata, può essere single-touch o multi-touch. Tra le molteplici possibilità esistono pannelli già forniti di pulsantiera integrata. Per la nostra progettazione l'interfaccia sarà limitata alla funzione di schermo touch perchè, come vedremo successivamente, altri componenti necessari sono collocati in separata sede.

L'azienda B&R offre sul mercato la linea 5AP93D che si presenta con una geometria estremamente pulita e una carteratura ridotta. Per l'analisi verrà preso come monitor di riferimento il prodotto 5AP93D.240C-B62.

L'applicazione industriale del prodotto prevede un'esecuzione col fissaggio unicamente dal basso oppure dall'alto sulla struttura portante, ma non prevede un fissaggio passante (illustrazione 17.1.1).

Per poter consentire il fissaggio dell'elemento è necessario modificare il componente esistente oppure generare un componente sostitutivo.

Prendendo in analisi l'elemento già presente sul mercato è stata ipotizzata la realizzazione di un foro passante per il

suo fissaggio alla struttura (illustrazione 17.1.2).

Una seconda possibilità è la realizzazione di un elemento nuovo. Questa carteratura sostitutiva deve rispondere alle esigenze di pulizia e scorrimento delle polveri con le superfici inclinate (illustrazione 17.1.3).

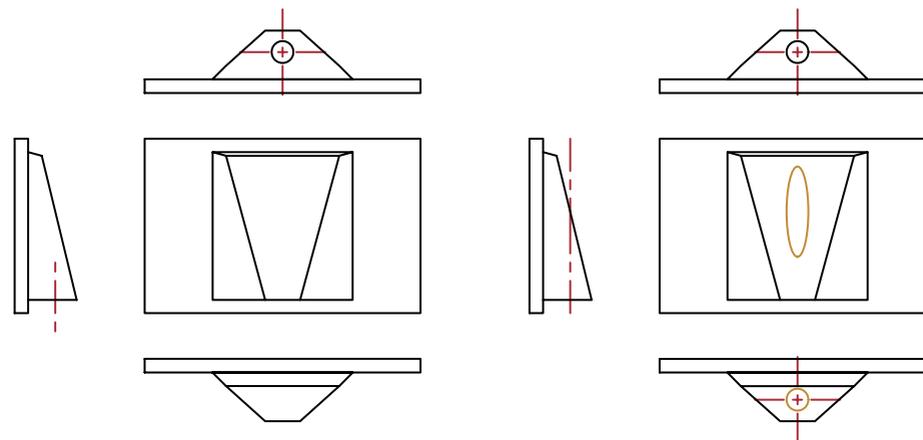
Il passaggio della struttura attraverso il componente industriale rende necessario ampliare il volume interno della copertura poichè occorre riposizionare il contenuto del monitor.

Paragonando gli ingombri degli stesi della lamiera ed i volumi del materiale consumato in produzione, la nuova carteratura necessita di un foglio di lamiera di maggiori dimensioni, ottenendo anche una maggiore capienza della carteratura (illustrazione 17.1.4).

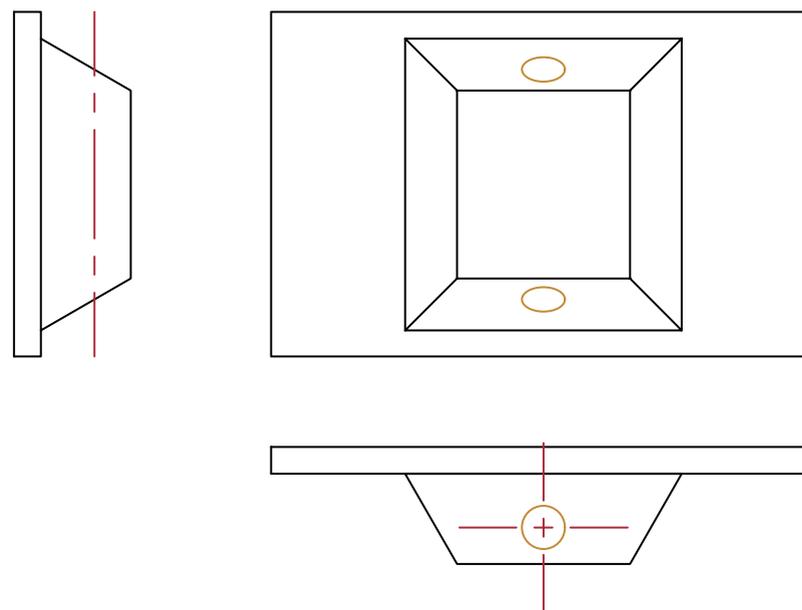
L'asportazione di materiale dalla lamiera (illustrazione 17.1.2) inoltre riduce la solidità del materiale ed aumentando le dimensioni del foro si rende difficile assicurare il fissaggio del monitor sulla struttura. Per poter utilizzare il monitor industriale è stato dunque sostituito l'elemento standard con uno nuovo avente un indebolimento minore del carter. Il monitor viene posizionato ad un'altezza di 160 cm da terra. L'altezza è fissata convenzionalmente dall'azienda come altezza media.

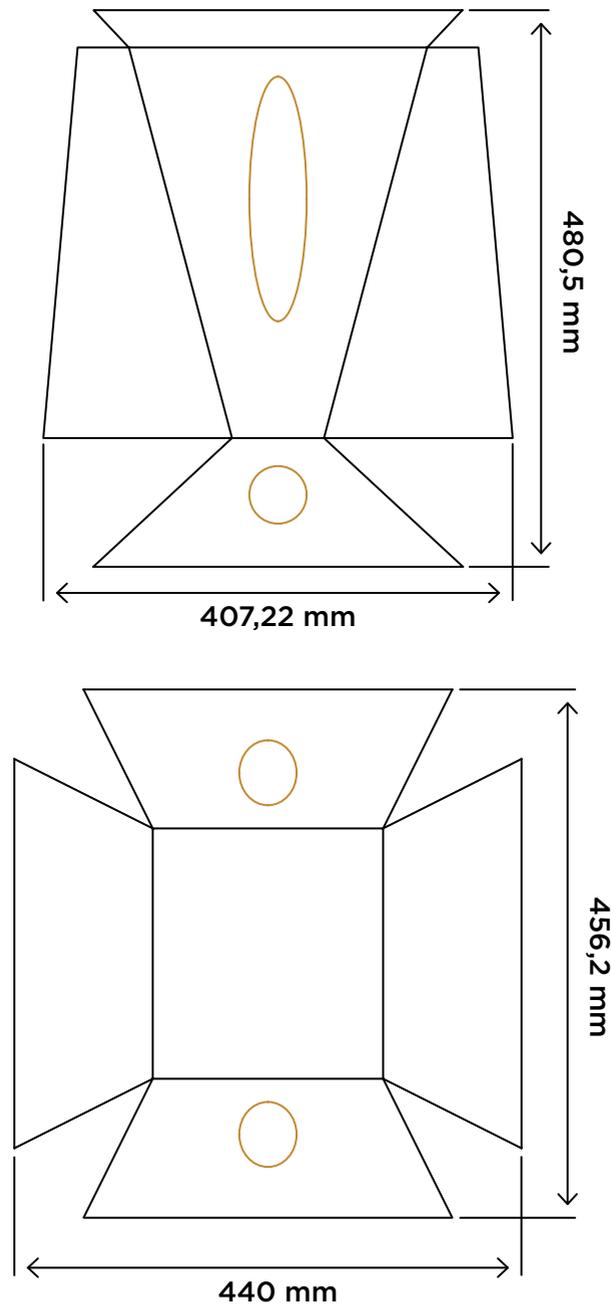
17.1.1 (sinistra) Elemento commerciale standard

17.1.2 (destra) Studio del foro passante sul componente standard



17.1.3 Studio dell'elemento sostitutivo 5AP93D.240C-B62





17.2 Tastiera

Mobilità

Prima ancora di studiare la tastiera occorre creare un'appendice strutturale su cui posizionarla.

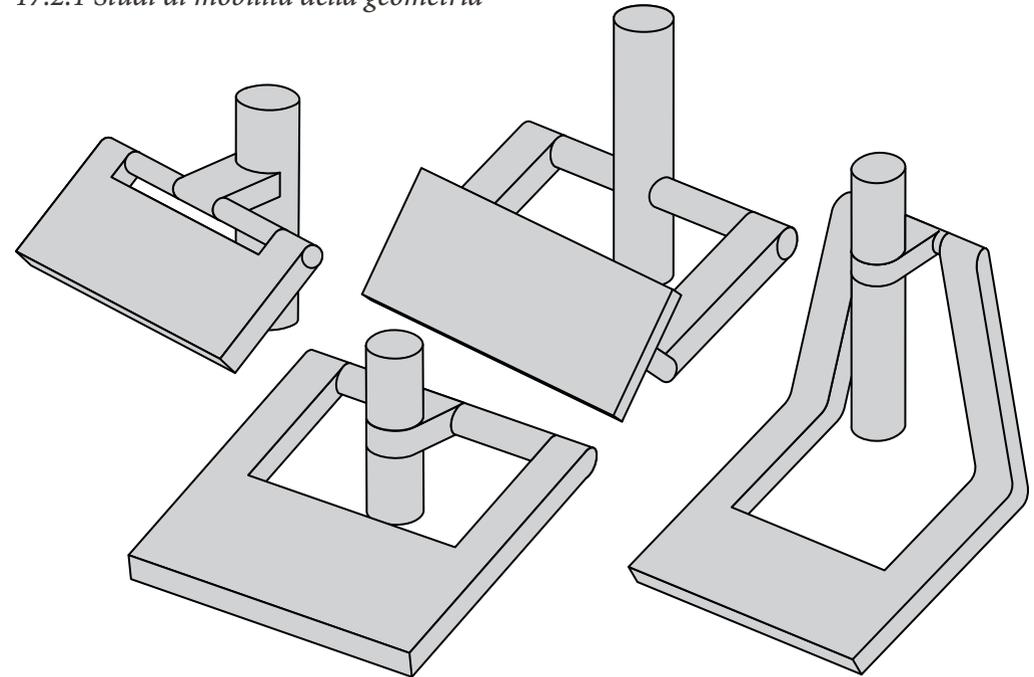
Facendo riferimento alle normative CEI sono stati effettuati degli studi per la configurazione del posizionamento della tastiera e della sua mobilità. Le normative seguite sono state sopra riportate nel capitolo 9. I punti di riferimento in questione sono stati i valori tabellati per il 95° il 50° ed il 5° percentile e gli studi sulla postura, tra i quali si riporta che l'angolo tra braccio e avambraccio dev'essere compreso tra i 90° e i 100°

affinchè non si affatichi l'arto.

Per approcciarsi al problema è stato necessario studiare diverse soluzioni geometriche e diverse conformazioni dei movimenti meccanici.

Per ciascuna ipotesi geometrica (illustrazione 17.2.1) è stata osservata la mobilità dell'elemento e l'accessibilità di utilizzo dei possibili utenti. Nello specifico sono state valutate, per esempio, le geometrie ad un asse di rotazione con un braccio lineare oppure ad "L", a doppio asse di rotazione e le differenti collocazioni dei perni di rotazione. Come abbiamo già compreso (capitolo 16), l'unico tipo di movimentazione

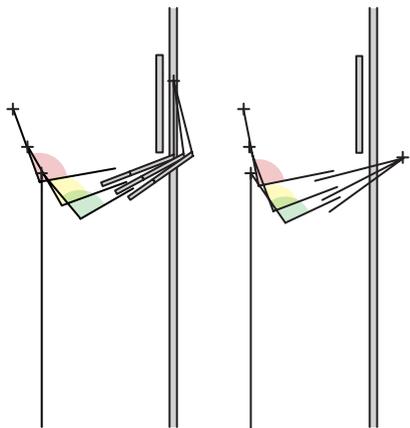
17.2.1 Studi di mobilità della geometria



consentita in un ambiente biomedicale è la rotazione, perchè non permette la deposizione delle polveri che va evitata in maniera rigorosa.

Cambiando il posizionamento dell'asse di rotazione dell'elemento e la geometria dell'estensione si osservano mobilità differenti, rendendo a volte impratico l'utilizzo da parte dell'utente. Ipotizzando una struttura piegata ad "L", a seconda dell'angolazione tra le parti, non sempre si ottiene una soluzione pratica. Con questa configurazione più alto è il percentile più la persona è distante dallo schermo. Osservando l'altro estremo, con un basso percentile, la digitazione risulta meno pratica mettendo sotto sforzo gli arti. Nell'immagine si vede come variando la struttura del braccio e la collocazione dell'asse di rotazione e analizzando nei differenti percentili presi in considerazione (95°, 50° e 5°), le soluzioni possono essere di più o meno

17.2.2 Studi di mobilità della tastiera



facile utilizzo e di limitato affaticamento della persona (illustrazione 17.2.2).

Utilizzando un fulcro basso della rotazione si consente agli utenti di mantenere una distanza contenuta dallo schermo conservando una postura pratica alla digitazione. Tra le più soluzioni vagliate, quest'ultima risulta un buon compromesso tra ampia accessibilità e praticità d'uso. Come vedremo poi successivamente, l'accessibilità è un'esigenza importante nello sviluppo di questo elemento.

Movimentazione

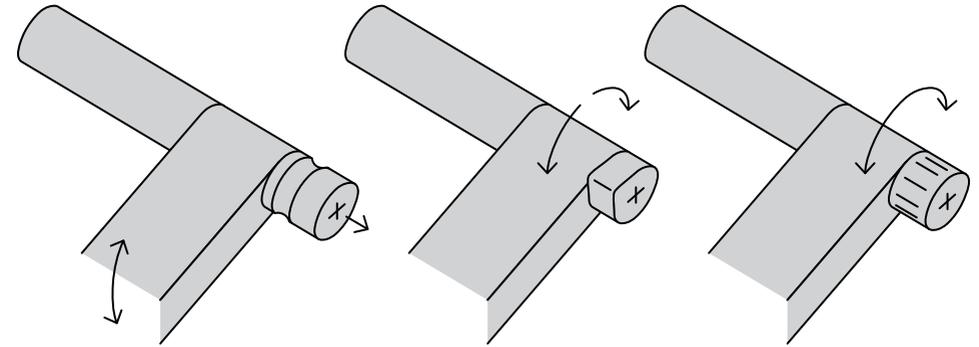
La possibilità di alzare la tastiera attraverso la variazione dell'inclinazione dell'elemento, ha portato ad un'analisi delle possibili meccaniche per consentirne la dinamica. Non tutte le meccaniche sono vagliabili poiché per poter digitare, facendo dunque pressione, è necessario ottenere la stabilità dell'elemento una volta variata la sua posizione.

Sono state vagliate ipotesi percorribili: la prima è un movimento graduale attraverso una manopola di regolazione, la seconda è un movimento a "scatto" con più angolazioni prestabilite.

Un esempio chiaro di queste due possibilità è la regolazione dello schienale di guida. A seconda dei modelli, lo schienale può essere movimentato in maniera analoga attraverso una manopola o una levetta.

Se si considera la leva come meccanismo (illustrazione 17.2.3A),

17.2.3 Studi di movimentazione (da sinistra verso destra gli esempi A, B e C.)



la movimentazione si potrebbe attuare liberando il movimento con una mano e contemporaneamente posizionando l'elemento con l'altra mano e ristabilendo l'incastro una volta regolata l'altezza. Il meccanismo analizzato prevede un ingranaggio con più posizioni di blocco in cui inserire l'elemento di fermo.

Una movimentazione a leva potrebbe anche significare che l'elemento si sposti di una quantità prestabilita alla volta (illustrazione 17.2.3B), alzando e abbassando la leva, per aumentare o diminuire gradualmente la posizione della tastiera.

Con il movimento fluido di una manopola (illustrazione 17.2.3C) occorrerebbe un rapporto di riduzione tale da rendere il movimento di pochi gradi alla volta e non alterabile durante l'utilizzo del prodotto.

Tastiera

Per la componente dedicata alla digitazione sono state considerate due direzioni di progetto.

La prima porterebbe ad usufruire di una tastiera igienica e questo comporterebbe un basso costo del componente commerciale rispondendo in maniera mirata al nostro obiettivo (illustrazione 17.2.4A).

La seconda strada percorribile è disporre un secondo schermo touch sulla postazione di comando immaginandosi una fruizione versatile di questo spazio, consentendo la digitazione o la disposizione di ulteriori informazioni, pur meno impattanti dello schermo principale, ma utili dove necessario per completare il quadro (illustrazione 17.2.4B).

Con la possibilità di generare un quadro di informazioni in una nuova superficie, ci si può anche spingere oltre pensando di poter rendere questa seconda piattaforma mobile. Otterremo così una fruizione versatile del contenuto e mobile quando necessario (illustrazione 17.2.4C).

Per quest'ultima soluzione occorre implementare allo schermo almeno una batteria, un modulo di comunicazione wireless per ricevere informazioni, una memoria e un microprocessore per i dati. Allo stesso tempo il pannello operatore necessita almeno di un supporto di ricarica dell'elemento monitor, pin di connessione per i dati, comunicazione wireless verso questo secondo elemento. La geometria del braccio di supporto cambierebbe di conseguenza. Questa soluzione comporta rischi di vario genere. Primo tra tutti l'elemento mobile implica un allontanamento del prodotto dal pannello durante il suo utilizzo e maneggiandolo c'è la possibilità di urti o cadute accidentali. Se si danneggiasse ci sarebbe l'esigenza di un ricambio e in attesa della sostituzione sarebbe necessario utilizzare il pannello operatore secondo le modalità odierne con la tastiera in sovrapposizione e con i layout di informazione sovrapposti, tornando all'impraticità del suo utilizzo. Altri due rischi evidenti per il prodotto se non viene riportato in sede dopo il suo utilizzo sono la carica insufficiente della batteria per il tempo prolungato di autonomia non previsto ed il rischio di smarrimento dell'elemento mobile. Ultimo rischio, non meno importante,

è la connessione wireless dei dati che intrinsecamente aumenta il rischio di fuga di dati sensibili. Per mantenere la connessione interna alla stanza occorrerebbe moderare la potenza del segnale e ciò non garantirebbe una copertura uniforme.

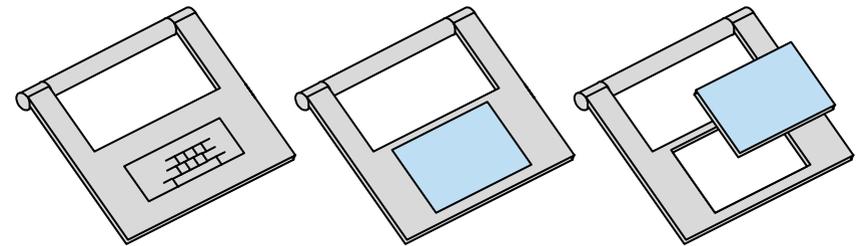
Legame alla struttura

Per fissare l'appendice di supporto della tastiera alla struttura occorre introdurre una decisione progettuale che vedremo a breve: il fungo di emergenza è situato sulla struttura portante. Questo elemento di unione dunque verrà direttamente influenzato dal posizionamento del pulsante per garantirne l'accessibilità.

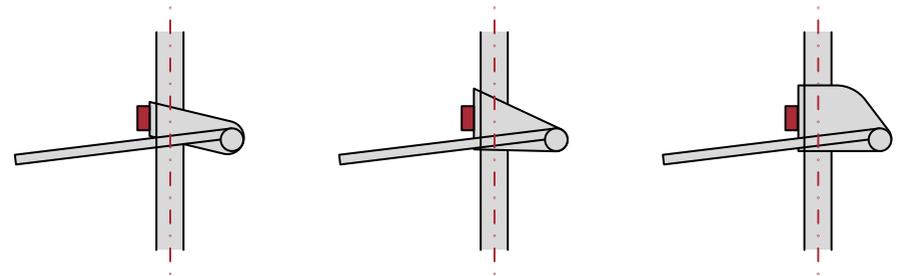
La geometria che si ottiene dovrà contenere le meccaniche per il movimento dell'elemento tastiera e sarà compreso anche il pulsante d'arresto di emergenza.

Lo studio della carteratura, per ora introdotto, deve essere relazionato con il family feeling e gli elementi di stile della famiglia Active (illustrazione 17.2.5 e 17.2.6).

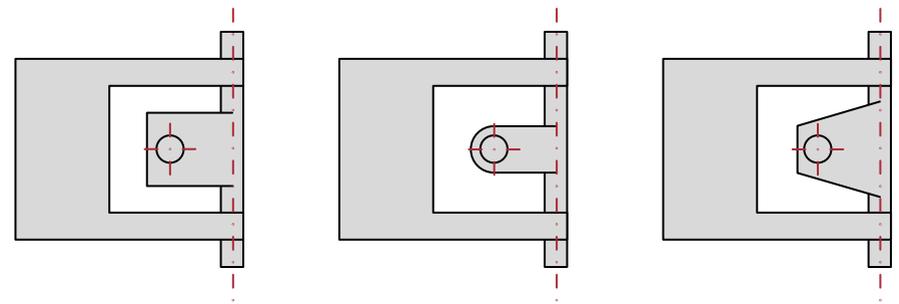
17.2.4 Studi della tastiera (da sinistra verso destra gli esempi A, B e C.)



17.2.5 Studio della carteratura, vista laterale



17.2.6 Studio della carteratura, vista dall'alto



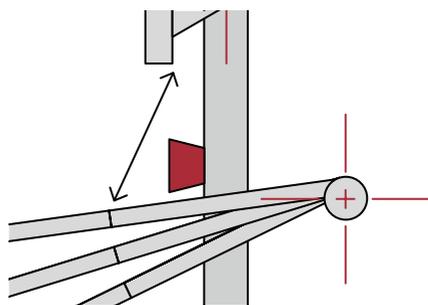
17.3 Pulsanti

Fungo di emergenza

Facendo riferimenti alla Direttiva macchine 2006/42/CE, i dispositivi di emergenza devono essere individuabili, ben visibili e accessibili. Richiamando anche la norme EN ISO 13850 (4.5) per la prevenzione di azionamenti accidentali, il dispositivo deve essere ubicato lontano da zone a traffico prevedibilmente intense oppure disposto all'interno di una superficie incassata nel quadro di comando. Come soluzione progettuale è stato dunque collocato direttamente sulla struttura principale rendendo possibile un rapido accesso al pulsante da qualsiasi direzione.

Il fungo di emergenza è posizionato sotto lo schermo e, tramite la geometria della tastiera, è protetto dagli urti involontari. Tramite accortezze sul posizionamento degli elementi è stata ottimizzata l'accessibilità al dispositivo di arresto. Ragionando dalla posizione di consultazione del monitor, frontalmente allo schermo, la zona per accedere al pulsante nel caso più svantaggioso (la massima estensione dello schermo) è la corda sottesa tra lo spigolo inferiore del monitor ed il margine superiore della tastiera (illustrazione 17.3.1). Prendendo come altezza del centro dello schermo 160cm da terra, convenzione aziendale, e confrontando i due modelli più grandi della serie presa in considerazione, la corda sottesa nel caso più sfavorevole può variare tra i 18cm e i 21,5cm.

17.3.1 Studio di accessibilità



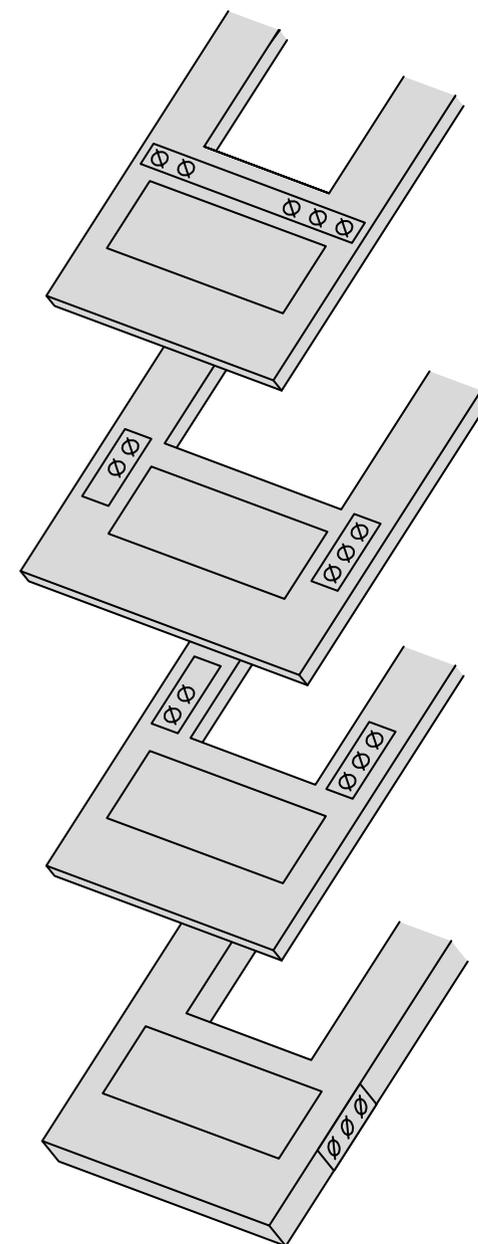
Pulsantiera

Le macchine industriali della famiglia IMA Active seguono le fasi del processo di produzione di tutta la filiera dei farmaci solidi. Le funzioni differenti delle diverse tipologie di macchine comportano la necessità di rendere flessibile la pulsantiera nella sua composizione. Gli elementi fisici necessari sono il tasto di accensione e la chiave di sicurezza, ma possono essere richiesti o necessari ulteriori pulsanti fisici come marcia, arresto o reset, oppure l'entrata USB che rimane un opzionale spesso richiesto.

La pulsantiera dunque si presenta come un elemento *configurabile* con più slot laddove sia necessario. Il posizionamento può essere sullo schermo, sulla tastiera, direttamente sul palo o elemento separato a sé. Occorre che la pulsantiera sia raggiungibile in modo pratico. La conformazione degli elementi accorpati alla tastiera consente di mantenere il pannello dei comandi

compatti attraverso un unico elemento. Per identificare l'area più interessante per il collocamento della pulsantiera occorre fare alcune considerazioni. L'elemento di digitazione è l'elemento centrale del pannello inferiore di comando e la pulsantiera non ne deve ostruire l'utilizzo per cui deve essere accessibile, ma non potrà mai essere posta al di sotto della tastiera. Ribadendo la necessità che l'area in questione debba essere flessibile alle richieste del cliente e alle esigenze della macchina a cui sarà affiancata, la collocazione della pulsantiera deve poter consentire il posizionamento di più componenti dove richiesto. Lo studio per l'accessibilità dei pulsanti (illustrazione 17.3.2) va a influenzare in maniera diretta le dimensioni e gli spessori della componente di supporto della tastiera. Attraverso lo studio della pulsantiera è stato possibile osservare come alcune soluzioni hanno meno flessibilità rispetto ad altre. Prendendo in considerazione l'illustrazione 17.3.2A la pulsantiera ricopre la larghezza dell'elemento strutturale, che a sua volta è limitato dalla larghezza della tastiera. Questo studio risulta essere il caso più sfavorevole tra quelli riportati. La pulsantiera occorre analizzarla in relazione allo sviluppo della tastiera (capitolo 17.2) ed allo studio dell'ergonomia (capitolo 18). Per poter garantire la configurabilità della pulsantiera, la lamiera verrà forata in base alle esigenze del caso.

17.3.2 Studio di accessibilità (A,B,C,D)



17.4 Lampada

Nella zona superiore al monitor di comando è applicato un elemento luminoso avente come codice colore la segnalazione luminosa delle norme CEI vigenti riportate già al capitolo 9. Un'altra norma a cui far riferimento riguarda l'illuminazione dei posti di lavoro interni UNI EN 12464-1, in particolare in questa sezione viene riportato che nei luoghi di lavoro è importante schermare le fonti luminose e uniformare l'illuminazione per non affaticare la vista. Nella conformazione del prodotto la comunicazione luminosa ha il ruolo di *indirizzare l'attenzione* al pannello operatore e a comunicare lo *stato generale* della macchina. Essendo un elemento in prossimità del pannello operatore è necessario schermare la luce per non affaticare l'utilizzo del pulpito.

Nella famiglia di macchine di IMA Active è già presente in alcuni modelli una comunicazione luminosa posta al margine dei pannelli protettivi di plexiglass. Prenderemo dunque questo elemento di dettaglio come riferimento. La luce trasmessa dunque non sarà diretta ma diffusa e questo effetto viene generato tramite la rifrazione della luce attraverso la sabbiatura del materiale plastico.

La lampada viene posizionata tra il modulo rotante e il modulo di sostegno ed ha anche la funzione di nascondere la connessione delle parti. È necessario che non ci siano infiltrazioni di polveri nella giunzione dei moduli e dunque l'elemento lampada ha la necessità di guarnizioni alle sue estremità. L'elemento è possibile pensarlo come elemento di copertura tra i due elementi di inox, oppure potrebbe essere un elemento portate, innestato tra le due parti. La seconda possibilità comporta un'anima portante per la lampada.

Per identificare meglio il posizionamento del componente è necessario prendere come riferimento l'altezza del monitor, ed il percentile di riferimento da "altezza degli occhi, in piedi" (capitolo 9, tabella 9.0.2). In questo caso occorre porre attenzione al percentile maggiore per stabilire un'altezza della lampada tale da non affaticare la vista. Per non rendere la lampada di disturbo all'utilizzo del monitor, questa deve essere posizionata superiormente al campo visivo ottimale (a) e deve risultare poco impattante nell'area accettabile (b) (capitolo9, tabella 9.0.2).

17.5 Base

Il modulo della base ha la funzione principale di sostenere la struttura e consentire la mobilità parziale del modulo. Come abbiamo già definito introducendo i moduli (capitolo 17) la mobilità del pannello dev'essere limitata per proteggere i cavi dalla torsione eccessiva e una rotazione di 120° risulta sufficiente per coprire le aree di passaggio all'interno dei layout studiati.

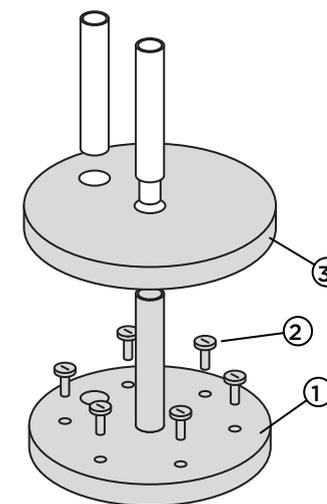
La configurazione di questo elemento (illustrazione 17.5.1) prevede una componente per la stabilità al suolo bassa e larga, e un componente che ricopre parte del modulo mobile per sostenere le sollecitazioni dovute al suo utilizzo (1). Il fissaggio a terra dell'elemento comporta l'aggiunta di elementi come le viti (2), che occorre a loro volta proteggere dalle polveri. È dunque necessaria una cuffia di protezione degli elementi a rischio (3).

L'elemento del modulo base che blocca e stabilizza il modulo rotante è necessario che si sovrapponga ad una parte consistente del componente e che tra loro venga trasmesso il carico verticale lasciando libertà di rotazione. La mobilità del modulo viene limitata attraverso la geometria dei due componenti per esempio con delle sporgenze di fine corsa (illustrazione 17.5.2).

Nel caso in cui il sostegno sia appoggiato sulla base, la mobilità del modulo è ridotta: il palo è un impedimento fisico che limita la rotazione.

La cuffia di protezione alle polveri deve

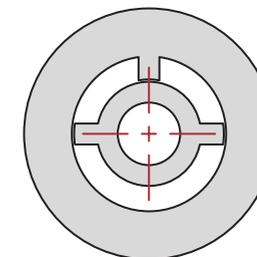
17.5.1 configurazione del modulo base



Legenda:

- ① Corpo centrale
- ② Viti
- ③ Cuffia

17.5.2 Funzionamento fine corsa



rispettare anch'essa i vincoli di pulizia sia per la scelta del materiale, finitura superficiale e geometria. Il modulo base si presenta dunque in questo modo:

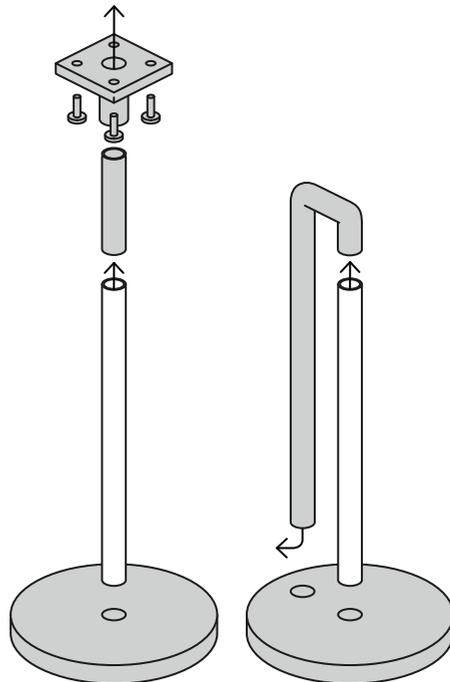
17.6 Sostegno

L'elemento di giunzione superiore al modulo rotante ha la funzione rafforzare la stabilità della struttura dandone sostegno. Avevamo già introdotto il modulo in due varianti ed entrambe le possibili soluzioni hanno lo scopo di proteggere il passaggio dei cavi, non rendendoli di intralcio e tutelandoli dalle polveri. La prima variante trasporta i cavi verticalmente fino al controsoffitto rendendo quindi i cavi protetti dalle polveri non lasciandoli visibili. Il caso più sfavorevole è l'ubicazione del pannello in un capannone industriale in cui non è possibile avere un controsoffitto. In questo caso i cavi percorrono in parte la struttura di sostegno ripiegata alla base per poi fuoriuscire dalla struttura nella zona retrostante. In questo caso non è quindi possibile tutelare tutto il percorso dei cavi ma, sapendo che il pannello operatore sarà orientato affacciandosi verso la zona di transito, l'area disponibile dietro al pannello è già stata analizzata come area non di transito, quindi non si incorre nel rischio che i cavi siano d'intralcio. A seconda del sostegno utilizzato sarà necessario aggiungere al tubolare elementi di fissaggio nel primo caso o cambiare la cuffia di protezione nel secondo caso (illustrazione 17.6.1).

elemento principale, elementi per la rotazione, viti di fissaggio a terra, cuffia e guarnizioni.

Come abbiamo già anticipato analizzando la base (capitolo 17.5), utilizzando il sostegno che poggia a terra la movimentazione sarà vincolata fisicamente, riducendo l'ampiezza della rotazione.

17.6.1 Varianti e percorso cavi



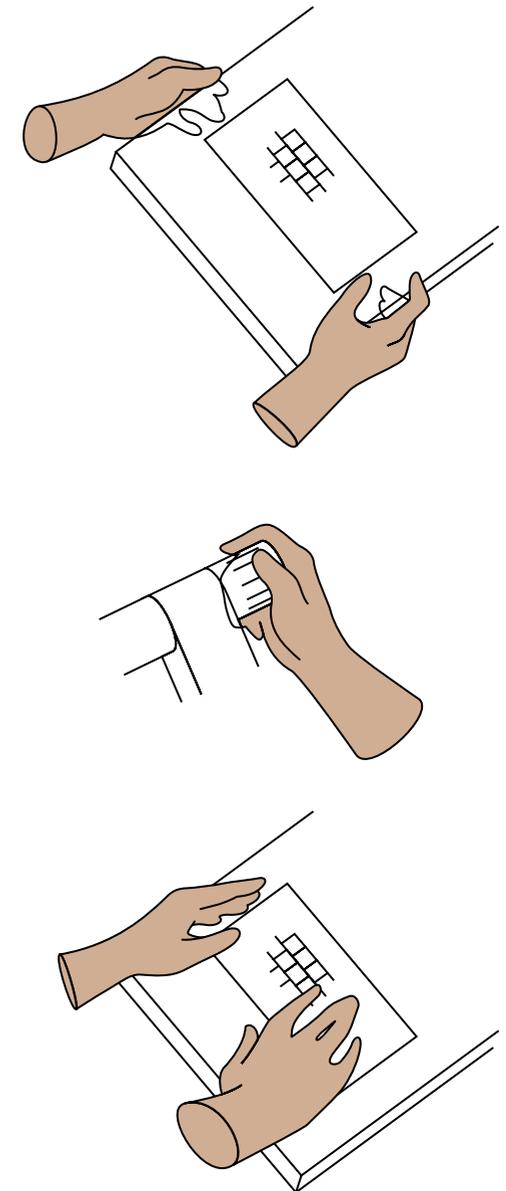
18 Ergonomia, usabilità

L'ergonomia fisica prende in esame i rapporti fisici antropometrici tra l'uomo e l'ambiente circostante (Di Nocera, 2004). Ad esempio se siamo interessati agli aspetti ergonomici del nostro prodotto, saremo nel campo dell'ergonomia fisica quando focalizzeremo il nostro interesse sull'altezza del monitor, il posizionamento della tastiera, sulla forza che occorre applicare per ottenere una rotazione del pannello. Parliamo invece di usabilità quando si analizza un prodotto in base alla sua trasparenza cognitiva. Un oggetto, ma anche un servizio o un sistema complesso, sarà tanto più usabile da qualsiasi utente quanto più il suo funzionamento sarà comprensibile (Vandi, Nicoletti, 2011). Nel nostro caso, occorre comprendere come la regolazione della tastiera e la direzionabilità del pannello saranno percepite.

Lo studio dell'ergonomia è stato presente pari passo all'evoluzione di tutto il processo dello sviluppo prodotto. L'interazione dell'utente al pannello operatore si può suddividere in più azioni: rotazione dell'elemento, regolazione della tastiera, digitazione comandi (illustrazione 18.0.1).

Per poter ruotare la visuale, sul pannello operatore sono state considerate le sporgenze degli elementi come punti di presa: l'elemento viene maneggiato a fianco dello schermo oppure dalla tastiera. La geometria dell'elemento

18.0.1 Studi di approccio all'uso



tastiera è stata dunque ragionata affinché ci potesse essere un'area laterale sufficiente per poter consentire una presa salda all'elemento.

Occorre inoltre che la geometria della tastiera abbia spazio sufficiente all'appoggio del palmo delle mani durante la digitazione per limitare l'affaticamento, ciò implica che la tastiera sarà posizionata tenendo conto di un margine inferiore di appoggio.

In base ai percentili riportati già precedentemente (capitolo 9) sono state identificate le tre inclinazioni della tastiera per consentire l'utilizzo pratico del prodotto: il *minimale*, la *media*, il *massimale*.

Per consentire inoltre la regolazione in maniera pratica, sono state fatte prove di dimensionamento della manopola, valutando il diametro e la gestualità.

Una volta definite le inclinazioni della tastiera che identificano i tre posizionamenti, la comunicazione per rendere di comprensione universale la mobilità avviene attraverso un segno grafico sull'elemento fisso che andrà a relazionarsi con un secondo segno grafico sull'elemento tastiera. Come per la regolazione meccanica di una radio, o per un timer da cucina a molla, il segno grafico si può limitare a un punto o un segmento di riferimento in relazione ad un sistema metrico.

La geometria stessa della manopola necessita che sia identificata come tale,

e che quindi si possa comprendere la sua funzione.

Per lo studio sull'ergonomia sono stati generati dei test di forma, sperimentando come le variazioni delle dimensioni potessero rendere un utilizzo più o meno gradevole, pratico o naturale. Usando oggetti quotidiani, sono state fatte considerazioni sui volumi. I test generati sono stati sulle dimensioni della tastiera (*larghezza, spessore*), cercando di comprendere quanto spazio è necessario per la digitazione e quale spessore occorre per afferrare lateralmente l'elemento per esercitare forza per la rotazione. Il *posizionamento* degli eventuali pulsanti e la loro disposizione sono stati già articolati precedentemente, ma con una prova fisica sono state fatte verifiche sulla gestualità. Per la manopola di regolazione della tastiera sono stati valutati *diametri* differenti e il movimento (appendice A).

19 Family feeling

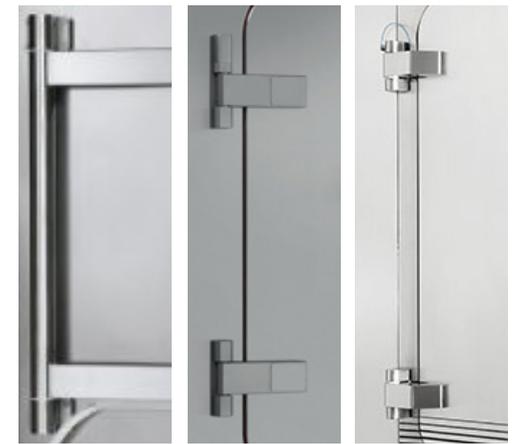
Lo stile ricorrente nelle macchine IMA è estremamente funzionale e geometrico. Come abbiamo già visto durante la ricerca, le macchine industriali della famiglia IMA Active si differenziano tra loro in modo particolare dalla funzione che devono ricoprire ed i dettagli, di conseguenza, hanno caratteristiche estremamente variegate. Le linee del pannello operatore devono rispecchiare l'estrema funzionalità degli elementi che lo compongono.

Gli elementi presi di riferimento per l'elemento tastiera sono state le cerniere già presenti in alcune macchine della famiglia, in particolare nelle macchine di coating, come Effecta e Perfima, e le washing, come Atantis (immagini 19.0.1). Per la lampada è stato scelto lo stesso materiale e lo stesso trattamento superficiale già utilizzati in IMA Active in alcune pannellature in plexiglass come nella Prexima (immagine 19.0.2). In dettaglio è stato necessario unificare la familiarità delle geometrie a disposizione, come la copertura del monitor, la giunzione con la tastiera e l'elemento della tastiera in sé. La linea generale del prodotto ricerca una continuità di forma, limitando il più possibile variazioni dei profili nei punti di giunzione tra le componenti. Gli elementi di separazione della struttura vengono dettati dalla variazione materica

nella lampada, e dalla variazione della sezione nel modulo base.

La comunicazione grafica riportata sui prodotti è riassumibile in tre elementi: la fascia adesiva superiore al prodotto con il naming, una banda grafica nella zona inferiore del prodotto e il logo posizionato su accessori o elementi di dettaglio (capitolo 7). Nel pannello operatore progettato viene applicata un'ipotesi di branding.

19.0.1 Cerniere



19.0.2 Comunicazione luminosa



fonti <https://ima.it/pharma/portfolio>
<https://www.youtube.com/c/IMAGroup>

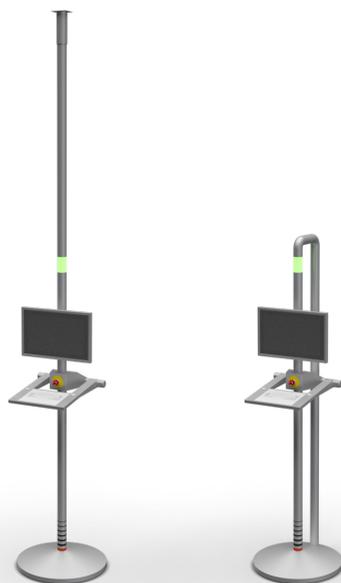
20 Linee guida

Avendo analizzato le parti che compongono il prodotto, l'ergonomia e lo stile, per rispondere alla richiesta aziendale (capitolo 2) sarebbe sufficiente definire le linee guida necessarie al reparto tecnico per la realizzazione del pannello operatore, ma per lo sviluppo del nostro progetto è stato invece necessario generare una soluzione tecnica, pur rimanendo ad un livello di studio.

Oltre ad una coerenza stilistica geometrica con i macchinari, viene ricercata una continuità visiva tra le componenti del prodotto stesso. La struttura si presenta come un elemento *tubolare* di *spessore omogeneo* a cui vengono fissati gli elementi di comando (monitor e tastiera) ed in cui anche l'elemento lampada è coerente con lo spessore costante definito. Gli elementi di guarnizione dove è possibile sono nascosti all'interno della struttura, sempre ricercando una continuità visiva delle componenti. L'elemento strutturale centrale, a cui sono fissati il monitor e la tastiera, ammette una *rotazione parziale* sul suo asse verticale e la lampada è la componente di unione tra la struttura centrale mobile e il suo prolungamento rigido. I cavi giungono alla struttura attraverso l'elemento soprastante la lampada. Il prodotto si presenta con due varianti di struttura (illustrazione 20.0.1) e con la flessibilità di realizzazione della pulsantiera.

Il prodotto a noi richiesto risulterà tra le proposte aziendali da affiancare alla vendita di una macchina industriale farmaceutica. Ci possiamo facilmente immaginare che non tutti i clienti sceglieranno questa soluzione per il pannello operatore e privilegeranno dove sarà possibile la soluzione standard *through the wall* (a muro) poichè è la soluzione più consolidata e meno impattante all'interno del layout. Indicativamente dunque possiamo stimare una domanda in decine di prodotti annui e di conseguenza orientarci a limitare gli investimenti fissi optando per tecnologie flessibili durante il nostro studio di una soluzione tecnica.

20.0.1 Varianti di struttura



21 Dettagli

Monitor

L'elemento commerciale identificato è il modello 5AP93D.185B-B62 di B&R, il componente commerciale è della stessa famiglia del prodotto analizzato durante gli studi (capitolo 17.1), ma è un modello leggermente più piccolo con lo schermo da 18.5". L'elemento commerciale necessita un cambiamento al componente di copertura poichè occorre una ulteriore foratura per consentire il passaggio della struttura centrale. La scocca di protezione sostitutiva viene realizzata con una lamiera in acciaio inox, tagliata e saldata, rispondendo ai vincoli della pulizia delle superfici e dello scorrimento delle polveri attraverso la geometria e la finitura

21.0.1 Componente modificata



superficiale della lamiera (illustrazione 21.0.1). La soluzione di fissaggio prevede un componente vincolato alla struttura centrale a cui viene unito il monitor (illustrazione 21.0.2).

Il posizionamento del monitor è già stato identificato durante la fase di sviluppo prodotto (capitolo 17.1) ed è ad un'altezza di 160 cm da terra. L'altezza è fissata convenzionalmente dall'azienda come altezza media.

Tastiera

A partire dagli studi dell'ergonomia e dai test generati in fase di sviluppo (capitolo 18) vengono definiti i volumi dell'elemento tastiera. Lo spessore deve essere sufficiente per permettere una

21.0.2 Elemento di fissaggio del monitor



presa salda laterale per poter ruotare l'intero pannello senza difficoltà. La larghezza dell'elemento è stata definita, con le prove di ergonomia, basandosi sulle esigenze degli elementi che compongono la tastiera. La digitazione avviene tramite l'utilizzo di uno schermo touch e la pulsantiera, che andremo ad analizzare a breve, occupa le due aree laterali allo schermo. I volumi fin qui identificati risultano rispettivamente 20 e 400 millimetri.

La soluzione progettuale identificata utilizza un monitor di 13.3" poiché la larghezza risulta sufficiente per replicare una tastiera digitale. L'introduzione di questo monitor rende possibile mantenere una visibilità globale delle informazioni dello schermo principale durante la digitazione e genera la possibilità di utilizzare questa nuova superficie come ampliamento del pannello operatore standard con la visibilità di ulteriori informazioni. Le due aree laterali al monitor consentono una presa salda del pannello senza il rischio di urtare comandi accidentalmente.

Per la regolazione del piano sono disposte due manopole agli estremi retrostanti della tastiera. La movimentazione avviene applicando una rotazione ad una delle due manopole in maniera indistinta tra loro. La raggiungibilità della manopola dalla postazione di comando impone un vincolo dimensionale frontale (capitolo 9) che limita di conseguenza la sporgenza massima della tastiera.

La manopola per la regolazione della tastiera è posizionata simmetricamente

da entrambe le parti, e sono utilizzabili in maniera indistinta (illustrazione 21.0.3). Per la regolazione della tastiera è stato pensato un dettaglio grafico per facilitare la regolazione del piano inclinato (illustrazione 21.0.4).

Per la movimentazione della tastiera è stato pensato l'utilizzo di una meccanica con un rapporto di riduzione elevato in modo tale da non ottenere un moto retrogrado dell'elemento. Se si ipotizzasse un rapporto 1:60 ogni giro completo di manopola sposterebbe l'elemento con una rotazione di 6 gradi. Avendo definito i limiti della rotazione, possiamo dire che con tre giri della manopola arriviamo dal minimo al massimo delle nostre possibilità (illustrazione 21.0.5).

Nell'elemento di legame alla struttura viene riposto il pulsante di emergenza. All'interno della carteratura passano i cavi per i pulsanti e la tastiera ed anche la meccanica per la regolazione dell'elemento tastiera. In caso di manutenzioni è necessario potere accedere alle componenti, per cui è stata ipotizzata una copertura inferiore removibile sia per la tastiera che nell'elemento di legame alla struttura (illustrazione 21.0.6). I componenti della tastiera sono ottenibili da una lamiera di acciaio inox e un tubolare, tagliati e saldati.

Pulsantiera

La pulsantiera è disposta lateralmente al supporto di digitazione e la zona configurabile è identificata da un limite

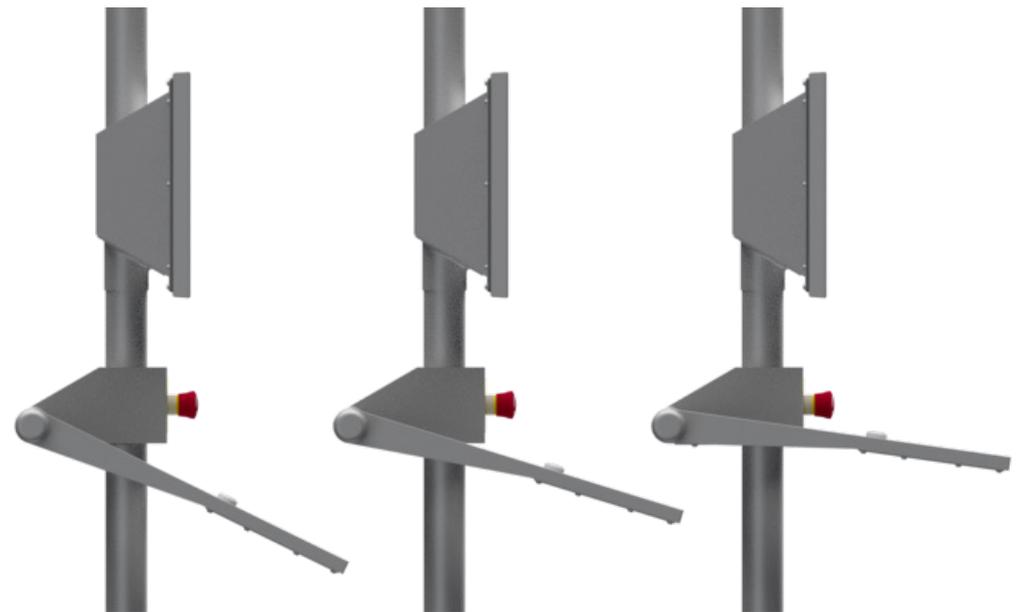
21.0.3 Mobilità della tastiera



21.0.4 Elemento grafico



21.0.5 Mobilità della tastiera (estensione minima, media e massima)



21.0.6 Accessibilità di manutenzione

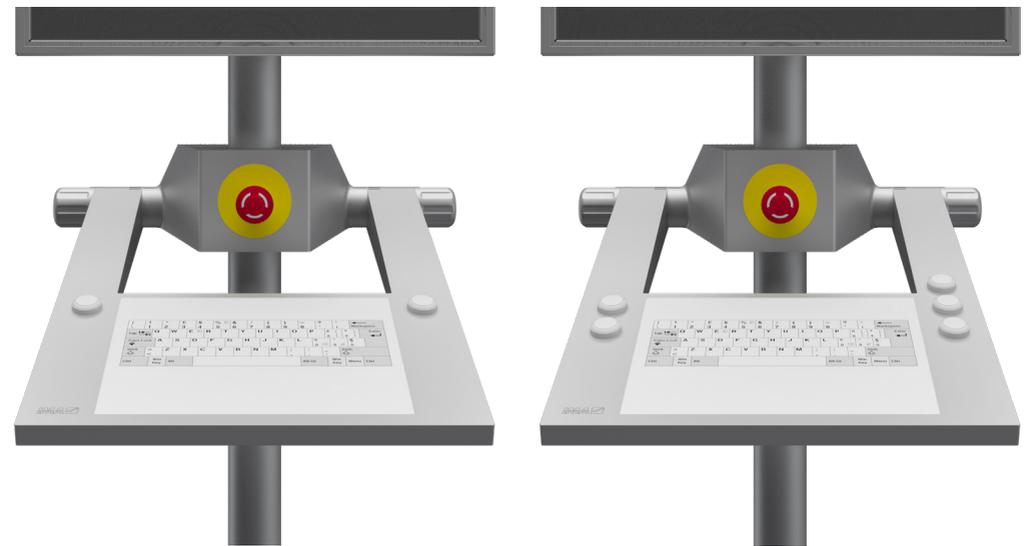


inferiore di una quindicina di centimetri necessari per poter impugnare la tastiera per applicare forza per la rotazione. La configurazione standard presenta due elementi: il pulsante di accensione e la chiave di sicurezza. A questi possono essere aggiunti su richiesta o per necessità della macchina altri comandi come la marcia, l'arresto, il reset o il doppio comando per i macchinari ATEX. In fase di produzione, la lamiera verrà forata in base alle esigenze del caso. In maniera indicativa la posizione dei pulsanti affianca la parte superiore dello schermo, ma per esigenze di spazio può essere occupata la zona adiacente superiore (illustrazione 21.0.7).

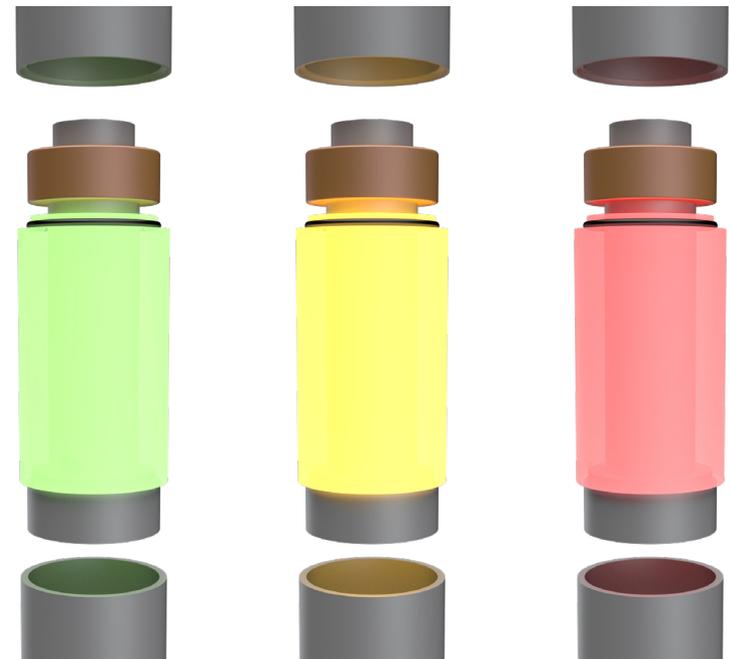
Lampada

La componente di comunicazione luminosa dello stato generale della macchina rispetta il codice colore utilizzato da IMA Active (illustrazione 21.0.8). La lampada funge da congiunzione tra l'elemento ruotante e l'elemento di sostegno fisso. La soluzione proposta prevede un accoppiamento meccanico all'elemento mobile e una boccola a contatto con l'elemento di sostegno superiore. La lampada studiata si compone da un elemento strutturale (1) a cui si incastrano la fonte luminosa (led) (2), il plexiglass sabbato per la rifrazione della luce (3), una guarnizione per le

21.0.7 Composizione della pulsantiera



21.0.8 Codice colore



polveri (4) e la boccola (5)(illustrazione 21.0.9). Il posizionamento della lampada prende in considerazione i valori dei percentili per limitare l'affaticamento della vista durante l'utilizzo del pannello operatore. La lampada è dunque posta attorno ai due metri di altezza con una luce soffusa verso l'alto.

Base e sostegno

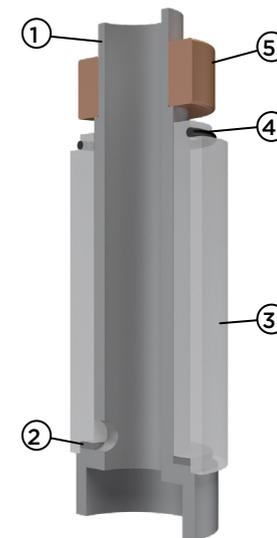
L'elemento su cui poggia il carico verticale ha una geometria bassa e larga per poter sostenere le sollecitazioni. Le dimensioni non possono essere troppo estese perchè altrimenti intralcerrebbero l'utente durante l'utilizzo. Un giusto compromesso per il dimensionamento della base risulta un diametro di 600 millimetri. È possibile realizzare l'elemento che consente la rotazione in molti modi. Per la nostra soluzione progettuale è stata scelta una boccola in bronzo, si tratta di una soluzione efficace se non ci sono grandi carichi o grandi velocità interessate, come nel nostro caso. Per azionare lo spostamento occorre imprimere una leggera forza, tale da superare l'attrito degli elementi. Se in fase di progettazione e dimensionamento si rendesse necessario utilizzare dei cuscinetti è possibile sostituire la boccola con dei cuscinetti, rendendo la rotazione dell'elemento anche più fluida. Al nostro livello di dettaglio non è stato possibile fare un dimensionamento accurato, poichè ci siamo limitati ad uno studio della geometria.

Tenendo conto della possibilità che

venga richiesto il modulo di sostegno che si fissi verso il soffitto oppure del sostegno ripiegato che si vincola alla base stessa, nella cuffia di protezione dalle polveri occorrerà eventualmente generare un secondo foro in fase di produzione (illustrazione 21.0.10). La mobilità è vincolata dalla geometria della base e della struttura, ma nel caso in cui il sostegno è a terra, la mobilità è ridotta ulteriormente dall'impedimento fisico della tastiera (illustrazione 21.0.11).

La componente del sostegno strutturale e la cuffia della base sono due elementi direttamente relazionati, infatti nel caso si utilizzi il sostegno rivolto verso terra occorrerà generare un foro durante la produzione dell'elemento di protezione della base (illustrazione 21.0.10B).

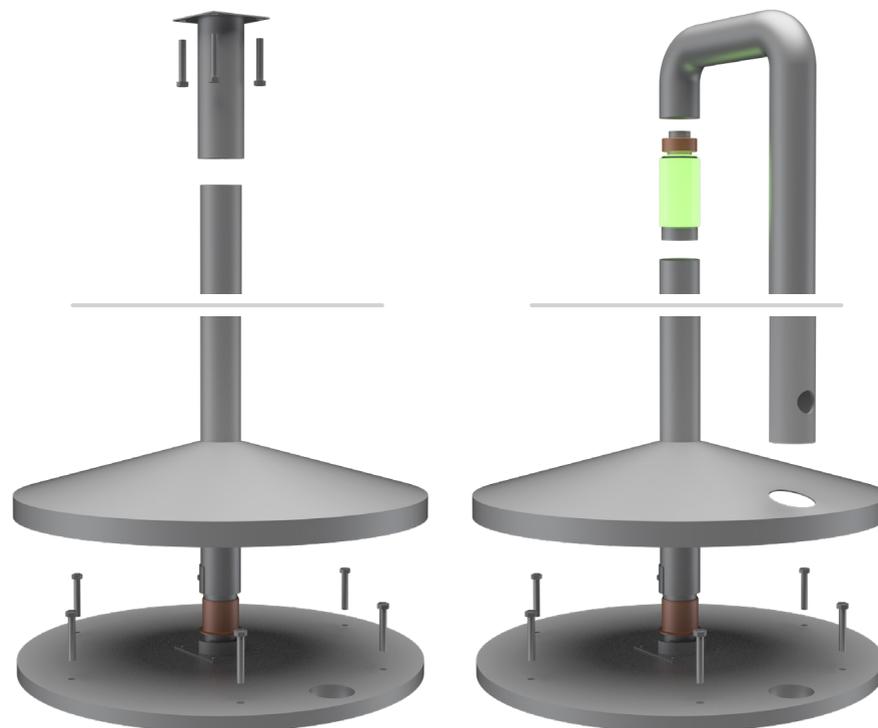
21.0.9 Elementi della lampada



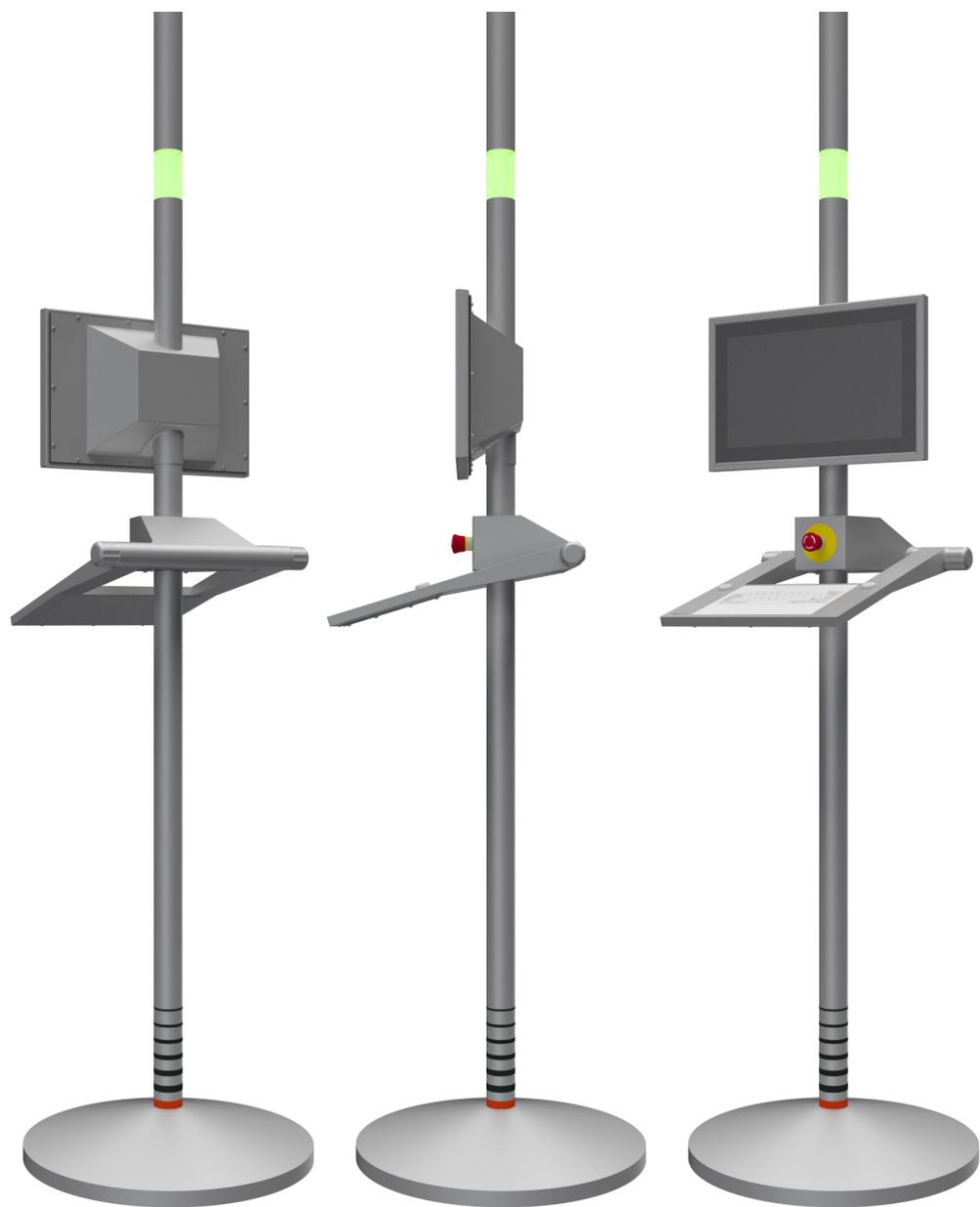
Legenda:

- ① Struttura
- ② Led
- ③ Plexiglass
- ④ Guarnizione
- ⑤ Boccola

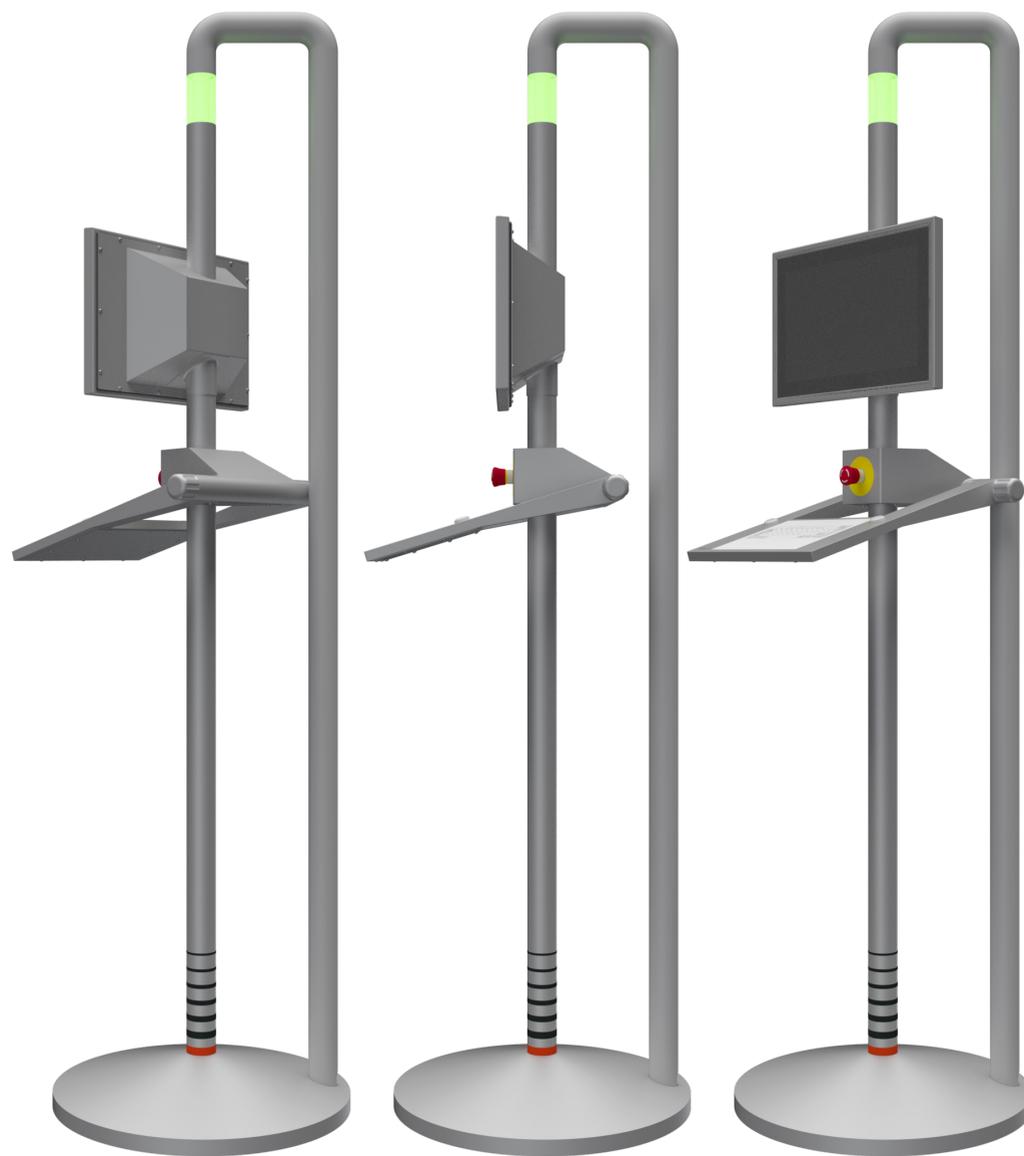
21.0.10 Varianti della struttura (A,B)



21.0.11 Mobilità del pannello operatore (A)



21.0.11 Mobilità del pannello operatore (B)



STEP 5 | **Conclusioni**

22 Prodotto

Partendo dalla richiesta aziendale di generare un pannello operatore *separato* dalla macchina industriale, sono stati analizzati il contesto aziendale, le relazioni uomo-macchina e macchina-ambiente identificando il bisogno di *spazio di transito* non ostacolato da elementi all'interno della stanza, la *protezione dei cavi*, l'esigenza di una *facile pulizia*. Queste richieste si rispecchiano nel prodotto rispettivamente nella *disposizione* all'interno del *layout*, nella *geometria della struttura* e nella *geometria degli elementi*. Grazie alla *modularità* del prodotto, è possibile usufruire del pannello operatore stand alone con una disposizione fino al soffitto oppure come elemento appoggiato a terra rispondendo a esigenze possibili dei layout. Dal brief sappiamo che il pannello operatore deve affiancare macchine automatiche molto diverse da loro per forma e funzione, è stato necessario per tanto rendere *flessibile* il pannello comandi attraverso una *pulsantiera configurabile* e rendere *riconoscibile* l'identità aziendale attraverso la *geometria funzionale del prodotto* e le regole del *machine branding*.

L'elemento posizionato all'interno della stanza assume una funzione di *faro* di riferimento, da cui l'utente si orienta e raccoglie informazioni.

Facendo riferimento alle possibilità di sviluppo del prodotto (capitolo 12, in particolare il grafico 12.0.1) il pannello

operatore risponde ad alcune delle direzioni progettuali identificate. Lo scopo di introdurre un elemento nuovo all'interno della stanza anche quando non è strettamente vincolato, deve essere giustificato da elementi caratteristici che avvalorino il suo utilizzo.

Primo tra tutti si può considerare una *comodità d'uso* l'avvicinamento fisico del pannello alla macchina, dunque il suo *posizionamento*.

Introducendo la seconda piattaforma interattiva con la funzione anche di tastiera, lasciamo spazio alla possibilità di avere una *versatilità di informazioni* all'interno di un secondo monitor. La scelta di introdurre questo elemento genera la possibilità di ottenere una *versatilità* dei contenuti ragionando lo sviluppo di una comunicazione all'operatore a più schermi, dando priorità al primo schermo e aggiungendo informazioni di contorno al secondo. Durante l'utilizzo del secondo monitor come supporto per la digitazione sarà possibile mantenere visibile il monitoraggio globale della macchina. È possibile ipotizzare di aggiungere una replica del riquadro di testo sul secondo schermo durante la digitazione e ciò consentirebbe una *facilitazione* per la correzione e riletture rapida del contenuto (illustrazione 22.0.1). La digitazione non più sul monitor principale, posto verticalmente ad altezza occhi, ma posizionata su un apposito supporto migliora l'usabilità del prodotto, facilitando la digitazione

rapida di note o modifiche dei parametri senza distogliere l'attenzione alla visione dei parametri generali del processo.

Gli elementi del pannello operatore sono disposti sulla base delle normative e degli studi delle postazioni a terminale.

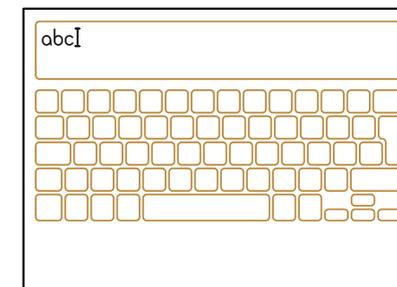
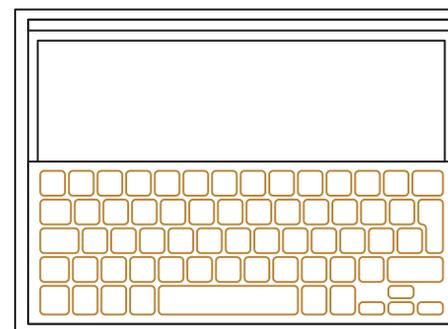
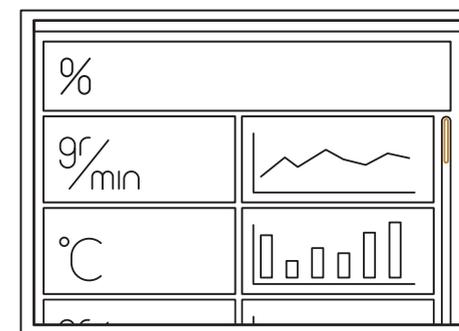
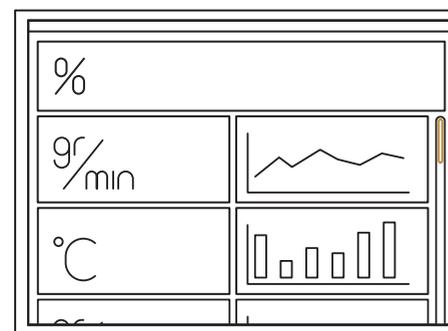
Per l'operatore è possibile regolare l'inclinazione del supporto di digitazione a suo piacere. Questa interazione con la manopola risulta intuitiva considerando la familiarità dell'utente con gestualità di azionamento e la geometria distinta della manopola. Attraverso lo studio basto sui percentili e la mobilità dell'elemento,

il prodotto può essere adoperato da un'ampia fascia di utenti.

La *comodità d'uso* del prodotto è risultata rispettata sotto più aspetti attraverso la *composizione* delle parti.

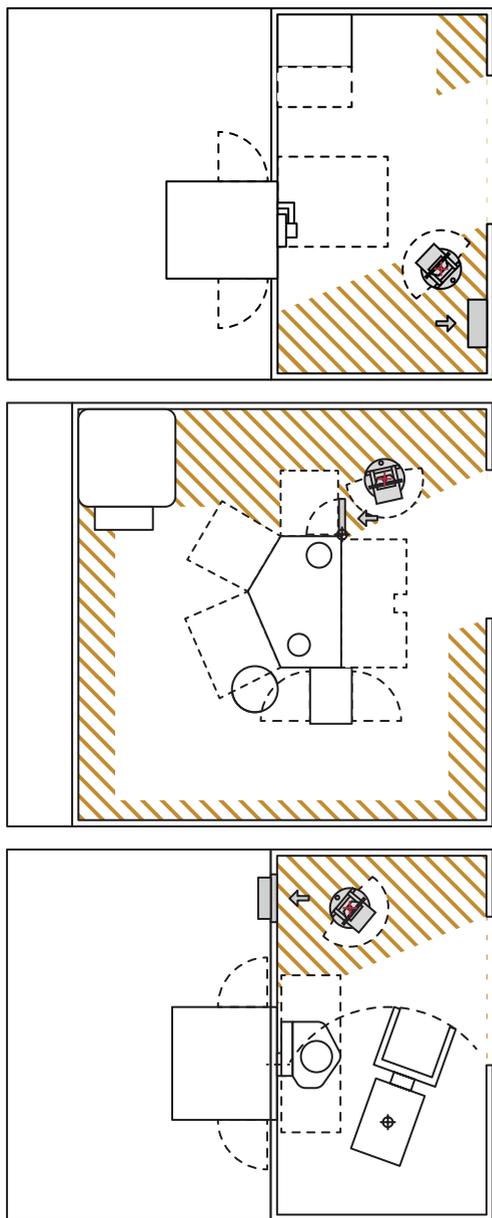
La peculiarità di poter regolare secondo le esigenze sia la visuale del monitor, sia l'inclinazione della tastiera risponde inoltre alla *versatilità* del prodotto nella sua *mobilità*.

22.0.1 Confronto dell'utilizzo della tastiera

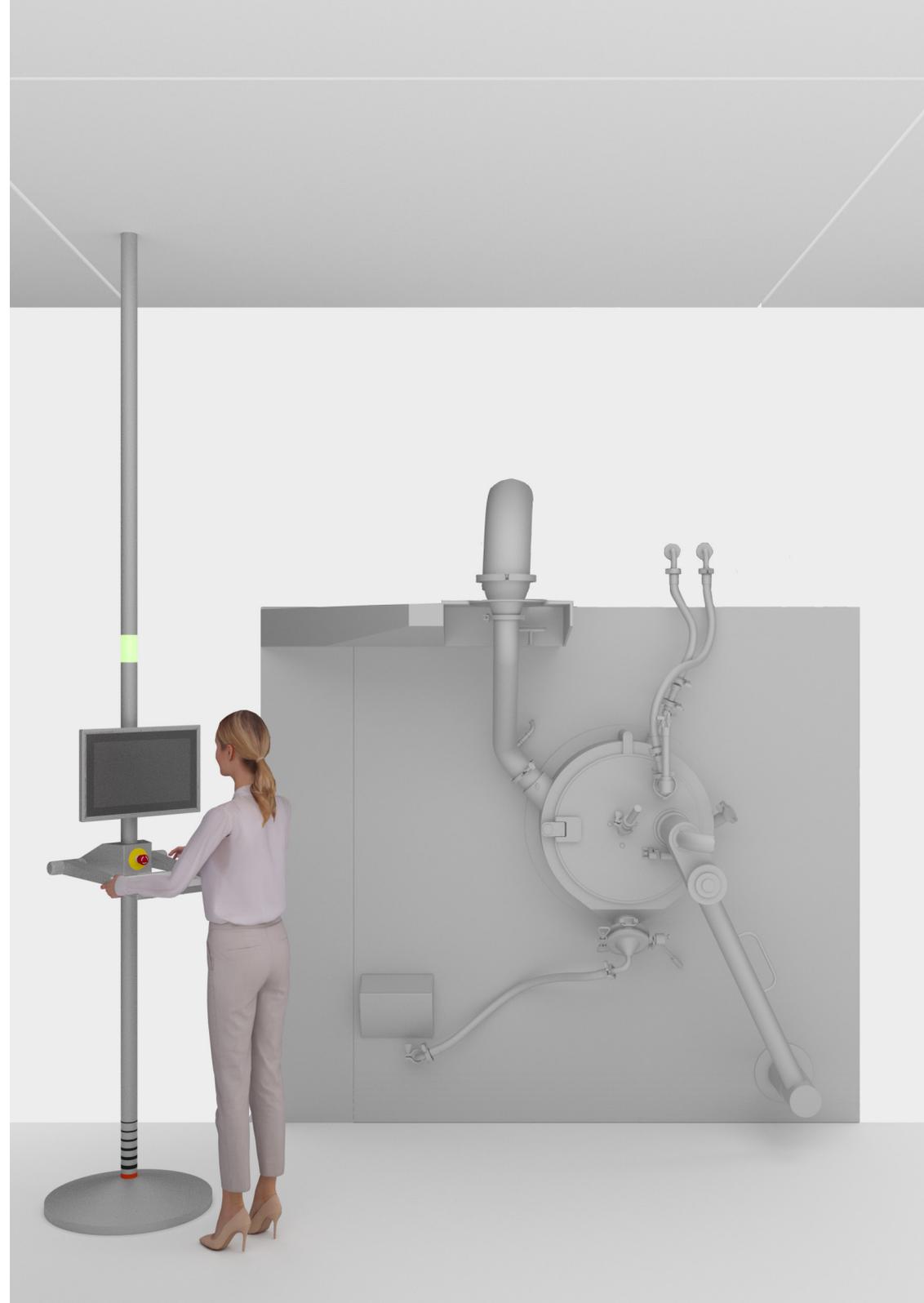


23 Layout

23.0.1 Disposizione nel layout (in ordine verticale: Adapta, Perfima, Roto Cube)



Riprendendo in esame le disposizioni standard (capitolo 6) risulta interessante posizionare il pannello operatore all'interno del layout. La soluzione progettuale va a sostituirsi all'elemento standard evidenziato nelle illustrazioni (illustrazione 23.0.1) rendendo accessibile le informazioni e facilitando la visibilità dei parametri. Inoltre potendo variare la direzione del pannello è possibile migliorare il monitoraggio rapido all'interno della stanza o verso l'esterno. Come abbiamo visto si identifica lo stato di funzionamento generale della macchina in maniera istantanea attraverso la comunicazione luminosa. Con il pannello posizionato all'interno del layout questo monitoraggio rapido è avvantaggiato; per esempio, nel caso Perfima, il nuovo pannello consentirebbe un monitoraggio ravvicinato alla macchina più ampio e visibile anche dall'esterno della stanza (illustrazione 23.0.1). Non è stato possibile definire vantaggi effettivi nell'utilizzo del pannello stand alone in tutte e dodici le macchine automatiche identificate al capitolo 5, come nel caso di Venus, Atlantis o Cyclopis (illustrazioni 6.0.2 10,11,12).



24 SWOT

Possiamo mappare attraverso una tabella SWOT i punti di forza, debolezza, le opportunità future e le minacce del prodotto riassumendo le caratteristiche del progetto (tabella 24.0.1).

Il pannello è situato all'*interno della stanza* rispondendo alla necessità primaria di un monitoraggio della macchina automatica quando non è possibile utilizzare elementi standard. La soluzione è caratterizzata da una *direzionabilità* dell'informazione e una regolazione della tastiera, consentendo un pratico utilizzo a un *ampio percentile* di utenti. La geometria del prodotto è stata ragionata per proteggere il percorso dei *cavi*. È presente la *comunicazione luminosa* che notifica rapidamente lo stato del processo.

Può essere visto come elemento di debolezza l'orientamento manuale della postazione e fattore limitante la sua mobilità parziale. Non essendo una soluzione standard, la produzione del pannello comporterà di conseguenza *costi* di produzione più elevati che possono disincentivare la preferenza di acquisto.

Per le opportunità future del prodotto è possibile immaginare lo sviluppo di un'interfaccia di *comunicazione su due schermi* rendendo più fluida l'integrazione dei dati e le modifiche dei parametri. È possibile ipotizzare l'aggiunta di un elemento meccanico, tale che aggiungendo una direzione "di preferenza" possa direzionare il pannello, in assenza di un operatore, rendendolo ottimale per un monitoraggio rapido dall'esterno. Questa aggiunta richiederebbe l'integrazione di sensoristica all'interno del layout.

Il posizionamento all'interno della stanza comporta il rischio di un urto violento accidentale che potrebbe minare la capacità strutturale del pannello. La sua orientabilità, poichè direziona l'informazione, causa una difficoltà di lettura al di fuori del cono visivo dello schermo.

24.0.1 SWOT

Strenght

- elemento dentro la stanza
- direzionabilità
- ampio percentile raggiunto
- cavi protetti
- informazione generale d'impatto

Opportunity

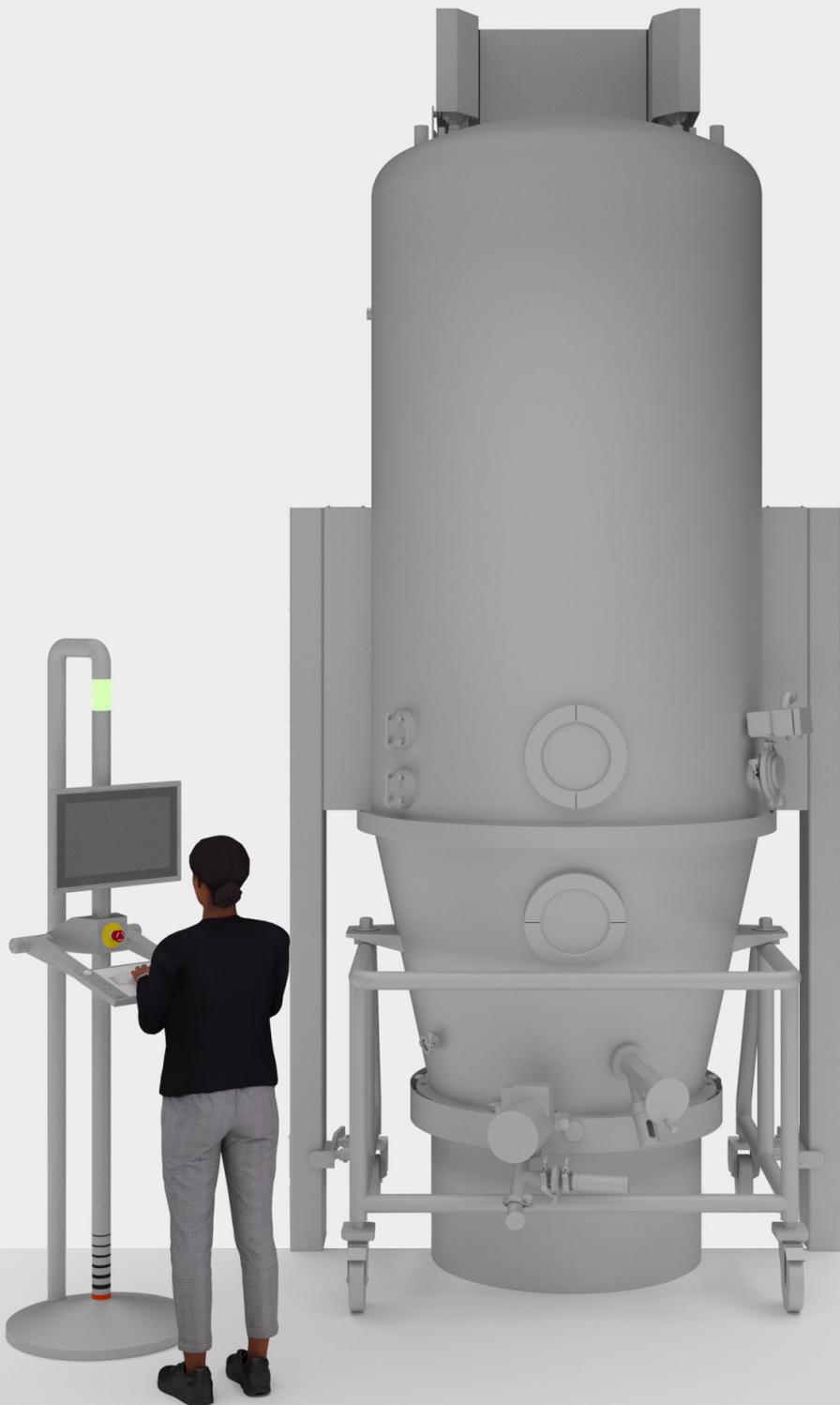
- comunicazione su due schermi
- orientamento in assenza dell'operatore

Weakness

- orientamento manuale
- limitata rotazione
- costo

Threat

- urti violenti accidentali
- orientamento



Pharus

Pharus, i, f.
Faro,
Isoletta presso
Alessandria d'Egitto.

Elemento posto all'interno del layout, lontano dalle pareti che si erige *solitario*.
Punto di riferimento per il monitoraggio delle informazioni.
La lampada comunica la situazione generale del processo;
la rotazione, seppur parziale, del corpo orienta l'informazione.

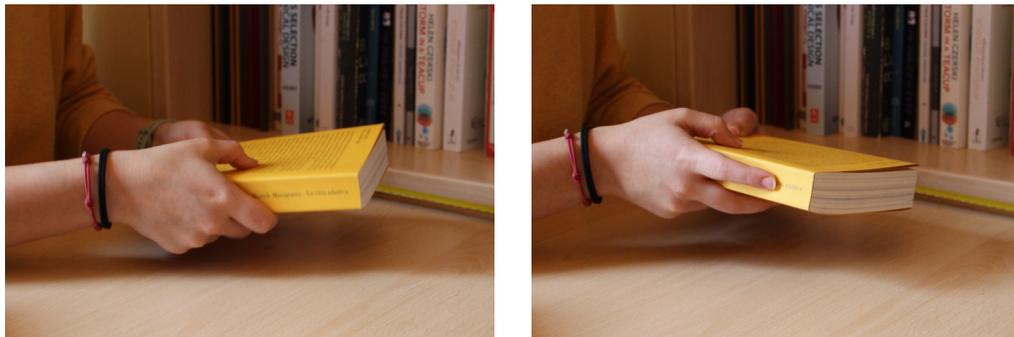
Un faro nella stanza, un'isola nel layout.

A Immagini di studio

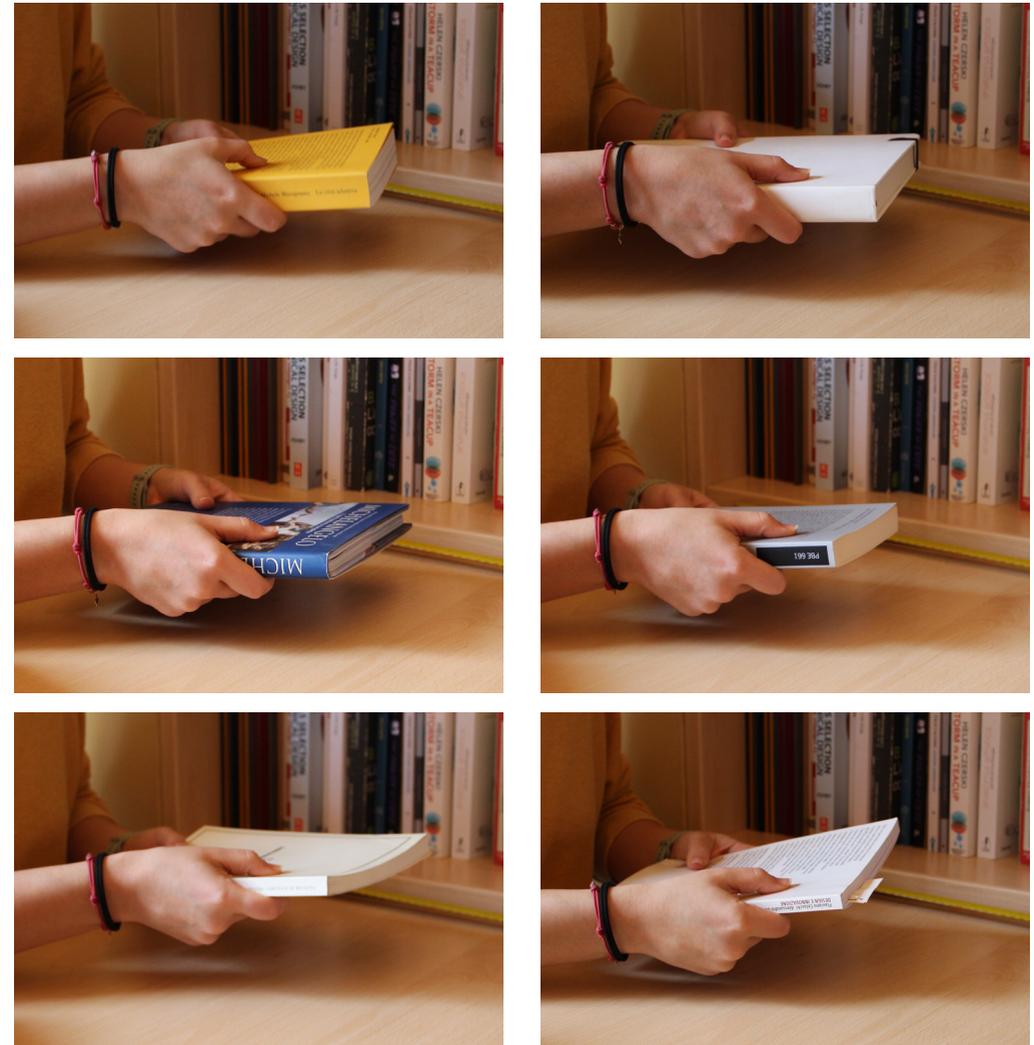
A.1 Considerazioni sui volumi - spessori della manopola



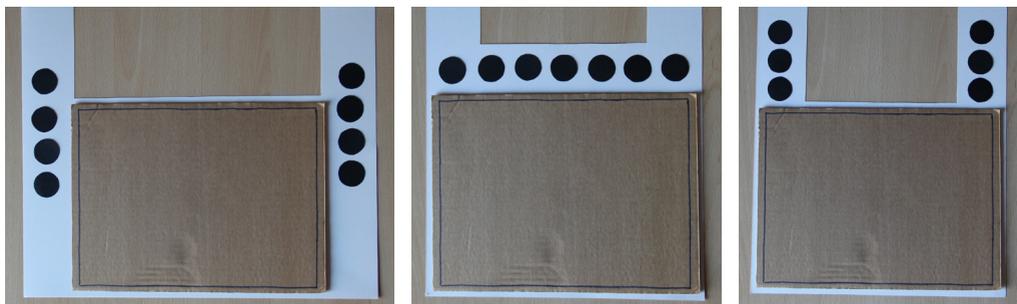
A.2 Considerazioni sui volumi - spessori e pulsanti



A.3 Considerazioni sui volumi - spessore della tastiera



A.4 Considerazioni sulla pulsantiera - disposizione e versatilità



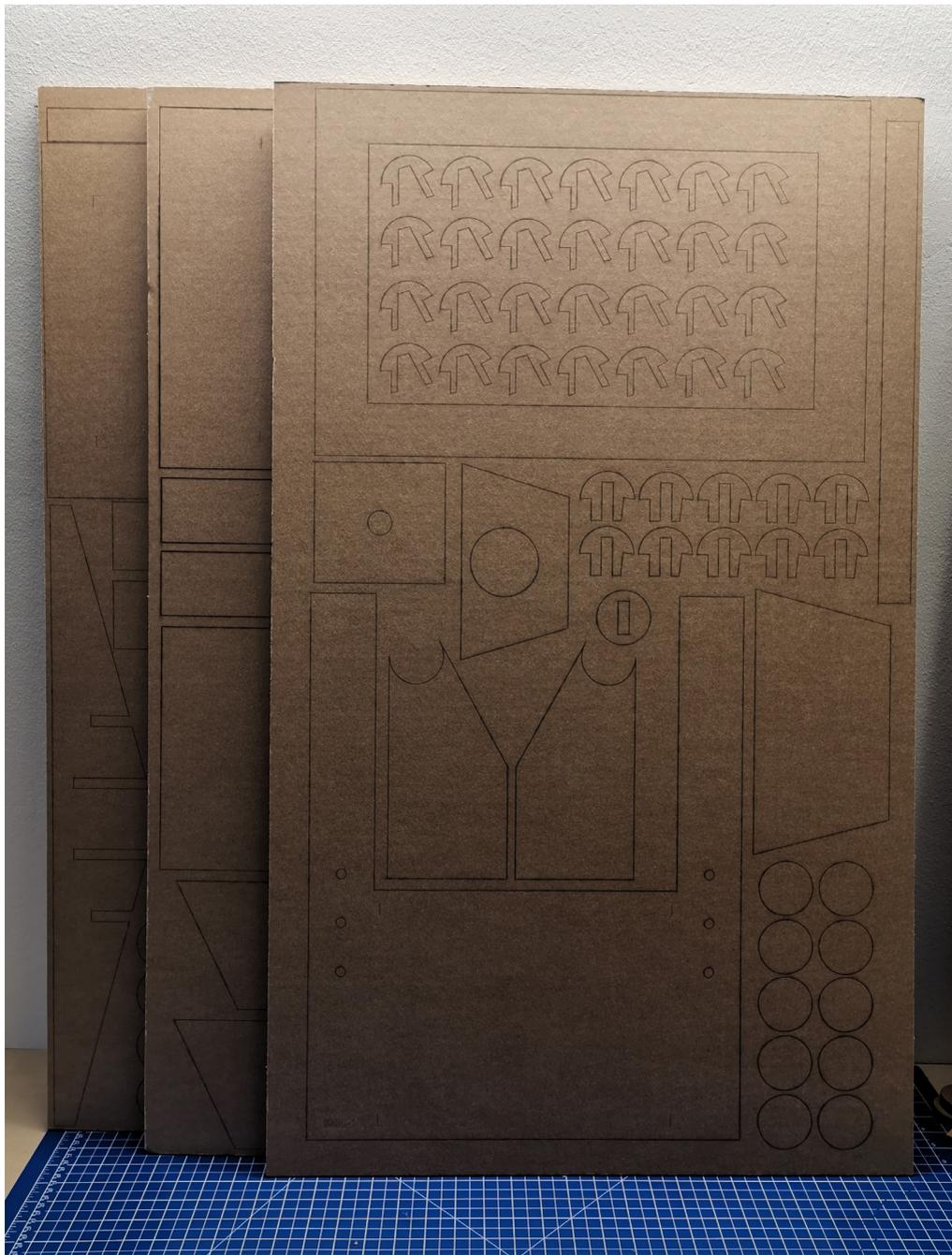
A.5 Studi di approccio all'uso - rotazione della manopola



A.6 Studi di approccio all'uso - modello della tastiera



A.7 Pannellature per il modello di forma



A.8 Modello di forma in scala 1:1 (altezza reale da terra)



A.9 Gestualità - approccio alla manopola



A.10 Dettaglio grafico della tastiera



A.11 Gestualità - pulsanti



A.12 Gestualità - impugnatura laterale





Indice contenuti

Illustrazioni

N°	Pag.	Contenuto:
4.0.1	13	Tipologie di pannelli
6.0.2	22	Disposizione standard
7.0.1	26	Elementi dello stile
8.0.1	27	Tipologie di pulpito IMA
8.1.1	28	Tipologie di pulsanti
9.1.1	37	Rugosità
17.0.1	62	Divisione dei moduli
17.0.2	63	Elementi della composizione
17.1.1	65	Elemento commerciale standard
17.1.2	65	Studio del foro passante sul componente standard
17.1.3	65	Studio dell'elemento sostitutivo 5AP93D.240C-B62
17.1.4	66	Confronto degli ingombri di produzione sulla lamiera
17.2.1	67	Studi di mobilità della geometria
17.2.2	68	Studi di mobilità della tastiera
17.2.3	69	Studi di movimentazione
17.2.4	71	Studi della tastiera
17.2.5	71	Studi della carteratura, vista laterale
17.2.6	71	Studi della carteratura, vista dall'alto
17.3.1	72	Studio di accessibilità, fungo di emergenza
17.3.2	73	Studio di accessibilità, pulsantiera
17.5.1	75	Configurazione del modulo base
17.5.2	75	Funzionamento fine corsa
17.6.1	76	Varianti e percorso cavi
18.0.1	77	Studi di approccio all'uso
20.0.1	80	Varianti di struttura
21.0.1	81	Componente modificata
21.0.2	81	Elemento di fissaggio del monitor
21.0.3	83	Mobilità della tastiera
21.0.4	83	Elemento grafico
21.0.5	83	Mobilità della tastiera (estensione minima, media e massima)
21.0.6	84	Accessibilità di manutenzione
21.0.7	85	Composizione della pulsantiera
21.0.8	85	Codice colore
21.0.9	87	Elementi della lampada
21.0.10	87	Varianti della struttura

21.0.11	88	Mobilità del pannello operatore
22.0.1	93	Confronto dell'utilizzo della tastiera
23.0.1	94	Disposizione nel layout

Tabelle

N°	Pag.	Contenuto:
1.0.1	7	Divisioni di IMA
5.0.3	19	Attività operatore
6.0.1	21	Tipologie di layout
8.2.1	29	Informazioni del processo
9.0.1	31	Definizioni (direttive europee e norme)
9.0.2	32	Norma CEI EN 894-4
9.0.3	33	Codici colore della segnaletica luminosa
9.0.4	34	Direttive ATEX
9.0.5	35	Classificazione aree a rischio esplosione
10.1.1	39	Caratteristiche competitor
14.0.1	56	Confronto dei concept
14.0.2	57	Valutazioni dei concept
24.0.1	96	SWOT

Grafici

N°	Pag.	Contenuto:
5.0.1	14	Divisioni di IMA
9.1.2	37	Tipologie di pulpito IMA
10.0.1	38	Elementi possibili ed elementi necessari
12.0.1	45	Possibilità indagate

Immagini

N°	Pag.	Contenuto:
5.0.2	16	Macchine industriali analizzate
10.2.1	41	Fette, Linea FE
10.2.2	41	Glatt, Twinpro
10.2.3	41	Gea, Consigma
19.0.1	79	Cerniere
19.0.2	79	Comunicazione luminosa
A.1	100	Considerazioni sui volumi - spessori della manopola
A.2	100	Considerazioni sui volumi - spessori e pulsanti
A.3	101	Considerazioni sui volumi - spessore della tastiera
A.4	102	Considerazioni sulla pulsantiera - disposizione e versatilità

A.5	102	Studi di approccio all'uso - rotazione della manopola
A.6	103	Studi di approccio all'uso - modello della tastiera
A.7	104	Pannellature per il modello di forma
A.8	105	Modello di forma in scala 1:1
A.9	103	Gestualità - approccio alla manopola
A.10	103	Dettaglio grafico della tastiera
A.11	103	Gestualità - pulsanti
A.12	103	Gestualità - impugnatura laterale
A.13	103	Accessibilità - arresto d'emergenza

Bibliografia

MARIGO M. - Rischio atmosfere esplosive ATEX (2017)

Journal of Clinical and Diagnostic Research, 2013 February, Vol-7(2)

LAURICELLA M. - Anatomia artistica carnet di morfologia, L'ippocampo 2017

DI NOCERA F. - Che cos'è l'ergonomia cognitiva, Carocci 2004

NICOLETTI R., VANDI C. - L'usabilità modelli e progettazione, Carocci 2011

CELASCHI F. DESERTI A. - Design e innovazione strumenti e pratiche per la ricerca applicata, Carocci 2007

ANTHONY R. N., HAWKINS D. F., MACRÌ D. M., MERCHANT K. A. - Sistemi di controllo analisi economiche per decisioni aziendali, McGraw-Hill 2012

NICOLETTI R., RUMINATI R., LOTTO L. - Psicologia processi cognitivi, teoria e applicazioni 2017

Sitografia

<https://ima.it/it/>

NORMATIVE

direttiva2006_42_ce, EN 60447 (CEI 16-5), EN 60073 (CEI 16-3), EN 61310-1 (CEI 44-8), CEI 64-8, EN 60204-1 (CEI 44-5), EN 60947-5-1 (CEI 17-45), EN 60439-1 (CEI 17-13/1), EN 894-4, EN ISO 13850, EN 12464-1.

<https://www.atexitalia.it/atex/>

<https://www.atexitalia.it/direttivestandard/>

<https://www.teknoring.com/news/antincendio/atex-atmosfera-esplosive-guida-direttiva-e-classificazione/>

<https://it.wikipedia.org/wiki/ATEX>

<https://medium.com/@QualitySystemsSrl/i-documenti-gmp-da-conoscere-9a06c07ad767>

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:IT:PDF>

<https://www.iapb.it/come-stare-al-monitor-senza>

<https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/adult-health/in-depth/standing-workstation/art-20088544>

COMPETITORS

<https://www.glatt.com/en/home/>

<https://www.muellerprocessing.com/en/products>

<https://www.boschpackaging.com/products/pharma-biopharma-and-fine-chemicals>

<https://www.gea.com/it/index.jsp>

<https://www.fette-compacting.com/en/>

<https://www.romaco.com/en/exploiting-technologies/kilian/>

<https://www.mg2.it/processing/>

<https://www.hoeffliger.com/>

<http://www.sjpmt.com/en/product/vantix>

<https://www.iwtpharma.com/en/home.html>

COMPONENTI HMI

<https://www.br-automation.com/it-it/prodotti/hmi/>

<https://new.siemens.com/it/it/prodotti/automazione/hmi/pannelli-operatore.html>

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

<https://www.esa-automation.com/it/prodotti/hmi/>

<https://ab.rockwellautomation.com/it/Computers>

<https://www.garz-fricke.com/en/products/embedded-systems/>

<https://en.sslog.de/>

<https://eink.com/index.html>

<https://www.washable-keyboards.com/cleankeys/>

FONTI MODELLI 3D

<https://www.skf.com/>

<https://www.cgtrader.com/renderpeople>

<https://www.cgtrader.com/max-shah>

<https://www.cgtrader.com/catmartovski>

fonti immagini:

https://it.wikipedia.org/wiki/File:Italian_Keyboard_layout.svg

<https://ima.it/pharma/machine/adapta/>

<https://ima.it/pharma/machine/practica/>

<https://ima.it/pharma/machine/prexima/>

<https://ima.it/pharma/machine/effecta/>

<https://ima.it/pharma/machine/perfima/>

<https://ima.it/pharma/machine/aria/>

<https://ima.it/pharma/machine/ghibli/>

<https://ima.it/pharma/machine/roto-mix/>

<https://ima.it/pharma/machine/roto-cube/>

<https://ima.it/pharma/machine/venus/>

<https://ima.it/pharma/machine/atlantis/>

<https://ima.it/pharma/machine/cyclops/>

<https://www.fette-compacting.com/en/>

<https://www.gea.com/it/products/tablet-presses/continuous-direct-compression-line/>

[consigma-continuous-direct-compression-cdc.jsp](https://www.gea.com/it/products/tablet-presses/continuous-direct-compression-cdc.jsp)

<https://www.glatt.com/en/products/twinpror/>

<https://youtu.be/v8ORJD5amdI> (IMA Group - fotogramma al 00:06)

Ringrazio il mio relatore *Lorenzo Maldina* per i consigli e per il supporto ricevuto durante tutto il mio percorso. Ringrazio *Nicola Gandolfi*, correlatore, che mi ha seguita dandomi l'opportunità di imparare molto durante i due tirocini all'interno dell'azienda. Ringrazio il *gruppo dell'ufficio* per la disponibilità e il loro tempo che mi hanno dedicato durante il tempo trascorso in azienda. Per la conclusione del mio percorso di studi vorrei ringraziare anche il *corpo docenti* con cui ho potuto accrescere le mie capacità da progettista.

Vorrei condividere questo successo con *Alvi* che mi ha accompagnata durante i miei studi credendo sempre in me. Ringrazio *Davide, Emanuele e Isabella* per il grande supporto ricevuto e per il contributo di tempo e pazienza che hanno speso per me. Ringrazio la compagnia di questa magistrale di *TBOU, Giulia, Zakaria, Ronaldo, Cecilia, Elia* e *Gabriele* sempre presenti per alleggerire le giornate.

Grazie *famiglia* che sei sempre presente.