



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "E. VITTORIA"

CORSO DI LAUREA IN

DESIGN PER L'INNOVAZIONE DIGITALE

TITOLO DELLA TESI

SICUREZZA SUL PONTEGGIO EDILE - CASO STUDIO:
INTERAZIONE CON LE BOTOLE DI PASSAGGIO E
MONITORAGGIO DELLA STRUTTURA

Laureando/a

Nome... MARIANI FEDERICO

Firma... *Mariani Federico*

Relatore

Nome... BRADINI LUCA

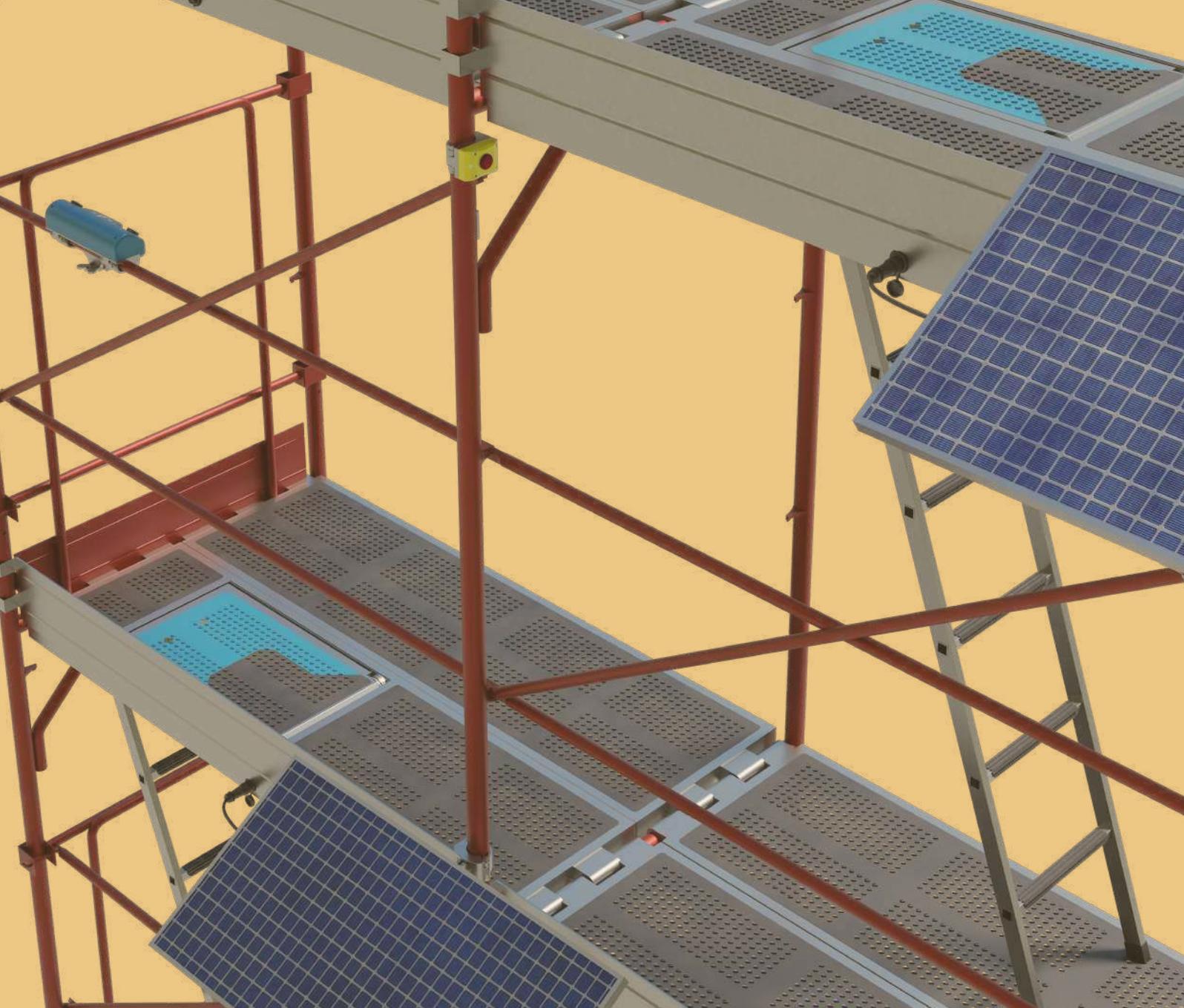
Firma

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

.....
.....

ANNO ACCADEMICO

2022/2023



Sicurezza sul Ponteggio Edile

Caso Studio: Interazione con le Botole di passaggio e Monitoraggio della struttura

Tesi di Laurea

Laureando | Mariani Federico

Relatore | Bradini Luca

Corso di Laurea Magistrale in
Design per l'Innovazione Digitale

Anno Accademico | 2022/2023



Indice

Abstract.....	7
Capitolo 1 - La sicurezza sul Lavoro	
1.1 - Obiettivi ONU.....	10
1.2 - La sicurezza sul lavoro.....	15
1.3 - Gli Infortuni sul lavoro	25
Capitolo 2 - Il Settore delle Costruzioni	
2.1 - Infortuni in Edilizia.....	32
2.2 - Fattori di rischio.....	34
2.3 - Infortunio per Caduta dall'alto in Edilizia.....	38
Capitolo 3 - Rischio di Caduta dall'alto da Ponteggio edile	
3.1 - Il Ponteggio.....	46
3.2 - Rischi di Caduta dall'Alto legati al Ponteggio.....	52
Capitolo 4 - Analisi Critica	
4.1 - Conclusioni critiche.....	56
4.2 - Aree di Intervento.....	57
Capitolo 5 - Analisi dello Stato dell'Arte	
5.1 - Ricerca di mercato.....	60
5.2 - Componenti Strutturali del Ponteggio.....	61
5.3 - Componenti Accessori del ponteggio.....	66
5.4 - Strumenti di misurazione.....	76
Capitolo 6 - Conclusioni e Ipotesi di Sviluppo	
6.1 - Ipotesi di Intervento.....	82
6.2 - Obiettivi da raggiungere.....	83
Capitolo 7 - Ipotesi Progettuale	
7.1 - Introduzione.....	86
7.2 - Requisiti progettuali.....	87
7.3 - Interazione.....	122
7.4 - Distinta dei Componenti.....	148
Capitolo 8 - Tavole Tecniche	
8.1 - Tavole Tecniche.....	166
Capitolo 9 - Conclusioni	
9.1 - Conclusioni.....	214
Capitolo 10 - Fonti	
10.1 - Fonti.....	220

Abstract

La Sicurezza sul lavoro è un aspetto fondamentale che va applicato e rispettato in tutti i settori lavorativi, specialmente quelli più rischiosi.

Una delle attività che presenta un alto numero di infortuni è sicuramente l'ambito dell'Edilizia, dove i rischi sono molteplici e richiedono soluzioni innovative per proteggere attivamente i lavoratori. In questo settore, gli infortuni sono largamente legati al rischio di caduta dall'alto, dovuto a fattori ambientali, ma spesso anche legati all'errore umano.

Il seguente progetto ha come caso studio la progettazione di elementi da impiegare in un ponteggio edile, che hanno lo scopo di monitorare il livellamento della struttura e il carico sopportato, e di guidare la giusta interazione del lavoratore con le botole di passaggio.

In questo modo, ogni singolo campo del ponteggio si trasforma in un ambiente attivo consapevole dei pericoli, che avverte i lavoratori quando necessario, guida la corretta interazione ed evita quindi i comportamenti scorretti, che possono accidentalmente aumentare i fattori di rischio, agendo così positivamente sulla Sicurezza del lavoratore.

Safety at work is a fundamental aspect that must be applied and respected in all work sectors, especially the riskiest ones.

One of the activities that presents a high number of accidents is certainly the construction sector, where the risks are multiple and require innovative solutions to actively protect workers. In this sector, injuries are largely linked to the risk of falling from a height, due to environmental factors, but often also linked to human error.

The following project has as a case study the design of elements to be used in a construction scaffolding, which have the purpose of monitoring the leveling of the structure and the load supported, and of guiding the correct interaction of the worker with the passage hatches.

In this way, every single field of the scaffolding is transformed into an active environment aware of the dangers, which warns workers when necessary, guides the correct interaction and therefore avoids incorrect behavior, which can accidentally increase the risk factors, thus acting positively on worker safety.



Capitolo 1 - La sicurezza sul lavoro

1.1 - Obiettivi ONU

Obiettivi ONU

Il Dipartimento per la Pubblica Informazione delle Nazioni Unite, nel 21 Ottobre 2015, ha racchiuso all'interno dell'Agenda 2030 diciassette obiettivi che l'intero pianeta deve cercare di rispettare per poter trasformare il nostro mondo per il raggiungimento di uno sviluppo sostenibile.

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – Sustainable Development Goals, SDGs – in un grande programma d'azione per un totale di 169 'target' o traguardi.

Gli Obiettivi per lo Sviluppo danno seguito ai risultati degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (Millennium Development Goals) che li hanno preceduti, e rappresentano obiettivi comuni su un insieme di questioni importanti per lo sviluppo: la lotta alla povertà, l'eliminazione della fame e il contrasto al cambiamento climatico, per citarne solo alcuni.

'Obiettivi comuni' significa che essi riguardano tutti i Paesi e tutti gli individui: nessuno ne è escluso, né deve essere lasciato indietro lungo il cammino necessario per portare il mondo sulla strada della sostenibilità.



L'agenda 2030 - 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione, sottoscritto nel settembre del 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU, per le persone, il pianeta e la prosperità. L'Agenda ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – Sustainable Development Goals, SDGs – che si sviluppano in un programma d'azione sotto forma di 169 'target' o traguardi. L'avvio ufficiale degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile enunciati con l'Agenda è avvenuto all'inizio del 2016, suggerendo al mondo la direzione delle strade da percorrere nell'arco dei successivi 15 anni: i Paesi, infatti, si sono impegnati a raggiungerli entro il 2030. L'attenzione del progetto di ricerca è stata rivolta in particolare all'ottavo obiettivo, "Lavoro dignitoso e crescita economica", e al terzo obiettivo, "Salute e Benessere", in quanto il tema della sicurezza sul lavoro deve necessariamente essere un prassi, in un contesto lavorativo, appunto, dignitoso, ed anche perchè un ambiente di lavoro sano, e soprattutto sicuro, incide sulla salute e quindi anche sul benessere del lavoratore.

Fonte: ASVIS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile)- L'Agenda 2030 dell'Onu e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile
Fonte: Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite (Unric)

Obiettivo 8 - Lavoro dignitoso e crescita economica

L'obiettivo 8 dell'Agenda per lo sviluppo sostenibile ONU 2030 è "Lavoro dignitoso e crescita economica". L'obiettivo mira a promuovere la crescita economica inclusiva e sostenibile, a creare opportunità di lavoro dignitoso per tutti e a migliorare le condizioni di lavoro e il benessere dei lavoratori.

L'obiettivo prevede inoltre l'eliminazione del lavoro forzato, della schiavitù moderna, del traffico di esseri umani e della violenza e dell'abuso nei confronti dei lavoratori.

Questo Obiettivo viene sostenuto da una lista di punti, che specificano necessità precise da dover rispettare. Tra questi ci sono:

- Promuovere la crescita economica, inclusiva e sostenibile, favorendo l'innovazione e l'adozione di tecnologie avanzate.
- Promuovere politiche attive del lavoro e rafforzare la protezione sociale, anche per i lavoratori informali.
- Ridurre l'elevata disoccupazione giovanile e incrementare la partecipazione delle donne al mercato del lavoro.
- Eliminare il lavoro forzato, la schiavitù moderna e il traffico di esseri umani.
- Garantire ambiente di lavoro sicuro e salutare, e promuovere la salute mentale dei lavoratori.
- Promuovere la formalizzazione delle attività economiche in particolare nei paesi in via di sviluppo.



L'obiettivo 8 dell'Agenda per lo sviluppo sostenibile ONU 2030 è fondamentale per costruire un mondo più equo e responsabile nel quale ogni individuo possa avere accesso a un lavoro dignitoso ed equamente remunerato, e in cui il lavoro non venga sfruttato o utilizzato per fini illeciti. Allo stesso tempo, la promozione della crescita economica sostenibile significa anche garantire che lo sviluppo sia equamente distribuito e non a scapito dell'ambiente e del benessere delle comunità. Risulta chiaro come il tema della Sicurezza sia direttamente connesso a questo Obiettivo, che stimola delle riflessioni e delle linee di intervento su cui poter lavorare.



Obiettivo 3 – Salute e Benessere

L'Obiettivo 3 dell'Agenda Onu, seppur basato su linee di intervento e punti specifici che fanno più riferimento al tema sanitario, risulta connesso al tema della Sicurezza sul lavoro, poichè anche questa risulta oggi un diritto dei lavoratori, e anche su questa si basa la salute e il benessere della persona.

È fondamentale, infatti, proteggere i diritti del lavoro e promuovere la sicurezza nei luoghi di lavoro per tutti i lavoratori, ivi compresi i lavoratori migranti, con particolare riferimento alle donne migranti e ai lavoratori con un'occupazione precaria.

Ogni giorno 6.400 persone muoiono a causa di incidenti sul lavoro o di malattie professionali, per un totale di 2,3 milioni di decessi ogni anno. Inoltre ogni giorno altre 860.000 persone sono vittime di infortuni sul lavoro.

Per le imprese i costi ammontano ogni anno a 2.800 miliardi di dollari, pari al 4% del PIL mondiale, a causa della perdita di ore di lavoro, dell'interruzione dei processi produttivi, delle terapie in caso di infortuni e delle malattie contratte sul lavoro, dalla riabilitazione e degli indennizzi. Anche in questo caso, la Sicurezza sul

lavoro si dimostra un tema di estremo interesse su cui esistono delle problematiche tangibili, che si riversano direttamente sulla salute delle persone.

L'Agenda 2030 e in particolare questi obiettivi esplicitano come sia cruciale affrontare il tema della Sicurezza sul lavoro per il progresso in ambito globale. Garantire un lavoro dignitoso (Obiettivo 8) richiede condizioni sicure, promuovendo la crescita economica sostenibile. Investire nella sicurezza sul lavoro non solo preserva la salute e il benessere dei lavoratori (Obiettivo 3), ma costituisce un fondamento per una produttività duratura.

La tutela dei diritti e della sicurezza dei lavoratori non solo si traduce in risultati positivi per le imprese, ma contribuisce al raggiungimento di obiettivi più ampi di sviluppo sostenibile, creando un futuro più equo e prospero per tutti.

Fonte: Organizzazione Mondiale della Sanità

Fonte: ASVIS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile)- L'Agenda 2030 dell'Onu e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

Fonte: Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite (Unric)

Programma Horizon Europe 2021-2027

Il Programma Horizon Europe 2021-2027 rappresenta l'ambiziosa iniziativa dell'Unione Europea volta a promuovere l'innovazione, la ricerca e lo sviluppo in diverse aree chiave. Tra i poli tematici cruciali del programma, emerge con particolare rilevanza il "Polo tematico per la Sicurezza civile per la società". Questo polo si propone di affrontare le sfide legate alla sicurezza pubblica, e al contempo, offre un terreno fertile per esplorare connessioni significative con il tema della sicurezza nei luoghi di lavoro.

La sicurezza sui luoghi di lavoro è un aspetto di importanza cruciale, poiché impatta direttamente

sulla salute e sul benessere dei lavoratori. Horizon Europe si impegna a sostenere progetti e iniziative che contribuiscano al miglioramento delle condizioni di lavoro attraverso l'innovazione e la ricerca. In questo contesto, il Polo tematico sulla Sicurezza civile per la società può giocare un ruolo fondamentale nel plasmare le politiche e le pratiche di sicurezza sui luoghi di lavoro, garantendo un ambiente lavorativo sano e sicuro.

Uno degli obiettivi primari del Polo tematico è la gestione delle situazioni di emergenza e la prevenzione dei rischi. Questo concetto può essere esteso alla sicurezza sul lavoro, dove l'identificazione e la gestione proattiva dei rischi

Poli tematici del pilastro "Sfide globali e competitività industriale"

Poli tematici	Aree di intervento	
Sanità	<ul style="list-style-type: none"> Salute lungo l'arco della vita Malattie non trasmissibili e rare Strumenti, tecnologie e soluzioni digitali per la salute e l'assistenza, compresa la medicina personalizzata 	<ul style="list-style-type: none"> Determinanti ambientali e sociali della salute Malattie infettive, comprese le malattie correlate alla povertà e trascurate Sistemi sanitari
Cultura, creatività e società inclusiva	<ul style="list-style-type: none"> Democrazia e governance Trasformazioni sociali ed economiche 	<ul style="list-style-type: none"> Cultura, patrimonio culturale e creatività
Sicurezza civile per la società	<ul style="list-style-type: none"> Società in grado di far fronte alle calamità Protezione e sicurezza 	<ul style="list-style-type: none"> Cybersicurezza
Digitale, industria e spazio	<ul style="list-style-type: none"> Tecnologie produttive Materiali avanzati Internet di prossima generazione Industrie circolari Spazio, compresa l'osservazione della terra Tecnologie abilitanti emergenti 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnologie digitali fondamentali, comprese le tecnologie quantistiche Intelligenza artificiale e robotica Calcolo avanzato e Big Data Industria a basse emissioni di CO₂ e pulita Tecnologie abilitanti emergenti
Clima, energia e mobilità	<ul style="list-style-type: none"> Scienza e soluzioni climatiche Sistemi energetici e reti Comunità e città Competitività industriale nei trasporti Mobilità intelligente 	<ul style="list-style-type: none"> Approvvigionamento energetico Edifici e strutture industriali in transizione energetica Trasporti e mobilità puliti, sicuri e accessibili Immagazzinamento energetico
Prodotti alimentari, bioeconomia, risorse naturali, agricoltura e ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Osservazione ambientale Agricoltura, silvicoltura e zone rurali Sistemi circolari Sistemi alimentari 	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversità e risorse naturali Mari, oceani e acque interne Sistemi di innovazione biologici nell'UE Bioeconomia

Fonte: Commissione Europea - Horizon Europe, IL FUTURO PROGRAMMA DI INVESTIMENTI DELL'UNIONE EUROPEA PER LA RICERCA E L'INNOVAZIONE (2021-2027)

sono fondamentali per prevenire incidenti e proteggere i lavoratori. Horizon Europe potrebbe finanziare progetti innovativi che sviluppino tecnologie avanzate per monitorare costantemente i rischi sul posto di lavoro, implementando sistemi di allarme tempestivo e migliorando le procedure di evacuazione in caso di emergenza.

Inoltre, la formazione e l'istruzione svolgono un ruolo cruciale nella promozione della sicurezza sul lavoro. Horizon Europe potrebbe incentivare progetti volti a sviluppare nuovi metodi di formazione, utilizzando tecnologie avanzate come la realtà virtuale o l'intelligenza artificiale per simulare situazioni pericolose e preparare i lavoratori a rispondere in modo efficace. Questi sforzi non solo migliorerebbero la consapevolezza dei rischi, ma anche la prontezza e la capacità di gestire situazioni critiche.

Anche la collaborazione tra settori è un principio fondamentale di Horizon Europe. Questo concetto può essere applicato al contesto della sicurezza sul lavoro, dove la condivisione di conoscenze e migliori pratiche tra diverse industrie può contribuire a promuovere standard più elevati di sicurezza. Progetti di ricerca che facilitano questa collaborazione possono ricevere supporto finanziario, incoraggiando la creazione di reti che promuovano la condivisione di informazioni e l'apprendimento reciproco.

Horizon Europe può giocare un ruolo chiave nell'integrare la dimensione della sicurezza nei luoghi di lavoro all'interno delle politiche più ampie di sicurezza civile. La creazione di sinergie tra gli sforzi per garantire la sicurezza pubblica e la sicurezza sul lavoro contribuirà a un approccio olistico che protegge i cittadini sia nei contesti di emergenza che nella vita quotidiana sul posto di lavoro.

Il Polo tematico "Sicurezza civile per la società" offre quindi un terreno fertile per promuovere la sicurezza nei luoghi di lavoro attraverso l'innovazione e la ricerca. Investire in progetti volti a migliorare la gestione dei rischi, la formazione dei lavoratori e la collaborazione tra settori contribuirà significativamente a creare ambienti di lavoro più sicuri e sani, promuovendo il benessere dei lavoratori e la resilienza sociale.

Linee di Intervento

La Sicurezza sul Lavoro rientra nei temi di interesse per i quali è necessario uno sviluppo innovativo. In questo scenario, si nota come sia necessario un intervento urgente per creare una cultura globale della prevenzione, che rispetti il diritto ad un ambiente di lavoro sano e sicuro e che garantisca che datori di lavoro e lavoratori siano consapevoli dei propri diritti e delle proprie responsabilità.

I lavoratori devono essere oggetto di un'attenzione particolare, al fine di garantire la protezione dei loro diritti e il miglioramento delle loro condizioni di lavoro.

1.2 - La sicurezza sul lavoro

Definizione

La sicurezza è una condizione che rende e fa sentire di essere esente da pericoli, o che dà la possibilità di prevenire, eliminare o rendere meno gravi danni, rischi, difficoltà, evenienze spiacevoli, e simili.

Sinonimi della parola “Sicurezza” sono:

- difesa, protezione, riparo, tutela, salvaguardia, incolumità, prudenza, cautela, precauzione;
- certezza, fiducia, tranquillità;
- bravura, abilità, capacità, competenza;
- attendibilità, garanzia, assicurazione, affidabilità.

La sicurezza può riguardare svariati ambiti e settori, esiste la Sicurezza sul lavoro, la Sicurezza sociale, la Sicurezza collettiva, la Sicurezza alimentare, la Sicurezza informatica, la Sicurezza tecnica ecc.

Il seguente lavoro di ricerca si concentra, in particolare, sulla Sicurezza sul lavoro, la quale: “Nell’ordinamento italiano, la Carta costituzionale tutela la salute in quanto fondamentale diritto dell’individuo e interesse della collettività, e sancisce il principio della massima sicurezza tecnologicamente fattibile sul luogo di lavoro e il correlato obbligo di ricorrere alla migliore scienza ed esperienza, attribuendo al datore di lavoro una funzione di garanzia sulla realizzazione della tutela della salute e della sicurezza del lavoratore.”

È necessario definire anche il concetto di Luogo di lavoro. Questo è definito dall’art. 62 del D. Lgs. 9.4.2008 n. 81, secondo cui “si intendono per ‘luoghi di lavoro’ i luoghi destinati ad ospitare posti di lavoro, ubicati all’interno dell’azienda o dell’unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell’azienda o dell’unità produttiva accessibile al lavoratore nell’ambito del proprio lavoro”.

I concetti della Sicurezza sul lavoro

Il termine sicurezza sul lavoro è generalmente associato ai concetti di Pericolo, Rischio, Danno, Protezione, Prevenzione:

- **Pericolo:** Il pericolo (o pericolo potenziale) è la proprietà intrinseca di un sistema, di un processo o di una sostanza di provocare danni per la salute umana e/o per le cose o l’ambiente.
- **Rischio:** Per rischio si intende la probabilità che un determinato evento si verifichi in un dato periodo o in circostanze specifiche.
- **Danno:** Conseguenza negativa derivante dal concretizzarsi dell’evento e del pericolo.
- **Protezione:** Azione o funzione di difesa contro danni eventuali.
- **Prevenzione :** Adozione di una serie di provvedimenti per cautelarsi da un male futuro, e quindi l’azione o il complesso di azioni intese a raggiungere questo scopo.

Fonte: Direttiva del Consiglio dell’Unione Europea 96/82/CE

In tutti i paesi industrializzati il sistema politico e produttivo ha assunto la consapevolezza che l’equilibrio tra esigenze di sviluppo ed esigenze di salvaguardia dell’incolumità delle persone e dell’ambiente può derivare solo da un’affermazione della sicurezza come principio e cultura.

Fonte: Enciclopedia Treccani, Sicurezza

Fonte: Anna Lovati, L’analisi del rischio nella sicurezza sul lavoro, Torino 1984

Fonte: Direttiva del Consiglio dell’Unione Europea 96/82/CE

Le aziende, intese come organi somministrativi di lavoro, devono essere le prime ad adottare e rispettare tale principio: “Prima dei vari coinvolgimenti a livello sociopolitico, la cultura della sicurezza deve svilupparsi nelle aziende. Anche in passato, presso le aziende, il concetto di sicurezza non era assente: gli impianti produttivi sono sempre stati progettati e gestiti con l’esigenza di proteggere persone e beni (e, più tardi, anche l’ambiente), ma non sempre con il dovuto rigore”.

Fonte: Anna Lovati, L’analisi del rischio nella sicurezza sul lavoro, Torino 1984

“Lo stato di benessere di un soggetto non è riconducibile esclusivamente alle componenti biologiche, sociali o psicologiche.

Tale forma di pensiero del benessere è legata alla Teoria Generale dei Sistemi, elaborata nel corso della prima metà del ‘900 da Ludwig von Bertalanffy secondo il quale il mondo deve essere inteso quale organismo dotato di principi e leggi coinvolgenti la totalità delle sue componenti costitutive.

Ogni azienda è caratterizzata da uno specifico clima organizzativo: si tratta di una caratteristica interna dell’organizzazione che viene sperimentata dai suoi dipendenti e che assume un ruolo di grande rilevanza poiché influisce sulle performance lavorative, sulla relazione fra colleghi e sulla capacità di concentrazione dei lavoratori”.

Fonte: Centro Nazionale Studi di Diritto del Lavoro, Gli effetti della digitalizzazione su salute e sicurezza sul lavoro



L’ente INAIL

L’Istituto Nazionale per l’Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) è un ente pubblico non economico italiano che gestisce l’assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali.

La normativa in materia è regolata dal DPR n. 1124 del 30 giugno 1965: oltre all’infortunio sul lavoro è stata assicurata anche la malattia professionale, definita come quell’evento dannoso per il lavoratore, che agisce sulla sua capacità lavorativa e che origina da cause non violente (come invece nell’infortunio), bensì connesse con lo svolgimento di quell’attività lavorativa.

L’assicurazione all’INAIL è obbligatoria: i datori di lavoro debbono versare annualmente un premio assicurativo calcolato sull’effettivo rischio cui sono sottoposti i lavoratori (artigianato, industria, terziario, altre attività).

L’Inail, attraverso le attività di certificazione e verifica svolte a livello centrale dal competente Dipartimento scientifico e dalle Unità operative territoriali, garantisce la sicurezza di macchine, apparecchi e impianti utilizzati nei luoghi di lavoro. “Il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici svolge e promuove, in relazione all’evoluzione tecnologica dei sistemi di

Fonte: Centro Nazionale Studi di Diritto del Lavoro, Gli effetti della digitalizzazione su salute e sicurezza sul lavoro
Fonte: INAIL, Assicurazione contro gli infortuni

sicurezza del lavoro, attività di studio, ricerca e sperimentazione finalizzati alla proposta normativa, sviluppo e validazione di buone prassi, di metodiche, di procedure di gestione e di valutazione del rischio in materia di sicurezza degli ambienti di lavoro e di vita”.

Fonte: INAIL, Assicurazione contro gli infortuni

Rientrano tra le azioni messe in campo dall'Inail per l'innovazione tecnologica ai fini della sicurezza e salute nei luoghi di lavoro:

- Accertamento tecnico per Sorveglianza del Mercato ai fini del controllo della conformità ai requisiti di sicurezza e salute delle macchine;
- Bonifica di siti contaminati di interesse nazionale;
- Controllo incidenti rilevanti - Seveso III;
- Lavori sotto tensione;
- Innovazione tecnologica - attrezzature impianti e macchine:
 - Prove di lancio di pietre su falciatrici rotative e trinciatrici;
 - Prove di resistenza dei ripari e delle barriere; presenti sulle macchine agricole semoventi, trainate, portate e semi portate;
- Innovazione tecnologica - cantieri temporanei o mobili;
- Tecnologie diagnostiche per la sicurezza:
 - Riconoscimento dei laboratori tecnici a effettuare prove meccaniche su materiali utilizzati per la riparazione di apparecchi a pressione;
 - Prove sperimentali sui materiali strutturali;
 - Prove per la consulenza tecnica sulla valutazione delle cause di rottura (Failure analysis) di componenti di impianti industriali e attrezzature a pressione.

Valutazione del Rischio

La valutazione del rischio sui luoghi di lavoro avviene seguendo una procedura normata, che consiste in diversi passaggi consequenziali atti a individuare le giuste misure di protezione e prevenzione relative a determinati rischi che possono avvenire in specifici contesti lavorativi. La valutazione dei rischi deve riguardare tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, compresi quelli riguardanti gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari, (tra cui quelli connessi alle differenze di genere, all'età, ecc.) nonché quelli connessi alla specifica tipologia contrattuale attraverso cui viene resa la prestazione di lavoro. Il documento redatto a conclusione della valutazione dei rischi (DVR) deve avere data certa e contenere tra l'altro (art. 28, comma 2):

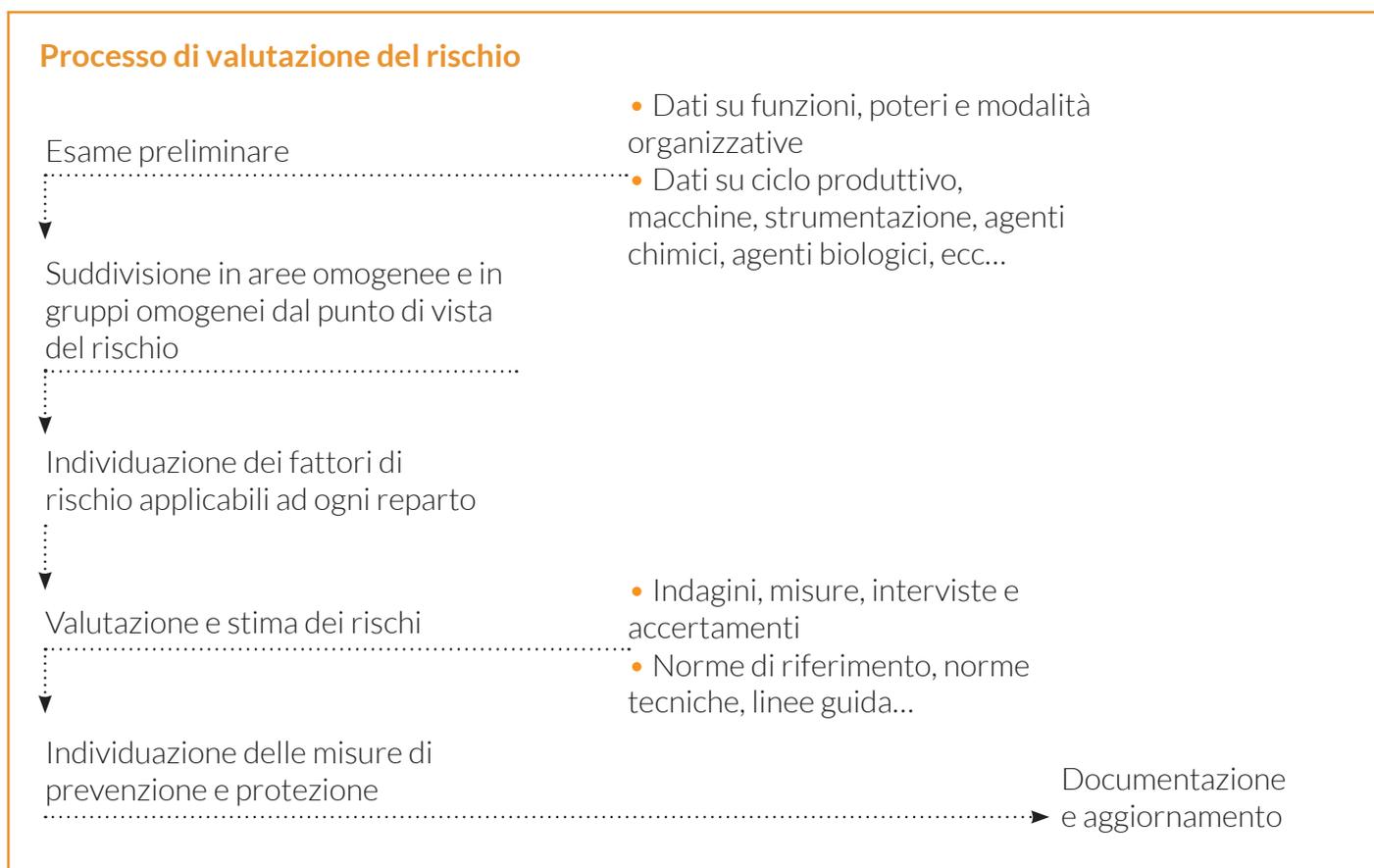
- una relazione sulla valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute durante l'attività lavorativa, con la specificazione dei criteri adottati per la valutazione stessa;
- l'indicazione delle misure di prevenzione e di protezione attuate e dei dispositivi di protezione individuali adottati, a seguito della valutazione dei rischi;
- l'individuazione delle procedure per l'attuazione delle misure da realizzare, nonché dei ruoli dell'organizzazione aziendale che devono provvedervi e ai quali devono essere assegnati unicamente soggetti in possesso di adeguate competenze e poteri;
- l'indicazione del nominativo del Responsabile del servizio di prevenzione e protezione, del Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza o di quello territoriale e del Medico competente che ha partecipato alla valutazione del rischio.

Il datore di lavoro esegue la valutazione ed elabora il DVR, in collaborazione con il Responsabile del servizio di prevenzione e protezione e il Medico competente, previa consultazione del Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (art. 29, commi 1 e 2).

In occasione di modifiche del processo produttivo o dell'organizzazione del lavoro significative ai fini della salute e sicurezza dei lavoratori, o in relazione al grado di evoluzione della tecnica, della prevenzione o della protezione o a seguito di infortuni significativi oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne evidenzino la necessità, la valutazione dei rischi deve essere

immediatamente rielaborata così come devono essere aggiornate le misure di prevenzione. Salvo eccezioni, i datori di lavoro che occupano fino a 10 lavoratori possono eseguire la valutazione dei rischi sulla base delle procedure standardizzate elaborate dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro .

Di seguito viene riportato uno schema con i vari passaggi del Processo:



Fonte: AiFOS, Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza
 Fonte: <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/ricerca-e-tecnologia/area-sicurezza-sul-lavoro/valutazione-e-gestione-del-rischio-sicurezza.html>

Fattori di rischio

I fattori di rischio/pericoli determinano quelli che sono i pericoli e i rischi a cui il lavoratore è sottoposto, e su questi vanno delineate le apposite misure di intervento. I fattori possono essere:

- Fattori di rischio/pericoli per la sicurezza aventi capacità intrinseca di provocare infortuni.
 - Luoghi di lavoro (sia al chiuso che all'aperto);
 - Ambienti confinati o a sospetto rischio di inquinamento;
 - Lavori in quota;
 - Impianti di servizio;
 - Attrezzature di lavoro, impianti di produzione, apparecchi e macchinari fissi;
 - Attrezzature di lavoro, apparecchi e dispositivi elettrici o ad azionamento non manuale trasportabili, portatili, apparecchi termici trasportabili, attrezzature in pressione trasportabili;
 - Attrezzature di lavoro, altre attrezzature a motore;
 - Attrezzature di lavoro, utensili manuali, scariche atmosferiche, lavori sotto-tensione, lavori in prossimità di parti attive di impianti elettrici, incendio, atmosfere esplosive, altre emergenze.
- Fattori di rischio/pericoli per la salute capaci di provocare malattie professionali in carenza di norme igienico-ambientali e/o in caso di comportamenti incongrui.
 - Agenti fisici (Vibrazioni, Rumore, Radiazione ottiche artificiali ecc...);
 - Agenti chimici (Sostanze e preparati pericolosi, agenti cancerogeni e mutageni, amianto);
 - Agenti biologici - Materiale biologico (Virus, Batteri, Ecc...);
 - Movimentazione manuale dei carichi;
 - Videoterminali.
- Fattori di rischio/pericoli trasversali legati all'organizzazione del lavoro e all'aspetto psico-sociale.
 - Fattori organizzativi (Stress lavoro correlato, ecc...);
 - Condizioni di lavoro particolari (es. lavoro notturno...);
 - Pericoli connessi all'interazione con persone (es. contatto con il pubblico...);
 - Pericoli connessi all'interazione con animali (es. attività svolte in allevamenti, maneggi...).

Stima del rischio

La stima del rischio è la definizione della gravità del danno e della probabilità del suo accadimento. Viene calcolata moltiplicando la Frequenza dell'accadimento del rischio stesso (F) per la Magnitudo (M), ovvero la gravità delle ripercussioni nei confronti del lavoratore che il rischio possiede.

Per la stima del rischio vengono utilizzati degli appositi strumenti di indagine, differenti a seconda del tipo di fattore di rischio e al caso specifico da valutare. Questi possono essere:

- Sopralluoghi e interviste;
- Utilizzo di layout e planimetrie;
- Esame organizzativo delle figure della sicurezza;
- Esame dei libretti di uso e manutenzione di macchine e attrezzature;
- Esame di schede tecniche e di sicurezza di sostanze impiegate;
- Esame ed analisi statistica degli infortuni e degli infortuni mancati;
- Analisi di certificazioni tecniche amministrative;
- Indagini ambientali e strumentali su diversi tipi di fattori di rischio;
- Interviste e questionari agli addetti;
- Esami verbali di ispezioni.

STIMA DEL RISCHIO : definizione della probabile gravità del danno e della probabilità del suo accadimento

UNI EN ISO 12100-1

$$R = f (F, M)$$

R = rischio
 P = probabilità o frequenza del verificarsi delle conseguenze
 M = magnitudo (gravità) delle conseguenze (danno ai lavoratori)

↓

$$\text{Rischio} = F_{\text{frequenza}} \times M_{\text{Magnitudo}}$$

Per quantificare (F) e (M) sono state utilizzate due scale che prevedono 4 valori, ciascuno corrispondente ad un livello di probabilità più o meno alto e ad una gravità del danno più o meno importante.

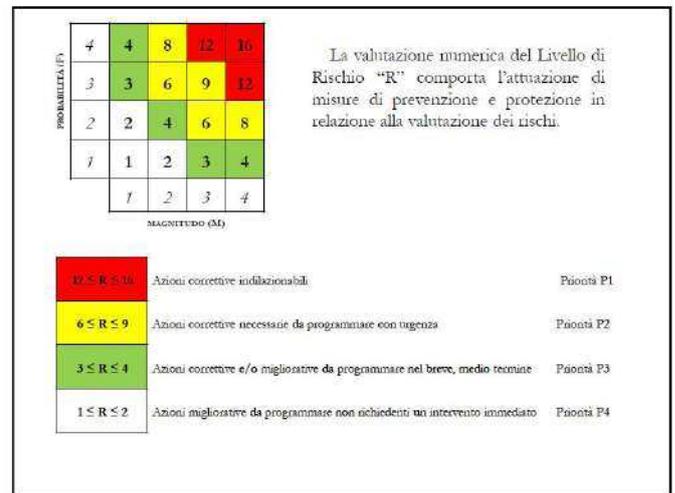
MAGNITUDO

Valore	Livello	Definizione/criteri
1	LIEVE	infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di inabilità rapidamente reversibile; esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili.
2	MEDIO	infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di inabilità reversibile; esposizione cronica con effetti reversibili.
3	GRAVE	infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di invalidità parziale; esposizione cronica con effetti irreversibili e/o parzialmente invalidanti.
4	GRAVISSIMO	infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti letali o di invalidità totale esposizione cronica con effetti letali e/o totalmente invalidanti.

Fonte: Fonte: Università di Siena- Corso di formazione per i lavoratori
 Fonte: AiFOS, Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza

La sicurezza viene raggiunta, all'interno del contesto lavorativo, attraverso l'adozione di tre modalità di intervento, consequenziali tra di loro, che sono la Prevenzione, la Protezione e l'Informazione:

- **Prevenzione:** “Il complesso delle disposizioni o misure necessarie anche secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, per evitare o diminuire i rischi professionali nel rispetto della salute della popolazione e dell'integrità dell'ambiente esterno”. (art. 2, D.Lgs. 81/08)
 - **Protezione:** Difesa contro ciò che potrebbe recare danno. È l'elemento che si interpone tra chi può subire un danno e ciò che lo può causare. La protezione può essere attiva (estintori, arresti di emergenza, caschi, scarpe), e passiva (impianto rilevazione incendio).
 - **Informazione:** “Il complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi in ambiente di lavoro”. (art. 36, D.Lgs. 81/08)
 - **Formazione:** “Processo educativo attraverso il quale il datore di lavoro fornisce una formazione sufficiente ed adeguata sul tipo di produzione nonché sulla sicurezza sul lavoro individuale e collettiva all'interno dell'ambiente di lavoro”. (art. 37, D.Lgs. 81/08)
- Quando queste misure vengono adottate e utilizzate in sinergia, si ha una condizione ottimale che garantisce la sicurezza del lavoratore.



PROBABILITÀ

VALORE	LIVELLO	DEFINIZIONE/CRITERI
1	IMPROBABILE	la mancanza rilevata può provocare un danno per la concomitanza di più eventi poco probabili e indipendenti, non sono noti episodi già verificatisi, il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe incredulità.
2	POCO PROBABILE	la mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi, sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi, il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe grande sorpresa.
3	PROBABILE	la mancanza rilevata può provocare un danno anche se non in modo automatico o diretto, già noto, all'interno dell'unità produttiva, qualche episodio in cui la mancanza rilevata ha fatto seguito a un danno, il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe una moderata sorpresa.
4	ALTAMENTE PROBABILE	esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato per i lavoratori, si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata in situazioni simili, il verificarsi del danno alla mancanza rilevata non susciterebbe alcun stupore (in altre parole l'evento sarebbe largamente atteso).

Fonte: Fonte: Università di Siena- Corso di formazione per i lavoratori
 Fonte: AiFOS, Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza

Le figure della Sicurezza sul lavoro

Il Decreto Legislativo 81 del 9 aprile 2008, Testo Unico sulla Sicurezza sul lavoro, contiene le disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro stabilite nella normativa italiana, tutti gli obblighi che riguardano la prevenzione dei rischi legati alle attività lavorative. Tutte le responsabilità in materia di sicurezza sul luogo di lavoro hanno rilevanza penale perché sono mirate alla prevenzione di lesioni fisiche sulla persona. Esistono delle figure obbligatorie che hanno il compito di tutelare, attraverso la loro professionalità e la loro preparazione, la salute e la sicurezza di chi opera in azienda.

- Datore di Lavoro:
 - Garantisce la sicurezza, la salute e la prevenzione.
 - Stende il “Documento di valutazione dei rischi” insieme al medico.
 - Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione e di Addetto alla prevenzione degli Incendi (fino a 30 dipendenti).
- Addetto alla Prevenzione Incendi:
 - Controlla i sistemi antincendio
 - Assicura l’evacuazione dal posto di lavoro e il salvataggio dei dipendenti.
 - Nominato dal datore di lavoro
- Addetto al Primo Soccorso:
 - Nominato dal datore di lavoro
 - Attiva i protocolli del primo soccorso e conosce bene le patologie e i rischi connessi all’attività lavorativa.
- Preposto:
 - Lavoratore che ricopre un ruolo di guida nei confronti dei colleghi.
 - Nominato dal datore di lavoro
 - Vigila sull’operato dei colleghi e segnala tempestivamente al capo eventuali criticità aziendali.

- Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione:
 - Ha precise mansioni e competenze tecniche certificate per svolgere la prevenzione e protezione dai rischi.
- Addetti al Servizio di Prevenzione e Protezione:
 - Nelle grandi aziende operano di concerto con i RSPP e si occupano di supportarne il lavoro.
 - Possono essere presenti anche nelle aziende medio-piccole quando nel ruolo di RSPP c’è un consulente esterno.
- Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza:
 - Tutela la salute e la sicurezza durante il lavoro.
 - Il datore di lavoro provvede alla sua formazione sulla sicurezza.
- Medico Competente:
 - Si occupa delle visite mediche al personale
 - Mette a disposizione le sue competenze in tema di prevenzione e protezione dai rischi sul lavoro.
 - Insieme al titolare stende il Documento di Valutazione dei Rischi.



Fonte: AiFOS, Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza

Misure di tutela e obblighi

Il Decreto Legislativo n. 81/2008 persegue la finalità di garantire uniformità di tutela nei luoghi di lavoro per le lavoratrici e i lavoratori su tutto il territorio nazionale.

A tal fine individua misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro, tra cui (art. 15):

- la valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza;
- la programmazione della prevenzione che tenga conto delle condizioni tecniche produttive dell'azienda, nonché dell'influenza dei fattori dell'ambiente e dell'organizzazione del lavoro;
- l'eliminazione dei rischi o, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico;
- il rispetto dei principi ergonomici nell'organizzazione del lavoro;
- l'utilizzo limitato degli agenti chimici, fisici e biologici sui luoghi di lavoro;
- la priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;
- il controllo sanitario dei lavoratori;
- l'informazione e la formazione adeguate per lavoratori, dirigenti e preposti, nonché per i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza;
- la partecipazione e la consultazione dei lavoratori e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza;
- l'adozione di codici di condotta e di buone prassi in materia di salute e sicurezza;
- le misure di emergenza da attuare in caso di primo soccorso, di lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori e di pericolo grave e immediato, nonché l'uso di segnali di avvertimento e di sicurezza.

Formazione e informazione

Un altro cardine dell'impianto normativo delineato dal decreto in esame è la formazione e informazione del personale.

In particolare, da un lato, tutti i lavoratori hanno diritto a ricevere un'informazione adeguata in materia di prevenzione e protezione (art. 36), dall'altro, le figure coinvolte nella sicurezza aziendale devono ricevere specifica formazione. La formazione e, ove previsto, l'addestramento specifico devono avvenire in occasione (art. 37, commi 4):

- della costituzione del rapporto di lavoro o dell'inizio dell'utilizzazione qualora si tratti di somministrazione di lavoro;
- del trasferimento o cambiamento di mansioni;
- dell'introduzione di nuove attrezzature di lavoro o di nuove tecnologie, di nuove sostanze e miscele pericolose.

Dirigenti e preposti devono ricevere a cura del datore di lavoro un'adeguata e specifica formazione e un aggiornamento periodico in relazione ai propri compiti in materia di salute e sicurezza del lavoro. La loro formazione, in particolare, comprende: i principali soggetti coinvolti e i relativi obblighi; la definizione e l'individuazione dei fattori di rischio; la valutazione dei rischi; l'individuazione delle misure tecniche, organizzative e procedurali di prevenzione e protezione (art. 37, comma 7).

Fonte: AiFOS, Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza

Fonte: <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/ricerca-e-tecnologia/area-sicurezza-sul-lavoro/valutazione-e-gestione-del-rischio-sicurezza.html>

Sanzioni

Oltre alle obbligazioni contrattuali poste a tutela dell'integrità fisica e della personalità morale del lavoratore (art. 2087 codice civile), la normativa in commento prevede sanzioni amministrative pecuniarie e contravvenzioni (sanzioni penali che vanno dall'ammenda all'arresto) in caso di violazione delle disposizioni in materia di prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro (articoli 55-60). Residuano, tuttavia, anche ipotesi di delitti in materia prevenzionistica disciplinati dal codice penale (articoli 437 e 451).

La vigilanza in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro è affidata principalmente alle ASL e all'Ispettorato Nazionale del Lavoro (INL).

Per saperne di più, visita il sito del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali alla sezione Sicurezza sul lavoro e il portale INAIL dedicato alla prevenzione e sicurezza sul lavoro .

1.3 - Gli Infortuni sul Lavoro

Il Report Inail 2023

L'Inail, oltre a gestire la situazione degli infortuni relativi al lavoro, rilascia ogni anno dei report utili a capire l'andamento, le cause e l'incidenza di tali infortuni. I dati sugli infortuni pubblicati dall'INAIL ed elaborati dall'Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente di Vega Engineering riscontrano che da gennaio a luglio 2023 il bilancio delle morti sul lavoro è ancora drammatico: sono 559 le vittime di cui 430 in occasione di lavoro e 129 in itinere, con una media di 80 decessi al mese. vittime in occasione di lavoro sono aumentate del +4,4% rispetto a luglio 2022 (430 contro 412) mentre quelle in itinere hanno visto un calo del -17,8% rispetto a luglio 2022 (129 contro 157).

La regione con il maggior numero di vittime in occasione di lavoro è la Lombardia (74). Seguono: Veneto (40), Lazio (36), Campania e Piemonte (33), Emilia Romagna (31), Puglia (29), Sicilia (26), Toscana (21), Abruzzo (16), Marche (14), Umbria e Calabria (13), Friuli Venezia Giulia (12), Trentino Alto Adige e Liguria (11), Sardegna (10), Basilicata (5) e Valle d'Aosta e Molise (1).

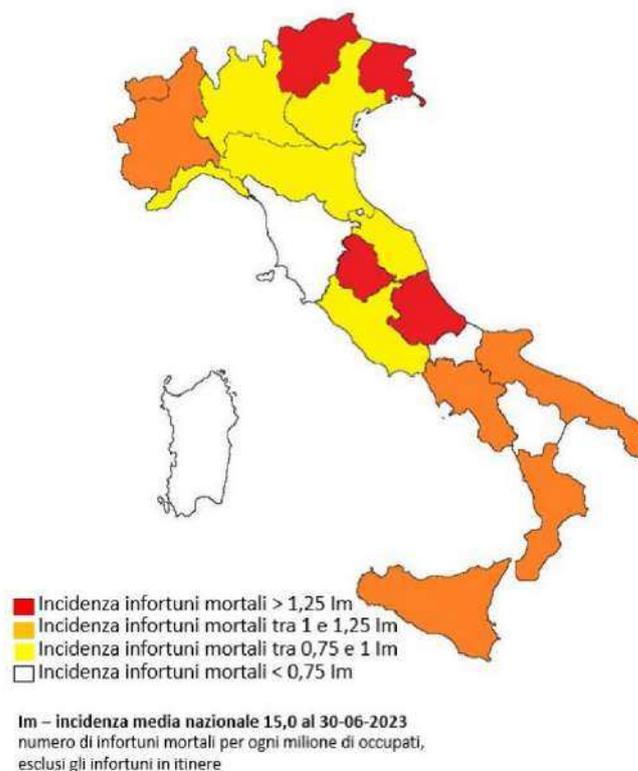
L'incidenza degli infortuni

L'incidenza degli infortuni mortali indica il numero di lavoratori deceduti durante l'attività lavorativa in una data area (regione o provincia) ogni milione di occupati presenti nella stessa: in questo modo è possibile confrontare il fenomeno infortunistico

tra le diverse regioni anche se caratterizzate da una popolazione lavorativa differente.

Il rischio infortunistico nelle regioni italiane assume quindi dei colori così definiti dall'Osservatorio Vega:

- Bianco: regioni con un'incidenza infortunistica inferiore al 75% dell'incidenza media nazionale
- Giallo: regioni con un'incidenza infortunistica compresa tra il 75% dell'incidenza media nazionale e il valore medio nazionale
- Arancione: regioni con un'incidenza infortunistica compresa tra il valore medio nazionale e il 125% dell'incidenza media nazionale
- Rosso: regioni con un'incidenza infortunistica superiore al 125% dell'incidenza media nazionale.



Fonte: <https://www.vegaengineering.com/news/morti-sul-lavoro-i-dati-aggiornati-a-luglio-2023/>
 Fonte: Vega Engineering, Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente, INAIL

Secondo questa elaborazione, nei primi sette mesi del 2023 con un'incidenza superiore al 25% rispetto alla media nazionale (Im=Indice incidenza medio, pari a 18,6 morti sul lavoro ogni milione di lavoratori) in zona rossa troviamo: Umbria, Abruzzo, Basilicata e Calabria. In zona arancione: Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche, Trentino Alto Adige, Campania, Sicilia e Veneto. In zona gialla: Piemonte, Valle D'Aosta, Liguria, Sardegna, Lombardia, Lazio ed Emilia Romagna. In zona bianca: Toscana e Molise.

3. INFORTUNI MORTALI IN OCCASIONE DI LAVORO E IN ITINERE – CONFRONTO PRIMO SEMESTRE ANNO 2023 – 2022 – 2021 – 2020

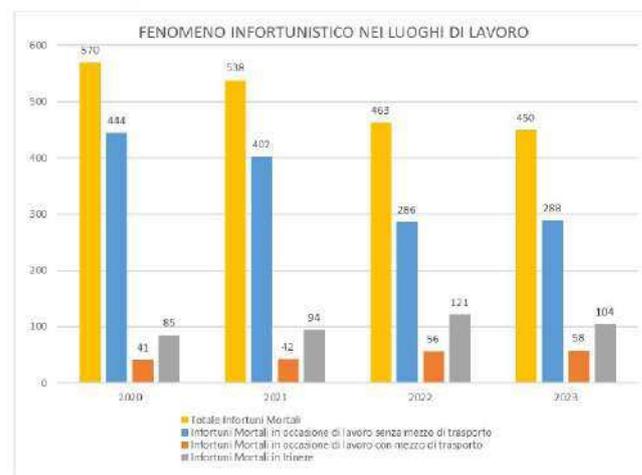


Figura 2 – Infortuni mortali totali – confronto primo semestre anno 2023 – 2022 – 2021 – 2020

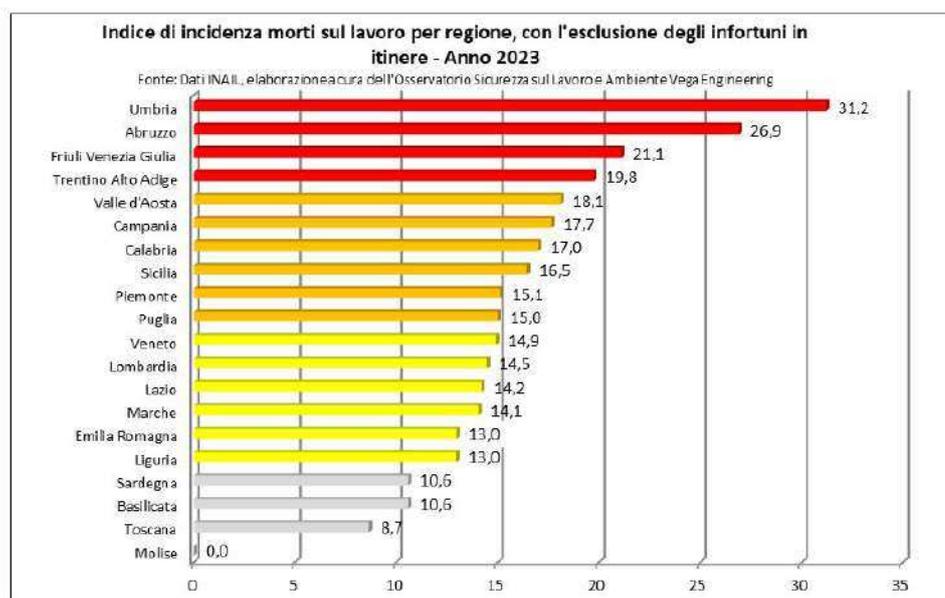


Tabella 1- Indice di incidenza morti sul lavoro per regione, esclusi infortuni in itinere

Fonte: <https://www.vegaengineering.com/osservatorio/#mostrareport>

Fonte: <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/sala-stampa/comunicati-stampa/com-stampa-open-data-maggio-2023.html>

Fonte: Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Report annuale 2022 Statistiche Infortuni Mortali sul Lavoro con confronto 2021 - 2020 - 2019

Denunce di Infortunio

Le denunce di infortunio registrate da gennaio a luglio 2023 sono in diminuzione del 21,9% rispetto allo stesso periodo del 2022: erano 441.451 a fine luglio 2022, sono scese a 344.897 a luglio 2023.

Il più elevato numero di denunce arriva dalle Attività Manifatturiere (42.807). Seguono: Costruzioni (18.727), Trasporto e Magazzinaggio (17.905), Commercio (17.303) e Sanità (16.389). In termini di numeri di decessi in occasione di lavoro, il maggior numero si rileva sempre nel settore Trasporti e Magazzinaggio (61), seguito dalle Costruzioni (58), dalle Attività Manifatturiere (51) e dal Commercio (32).

Le fasce più colpite

La fascia d'età numericamente più colpita dagli infortuni mortali sul lavoro è quella tra i 55 e i 64 anni (154 su un totale di 430).

In termini di incidenza degli infortuni mortali, i lavoratori con età compresa tra i 15 e i 24 anni evidenziano un rischio ben superiore rispetto ai colleghi di età compresa tra i 25 e i 34 anni (15,7 infortuni mortali ogni milione di occupati contro 9,5). L'incidenza più elevata è quella rilevata nella fascia dei lavoratori ultrasessantacinquenni (65,5), seguita dalla fascia di lavoratori compresi tra i 55 e i 64 anni (32).

Per i lavoratori stranieri rimane elevato il livello d'emergenza: sono 79 i loro infortuni mortali in occasione di lavoro mentre sono 24 quelli in itinere. Il rischio di infortunio mortale per loro è quasi doppio rispetto agli italiani, con un'incidenza

8.1. Incidenza infortuni con esito mortale (esclusi in itinere) – confronto primo semestre anno 2023 – 2022 – 2021 – 2020

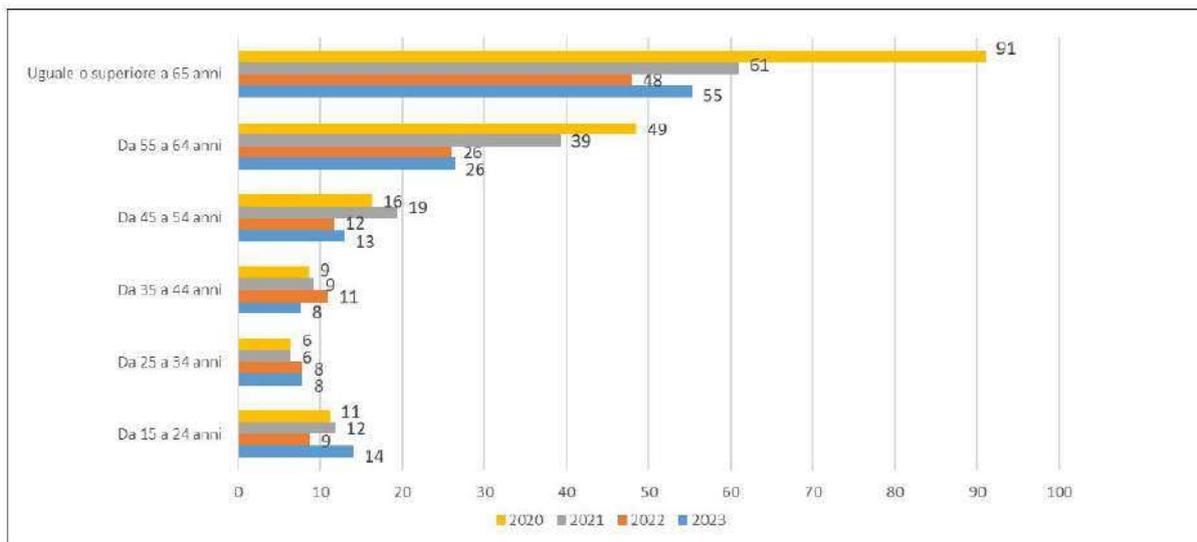


Figura 14 – Indice di incidenza infortuni con esito mortale per fascia d'età e modalità di accadimento (esclusi in itinere) – primo semestre anno 2023, 2022, 2021, 2020

Fonte: Vega Engineering, Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente, INAIL
 Fonte: <https://finanza.lastampa.it/News/2023/08/31/morti-sul-lavoro-559-vittime-nei-primi-7-mesi-2023-media-di-80-vittime-al-mese/MTczXzlwMjMtMDgtMzFfVExC>
 Fonte: Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Report 2023, Statistiche Infortuni Mortali sul Lavoro
 Fonte: Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Statistiche Infortuni sul Lavoro, Report semestrale 2023 con confronto 2022 - 2021 - 2020

di mortalità di 33,3 contro il 16,9 degli italiani. Le denunce di infortunio delle lavoratrici italiane da gennaio a luglio 2023 sono state 121.095, quelle dei colleghi uomini 223.802. Le donne che hanno perso la vita in occasione di lavoro da gennaio a luglio 2023 sono 25, mentre 14 hanno perso la vita in itinere, cioè nel percorso casa-lavoro.

Settori economici

Un'altra suddivisione utile per capire come e dove avvengono gli infortuni, è la suddivisione di questi per attività economiche.

L'ATECO è la classificazione delle attività economiche adottata dall'Istat per finalità statistiche, ovvero per la produzione e la diffusione di dati statistici ufficiali. La gestione

della classificazione è affidata all'Istat nelle diverse fasi di aggiornamento alle quali è sottoposta sia a livello nazionale che internazionale. A livello nazionale, la classificazione è utilizzata anche per altre finalità di natura amministrativa (ad esempio fiscali).

Analizzando i grafici, presi dal Report semestrale 2023 Inail, di seguito riportati, si può notare come nei primi sette mesi del 2023, è il settore Trasporti e Magazzinaggio, in linea con gli anni precedenti, a registrare il maggior numero di decessi in occasione di lavoro: sono 61. Questo settore è subito seguito da quello delle Costruzioni (58), e successivamente dalle Attività Manifatturiere (51) e dal Commercio (32).

8.2. Incidenza infortuni – confronto primo semestre anno 2023 – 2022 – 2021 – 2020

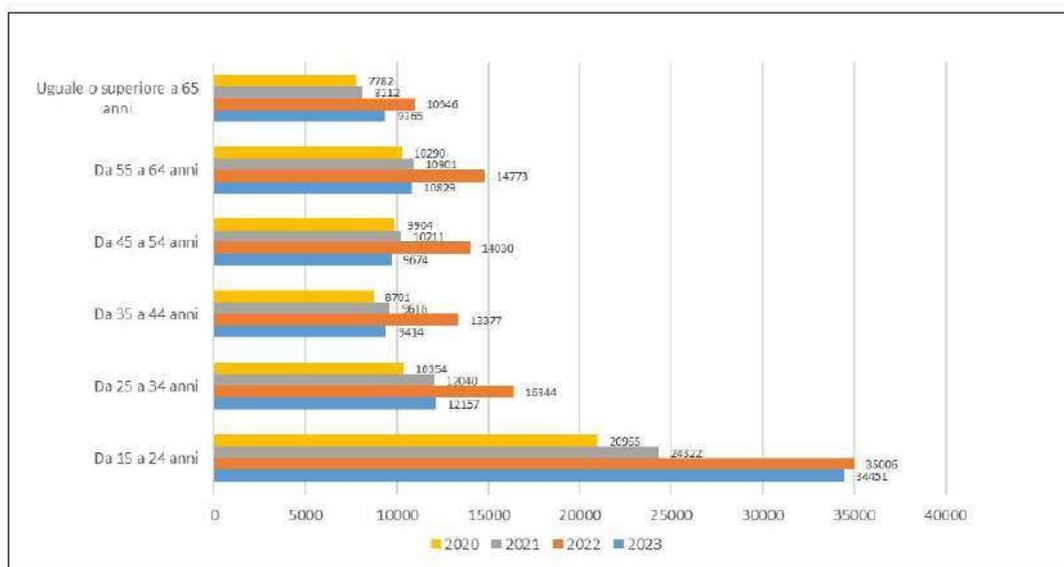


Figura 15 – Indice di incidenza infortuni per fascia d'età e modalità di accadimento (esclusi in itinere) – primo semestre anno 2023, 2022, 2021, 2020

Fonte: Vega Engineering, Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente, INAIL

Fonte: <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/sala-stampa/comunicati-stampa/com-stampa-open-data-maggio-2023.html>

Fonte: Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Statistiche Infortuni sul Lavoro, Report semestrale 2023 con confronto 2022 - 2021 - 2020

Si nota anche, nella classificazione delle Attività Economiche, che il più elevato numero di denunce arriva dalle Attività Manifatturiere (42.807). Seguono poi il settore delle Costruzioni (18.727), del Trasporto e Magazzinaggio (17.905), del Commercio (17.303) e poi quello della Sanità (16.389).

Conclusioni

Alla luce dei dati osservati, risulta chiaro come esistano gravi problemi sul rispetto della Sicurezza sul lavoro, e che esistano dei settori economici dove il rischio di infortunio è maggiore rispetto ad altri. Sono molti gli episodi di infortunio sul lavoro, che troppo spesso sfociano anche in incidenti mortali, e questo risulta essere, purtroppo, un trend in crescita, nonostante le misure di prevenzione e di prevenzione siano sempre maggiori.

Casi di morte sul lavoro in Italia per settore economico, con l'esclusione degli infortuni in itinere		
Settori economici	n° casi	% sul totale
Non determinato	123	35,5%
Trasporto e magazzinaggio	50	14,5%
Costruzioni	39	11,3%
Attività manifatturiere	37	10,7%
Commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	27	7,8%
Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	17	4,9%
Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	15	4,3%
Estrazione di minerali da cave e miniere	7	2,0%
Attività professionali, scientifiche e tecniche	6	1,4%
Sanità e assistenza sociale	5	1,4%
Fornitura di acqua, reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	5	1,4%
Servizi di informazione e comunicazione	3	0,9%
Agricoltura, silvicoltura e pesca	3	0,9%
Amministrazione pubblica e difesa, assicurazione sociale obbligatoria	2	0,6%
Attività finanziarie e assicurative	2	0,6%
Istruzione	2	0,6%
Altre attività di servizi	2	0,6%
Organizzazioni ed organismi extraterritoriali	1	0,3%
Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	1	0,3%
Attività immobiliari	0	0,0%
Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	0	0,0%
Attività di famiglie e convivenze come datori di lavoro per personale domestico, produzione di beni e servizi indifferenziati per uso proprio da parte di famiglie e convivenze	0	0,0%
Totale	346	

Fonte: Dati INAIL, elaborazione a cura dell'Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente Vega Engineering

3.1. % Infortuni mortali in occasione di lavoro e in itinere per anno – confronto primo semestre anno 2023 – 2022 – 2021 – 2020



Figura 3 – % infortuni mortali totali – anno 2020 e 2021

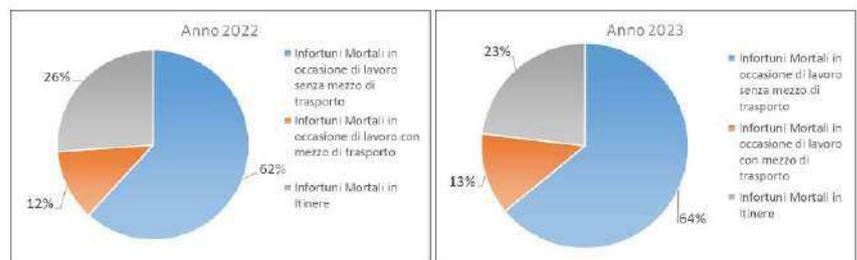


Figura 4 – % infortuni mortali totali – anno 2022 e 2023

Fonte: Vega Engineering, Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente, INAIL

Fonte: https://codiceateco.it/sezione?q=H#google_vignette

Fonte: <https://www.istat.it/it/archivio/17888>

Fonte: Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Statistiche Infortuni sul Lavoro, Report semestrale 2023 con confronto 2022 -

Riassunto dei Dati sugli infortuni in Italia, periodo Gennaio - Luglio 2023

559 vittime sul lavoro

430 in occasione di lavoro► **+4,4%** rispetto a luglio 2022
(430 contro 412);

129 in itinere► **-17,8%** rispetto a luglio 2022
(129 contro 157).

80 decessi medi al mese.

Decessi per Settore economico

Trasporti e Magazzinaggio: **61**

Costruzioni: **58**

Attività Manifatturiere: **51**

Commercio: **32**

Denunce

- 21,9% denunce rispetto allo stesso
periodo 2022.

Capitolo 2 - Il settore delle Costruzioni

2.1 - Infortuni in Edilizia

Il Settore delle Costruzioni rientra sicuramente tra i settori economici con un livello di rischio superiore rispetto alla media. È stato preso in analisi il Report “Infor.Mo - Infortuni in Edilizia: caratteristiche, fattori causali, misure preventive”, rilasciato dall’ente Inail nel 2022, che delinea il tema della Sicurezza sul lavoro, a livello italiano, nel settore edile.

Secondo questo Report, tra il 2014 ed il 2018 nelle Costruzioni sono stati riconosciuti dall’Inail mediamente 32 mila infortuni in occasione di lavoro all’anno (cioè il 10% dei casi), con un trend del periodo lievemente decrescente, ma che nonostante ciò rimane elevato.

Il rischio infortunistico nel comparto, misurato attraverso l’indice di incidenza (infortuni per mille addetti), varia a seconda dell’attività: le Costruzioni, infatti, in base alla classificazione Ateco 2007, si distribuiscono su tre divisioni:

- Costruzione di edifici;
- Ingegneria civile;
- Lavori di costruzione specializzati.



Le tre divisioni si collocano tutte su un livello di rischio superiore alla media, ma la frequenza infortunistica dell’Ingegneria civile, secondo i dati Inail, è maggiore delle altre due. Tra tutte le attività economiche, se si eccettuano le Estrazioni di petrolio, carbone e minerali, le quote più alte di episodi gravi sono registrate proprio nelle tre divisioni delle Costruzioni, che registrano percentuali superiori al 35% (Tabella 1).

Divisione Ateco	Denominazione	Dettaglio	N. infortuni riconosciuti 2014 - 2018	Indice di incidenza* 2014 - 2017	Percentuale di casi gravi** 2014 - 2018
41	Costruzione di edifici	Costruzione di edifici (residenziali e non residenziali) e sviluppo di progetti immobiliari	49.445	22,8	38,9%
42	Ingegneria civile	Costruzione di strade, di ferrovie e di opere di pubblica utilità (per il flusso di liquidi, per l'energia elettrica, per le telecomunicazioni, ecc.)	10.462	27,2	37,1%
43	Lavori di costruzione specializzati	Preparazione o demolizione di cantieri, installazione di impianti elettrici ed idraulici, lavori per l'isolamento termico ed acustico, finiture di edifici, pulizia a vapore di edifici, sabbatura, ecc.	97.723	21,1	35,6%
Tutti i settori (gestione Industria e Servizi, escluso Agr-Industria, Silvicoltura, Pesca e settore n.d.)			1.544.152	17,2	28,2%

(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale. Elaborazione su Flussi informativi Inail - Regioni)

* Infortuni riconosciuti per mille addetti

** I casi gravi sono quelli che hanno comportato esiti mortali, permanenti oppure più di 40 giorni di assenza dal lavoro

Fonte: Inail, Report Infor.Mo - Infortuni in Edilizia; caratteristiche, fattori causali, misure preventive, 2022

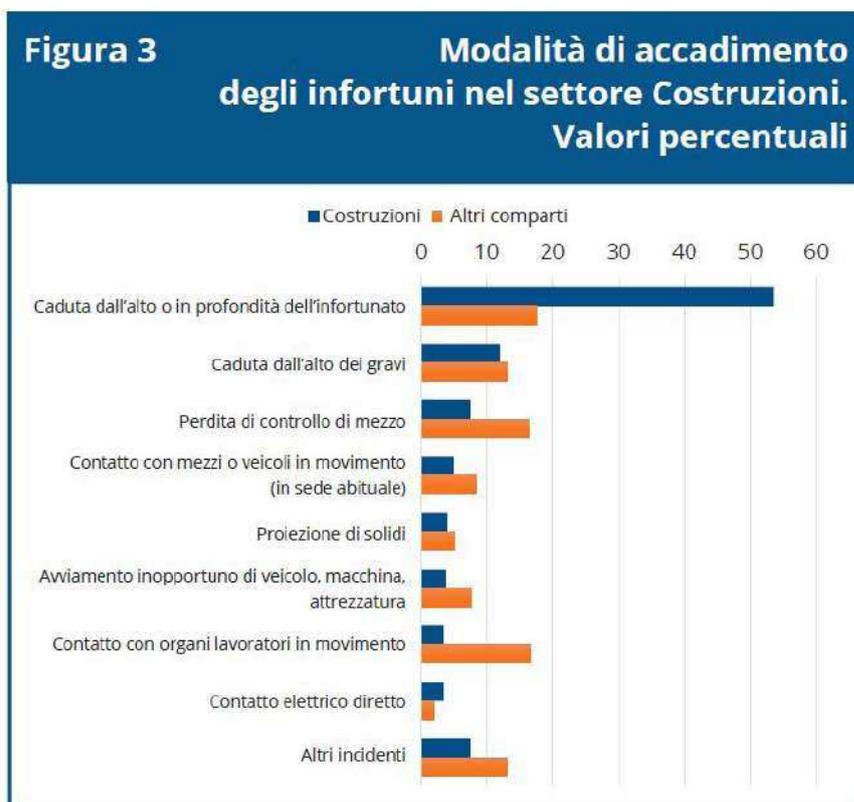
Per il quinquennio 2014 - 2018, il sistema di sorveglianza nazionale degli infortuni ha registrato 607 infortuni nel settore delle Costruzioni, distinti in 292 mortali e 315 gravi.

Modalità di accadimento degli Infortuni

Le tipologie di incidenti più frequenti nel settore delle Costruzioni, sono le cadute di lavoratori dall'alto, modalità che da sola raggruppa oltre la metà degli infortuni (54%), le cadute dall'alto di oggetti e carichi su lavoratori (12%), le perdite di controllo durante la conduzione di mezzi (7%). Queste prime tre modalità di accadimento rappresentano insieme quasi i $\frac{3}{4}$ degli infortuni totali analizzati dal rapporto.

Entrando più in dettaglio, si rileva che le cadute dall'alto di lavoratori avvengono principalmente da attrezzature per lavoro in quota, ponteggi e scale portatili, da tetti/coperture o da altre parti in quota come solai e balconi privi dei necessari sistemi di protezione dei lavoratori contro le cadute dall'alto.

Negli incidenti dovuti a caduta dall'alto di gravi, le situazioni più frequenti hanno riguardato sia cadute di materiali durante il loro sollevamento o trasporto con mezzi di lavoro sia cedimenti di terreno o parti di muri/pareti, spesso durante attività svolte dai lavoratori in aree di lavoro ad alto rischio quali ad esempio gli scavi.



(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Infine, per gli incidenti contraddistinti dalla perdita di controllo di un mezzo, le attrezzature maggiormente coinvolte sono le macchine per la movimentazione della terra e per i lavori stradali. In tali dinamiche, l'infortunio è risultato essere spesso causato da un investimento dell'operatore a terra da parte del mezzo in movimento.

2.2 - Fattori di rischio

I dati raccolti dal Report permettono di evidenziare 1.173 fattori di rischio.

Nei cinque anni considerati (2014 - 2018), rispetto agli altri settori economici, gli eventi nelle Costruzioni mostrano una maggiore prevalenza di fattori di rischio legati alla predisposizione degli ambienti di lavoro (19% contro la media del 12%) ed ai dispositivi di protezione individuale (12% contro la media del 6%).

Al contrario, risultano minori le quote delle problematiche appartenenti alla categoria delle attrezzature (16% contro la media del 22%) ed alle procedure messe in atto dagli infortunati (40% contro la media del 47%).

La Tabella 2 indica, per i principali incidenti avvenuti nelle Costruzioni, la distribuzione dei fattori di rischio secondo le sei macro categorie definite dallo stesso modello di analisi Infor.Mo. In particolare, le categorie di fattore di rischio

vengono suddivise come seguente:

- (AI) Attività infortunato: riguardano azioni, gesti e movimenti inappropriati compiuti dall'infortunato;
- (AT) Attività di terzi: riguardano azioni, gesti e movimenti inappropriati compiuti da altri colleghi;
- (UMI) Utensili macchine impianti: contemplano le specifiche problematiche dell'attrezzatura;
- (MAT) Materiali: si riferiscono alle criticità del materiale in lavorazione o lavorato;
- (AMB) Ambiente: osserva le carenze strutturali e organizzative dei luoghi di lavoro;
- (DPI) Dispositivi di protezione individuale: DPI e abbigliamento prendono in considerazione le criticità dei dispositivi di protezione individuale e degli abiti indossati.

Tabella 2 Distribuzione dei principali incidenti avvenuti nelle Costruzioni per fattori di rischio. Valori percentuali

Incidente	Categoria fattore di rischio						Totale
	AI	AT	UMI	MAT	AMB	DPI	
Caduta dall'alto o in profondità dell'infortunato	40,0	4,1	16,5	0,8	20,1	18,5	100,0
Caduta dall'alto dei gravi	38,0	18,3	9,2	6,3	26,1	2,1	100,0
Perdita di controllo di mezzo	42,6	22,3	10,6	1,1	21,3	2,1	100,0
Contatto con mezzi o veicoli in movimento (in sede abituale)	41,5	21,5	18,5	0,0	15,4	3,1	100,0
Proiezione di solidi	27,3	10,9	25,5	9,1	16,4	10,9	100,0
Avviamento inopportuno di veicolo, macchina, attrezzatura	56,3	25,0	15,6	0,0	3,1	0,0	100,0
Contatto con organi lavoratori in movimento	55,2	3,4	31,0	3,4	0,0	6,9	100,0
Contatto elettrico diretto	40,0	15,0	12,5	0,0	27,5	5,0	100,0

(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Fonte: Inail, Report Infor.Mo - Infortuni in Edilizia; caratteristiche, fattori causali, misure preventive, 2022

La lettura dei dati in tabella rileva la forte presenza di problematiche legate alle modalità operative degli infortunati (AI), non necessariamente riconducibili a loro responsabilità quanto a carenze di tipo gestionale (formazione, informazione, pratiche tollerate, ecc.) che non hanno permesso al lavoratore di operare in sicurezza.

Nelle cadute di operatori dall'alto sono più rilevanti, rispetto agli altri incidenti, le criticità legate ai DPI (18,5%), ovvia conseguenza di fasi lavorative che richiedono l'impiego di determinate procedure e dispositivi di protezione per il contenimento del rischio.

Problematiche inerenti la non corretta interfaccia tra il soggetto poi infortunato e colleghi presenti nello scenario infortunistico (AT) si rilevano maggiormente negli eventi dovuti a perdita

di controllo di mezzi (22,3%), che porta a investimenti in aree prive di adeguata viabilità o a ribaltamenti, seguiti da avviamenti inopportuni di attrezzature (25%), ad esempio in fase di manutenzione, e a contatti con mezzi in movimento nei percorsi previsti (21,5%), causati dal mancato coordinamento tra pedoni e mezzi nelle fasi di movimentazione.

La Tabella 3 riporta invece i problemi di sicurezza per ciascuna categoria dei fattori di rischio. Per il fattore Ambiente (AMB) in edilizia si evidenzia, anche nei confronti degli altri comparti, un'elevata quota di assenze di dispositivi di protezione collettivi (parapetti, armature, barriere).

Per le attrezzature (UMI), oltre a deficit riscontrati sulle necessarie protezioni, si rilevano anche problemi relativi alla non idoneità delle attrezzature messe a disposizione dei lavoratori.

Tabella 3 Fattori di rischio rilevati per gli eventi del settore Costruzioni. Valori percentuali

Problemi di sicurezza		Costruzioni	Altri settori
AMB	Assenza di barriere, protezioni, parapetti, armature	7,5	2,0
	Segnaletica	1,6	2,2
	Presenza di elementi ingombranti, pericolosi	1,5	1,1
	Percorsi e vie di transito	1,4	1,0
	Presenza di elettricità, linea elettrica	0,5	0,2
	Presenza di liquidi, gas, vapori	0,2	0,6
	Assenza di illuminazione idonea	0,1	0,3
	Altro elemento ambientale	3,8	3,3
UMI	Protezioni mancanti, inadeguate	7,9	13,0
	Anomalie, guasti in esercizio	2,6	3,4
	Altro problema (presenza di elementi pericolosi, attrezzatura mancante o non idonea all'uso)	6,6	6,1
AI-AT	Errore di procedura	34,7	30,9
	Uso errato di attrezzatura	14,5	22,6
	Uso improprio di attrezzatura	2,9	3,4
DPI	Uso errato o mancato uso (ma disponibile) di DPI	6,3	2,4
	DPI non fornito	4,6	2,5
	Inadeguatezza strutturale o deterioramento di DPI	1,4	0,9
MAT	Caratteristiche dei materiali	1,2	1,7
	Stoccaggio di oggetti e materiali	0,5	1,6
	Trasformazione dei materiali	0,2	0,8
Totale		100,0	100,0

(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Fonte: Inail, Report Infor.Mo - Infortuni in Edilizia; caratteristiche, fattori causali, misure preventive, 2022

Nella categoria dei DPI, rispetto agli altri settori, emergono in particolare criticità legate alla mancata fornitura o al non utilizzo.

Come osservato, le principali modalità di accadimento degli eventi di infortunio sono: cadute di lavoratori dall'alto, cadute di oggetti e carichi e perdite di controllo nella conduzione di mezzi di lavoro.

Vengono ora analizzati i fattori di rischio legati a queste modalità.

Fattore di rischio -

Caduta dei lavoratori dall'alto

Negli infortuni dovuti a cadute di lavoratori dall'alto, che come indicato sopra descrivono oltre la metà del cluster di dati in esame, gli errori nelle modalità operative dei lavoratori avvengono sia per azioni estemporanee (54%) sia a causa di problematiche riconducibili ad aspetti gestionali-organizzativi, quali la formazione, informazione, addestramento (17%) e le pratiche scorrette abitualmente tollerate in azienda (26%).

Oltre la metà dei problemi sulle attrezzature impiegate riguarda le protezioni (53%) per il contenimento dei rischi connessi a lavori in quota. Tra i fattori di rischio relativi al fattore ambiente (cantieri, depositi, edifici in ristrutturazione, ecc.) emerge l'assenza di protezioni quali barriere, parapetti, armature (54%) e di percorsi definiti per mezzi e pedoni (13%).

Nelle cadute dall'alto le problematiche sui DPI riguardano essenzialmente la mancata fornitura (43%), ma non meno rilevante è l'aspetto del mancato uso (40%) quando disponibili.

Fattore di rischio -

Caduta di gravi su lavoratori

Gli infortuni nelle Costruzioni dovuti a caduta di gravi su lavoratori sono accaduti principalmente

nelle fasi di movimentazione carichi o a seguito di crolli, frane, smottamenti di porzioni di terreno. Durante la movimentazione dei carichi i fattori di rischio più frequenti hanno riguardato errori nella conduzione dei macchinari (azioni estemporanee di soggetti esperti ma anche di lavoratori privi della necessaria formazione e addestramento). Altre criticità riscontrate sono collegate a carenza di manutenzione sulle attrezzature impiegate ed alla posizione dell'infortunato, che si viene impropriamente a trovare nel raggio di manovra del carico.

Fattore di rischio -

Perdita di controllo nella conduzione dei mezzi

I fattori di rischio negli infortuni dovuti a perdite di controllo dei mezzi di lavoro, con conseguenti investimenti e ribaltamenti, riguardano essenzialmente gli errori commessi alla guida dei macchinari (sovente per carenza di adeguata formazione e addestramento) e la mancanza di una adeguata viabilità, in termini di segnalazione e delimitazione, nelle aree dove operano mezzi e operatori a terra i quali si vengono a trovare a ridosso dei mezzi in movimento aumentando il rischio di essere colpiti (o investiti) e subire un danno.

Misure Preventive e Protettive

Per quanto riguarda le misure preventive e protettive da adottare nei casi di infortunio in Edilizia, il d.lgs. 81/2008 riserva un intero capitolo, ovvero Titolo IV, al settore delle Costruzioni, oltre a 15 allegati, dal IX al XXIII, proprio per l'intrinseca pericolosità delle lavorazioni e per l'elevato indice di accadimento infortunistico riscontrato nel tempo.

La norma prevede, in maniera chiara e dettagliata, i singoli adempimenti cui sono tenuti i vari soggetti impegnati a vario titolo in cantiere.

Fonte: Inail, Report Infor.Mo - Infortuni in Edilizia; caratteristiche, fattori causali, misure preventive, 2022

In via esemplificativa si può dire che le misure previste possono essere distinte in misure generali e misure specifiche, correlate alle diverse casistiche di possibili eventi infortunistici che possono potenzialmente presentarsi in cantiere.

Di seguito vengono elencate le misure generali da adottare, mentre per le misure specifiche occorre la lettura della norma e del relativo allegato:

- **Organizzazione del cantiere e delle attività lavorative:** è necessario che ciò venga programmato ed attuato con sufficiente anticipo rispetto alla data di inizio dei lavori, prevedendo sia l'organizzazione sul campo delle varie attività sia il chi deve fare cosa, giorno per giorno.
- **Formazione, informazione, addestramento:** ogni lavoratore deve essere istruito preliminarmente sui vari aspetti connessi alla salute ed alla sicurezza riferiti al singolo cantiere ove si trova ad operare. Non è sufficiente che venga assicurata una formazione generale/generica connessa alla mansione, la quale rappresenta comunque prerequisito indispensabile per l'accesso in cantiere.
- **Coordinamento e sorveglianza delle attività di cantiere:** è necessario assicurare una supervisione continua sulle varie attività che hanno luogo in cantiere al fine di sovrintendere, vigilare e intervenire per porre rimedio a situazioni di potenziale pericolo. Per tale attività è necessario prevedere un congruo numero di persone, in funzione della grandezza del cantiere. Tali soggetti, che assumono la funzione di preposti, devono essere a loro volta opportunamente formati ed in possesso di specifica esperienza.
- **Cooperazione e coinvolgimento:** è necessario che chiunque acceda al cantiere, a qualunque titolo, sia in possesso di un quadro complessivo dei vari ruoli di tutti i soggetti presenti e delle

misure poste in essere per prevenire e proteggersi da potenziali accadimenti infortunistici. A tal fine risulta essenziale prevedere periodici momenti di incontro/riunione, durante i quali avvenga uno scambio di informazioni tra tutti i soggetti.

- **Modelli organizzativi:** nei cantieri ove operano aziende che adottano modelli di organizzazione e gestione è più improbabile che avvengano eventi infortunistici. Le caratteristiche di tale modello sono espressamente individuate dall'art. 30 del d.lgs. 81/2008, ove è indicato come la sua concreta attuazione rivesta carattere di esimente nei confronti della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di personalità giuridica.

Ai fini della validità e dell'efficienza di questo modello organizzativo, occorre chiaramente assicurare un sistema interno aziendale per l'adempimento degli obblighi giuridici relativi, ad esempio, al rispetto degli standard tecnico-strutturali di legge relativi ad attrezzature, impianti, luoghi di lavoro, agenti chimici, fisici e biologici; alle attività di valutazione dei rischi e di predisposizione delle misure di prevenzione e protezione conseguenti; alle attività di natura organizzativa, quali emergenze, primo soccorso, gestione degli appalti, riunioni periodiche di sicurezza, consultazioni dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza; alle attività di sorveglianza sanitaria; alle attività di informazione e formazione dei lavoratori; alle attività di vigilanza con riferimento al rispetto delle procedure e delle istruzioni di lavoro in sicurezza da parte dei lavoratori; alla acquisizione di documentazioni e certificazioni obbligatorie di legge; alle periodiche verifiche dell'applicazione e dell'efficacia delle procedure adottate.

2.3 - Infortunio per Caduta dall'alto in Edilizia

Il lavoro di ricerca ha trovato seguito nell'approfondimento di uno dei fattori di rischio maggiormente influenti nel settore delle Costruzioni, ovvero quello della Caduta dall'Alto.

Sempre a livello italiano, esistono delle linee guida, stilate sulle informazioni relative ai danni alla salute e ai rischi presenti negli ambienti di lavoro. Il "Piano Nazionale della Prevenzione 2020-2025", adottato con Intesa Stato-Regioni del 6 agosto 2020 rappresenta lo strumento fondamentale di pianificazione centrale degli interventi di prevenzione e promozione della salute da realizzare sul territorio. Questo mira a garantire sia la salute individuale e collettiva sia la sostenibilità del Servizio sanitario nazionale secondo un approccio multidisciplinare, intersettoriale e coordinato.

Il PNP 2020-25, specificatamente nel macro obiettivo 5.4 "Infortuni e incidenti sul lavoro, malattie professionali", identifica il modello di intervento territoriale (Piano mirato di prevenzione - PMP), stilato con un confronto diretto con le varie ASL (Azienda Sanitaria Locale) quale strumento operativo per organizzare le azioni di supporto al processo di valutazione dei rischi e di organizzazione delle attività di prevenzione e protezione nei contesti lavorativi.

Questi PMP si suddividono in vari vademecum che riguardano diversi fattori di rischio relativi a differenti settori lavorativi.

Per questo lavoro di ricerca, sono stati analizzati il documento "PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia" stilato dalla Regione Umbria e il "PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto" della Regione Lazio.



Fonte: <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/ricerca-e-tecnologia/area-salute-sul-lavoro/sistemi-di-sorveglianza-e-supporto-al-servizio-sanitario-nazionale/piani-mirati-di-prevenzione-e-panel-aziendali.html>

Fonte: https://www.epicentro.iss.it/piano_prevenzione/pnp-2020-25

Fonte: https://www.salute.gov.it/portale/prevenzione/DELIBERE_PR_P_2020-2025/Campania/Allegato_2b_Programmi_Predefiniti_parte_2.pdf

I dati

Le cadute dall'alto continuano a rappresentare una delle cause di infortunio sul lavoro tra le più frequenti e dalle conseguenze spesso gravi. Le principali cause sono la perdita di equilibrio da superfici in quota o lo sfondamento di coperture non portanti. Gli stessi documenti fanno riferimento ai dati Inail Infor.Mo, di cui parlato nel capitolo precedente.

Nel periodo analizzato (2010-2018), gli infortuni mortali per caduta dall'alto sono stati 656, di cui 392 nelle costruzioni mentre i gravi sono stati 491, di cui 243 nelle costruzioni.

Dove avvengono

Le cadute dall'alto sono circa un terzo degli infortuni mortali sui luoghi di lavoro. Avvengono in particolare:

- 65% nel settore delle costruzioni;
- 52,4% nel cantiere;
- 71% in imprese fino a 9 dipendenti

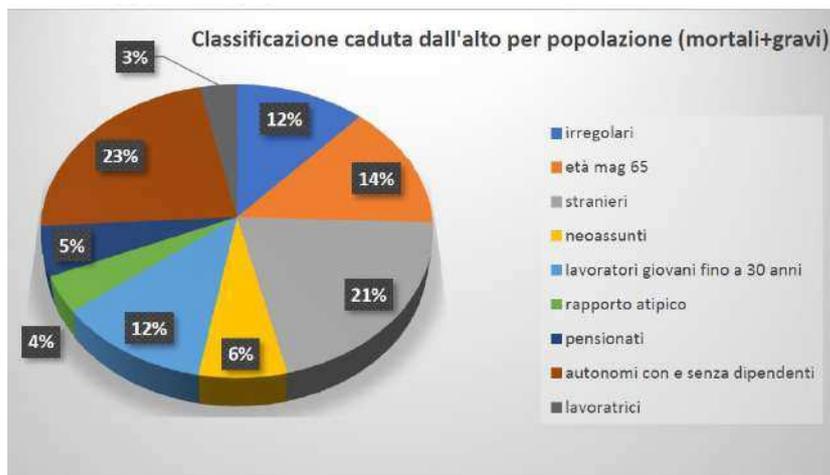
Viene evidenziata un'elevata incidenza di infortuni mortali per cadute dall'alto in operatori con anzianità nella mansione >3 anni ed un'età >50: da questo risulta che l'esperienza acquisita non determina un abbassamento del rischio, anzi, tutt'altro.

I fattori determinanti di accadimento sono:

- Errate modalità operative per 2/3 dovute a errore di procedura: transito su superfici non calpestabili, perdita di equilibrio da parti fisse dell'edificio o da ponteggi; altre procedure di lavoro

per i ponteggi; uso improprio o errato della scala portatile;

- Mancato/scorretto uso dei necessari DPI;
- Fattore ambientale: mancata interdizione di passaggi pericolosi, carenza di segnalazioni; mancanza di protezioni fisse; assenza di punti di ancoraggio delle linee vita, di parapetti e di protezioni in quota; problema di assetto della scala portatile (inadeguatezza all'uso).



Fonte: PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia, Regione Umbria

Fonte: PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto, Regione Lazio

Tipologie di rischio

Per capire le cause per cui si continua a cadere dall'alto, sono state esaminate le dinamiche di infortunio con esito mortale o grave. In particolare, le cause individuate sono sei, di seguito riportate.

Cadute per sfondamento di coperture non portanti

Riguarda lo sfondamento di coperture non portanti, che possono essere praticabili e non. La distinzione si può ricavare dalla Norma UNI 8088:1980:

- Copertura praticabile (intrinsecamente sicura): copertura sulla quale è possibile l'accesso ed il transito di persone, anche con attrezzature portatili, senza predisposizione di particolari mezzi e/o misure di sicurezza, in quanto non sussistono rischi di caduta di persone e/o cose dall'alto né rischi di scivolamento in condizioni normali;
- Copertura non praticabile (potenzialmente pericolosa): copertura sulla quale non è possibile l'accesso ed il transito di persone senza predisposizione di particolari mezzi e/o misure di sicurezza contro il pericolo di caduta di persone e/o cose dall'alto e contro i rischi di scivolamento;

In gran parte degli incidenti esaminati dai documenti vi è una mancata valutazione del tipo di copertura e quindi della sua resistenza, in altri casi perdita di equilibrio da parti sicure con caduta su parti non portanti, come ad esempio su lucernari. Comunque in tutti i casi si tratta di azioni estemporanee.



Copertura protetta con parapetti



Griglia metallica anticaduta



Operatore collegato a sistema anticaduta (linea vita, imbroccatura, ecc.), predisposizione camminamenti con tavole e impiego di reti di sicurezza (Sistema S)

Fonte: PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia, Regione Umbria

Fonte: PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto, Regione Lazio

Caduta da scala portatile

Elemento dominante nella dinamica di infortunio con scala, è l'uso in condizioni di instabilità e al di fuori dei casi previsti dalla norma (art. 113 D.lgs. 81/08). L'operatore gran parte delle volte opera in condizioni ergonomiche sfavorevoli e con entrambi le mani occupate da utensili. L'impatto a terra avviene quasi sempre di spalle e/o di testa con conseguenze gravi e/o mortali.



Caduta da parte in quota dell'edificio

Sono infortuni dovuti ad azioni estemporanee con accesso a parti in quota degli edifici (tetto, balconi, scale, ..) mancanti dei dovuti apprestamenti di protezione dei lavoratori oppure l'adozione di DPI per la protezione di caduta dall'alto. Nella maggior parte dei casi la dinamica dell'infortunio è da collegarsi ad una perdita di equilibrio del lavoratore per diversi fattori (inciampare, scivolare, malore, ..) con conseguente caduta nel vuoto.



Cadute da ponteggi ed opere provvisionali in genere

Le cause di caduta da ponteggi ed opere provvisionali in genere sono dovute fondamentalmente ad un montaggio errato e/o incompleto dell'opera provvisoria, oppure di parte di essa durante le fasi di lavoro (parapetti interni/esterni, correnti,...) lasciando pericolosi buchi di caduta.



Cadute all'interno di vani ascensori o vuoti lasciati nei solai

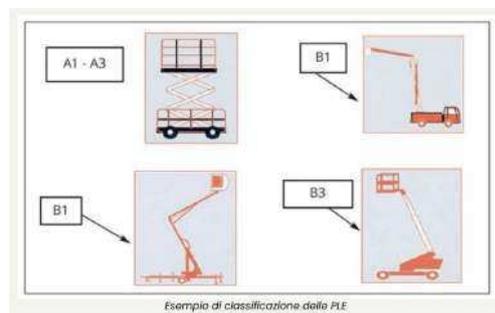
Sono eventi determinati dalla presenza non segnalata e non protetta di varchi aperture nei solai, oppure protetti non correttamente (es. tavolato instabile e non fissato, parapetti non saldamente ancorati).



Cadute da sistemi di sollevamento motorizzati o per lavori con funi

Si possono considerare fondamentalmente 3 diverse tipologie di incidente con i sistemi di sollevamento:

- Problemi strutturali del sistema di sollevamento e/o errata installazione;
- Sbarchi da PLE su piani in quota con conseguente caduta nel vuoto per cedimento di superfici non portanti o perdita di equilibrio;
- Mancato uso di DPI o uso errato di DPI (sistemi di trattenuta).



Fonte: PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia, Regione Umbria
 Fonte: PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto, Regione Lazio

Misure di prevenzione e protezione connesse all'ambiente di lavoro

- Tipi di copertura: la protezione delle estremità deve avere una resistenza tale da sopportare la forza dinamica esercitata da un corpo che vi cade contro. Quanto maggiore è la pendenza e più lunga la falda della copertura, tanto più estesa deve essere la protezione delle estremità. Le coperture sono, o possono diventare, fragili, se costituite da materiale non in grado di sostenere i carichi accidentali derivanti dalle lavorazioni che vi si svolgono sopra. Sulle coperture potrebbero trovarsi anche delle zone particolarmente fragili in presenza di lamiera ossidate o lucernari in fibrocemento, vetroresina o plastica che con il passare del tempo si deteriorano e si indeboliscono e, soprattutto, viste dall'alto, non si riconoscono perché assumono la stessa colorazione del resto della copertura; la loro fragilità può essere anche momentanea, a causa di vincoli di appoggio non perfezionati. Una copertura fragile non è un posto sicuro per lavorare e non vi si deve accedere senza prendere appropriate misure preventive.

- Tipo di facciata: anche varie tipologie di facciate adottate sul luogo del cantiere possono essere causa di caduta dall'alto. Questi fattori di rischio e i sistemi di prevenzione sono indicati nella tabella a lato.

Rischio caduta	Prevenzione
Tetti a falde	
<ul style="list-style-type: none"> • da gronde; • scivolando sul tetto e poi sulle gronde; • sprofondando internamente, attraverso il tetto; • da muri esterni timpanati. 	Puntuale valutazione dei rischi connessa alle attività che si svolgono in quota da parte del datore di lavoro.
Tetti piani	
<ul style="list-style-type: none"> • dall'estremità del tetto • dall'estremità in cui si sta svolgendo il lavoro; • attraverso piccole aperture, fessure o luci presenti sul tetto 	E' necessario adottare misure di protezione collettiva sull'estremità del tetto, o di aperture, punti d'accesso e piccole luci che si trovano sul tetto costituendo elementi di fragilità del piano di calpestio.

Tetti industriali	
<ul style="list-style-type: none"> • dall'estremità del tetto; • attraverso fessure che si trovano nel tetto completato solo parzialmente; • attraverso pannelli in fibra artificiale; • dall'estremità principale quando la presenza di fori non protetti è inevitabile; • dalla struttura, ad esempio durante il deposito di materiali pesanti; • mediante lucernari o rivestimenti fragili o protetti in modo precario. 	Pianificazione dei lavori da eseguire tenendo conto prioritariamente di: <ul style="list-style-type: none"> ✓ riduzione della necessità di spostamento dei lavoratori lungo il tetto attraverso: <ul style="list-style-type: none"> -l'uso di aree di carico; - la consegna del materiale solo quando necessario e nel luogo e all'ora convenuti; - realizzazione di punti d'accesso adeguati alla postazione di lavoro. ✓ Ridurre il rischio di caduta dall'alto tramite misure di protezione collettiva prima di quelle individuali

Rischio caduta	Prevenzione
Facciate continue	
<ul style="list-style-type: none"> • durante le operazioni di pulizia della parte esterna degli infissi; • al momento dell'accesso alla facciata; • cedimento degli ancoraggi del sistema costruttivo per degrado e/o stress strutturale 	Le facciate possono essere costituite da elementi semistrutturali calcolati per sostenere il sistema di chiusura ma non il peso di un eventuale addetto né tanto meno qualsiasi carico che si sta portando. I pannelli vetrati e gli infissi possono essere soggetti a danneggiamento e rottura per urti con i sistemi e/o mezzi di accesso mobili, causando il ferimento dell'operatore con la conseguente caduta dall'alto.
Facciate ventilate	
<ul style="list-style-type: none"> • al momento dell'accesso alla facciata; • cedimento degli ancoraggi del sistema costruttivo per degrado e/o stress strutturale 	I rischi rappresentati possono essere ridotti mediante il ricorso a installazioni fisse di accesso in sicurezza alla facciata appositamente progettate, quali ad esempio cestelli scorrevoli su binario.

Fonte: PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia, Regione Umbria
 Fonte: PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto, Regione Lazio

Misure di prevenzione per tipologia di rischio

Gli stessi documenti delineano anche una lista di misure preventive per ogni tipologia di rischio elencata precedentemente.

- Cadute per sfondamento di coperture non portanti: qualsiasi intervento che presupponga l'accesso su piani di copertura presumibilmente non praticabili o parzialmente praticabili dovrà richiedere la presenza di percorsi attrezzati, linee vita con punti di richiamo per evitare l'effetto pendolo, delimitazione di lucernari con parapetti e installazione di reti di trattenuta al di sotto di lucernari.
- Caduta da scala portatile: la scala portatile può essere usata nei lavori in quota (altezza superiore a 2 m rispetto al piano stabile) solo nei casi in cui l'uso di altre attrezzature di lavoro considerate più sicure non sia giustificato a causa del limitato livello di rischio e della breve durata di impiego oppure a causa delle caratteristiche esistenti dei siti che il datore di lavoro non può modificare. Le scale portatili devono essere marcate CE e scelte in funzione dell'attività da svolgere ed utilizzate secondo le indicazioni del fabbricante.
- Caduta da parte in quota dell'edificio: l'accesso in quota (tetti e/o coperture) presuppone per prima cosa l'accertamento della praticabilità del piano per evitare lo sfondamento, la presenza di sistemi di accesso sicuri, la presenza di sistemi di protezione collettiva (parapetti di classe A,B,C in funzione della pendenza del piano e dell'altezza di caduta, reti di sicurezza, parapetti di sommità dei ponteggi resistenti all'azione dinamica di caduta), dispositivi di protezione individuale nel caso non siano adottabili sistemi collettivi (imbracatura, linee vita e punti di ancoraggio sicuro).
- Cadute da ponteggi ed opere provvisorie in genere: le misure preventive si differenziano in funzione della fase in cui ci si trova, ovvero montaggio, uso o smontaggio del ponteggio. Nelle fasi di montaggio e smontaggio ci dovrà attenere alle indicazioni del PIMUS (Piano di Montaggio, Uso e Smontaggio dei ponteggi), utilizzo dei DPI di trattenuta e personale formato per i lavori in quota. La verifica giornaliera da parte del preposto dell'integrità del ponteggio è fondamentale per eliminare eventuali manomissioni che spesso avvengono durante le lavorazioni (eliminazione di parapetti interni per interventi di pitturazione della facciata ecc.).
- Cadute all'interno di vani ascensori o vuoti lasciati nei solai: è importante la segnalazione e l'adozione di sistemi di protezione collettivi (parapetti di delimitazione dei vani e/o varchi, realizzazione di piani con tavolato saldamente fissato a chiusura di vani nei solai).
- Cadute da sistemi di sollevamento motorizzati o per lavori con funi: l'utilizzo di attrezzature di sollevamento richiede la rispondenza delle stesse a quanto riportato nell'art. 70 e siano soggette ai controlli e verifiche di cui all'art. 71 del D.Lgs. 81/08. Durante le lavorazioni è importante l'uso di DPI di trattenuta e la valutazione dell'altezza di caduta ed eventuali ostacoli che possano interferire durante la caduta. Qualora non siano attuate misure di protezione collettiva, l'accesso in quota può avvenire tramite fune.

Queste misure preventive rappresentano dei punti di partenza sui quali lavorare per assicurare ed aumentare il livello di sicurezza nei lavori di tipo edile.

Fonte: PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia, Regione Umbria

Fonte: PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto, Regione Lazio

Capitolo 3 - Rischio di Caduta dall'alto da Ponteggio edile

3.1 - Il Ponteggio

La fase di ricerca è stata ulteriormente circoscritta per individuare il microscenario di intervento. In particolare, si è scelto di intervenire sull'Infortunio per Caduta dall'Alto che avviene da Ponteggio.

La scelta è stata giustificata, oltre dai dati che testimoniano la necessità di soluzioni innovative ed efficaci per garantire la sicurezza dei lavoratori, anche per la possibilità esistente di intervento, e perchè questo specifico ambiente di lavoro permette spunti progettuali per intervenire non solo sul fattore di rischio di caduta dall'alto dei lavoratori, ma anche su altre problematiche, quale la manutenzione e il controllo della struttura, la caduta di possibili gravi sui lavoratori.

Come prima cosa, dunque, occorre definire cos'è il ponteggio.

I ponteggi sono strutture provvisorie, cioè a disposizione del cantiere per un periodo di tempo limitato, reticolari e multipiano, impiegate per la realizzazione, la manutenzione e il recupero di opere edilizie, ad altezze superiori ai 2 metri.

Classificazione

I ponteggi vengono classificati in base alle Classi di Carico. In base al carico sostenuto, si parla infatti di Ponteggio da manutenzione; Ponteggio da costruzione; Piazzole di carico (Circolari Ministero del Lavoro 85/78, 44/90, 132/91). La

Norma UNI EN 12811-1: 2004 aggiunge altre tre classi di carico.

Le forze che gravano sul ponteggio sono: il peso dei lavoratori; dei materiali depositabili; carichi dovuti al vento; carichi dovuti alla neve; carichi dovuti ad irregolarità di montaggio.

Le classi sono espresse in questa suddivisione:

- Ponteggi Leggeri Classe 1: usati per ispezioni e per lavori da effettuare con attrezzi leggeri e senza deposito di materiali;
- Ponteggi Leggeri Classe 2 e 3: per lavori di ispezione ed operazioni che non implicino deposito di materiali, salvo quelli immediatamente necessari, per esempio per pitturazione, pulitura pietrame, lavori di intonacatura ecc.
- Ponteggi Pesanti Classe 4 e 5: per lavori di erezione murature, getti di calcestruzzo, intonacatura ecc. Devono sopportare la presenza di carichi aggiuntivi oltre a quelli degli operatori;
- Ponteggi Pesanti Classe 6: per lavori di muratura pesante o per rilevanti depositi di materiali. Devono sopportare la presenza di carichi aggiuntivi oltre a quelli degli operatori.

Classe di carico	Carico suddiviso in kN/m	Carico concentrato su 500 x 500 mm in kN/m	Carico parziale di area in kN/m
1	0,75	1,50	
2	1,50	1,50	
3	2,00	1,50	
4	3,00	3,00	5,00
5	4,50	3,00	7,50
6	6,00	3,00	10,00

Fonte: Iaria Giannetti, *Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria*, in *Architettura, Urbanistica, Ambiente*, Roma, Gangemi Editore, 2017

Fonte: <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>

Fonte: https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html

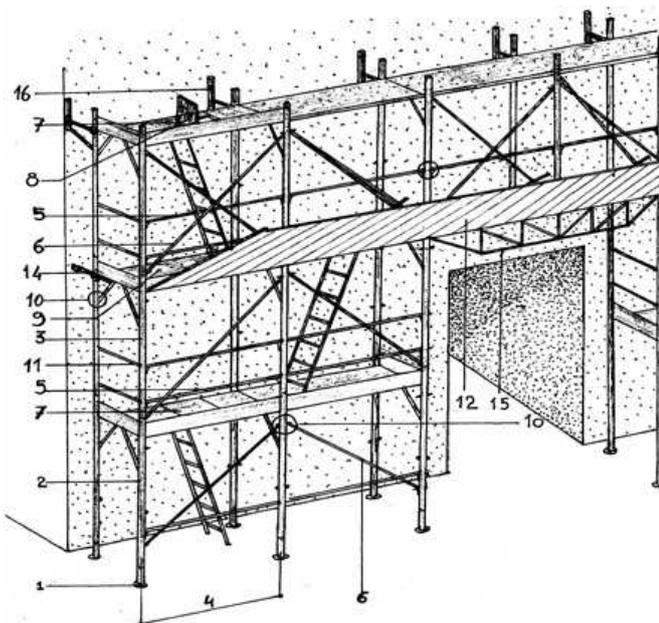
Elementi costitutivi del ponteggio

Essendo strutture che devono essere montate, usate e poi smontate con una certa facilità, queste sono costituite da elementi singoli e flessibili, e vengono appunto assemblati sul luogo di lavoro a seconda dell'esigenza specifica.

I principali elementi costitutivi dei ponteggi sono elencati di seguito, e fanno riferimento alle immagini a fianco:

1. Basetta fissa e regolabile (piastra autocentrante che viene posta al piede del montante allo scopo di ripartire il carico gravante sui montanti, può essere regolabile in altezza per consentire la partenza del ponteggio su piani inclinati o irregolari);
2. Telaio (costituiti da due montanti collegati fra di loro con traversi);
3. Stilata (successione verticale dei telai);
4. Campo o Ponte (spazio tra due stilate);
5. Corrente (collegamento orizzontale tra due stilate consecutive);

6. Diagonali di facciata in pianta e trasversali (controventatura che impedisce spostamenti o rotazioni dei nodi);
7. Impalcato;
8. Botola (apertura munita di chiusura per accesso ai piani);
9. Sottoponte (impalcato sottostante il piano di lavoro);
10. Nodi e collegamenti (punti geometrici di convergenza tra due o più elementi);
11. Parapetto (costituito da traversi disposti parallelamente al piano di calpestio ed è costituito da un corrimano posto alla quota di un metro, un traverso intermedio in modo da lasciare una luce inferiore a 60 cm ed una tavola ferma piede alta non meno di 20 cm);
12. Parasassi/mantovana (un tavolato fissato a bandiere inclinate e tirantate in modo da proteggere eventuali persone in transito o in sosta dalla caduta dall'alto di materiali);
13. Teli;
14. Ancoraggi (vincolo del ponteggio alla struttura muraria servita);
15. Travi per passi carrai (interruzioni di stilate al fine di consentire il passaggio dei mezzi);
16. Mensola (struttura di allargamento del piano di calpestio);
17. Partenza ristretta del ponteggio (partenza del ponteggio con montanti ravvicinati in caso di strade strette).



Fonte: Iliana Giannetti, *Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria*, in *Architettura, Urbanistica, Ambiente*, Roma, Gangemi Editore, 2017

Fonte: <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>

Fonte: https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html

I ponteggi possono essere realizzati in legno o metallo; generalmente però la maggior parte di quelli in commercio è in acciaio. Indipendentemente dal materiale di cui sono fatti i ponteggi debbono riportare impresso il marchio del fabbricante, a rilievo o a incisione e comunque in modo visibile e indelebile.

I ponteggi, poiché caratterizzati da snellezza, comportano rischi di collasso improvviso; il raggiungimento del carico critico infatti non comporta nessuna manifestazione di deformazione. Per questo motivo i prototipi dei ponteggi sono sottoposti a prove sperimentali di collasso che caratterizzano i limiti di impiego.

I ponteggi infatti devono garantire la sicurezza delle persone che vi lavorano, di tutti i lavoratori che collaborano all'opera edile (protezione dalla caduta verso l'esterno), del pubblico (protezione dai pericoli provenienti dal cantiere).

I ponteggi vanno realizzati ed utilizzati con tutte le precauzioni e secondo le norme strutturali specifiche stabilite dagli organi ufficiali normativi.

Aspetti normativi

La scelta, il montaggio, l'uso e lo smontaggio devono essere eseguiti nel pieno rispetto del Dlgs 81/2008 e del libretto a corredo di ogni ponteggio che contiene l'autorizzazione alla costruzione e all'impiego rilasciata al fabbricante dal Ministero del Lavoro e lo stralcio della relazione tecnica con le istruzioni per il montaggio, l'impiego e lo smontaggio.

Qualora il ponteggio debba essere realizzato secondo schemi geometrici diversi da quelli tipo e/o sollecitato con carichi differenti da quelli previsti nel calcolo deve essere previsto un nuovo progetto secondo le istruzioni approvate nell'autorizzazione e riportate nel libretto. Ad esempio se si utilizzano teli o affissi pubblicitari sul fronte del ponteggio, aumenta la superficie

esposta all'azione del vento, il carico dovuto al proprio peso e le sollecitazioni alla struttura quindi è necessario che un professionista abilitato ne verifichi le condizioni di sicurezza.

Nel Dlgs 81/2008 i ponteggi fissi vengono trattati nel: Titolo IV, Capo II, Sezione IV "Ponteggi in legname e altre opere provvisorie", dall'art. 122 all'art. 130; Titolo IV, Capo II, Sezione V "Ponteggi fissi", dall'art. 131 all'art. 138; Allegato XVIII: "Viabilità nei cantieri, ponteggi e trasporto dei materiali"; Allegato XIX: "Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi".

Un aspetto normato importante è quello relativo ai requisiti dimensionali. I principali requisiti dimensionali dei ponteggi fissi non in legno stabiliti dal Dlgs 81/08 sono:

- altezza del corrente principale ≥ 95 cm;
- altezza della tavola fermapiede ≥ 15 cm;
- spazi liberi fra i correnti ≤ 60 cm;
- altezza dell'ultimo montante ≥ 100 cm;
- distanza tra ponte di servizio e sottoponte di sicurezza ≤ 250 cm;
- distanza tra tavole dell'impalcato e opera servita ≤ 20 cm;
- distanza tra ponteggio e recinzione (zona segregata) ≥ 150 cm.

Fonte: Ilaria Giannetti, Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria, in Architettura, Urbanistica, Ambiente, Roma, Gangemi Editore, 2017

Fonte: <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>

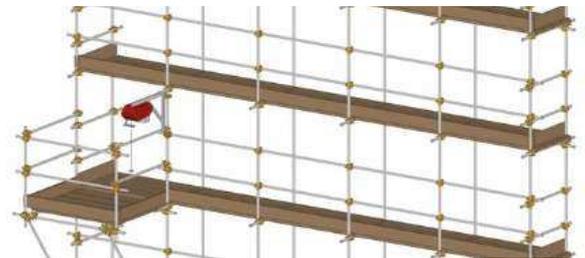
Fonte: https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html

Tipologie di Ponteggio

I ponteggi si suddividono principalmente in tre categorie: a tubo e giunto, prefabbricati e multidirezionali.

- **Ponteggi a tubo e giunto:** in un ponteggio a tubi e giunti le stilate sono costituite da due montanti uniti, a mezzo giunti, con più traversi. Poiché i montanti non sono vincolati a priori con i traversi, gli impalcati possono essere disposti all'altezza che più conviene secondo il tipo di opera da servire. Con questo sistema si può eseguire qualsiasi tipo di opera provvisoria, sia tradizionale che speciale, sia per opere di edilizia civile che industriale come il recupero di manufatti, strutture di sostegno, lavori di ristrutturazione su edifici architettonicamente complessi. Questo tipo di ponteggio è semplice, particolarmente versatile e robusto ma, d'altro canto ha la necessità di maestranze qualificate e comporta maggiori tempi di montaggio.

- **Ponteggi prefabbricati:** i ponteggi a telai prefabbricati sono costituiti da telai di forma e dimensioni prefabbricate che consentono la realizzazione di impalcati a livelli altimetrici prefissati. Il telaio prefabbricato è formato da due montanti e un traverso che, a seconda dell'altezza alla quale viene saldato, distingue i diversi schemi strutturali: telaio a portale, in cui il traverso è saldato a circa 20 cm dall'estremità del montante, telaio ad "H", in cui il traverso è saldato circa a metà del montante. A seconda della tipologia di attacco si dividono anche in telai a perni e telai a boccole. Questa tipologia di ponteggio ha il vantaggio di essere estremamente semplice e molto rapida; di contro ha una geometria d'impiego limitata in quanto le dimensioni e la disposizione degli elementi sono predeterminate.

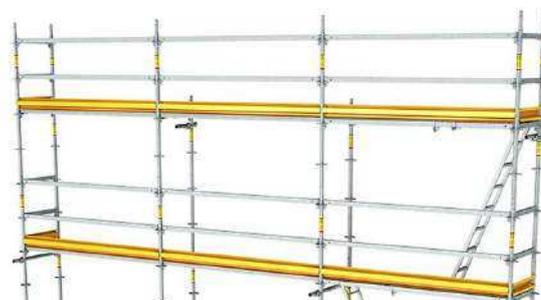


Fonte: Ilaria Giannetti, *Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria*, in *Architettura, Urbanistica, Ambiente*, Roma, Gangemi Editore, 2017

Fonte: <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>

Fonte: https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html

- Ponteggi a montanti e traversi prefabbricati, o “multidirezionali”: il ponteggio a montanti e traversi prefabbricati, ha la caratteristica di possedere un elemento circolare (piastra multi direzionale) con otto fori sui montanti. I correnti e i traversi hanno all'estremità degli elementi a cuneo, i quali vengono inseriti nei fori della rosetta, correnti e traversi nei fori più piccoli, diagonali nei fori più grandi. Il passo del ponteggio multidirezionale può arrivare a 3 m, ma quello più utilizzato è il passo da 2,5 metri. Questa tipologia di ponteggio unisce la versatilità del tubo e giunto con la maggiore semplicità del montaggio del telaio prefabbricato. Uno svantaggio del ponteggio multidirezionale è il notevole peso degli elementi, che in alcuni casi devono essere movimentati da due lavoratori.



Per sostenere una struttura dalla statica incerta si può ricorrere anche ai Puntelli; l'azione dei puntelli è infatti volta essenzialmente a fronteggiare il dissesto da traslazione verticale o/e orizzontale o a sostenere una struttura non ancora ultimata.

Altro elemento necessario, su tutte le tipologie di ponteggio, in particolar modo per quelli da esterno, sono le protezioni. Sia che si tratti di ristrutturazioni che di costruzioni di edifici di grandi dimensioni i lavori eseguiti devono essere sempre protetti in modo sicuro dalle intemperie garantendo un'azione efficace contro vento e polvere.

In particolare, la normativa vigente impone che, quando il ponteggio è allestito in aree pubbliche o aperte al pubblico, deve essere coperto con prodotti specifici, ovvero da teli con elevate prestazioni in caso di forte vento o in caso d'incendio (elevata autoestinguibilità e di diminuzione di propagazione della fiamma) e in grado di schermare dal sole.



Fonte: Ilaria Giannetti, *Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria*, in *Architettura, Urbanistica, Ambiente*, Roma, Gangemi Editore, 2017

Fonte: <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>

Fonte: https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html

I teli quindi vanno realizzati con materiali e sistemi di fissaggio che assicurino velocità di posa in opera, prevenzione dell'effetto vela, resistenza alla strappo, contenimento di polveri o sabbie, inalterabilità nel tempo e riutilizzabilità.

- Trabattelli: il DLgs. 81/2008 definisce i trabattelli "ponti su ruote a torre"; questi vengono normati nel Titolo IV (Ponteggi Movibili), nell'allegato XXIII e dalle norme tecniche UNI EN 1004 ed UNI EN 1298.

Il trabattello è quindi un ponteggio mobile, costituito da tubi metallici e tavole prefabbricati che dispone di una stabilità propria e presenta uno o più impalcati. Generalmente i materiali utilizzati per la realizzazione sono l'acciaio o l'alluminio. Gli impalcati possono essere realizzati sia in legno che in metallo con botole di passaggio, del tipo richiudibili con coperchio praticabile, attraverso le quali avviene l'accesso al piano di lavoro.

Generalmente l'altezza del trabattello non deve superare i 12 m se utilizzato all'interno di edifici (assenza di vento) e gli 8 m se utilizzato all'esterno (presenza di vento). Inoltre è necessario che vi sia una base ampia in modo da resistere, con largo margine di sicurezza, ai carichi ed alle oscillazioni cui possono essere sottoposti durante gli spostamenti.

Deve essere dotato di parapetti completi di tavola fermapiede su tutti e quattro i lati e le ruote devono essere saldamente bloccate (con cunei o sistemi equivalenti) e il piano di scorrimento delle ruote deve essere ben livellato.

Per qualsiasi tipologia di ponteggio, il datore di lavoro ha sempre l'obbligo di redigere il PiMUS (piano di montaggio, uso e smontaggio) semplificato completo delle informazioni relative alla specifica realizzazione (ad esempio sugli appoggi e sugli ancoraggi).



Fonte: Ilaria Giannetti, *Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria*, in *Architettura, Urbanistica, Ambiente*, Roma, Gangemi Editore, 2017

Fonte: <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>

Fonte: https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html

3.2 - Rischi di Caduta dall'alto legati al Ponteggio

Si è visto come l'utilizzo di ponteggi edili risulta una pratica essenziale nel settore delle Costruzioni, tuttavia, anche queste strutture possono introdurre fattori di rischio significativi, principalmente legati proprio alle Cadute dall'alto. Sebbene infatti la loro progettazione, il loro montaggio, uso e smontaggio, siano tutti elementi ben definiti e normati, esistono tuttavia molti fattori di errore umano che possono compromettere la sicurezza dei lavoratori. Nello specifico, rischi per la sicurezza, legati al ponteggio, possono essere:

- **Installazione errata delle componenti**

del Ponteggio: la qualità dell'installazione del ponteggio è cruciale per garantire la sicurezza. Parapetti, correnti e diagonali danneggiate o mal fissate, durante la fase di montaggio, possono aumentare il rischio di caduta per i lavoratori e/o per gli strumenti di lavoro.

- **Manipolazione Inadeguata degli elementi**

del ponteggio: alcuni elementi, come il corrente parapetto, possono essere temporaneamente rimossi, ad esempio per portare, all'interno del ponte di lavoro, elementi di lavoro, ad esempio trasportati da una gru o da una Piattaforma di lavoro elevabile (PLE); questi devono però essere tempestivamente rimontati, una volta completata la manipolazione. Tuttavia, la disattenzione o la mancanza di formazione possono far dimenticare, ai lavoratori, di rimontare correttamente questi elementi. Questo comportamento contribuisce all'incremento dei rischi di caduta.

- **Superficie di Lavoro Instabile:** anche la tavola metallica, che costituisce il ponte calpestabile per i lavoratori, può essere montata con disattenzione e quindi in modo scorretto. Ciò rappresenta un grosso fattore di rischio, perchè è proprio

su questa superficie che grava tutto il peso dei lavoratori e degli attrezzi da essi utilizzati. Le tavole dovrebbero, a loro volta, scaricare il peso sulla struttura del ponteggio, ma se il montaggio non è corretto, fenomeni come disequilibri e carichi eccessivi potrebbero comportare il crollo della struttura.

- **Errato livellamento della struttura:** la struttura del ponteggio è studiata a livello ingegneristico per sopportare, scaricare e bilanciare i carichi che gravano su di essa. Uno degli aspetti fondamentali ed essenziali per la messa in sicurezza della struttura è il corretto livellamento. Tra i telai, la facciata e i ponti, va mantenuta una certa perpendicolarità, che permette il corretto scaricamento del peso a terra. Tutti i telai, di qualsiasi tipologia essi siano, devono essere necessariamente perpendicolari a terra, per poter scaricare correttamente il peso ed evitare problemi di crollo dovuto a fattori di instabilità. Occorre dunque controllare periodicamente questo fattore, ed intervenire tempestivamente con azioni di manutenzione nei casi in cui questi parametri non siano rispettati.

- **Materiali non conformi:** l'impiego di materiali di bassa qualità, per la costruzione del ponteggio, o non conformi alle normative di sicurezza, può minare la stabilità del ponteggio, aumentando così il rischio di crollo e conseguentemente di caduta dei lavoratori.

Oltre alla conformità o meno, alcuni dei materiali utilizzati sui ponteggi, nonostante la normativa, potrebbero causare problematiche in determinate condizioni d'utilizzo. Ad esempio, materiali come l'acciaio e l'alluminio sono impiegati per la realizzazione di scale o tavole grazie alla loro robustezza e leggerezza, tuttavia, essendo appunto metallici, presentano delle superfici

scivolose che non favoriscono un'aderenza ottimale, e potrebbero causare rumori durante il calpestamento e rischi di scivolamento, da parte del lavoratore, durante l'utilizzo.

- **Condizioni Meteorologiche:** essendo, nella maggioranza dei casi, impiegati per lavori all'esterno, i ponteggi risultano estremamente esposti ai fenomeni meteorologici. In condizioni avverse, come in caso di pioggia, il ponteggio può diventare scivoloso e aumentare notevolmente il rischio di caduta. La necessità di adottare misure preventive in queste circostanze è di fondamentale importanza.
- **Dimenticanza della Chiusura della Botola:** un aspetto spesso trascurato è rappresentato dalla dimenticanza della corretta chiusura della botola. Molto spesso, infatti, le botole presenti sul ponte vengono volontariamente lasciate aperte, dopo l'utilizzo, per questioni di comodità e/o dimenticanza, anche se, normativamente, queste devono essere necessariamente chiuse, dopo ogni impiego. Una botola lasciata aperta rappresenta un grave rischio, in primo luogo perchè i lavoratori potrebbero inciampare e/cadere su di essa, col rischio di infortunarsi, e in secondo luogo perchè l'apertura potrebbe favorire la caduta di attrezzi e/o materiali sul ponte sottostante, aumentando anche in questo caso il rischio di infortunio dei lavoratori. Viste anche le ridotte dimensioni della parte calpestabile del ponteggio, la botola non correttamente chiusa rappresenta inevitabilmente un fattore di pericolo.
- **Equipaggiamento di Sicurezza mancante o inadeguato:** l'omissione nell'utilizzo di Dispositivi di protezione individuale (DPI), come cinture di sicurezza, caschi, funi, ed anche di Attrezzatura anticaduta, come linee vita o punti di ancoraggio,

costituisce un grave fattore di rischio. In caso di caduta, infatti, la mancanza di tali dispositivi può portare a infortuni gravi o addirittura fatali. Esistono situazioni in cui questi dispositivi non vengono volontariamente utilizzati, tuttavia, accade spesso che i lavoratori non siano forniti dei dispositivi stessi, o che quelli forniti siano scadenti.

- **Sovraccarico del Ponteggio:** il superamento del limite di carico del ponteggio è un pericolo potenziale che potrebbe causare cedimenti strutturali improvvisi. La struttura, come visto precedentemente, è contraddistinta infatti proprio da una "Classe di Carico" che occorre rispettare per mantenere la stabilità del ponteggio. Sempre come sottolineato precedentemente, purtroppo il ponteggio si contraddistingue per non segnalare, di per sè, segnali di cedimento: la struttura è soggetta a crollo improvviso. Questi eventi possono innescare cadute pericolose e dannose per la sicurezza dei lavoratori, che non rappresentano solo un elevato fattore di rischio, ma che possono essere anche fatali.
- **Conoscenza delle Procedure di Sicurezza:** una formazione insufficiente o inadeguata sulle procedure di sicurezza da seguire, nei casi di emergenza, può portare a errori umani e a comportamenti rischiosi. Un personale adeguatamente formato è essenziale per ridurre al minimo il rischio di cadute. Le procedure da conoscere sono non solo quelle di protezione, nel caso di avvenuta caduta, ma anche quelle di prevenzione, che servono proprio a non far accadere il fatto.

- **Presenza di ostacoli:** gli spazi percorribili del ponte devono essere necessariamente poco sporgenti in larghezza, rispetto alle facciate dell'edificio, pertanto le zone percorribili risultano strette. In queste, elementi come cavi elettrici, tubi, strumenti di lavoro o attrezzature varie, possono rappresentare un ostacolo, dovendo trovarsi, appunto, sullo stesso ponte su cui devono essere impiegate. La presenza di questi elementi potrebbe causare un rischio per i lavoratori che utilizzano il ponteggio, poichè potrebbero inciampare su questi e dunque cadere.

- **Utilizzo improprio di attrezzature:** sempre per il motivo indicato nel punto precedente, anche elementi che risultano indispensabili, come le scale per passare da un piano all'altro della stilata, possono rappresentare un ostacolo, che aumenta il pericolo di cadute dall'alto. Il posizionamento errato di questi elementi non solo rappresenta un ostacolo che potrebbe intralciare e peggiorare un'eventuale situazione di emergenza, ma sono questi elementi stessi che potrebbero cadere e/o crollare, compromettendo la sicurezza del lavoratore e aumentando i fattori di rischio per la sua incolumità.

- **Mancata manutenzione:** il ponteggio e le attrezzature impiegate, così come i DPI, necessitano di una manutenzione periodica, che deve garantire in qualsiasi momento la sicurezza della struttura e quindi dei lavoratori. Una mancata manutenzione, e una mancata tempestiva risoluzione dei problemi riscontrati, durante la fase di manutenzione del ponteggio o delle attrezzature, potrebbero causare o addirittura aggravare eventuali difetti o malfunzionamenti, che possono compromettere la sicurezza del lavoratore.

L'analisi dettagliata dei rischi associati alle cadute dall'alto in un ponteggio edile rivela la necessità di adottare soluzioni preventive di ogni eventuale caso di emergenza. Per garantire un ambiente di lavoro sicuro ed efficiente, è imperativo implementare pratiche di manutenzione accurate, offrire formazione completa al personale, che permetta di conoscere le pratiche da adottare e le dimenticanze da evitare, e promuovere l'uso corretto di dispositivi di sicurezza. Solo con un impegno totale verso la prevenzione si possono ridurre i rischi, che molto spesso derivano da errori umani più che strutturali, e proteggere la vita e la salute dei lavoratori.

Capitolo 4 - Analisi Critica

4.1 - Conclusioni Critiche

Al termine dell'analisi svolta, partendo dal macroscenario della Sicurezza sul lavoro, dello specifico panorama in ambito edile e arrivando al dettagliato microscenario riguardante il Rischio di Infortunio da Caduta dall'alto su Ponteggi edili, emergono conclusioni critiche che richiedono attenzione immediata e interventi mirati.

Nel macroscenario, si evidenzia un quadro allarmante in cui la sicurezza sul lavoro è ancora un obiettivo da perseguire con maggior impegno. La presenza di adeguati protocolli, ma la scarsa applicazione delle normative di sicurezza e l'esistenza del fattore di rischio di tipo umano, mettono a rischio la vita e il benessere dei lavoratori in molteplici settori. È imperativo un intervento sistematico per garantire condizioni lavorative dignitose, allineandosi agli obiettivi dell'Agenda 2030.

Lo specifico scenario della Sicurezza sul lavoro nel settore delle Costruzioni rivela una criticità ancora maggiore. L'edilizia, per la sua natura intrinseca di lavoro in ambienti complessi e spesso pericolosi, richiede misure preventive straordinarie. Tuttavia, la formazione inadeguata, la mancanza di sorveglianza efficace, e la pressione per rispettare tempi stretti, portano all'esistenza di frequenti incidenti, minando troppo spesso la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Infine, nel microscenario del Rischio di Infortunio per Caduta dall'alto su Ponteggi edili, emerge un ulteriore quadro critico. La manutenzione negligente, la carente verifica dei materiali utilizzati, la parziale o mancata fortitura di dispositivi e formazione, e la sottovalutazione del pericolo di caduta contribuiscono significativamente agli incidenti. La mancanza di dispositivi di sicurezza adeguati

e di protocolli rigorosi per l'utilizzo dei ponteggi accentua ulteriormente il rischio.

In conclusione, è imperativo implementare misure concrete a livello nazionale e settoriale per migliorare la sicurezza sul lavoro. La formazione deve essere intensificata, rispettata e deve essere comprensiva di una variabilità di casistiche in cui gli infortuni si possono verificare, ed esaustiva di linee guida e di indicazioni da dover rispettare a seconda dei casi specifici.

Le normative esistenti devono essere applicate con maggiore rigore, garantendo ispezioni regolari e pene significative per chi trasgredisce le leggi sulla sicurezza.

Investimenti in tecnologie innovative e dispositivi di sicurezza avanzati per i ponteggi sono essenziali per ridurre drasticamente il rischio di infortuni gravi. Solo attraverso un impegno coordinato da parte delle autorità, delle imprese e dei lavoratori stessi sarà possibile creare un ambiente di lavoro sicuro, promuovendo la dignità, la salute e il benessere nell'edilizia e, di conseguenza, contribuendo al progresso generale verso gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

4.2 - Aree di Intervento

Nel microscenario dei Rischi di Caduta dall'alto legati al Ponteggio edile, possiamo notare delle aree di intervento nelle quali il Design può contribuire a garantire e migliorare le condizioni di sicurezza dei lavoratori.

Se, infatti, molti di questi rischi derivano da una mancata formazione, o una mancata applicazione di questa, da parte dei datori di lavoro, dei responsabili, e dei lavoratori, molti altri derivano invece da un errore umano, e sono dunque contraddistinti da un elevato grado di imprevedibilità, che li rende difficilmente inquadrabili, e pertanto anche la formazione a tale riguardo potrebbe essere fuorviante e non del tutto sufficiente.

L'aspetto della formazione per la prevenzione del rischio è fondamentale, ma potrebbe essere insufficiente per inglobare le variabili di rischio connesse ai vari comportamenti, all'ambiente, alle condizioni di lavoro.

Come visto, molto spesso delle dimenticanze, come l'installazione dei componenti, o la chiusura della botola, compromettono le linee guida insegnate ai lavoratori durante i percorsi di formazione; altre volte, errori a valle, come la scelta di materiali scadenti e non conformi, possono rendere vane le volontà di rispettare procedure e protocolli; altre volte ancora, invece, è proprio il non rispetto di queste, ad esempio per velocizzare le tempistiche del lavoro, ma anche

Rischi di Caduta dall'alto legati al Ponteggio

- **Installazione errata delle componenti del Ponteggio**
- **Manipolazione Inadeguata degli elementi del ponteggio**
- **Superficie di Lavoro Instabile**
- **Errato livellamento della struttura**
- **Materiali non conformi**
- **Condizioni Meteorologiche**
- **Dimenticanza della Chiusura della Botola**
- **Equipaggiamento di Sicurezza mancante o inadeguato**
- **Sovraccarico del Ponteggio**
- **Conoscenza delle Procedure di Sicurezza**
- **Presenza di ostacoli**
- **Utilizzo improprio di attrezzature**
- **Mancata manutenzione**

del montaggio o dello smontaggio del ponteggio, a creare dei nuovi fattori di rischio che possono provocare la caduta dei lavoratori e dunque il loro infortunio. Si pensi alla dimenticanza di oggetti sul ponte, o al non corretto montaggio di elementi come scale, correnti, diagonali, che possono crollare ferendo i lavoratori, ma possono anche compromettere la stabilità della struttura e farla cedere, causando danni ben più importanti.

Ambiente Consapevole e Preventivo dei rischi

Una strategia di intervento che potrebbe mirare alla prevenzione e alla limitazione dei rischi è la trasformazione e l'implementazione dell'ambiente di lavoro in cui operano i lavoratori, in questo caso dello stesso Ponteggio.

L'implementazione tecnologica potrebbe essere infatti utilizzata per rendere l'ambiente intelligente, da una parte, sulle modalità di

rischio e sulla loro prevenzione, e dall'altra parte comunicativo, su eventuali fattori di rischio e sulla loro risoluzione.

L'ambiente potrebbe monitorare in modo autonomo fattori come il carico supportato e il corretto livellamento della struttura, e comunicarlo a chi di dovere attraverso l'adozione di sistemi digitali.

Ancora, questo potrebbe essere progettato a priori per condurre i lavoratori ad agire nelle modalità corrette, ad esempio nel corretto utilizzo della botola.

Occorre, a questo punto, svolgere un'analisi delle componenti non solo strutturali, ma anche accessorie, utilizzate ad oggi sui ponteggi edili, per poter delineare qual è lo Stato dell'Arte e quale possono essere le modalità di intervento da attuare.

Rischi di Caduta dall'alto - Aree di intervento

- **Installazione errata delle componenti del Ponteggio**
- **Manipolazione Inadeguata degli elementi del ponteggio**
- **Superficie di Lavoro Instabile**
- **Errato livellamento della struttura**
- **Dimenticanza della Chiusura della Botola**
- **Sovraccarico del Ponteggio**
- **Presenza di ostacoli**
- **Mancata manutenzione**



Ipotesi di Intervento

**Ambiente
Attivo
Consapevole
e Preventivo
dei rischi**

Capitolo 5 - Analisi dello Stato dell'Arte

5.1 - Ricerca di Mercato

A sostegno del progetto di ricerca, sono stati individuati, in questo capitolo, i componenti strutturali ed accessori che vengono ad oggi impiegate in un ponteggio edile.

Si rende esplicito che questa differenziazione vuole separare i Componenti strutturali, che compongono appunto la struttura del Ponteggio e che ne determinano la stabilità, dai componenti Accessori, come tavole e scale, che sono comunque fondamentali per l'impiego del Ponteggio ma che non hanno valenza strutturale. Si rende noto inoltre che i primi componenti, quindi quelli necessari per la costruzione della struttura del ponteggio, vengono presi in esame per creare e delineare un modello di ambiente nel quale poter intervenire, mentre i componenti accessori sono quelli che permettono un maggior livello di intervento, e su questi si focalizzerà il progetto per aumentare il grado di sicurezza fornito dall'ambiente stesso.

5.2 - Componenti Strutturali del Ponteggio

Ponteggio a telai prefabbricati

Per definire ulteriormente il campo di applicazione, è stato scelto, come ambiente applicativo, il ponteggio edile composto da telai prefabbricati, in quanto appunto composto da strutture precise e dunque facili da definire.

Come visto precedentemente, questa tipologia di ponteggio è caratterizzata da una limitata flessibilità di impiego, a causa appunto delle strutture determinate, tuttavia, la sua grande facilità di montaggio e smontaggio la rendono la tipologia di ponteggio maggiormente utilizzata, dalla ricerca svolta, sul territorio italiano.



Telai prefabbricati (Montanti e Traversi)

I telai prefabbricati per ponteggi sono soluzioni avanzate che semplificano notevolmente l'installazione della struttura.

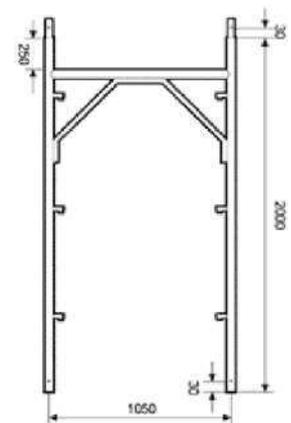
Realizzati in acciaio o alluminio, questi telai preassemblati offrono una combinazione ideale di robustezza e leggerezza. La prefabbricazione riduce i tempi di montaggio, aumentando l'efficienza in cantiere.

La loro struttura fonde insieme l'elemento verticale del montante e quello orizzontale del traverso, creando una struttura unica che semplifica la fase di montaggio.

Questi telai sono progettati per garantire una piattaforma stabile e sicura per i lavoratori, migliorando la sicurezza sul posto di lavoro.

La loro versatilità li rende adatti a diverse configurazioni di ponteggio, contribuendo a ottimizzare le operazioni di costruzione e manutenzione in modo rapido ed efficace.

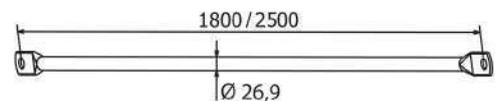
La circonferenza esterna dei tubolari, sia dei montanti che dei traversi, può variare dai 48mm ai 60mm.



Fonte: <https://marioorlando.com/ponteggio-a-perni/>

Corrente (o Parapetto)

Il corrente è l'elemento orizzontale che collega un telaio prefabbricato all'altro, formando il parapetto di ogni ponte del ponteggio. Realizzato solitamente in acciaio o alluminio, il corrente conferisce stabilità strutturale al sistema, fornendo un supporto essenziale per la sicurezza dei lavoratori. La sua funzione principale è costituire una barriera protettiva lungo il bordo del ponteggio, prevenendo cadute accidentali. Il diametro del tubolare è inferiore rispetto a quello usato per i telai, e si aggira intorno ai 26,9mm. L'utilizzo di correnti ben progettate e installate è fondamentale per garantire un ambiente di lavoro sicuro in cantiere, rispettando le normative di sicurezza e fornendo un punto di ancoraggio affidabile.



Diagonale di facciata

La diagonale di facciata in un sistema di ponteggio è un elemento chiave che contribuisce alla stabilità e alla resistenza della struttura. Solitamente realizzata in acciaio o alluminio, questa asta diagonale collega i montanti verticali e i telai orizzontali, formando un angolo obliquo. La diagonale di facciata rinforza il ponteggio, prevenendo movimenti laterali indesiderati e migliorando la sua resistenza strutturale. Questo elemento è essenziale per garantire la sicurezza dei lavoratori e la conformità alle normative di costruzione. La sua installazione accurata contribuisce a mantenere la stabilità del ponteggio durante le operazioni di lavoro in quota. Solitamente, il tubolare ha lo stesso diametro del corrente.

Descrizione	-I-	-I-
Diagonale di facciata	2130	
Diagonale in pianta	2035	



Fonte: <https://marioorlando.com/ponteggio-a-perni/>

Cancelletto di testata

Il cancelletto di testata è un componente essenziale per garantire la sicurezza dei lavoratori in cantiere. Di solito realizzato in acciaio o alluminio, questo elemento si posiziona orizzontalmente, rispetto all'intelaiatura del ponteggio, agganciandolo direttamente all'interno dei singoli telai, e quindi ancorandolo ai due montanti di ciascun telaio, chiudendo lo spazio tra di questi.

La sua funzione principale è quella di creare una barriera di protezione laterale, evitando potenziali cadute.

Il cancelletto di testata diventa il parapetto laterale del ponteggio, e gioca un ruolo fondamentale nel rispetto delle normative di sicurezza, fornendo una barriera fisica che contribuisce a mantenere un ambiente di lavoro sicuro e conforme agli standard di sicurezza in quota.



Telaio a base stretta

Il telaio a base stretta viene impiegato quando è necessario iniziare il ponteggio con una larghezza limitata. Solitamente realizzato in acciaio, questo telaio presenta una base più stretta rispetto alle configurazioni standard.

Questa caratteristica consente di posizionare il ponteggio in spazi ristretti, e in modo più compatto rispetto all'edificio d'interesse, senza sacrificare la stabilità dell'intera struttura.

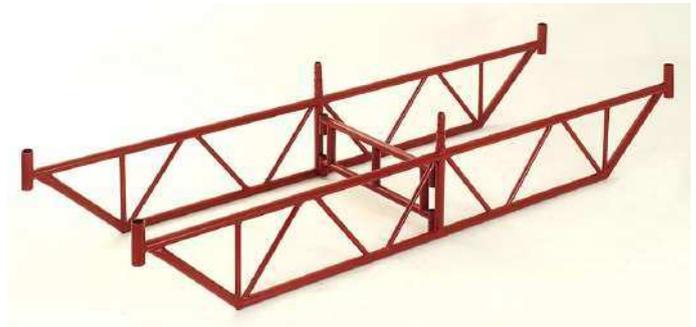
L'impiego del telaio a base stretta aggiunge una flessibilità preziosa alle operazioni di costruzione, consentendo configurazioni più precise e sicure, adattandosi con agilità alle esigenze specifiche del cantiere. Questo primo piano del ponteggio gode di un trattamento differente, rispetto agli altri, poichè deve permettere l'accesso ai lavoratori da terra.



Fonte: <https://marioorlando.com/ponteggio-a-perni/>

Travi per Passi Carrai

Queste travi sono indispensabili, nella costruzione di ponteggi, in tutti quei casi in cui il ponteggio presenta anche un accesso che deve essere varcato anche durante il periodo dei lavori. Generalmente realizzate in acciaio, queste travi forniscono una base resistente che sorregge il ponteggio e lascia scoperta una porzione della base, per il transito di veicoli e attrezzature pesanti al di sotto di ponteggi temporanei. La loro progettazione consente di distribuire uniformemente il peso e di mantenere la stabilità della struttura. L'utilizzo di travi per passi carrai aggiunge una versatilità significativa al ponteggio, consentendo l'accesso agevole anche a mezzi pesanti, garantendo allo stesso tempo un ambiente di lavoro sicuro e supportando operazioni complesse in cantiere.



Barriera Parasassi e Mantovane

Il parasassi è una barriera di sicurezza installata lungo il bordo del ponteggio per prevenire la caduta di materiali, detriti o attrezzi. Realizzato spesso tramite due tubolare in acciaio collegati tra loro tramite un sistema a occhielli, e che formano uno snodo tenuto fermo grazie alla forza di gravità, questo componente aggiuntivo riduce il rischio di incidenti sul cantiere, contribuendo a proteggere sia gli operatori sul ponteggio che chi si trova al di sotto. Al di sopra di questi elementi tiranti vengono posizionate le tavole in lamiera metalliche, che fungono appunto da copertura. La sua presenza è essenziale per conformarsi alle normative di sicurezza e sottolinea l'impegno nella creazione di un ambiente di lavoro sicuro e conforme agli standard in tutte le operazioni di costruzione.



Fonte: <https://marioorlando.com/ponteggio-a-perni/>

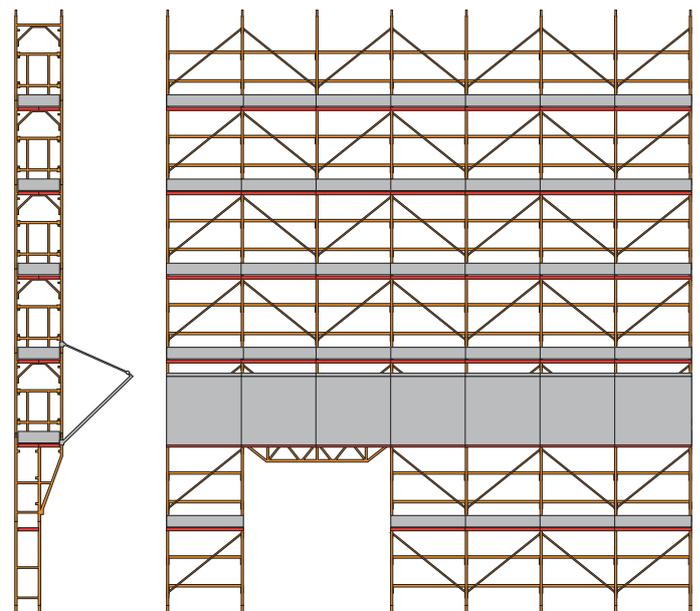
Base d'appoggio

La base d'appoggio è l'elemento che fornisce stabilità e supporto alla struttura del ponteggio. Di solito realizzata in acciaio o altro materiale resistente, come leghe apposite, la base si posiziona al di sotto dei montanti verticali, diffondendo il peso in modo uniforme sul terreno. Questo componente è fondamentale per garantire la solidità e la sicurezza del ponteggio, soprattutto su superfici irregolari.

L'utilizzo di basi d'appoggio ben progettate è essenziale per assicurare una corretta distribuzione del carico e per prevenire possibili sprofondamenti o instabilità della struttura, contribuendo così a un ambiente di lavoro sicuro in cantiere.

Le piastre sulla base possono essere ancorate mediante tiranti o bulloni al substrato del terreno, garantendo stabilità e sicurezza. Altri approcci di ancoraggio includono l'uso di blocchi di fondazione, ancoraggi o sistemi di fissaggio specifici a seconda delle condizioni del terreno e delle esigenze del progetto.

Possiamo dunque sfruttare questi elementi per creare una ricostruzione di una struttura assemblata di ponteggio.



Fonte: <https://marioorlando.com/ponteggio-a-perni/>

5.3 - Componenti Accessori del Ponteggio

Tavole con botola

Le tavole da ponteggio munite di botola sono componenti essenziali nei sistemi di ponteggio. Generalmente realizzate in acciaio o leghe leggere come l'alluminio, queste tavole sono caratterizzate da una costruzione robusta, per fornire resistenza e durabilità. La presenza della botola consente un accesso facilitato a livelli inferiori e superiori della struttura. Solitamente, nei ponteggi, esistono dei percorsi in altezza destinati alla salita e alla discesa; il numero di questi percorsi dipende dalla grandezza e dall'estensione del ponteggio.

La dimensione e la forma delle tavole, seppur sempre di formato rettangolare, variano per adattarsi alle diverse configurazioni di ponteggio, mentre la superficie superiore spesso presenta caratteristiche antisdrucciolo per garantire la sicurezza dei lavoratori.

La tavola è dotata di cerniere su cui la botola si apre, e può anche essere dotata di meccanismi di bloccaggio per garantire la sua stabilità quando la botola è chiusa.

La finitura superficiale, come la galvanizzazione o la verniciatura, è spesso applicata alle tavole per proteggere dalla corrosione e prolungare la durata del prodotto. La produzione delle tavole coinvolge processi di taglio, piegatura, e saldatura.

Analisi n.1 - Tavola con Botola ComiPont

ComiPont è un'azienda italiana che produce ponteggi ed accessori per l'edilizia e li distribuisce a livello europeo. Dispone di elementi ed accessori per ponteggi edili, tra cui la tavola metallica con botola.

Il modello proposto dall'azienda è realizzato in acciaio S235JRH e poi zincato, ha un formato rettangolare ed è disponibile in vari rapporti di larghezza/lunghezza. Questi rapporti sono normati, e si basano sulle specifiche del ponteggio stesso, come altezza della campata, profondità,



Fonte: <https://www.comipont.it/tavole-metalliche-per-ponteggi/>

applicazioni.

Le tavole offerte dal produttore sono designate come "DX" e "SX" per indicare la posizione specifica che devono occupare durante il montaggio del ponteggio. Questa disposizione delle tavole fa riferimento al punto di vista dell'osservatore che si trova di fronte alla struttura. DX (Destra) indica che la tavola deve essere posizionata sul lato destro del ponteggio guardando dalla parte anteriore o dalla direzione di assemblaggio. SX (Sinistra) indica che la tavola deve essere posizionata sul lato sinistro del ponteggio dalla prospettiva di chi lo sta montando. Si nota che la tavola possiede degli uncini laterali che servono per l'applicazione al ponteggio. Questi uncini, di forma curva, sono posizionati sulle due estremità corte della tavola, e sono alternate (su un lato rispetto all'altro) per permettere, appunto, il montaggio seriale di più tavole. È composta da una lamiera tagliata, sottoposta a imbutitura e piegata. Sulla parte calpestabile superiore presenta delle asole che permettono il drenaggio dell'acqua. La botola è posizionata all'estremità della tavola, si estende in larghezza per tutta la superficie della tavola (ad eccezione del profilo laterale) ed ha una lunghezza di circa 600mm. Lateralmente, nell'intelaiatura, sono presenti due forature per l'aggancio della scala, dotata separatamente rispetto alla tavola. La botola presenta un foro circolare, nella parte superiore, che aiuta il lavoratore nel sollevamento della stessa. Tuttavia, la botola risulta pesante, e il contatto diretto con la superficie lamierata, seppur con guanti, potrebbe causare male fisico alle mani del lavoratore. Questo sistema potrebbe favorire il comportamento scorretto di lasciare la botola aperta anche quando non necessario.

Codice	Dimensioni	Peso
TAVB50-180DX	500×1800 mm	23,70 Kg
TAVB50-180SX	500×1800 mm	23,70 Kg
TAVB50-250DX	500×2500 mm	33,00 Kg
TAVB50-250SX	500×2500 mm	33,00 Kg
TAVB65-180DX	650×1800 mm	28,00 Kg
TAVB65-250DX	650×2500 mm	35,00 Kg

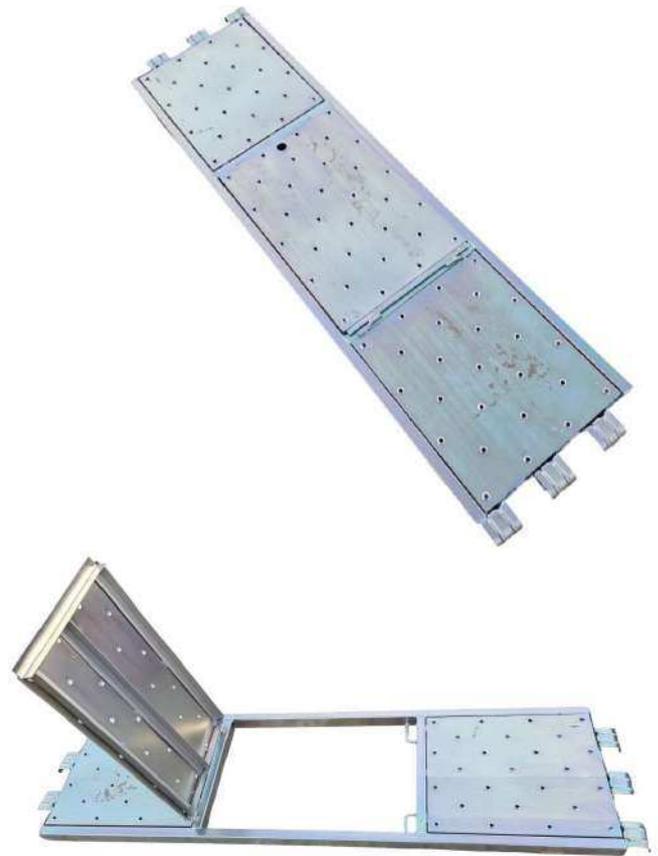
Specifiche Tecniche	
Materiale	Acciaio S235JRH
Finitura	Zincata
Dimensioni	Da 500mmx1800mm a 650mmx2500mm
Peso	23,70 kg - 35 kg
Processo produttivo	Lamiera piegata, Imbutitura, saldatura
Spessore lamiera	1mm
Disponibilità	Vendita in lotti da 50 pezzi
Apertura della Botola	600 mm
Sistema apertura botola	Manuale
Movimentazione della botola	Movimentazione su cerniere

Fonte: <https://www.comipont.it/tavole-metalliche-per-ponteggi/>

Analisi n.2 - Bettiga, Tavola da Ponteggio con Botola

Bettiga è un'azienda italiana che fornisce Attrezzature Edili, Ponteggi, tubi innocenti e accessori per l'edilizia.

Tra i prodotti si trova la tavola metallica zincata da ponteggio. Questa è ricavata da una lamiera in alluminio, piegata e saldata. Le superfici calpestabili sono ottenute da lamiere separate, e poi saldate a quella dell'intelaiatura. Anche la botola è ottenuta da un'ulteriore lamiera, piegata e munita di un'intelaiatura a se stante, che la rende rigida. Questa è connessa al piano tramite cerniere. Le due cerniere, tuttavia, sporgono dal piano di lavoro e potrebbero causare rischi di caduta, in quanto i lavoratori potrebbero inciampare su di esse. Anche in questo caso, un foro nella lamiera superiore della botola serve per il sollevamento di questa, tuttavia, come nel caso precedente, il fatto che sia ottenuto direttamente da lamiera ne sfavorisce l'impiego, ed anzi invita a lasciare la botola aperta, favorendo un comportamento scorretto. Nella parte opposta rispetto al sistema a cerniera, sono presenti due tondi in acciaio mobili che servono per il posizionamento della scala, separata rispetto alla tavola. In fase di discesa, tuttavia, queste parti sporgenti e poco visibili potrebbero causare un fenomeno di infortunio per l'operatore. La tavola viene applicata al ponteggio tramite degli uncini, presenti sui due lati corti, ottenuti da una lamiera, con delle scanalature che ne aumentano la rigidità. Questi uncini sono sovradimensionati per permettere l'utilizzo della tavola su più tipologie di ponteggio. La rompitratta centrale è costituita da un unico foglio di lamiera piegato a 180° e saldato al di sotto della tavola: questa superficie sporgente, tuttavia, si trova al di sopra della testa del lavoratore, che potrebbe quindi urtarla erroneamente facendosi male.



Specifiche Tecniche	
Materiale	Alluminio
Finitura	Zincatura
Dimensioni	500mmx1800mm
Peso	12 kg
Processo produttivo	Lamiera piegata, Imbutitura, saldatura
Spessore lamiera	1mm
Disponibilità	Vendita in lotti da 50 pezzi
Apertura Botola	600 mm
Sistema apertura botola	Manuale
Movimentazione della botola	Movimentazione su cerniere

Fonte: <https://www.bettiga.com/prodotto/trbtavola-piano-di-lavoro>

Analisi n.3 - Sif Group S.p.a. - Tavola da Ponteggio con botola per Interni

Questa tavola con botola vede un impiego differente rispetto alle precedenti, poichè è destinata ad un utilizzo per ponteggi o trabattelli interni. Essendo pensata per un ambiente completamente differente, il suo sistema costruttivo cambia rispetto alla precedenti, tuttavia rimane interessante l'analisi poichè, in questo senso, viene adottato un doppio materiale, per il prodotto, e in più, a differenza delle altre, possiede la scala integrata, e un sistema di chiusura per compattarla alla tavola.

Questa tavola possiede un telaio in tubolare di alluminio, che dona resistenza al prodotto: i tubolari a sezione rettangolare formano una cornice rettangolare, interrotta nel senso della lunghezza da delle striscie di lamiera piegata che vanno a sostenere il piano di lavoro. Questo telaio è comunque zincato, anche se richiede una minore resistenza alle intemperie, vista la sua applicazione in luoghi interni. La zincatura serve comunque a garantire durabilità al prodotto. Per quanto riguarda il piano di lavoro, invece, stavolta non è ricavato dalla stessa lamiera piegata, ma è costituito da un piano in MDF, di spessore 5mm, che viene ancorato al telaio in alluminio tramite rivettatura. Questo piano presenta una sezione che, tramite l'impiego di cerniere, risulta apribile e funge dunque da botola. Anche in questo caso si può notare come un semplice foro sulla superficie ha la funzione di maniglia, per aprire e chiudere la botola. Al di sotto di questa, un tondino in acciaio che corre per tutta la profondità della tavola serve per l'ancoraggio della scala. La scala ha un sistema di aggancio rapido, che si trova sul fondo del piano in MDF, che permette di richiuderla, per favorire la compattezza del sistema e la facilità di trasporto.



Specifiche Tecniche	
Materiale	Alluminio (telaio), MDF (piano di lavoro)
Finitura	Zincatura dell'alluminio
Dimensioni	500mmx1800mm
Peso	20 kg
Processo produttivo	Lamiera piegata, saldatura
Spessore lamiera	1mm
Spessore piano lavoro	5mm
Apertura Botola	500 mm
Sistema apertura botola	Manuale
Movimentazione della botola	Movimentazione su cerniere
Scala	Integrata
Lunghezza scala	1700 mm
Larghezza scala	300mm

Fonte: <https://www.grupposif.com/attrezzature-edili/ponteggi/accessori-per-ponteggi-edili/tavola-in-alluminio-con-botola-escala-integrata/>

Tavole da ponteggio

Le tavole metalliche da ponteggio, solitamente realizzate in acciaio o leghe leggere, costituiscono una parte essenziale delle strutture temporanee di cantiere. Tipicamente composte da un telaio rettangolare, possono presentare superfici antiscivolo per ridurre il rischio di scivolamenti durante le attività lavorative, e forate per permettere il drenaggio dell'acqua.

Le tavole metalliche sono progettate per adattarsi facilmente a diverse configurazioni di ponteggio, permettendo un montaggio flessibile e veloce.

Le tavole metalliche da ponteggio sono ottenute da lamiere che subiscono un processo di taglio e imbutitura, e successivamente piegate.

Superficialmente viene applicata una finitura, spesso costituita da verniciatura o galvanizzazione, per proteggere il metallo dalla corrosione e prolungarne la durata.

Le tavole metalliche da ponteggio vengono quindi sottoposte a controlli di qualità per garantire la conformità alle normative di sicurezza.

Analisi n.4 - Tavola da Ponteggio ComiPont

ComiPont è un'azienda italiana che produce ponteggi ed accessori per l'edilizia e li distribuisce a livello europeo. Dispone di elementi ed accessori per ponteggi edili, tra cui la tavola metallica. Il modello dell'azienda è realizzato in acciaio S235JRH e poi zincato, ha una forma rettangolare ed è disponibile in vari rapporti di larghezza/lunghezza. Questi rapporti sono normati, e si basano sulle specifiche del ponteggio stesso, come altezza della campata, profondità, applicazioni. Le tavole offerte dal produttore sono designate come "DX" e "SX" per indicare la posizione specifica che devono occupare durante il montaggio del ponteggio. Questa disposizione delle tavole fa riferimento al punto di vista dell'osservatore che si trova di fronte alla



Codice	Dimensioni	Peso
TAV50-180DX	500x1800 mm	14,80 Kg
TAV50-180SX	500x1800 mm	14,80 Kg
TAV50-112DX	500x1120 mm	10,00 Kg
TAV50-112SX	500x1120 mm	10,00 Kg
TAV50-250DX	500x2500 mm	19,50 Kg
TAV50-250SX	500x2500 mm	19,50 Kg
TAV33-150DX	330x1500 mm	11,20 Kg
TAV33-180DX	330x1800 mm	11,40 Kg
TAV33-250DX	330x2500 mm	16,10 Kg
TAV33-300DX	330x3000 mm	18,65 Kg

Specifiche Tecniche	
Materiale	Acciaio S235JRH
Finitura	Zincata
Dimensioni	Da 500mmx1800mm a 330mmx3000mm
Peso	14,80 kg - 18,65 kg
Processo produttivo	Lamiera piegata, Imbutitura, saldatura
Spessore lamiera	1mm
Disponibilità	Vendita in lotti da 50 pezzi

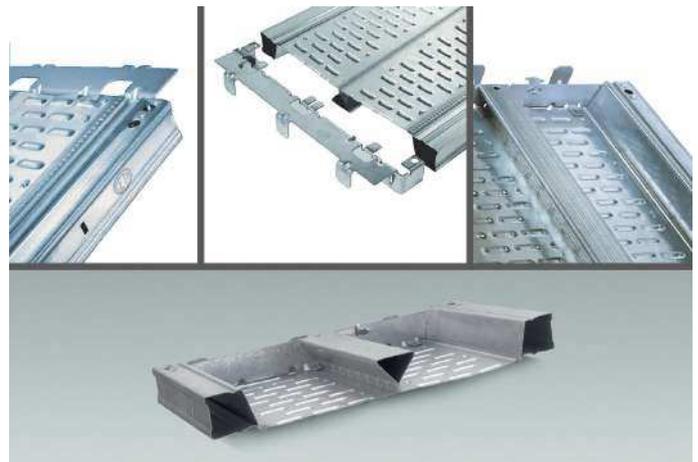
Fonte: <https://www.comipont.it/tavole-metalliche-per-ponteggi/>

struttura. DX (Destra) indica che la tavola deve essere posizionata sul lato destro del ponteggio guardando dalla parte anteriore o dalla direzione di assemblaggio. SX (Sinistra) indica che la tavola deve essere posizionata sul lato sinistro del ponteggio dalla prospettiva di chi lo sta montando. Si nota che la tavola possiede degli uncini laterali che servono per l'applicazione al ponteggio. Questi uncini, di forma curva, sono posizionati sulle due estremità corte della tavola, e sono alternate (su un lato rispetto all'altro) per permettere, appunto, il montaggio seriale di più tavole. È composta da una lamiera tagliata, sottoposta a imbutitura e piegata. Sulla parte calpestabile superiore presenta delle asole che permettono il drenaggio dell'acqua.

Analisi n.5 - Ceta, Tavole Metalliche GD, Sistema ProPont

Il Sistema ProPont è un sistema brevettato dall'azienda Ceta, comprensivo anche di tavole metalliche. Le tavole metalliche si dividono in tre classi (CK, GS, GD), a seconda della grandezza e quindi dell'applicazione. È stata analizzata la classe GD, in quanto le sue dimensioni, con la larghezza del ponte di 500 mm, risultano il formato di tavola più impiegato, essendo una via di mezzo tra piccole e grandi grandezze. Anche questa tavola ha un formato rettangolare, ma è disponibile in sole due versioni, che vedono una variazione della lunghezza (passo).

Ha un sistema di assemblaggio brevettato: la testata viene inserita a pressione e fissata con punti TOX®, brevetto appartenente alla stessa azienda, per impedirne il distacco. Il profilo chiuso, la spalla maggiorata e l'aggraffatura (processo di fissaggio di tavole metalliche o piani di ponteggio alle strutture verticali) in continuo garantiscono la



Fonte: <https://www.ceta.it/prodotti/linea-ponteggi/cat-tavole>

rigidità e la stabilità della tavola.

I punti TOX® e l'aggraffatura aumentano la durata nel tempo delle tavole nel tempo ed inoltre, essendo prive di saldatura, evitano la formazione di punti di ruggine. Dalle immagini a fianco, infatti, si vede come le parti laterali della tavola siano separabili, ed ottenute tramite piegatura da un'altra lamiera. Il sistema a uncini è differente, ed è a forma di L, dunque abbraccia il telaio del ponteggio differentemente.

Le rompitratta della tavola, invece, sono ottenute per stessa piegatura della lamiera della superficie calpestabile.

Non essendoci bordi affilati, le tavole possono essere movimentate tranquillamente senza pericolo di tagli accidentali; inoltre, le tavole da 50 cm possono essere impugnate dal canotto centrale a forma triangolare.

Per quanto riguarda il peso delle tavole comunemente impiegate nei ponteggi edili, i due materiali principalmente impiegati sono l'acciaio e l'alluminio.

L'acciaio viene utilizzato quando è richiesta un'estrema resistenza, e in questo caso infatti il peso delle tavole con botola si aggira intorno ai 22-26 kg, mentre le tavole senza botola pesano sui 18-22 kg.

L'alluminio offre invece leggerezza e maggiore resistenza alle intemperie, tuttavia gli spessori devono essere maggiorati per garantire la stessa resistenza strutturale dell'acciaio. Le tavole con botola in alluminio possono pesare intorno agli 8-12 kg, mentre quella senza botola si aggirano intorno ai 6 - 10 kg.

Specifiche Tecniche	
Materiale	Lamiera in alluminio
Finitura	Zincatura a caldo per immersione secondo UNI EN ISO 1461
Dimensioni	500mmx1800 mm, 50x1100 mm
Passo	1800/1100 mm
Peso	12 kg
Processo produttivo	Lamiera piegata, Imbutitura, saldatura
Spessore lamiera	Testata 2,5 mm Manto 1,0 mm
Trattamento superficiale	Zincatura a caldo continua

Scale da Ponteggio

Le scale da ponteggio rappresentano un elemento cruciale perchè offrono l'accesso sicuro e efficiente a diverse altezze, sulla struttura. Disponibili in varie tipologie, le scale da ponteggio sono progettate per adattarsi a specifiche esigenze di cantiere e ambienti esterni. Comunemente realizzate in acciaio zincato o alluminio, questi materiali conferiscono resistenza alla struttura e la proteggono dagli agenti atmosferici.

Le scale da ponteggio per esterni sono spesso dotate di superfici antiscivolo e gradini robusti per garantire la sicurezza dei lavoratori durante la salita e la discesa. Le finiture protettive, come la verniciatura resistente agli agenti atmosferici o la zincatura, sono applicate per prevenire la corrosione e prolungare la vita utile della scala. Le varie tipologie di scale sono normate, e la scelta del tipo di scala e dei materiali dipende dalle specifiche esigenze del progetto e dalle condizioni ambientali.

Analisi n.6 - Messersi, Scala per Ponteggio

Scala da ponteggio per esterni applicabile a varie tipologie di tavola con botola. È composta da profili di tubolare a sezione circolare, che costituiscono le due spalle laterali e i sei pioli. Queste parti sono saldate tra di loro, e poi zincate per aumentare la resistenza alle intemperie e la durata del prodotto.

La lunghezza totale della scala è di circa 2 metri, e viene ancorata alla tavola metallica con botola tramite i due uncini nelle due estremità superiori. Questi sono ottenuti direttamente da una lamiera, tagliata e saldata ai due tubolari a sezione tonda. Nell'estremità inferiore, invece, sono presenti dei piedini gommati che aumentano l'aderenza alla base di appoggio, che può essere un'altra tavola o il terreno. I pioli non presentano copertura,



Specifiche Tecniche	
Materiale	Alluminio
Finitura	Zincatura a freddo
Dimensioni	207 x 37 cm
Peso	5 kg
Numero pioli	6
Appoggio	Piedini gommati
Sistema di aggancio	Uncini ottenuti dal tondo

Fonte: <https://www.prodottiferramenta.it/macchine-e-attrezzature-edili/7819-scaletta-professionale-in-lamiera-zincata-per-tavole-con-botola-misura-207x37-cm-per-ponteggi-messersi.html>

pertanto il grado di rumorosità durante l'utilizzo è alto.

La scala è separabile dalle tavole metalliche, questo ne facilita il trasporto, oltre che il montaggio e lo smontaggio.

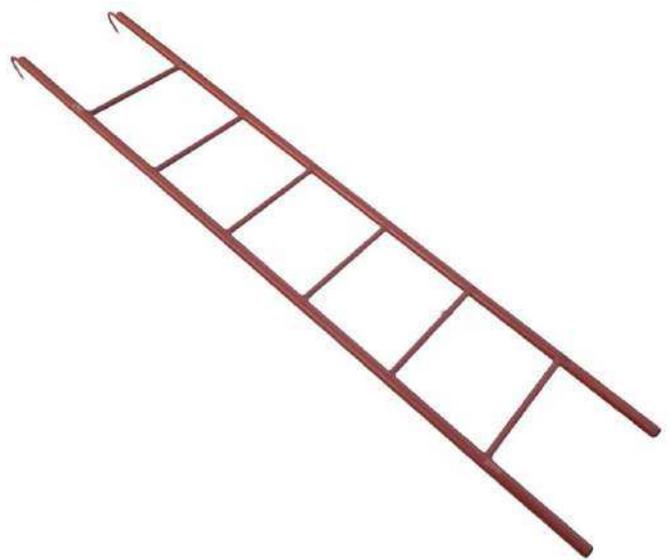
Analisi n.7 - Bettiga, Scala per Ponteggio

Scala da ponteggio da esterni applicabile a varie tipologie di tavola da ponteggio con botola. È composta da profili di tubolare a sezione circolare, che costituiscono le due spalle laterali, mentre i sei pioli sono composti da tondini pieni in ferro. Queste parti sono saldate tra di loro, e poi verniciate.

La scala è separabile dalle tavole metalliche, questo ne facilita il trasporto, oltre che il montaggio e lo smontaggio.

La lunghezza totale della scala è di circa 2,10 metri, e viene ancorata alla tavola metallica con botola tramite i due uncini nelle due estremità superiori. Anche questi uncini sono ricavati da due tondi pieni, piegati e saldati ai profili laterali della scala. Tuttavia, queste sporgenze appuntite risultano estremamente pericolose in fase di movimentazione, soprattutto se si prendono in considerazione gli spazi ristretti dell'ambiente di lavoro.

Nell'estremità inferiore, invece, sono presenti dei piedini gommati, posizionati internamente rispetto ai profili laterali, e aumentano l'aderenza alla base di appoggio, che può essere un'altra tavola o il terreno. I pioli non presentano copertura, pertanto il grado di rumorosità durante l'utilizzo è alto.



Specifiche Tecniche	
Materiale	Ferro
Finitura	Verniciatura
Dimensioni	210 x 35 cm
Peso	7 kg
Numero pioli	6
Appoggio	Piedini gommati interni
Sistema di aggancio	Tondini piegati e saldati al tubolare esterno

Fonte: <https://www.bettiga.com/prodotto/scala-in-ferro-per-tavola>

Analisi n.8- FACAL, Scala per Ponteggio

Scala da ponteggio per utilizzo esterno, applicabile a varie tipologie di tavola con botola.

È composta da profili di tubolare in alluminio a sezione rettangolare, che costituiscono le due spalle laterali, mentre per i pioli vengono impiegati tubolari a sezione quadrata, sempre in alluminio. Queste parti sono saldate tra di loro, e poi zincate per aumentare la resistenza alle intemperie e la durata del prodotto.

La lunghezza totale della scala è di circa 2 metri, e viene ancorata alla tavola metallica con botola tramite due staffe saldate alle due estremità superiori. Queste sono piegate e presentano delle estremità curve, che diminuiscono il pericolo di ferire eventuali lavoratori, durante l'utilizzo o spostamento di queste.

Nell'estremità inferiore, invece, sono presenti dei piedini gommati che aumentano l'aderenza alla base di appoggio, che può essere un'altra tavola o il terreno. I pioli non presentano copertura, pertanto il grado di rumorosità durante l'utilizzo è alto.

La scala è separabile dalle tavole metalliche, questo ne facilita il trasporto, oltre che il montaggio e lo smontaggio, ma la sezione rettangolare ne aumenta l'ingombro in profondità, anche se rende la scala decisamente più robusta.



Specifiche Tecniche	
Materiale	Alluminio
Finitura	Zincatura a freddo
Dimensioni	210 x 38 cm
Peso	10 kg
Numero pioli	6
Appoggio	Piedini gommati interni
Sistema di aggancio	Staffe in lamiera piegata e saldata ai tubolari esterni

Fonte: <https://www.leroymerlin.it/prodotti/edilizia/attrezzature-edili/accessori-per-scale-e-trabattelli/scala-di-accesso-per-ponteggio-facal-doge65-e-spazio-trabattello-32961033.html>

5.4 - Strumenti di misurazione

Rilevazione del Livellamento

La corretta misurazione del livellamento di un ponteggio garantisce la sicurezza e l'efficienza durante la costruzione e l'utilizzo dello stesso. La verifica del livellamento deve essere svolta durante diverse fasi, e a seconda della fase del lavoro, questa può essere effettuata dalle imprese di costruzione che si occupano del ponteggio, ma anche da ingegneri strutturali, addetti alla sicurezza sul luogo di lavoro, tecnici specializzati presenti sul cantiere. Le misurazioni possono essere effettuate durante le seguenti fasi:

- Fase di montaggio: gli addetti misurano il livellamento durante la fase di costruzione, portando al corretto livellamento ogni elemento della struttura.
- Verifiche periodiche: a seconda della tipologia di ponteggio e dell'impiego, esistono dei controlli periodici che vanno fatti con una determinata frequenza, per verificare se il livellamento rimane corretto durante l'arco di impiego del ponteggio.
- Manutenzione e interventi correttivi: nei casi in cui, durante le verifiche periodiche, vengano rilevati degli errori nel livellamento, si deve tempestivamente intervenire per portare la situazione alla normalità. In questo caso, la verifica del livellamento viene fatta dopo l'intervento di manutenzione per verificare la validità dell'intervento.

Gli strumenti utilizzati durante queste fasi sono:

- Livelle laser: misurano il livellamento orizzontale del ponteggio con precisione. Emette un raggio luminoso orizzontale preciso, facilitando il controllo del livellamento del ponteggio. Questo strumento avanzato offre una misurazione accurata e rapida, riducendo il margine di errore durante il montaggio iniziale e garantendo una base solida per la costruzione edile.



Würth - Livella laser multilinea MLLR 18

Fonte: ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) - Linee Guida per Montaggio, Smontaggio, Trasformazione dei Ponteggi

- **Inclinometri digitali:** Verificano l'inclinazione e l'orizzontalità delle strutture. L'inclinometro digitale, dotato di sensori giroscopici, fornisce letture digitali immediate dell'angolo di inclinazione. Utilizzato per controllare l'orizzontalità delle strutture, è un dispositivo pratico ed efficiente per garantire la stabilità del ponteggio.



RS Italy - Inclinometro digitale LCD Laserliner

- **Sensori wireless:** Monitorano continuamente il livellamento, trasmettendo dati in tempo reale. Monitorano costantemente il livellamento del ponteggio in tempo reale, trasmettendo dati attraverso connessioni senza fili. Questi sensori forniscono aggiornamenti immediati e avvisi tempestivi in caso di deviazioni, consentendo interventi pronti per mantenere la sicurezza e l'integrità strutturale del ponteggio. La loro versatilità li rende particolarmente utili per il monitoraggio a distanza in ambienti complessi ed è fondamentale per la gestione efficace della sicurezza sul cantiere.



IFM - Sensore ottico di distanza O1D

- **Livelle a bolla d'aria:** Strumento tradizionale per controllare l'orizzontalità delle superfici. Sono strumenti tradizionali ma efficaci per verificare l'orizzontalità del ponteggio. Composte da un tubo di vetro sigillato contenente una bolla d'aria, queste livelle consentono agli operatori di allineare la superficie del ponteggio con precisione, assicurando un'installazione corretta. L'uso intuitivo e la facilità di lettura rendono le livelle a bolla d'aria strumenti affidabili durante il montaggio iniziale, fornendo un feedback immediato sull'equilibrio orizzontale delle strutture edili.



Silverline - Livella a Bolla d'aria SL16

Fonte: ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) - Linee Guida per Montaggio, Smontaggio, Trasformazione dei Ponteggi

Rilevazione del Carico

La gestione accurata del carico che grava sul Ponteggio è cruciale per garantire la stabilità strutturale e prevenire rischi legati al cedimento della struttura.

Le misurazioni del carico nei cantieri edili vengono effettuate in diverse fasi del ciclo di vita di un progetto, al fine di garantire la sicurezza strutturale e la conformità agli standard. Queste misurazioni vengono solitamente eseguite:

- Pianificazione iniziale: le analisi strutturali e le valutazioni della capacità di carico sono condotte durante la fase di progettazione iniziale per determinare i requisiti e le limitazioni strutturali, e sono supportate da software specifici che processano e restituiscono i dati relativi allo specifico progetto.

- Fase di costruzione: sensori di carico, le celle di carico e altri strumenti sono impiegati durante la costruzione per monitorare il carico in tempo reale e garantire il rispetto delle specifiche strutturali, man mano che la struttura viene portata a completamento.

Esistono delle fasi critiche, durante la costruzione, in cui è obbligatorio misurare il carico specifico e complessivo, altrimenti non è possibile procedere con la costruzione.

- Verifiche periodiche: dopo la fase di costruzione, si effettuano verifiche periodiche utilizzando sensori e strumenti per assicurarsi che la struttura mantenga la capacità di carico prevista nel tempo.

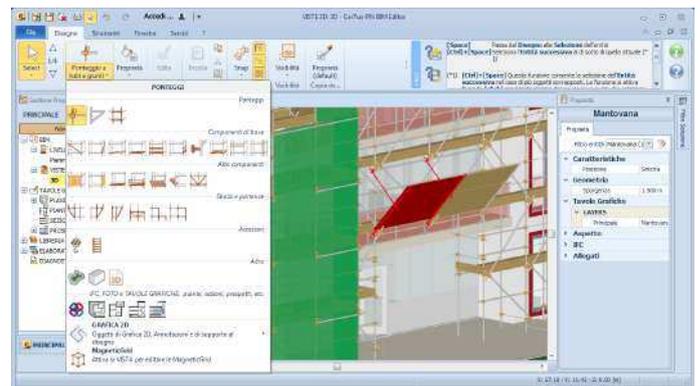
- Interventi correttivi e manutenzione: le misurazioni del carico sono parte integrante degli interventi correttivi e delle attività di manutenzione per adattare la struttura alle mutevoli esigenze e garantirne la sicurezza continua.

Questo approccio integrato e scandito in differenti fasi separate garantisce la sicurezza e la stabilità delle strutture edili, mitigando potenziali rischi derivanti da carichi eccessivi.

Gli strumenti utilizzati durante queste fasi sono:

- **Analisi strutturali:** utilizzando software avanzati, l'analisi strutturale valuta la capacità di carico complessiva della struttura. Identifica punti critici, determina la tolleranza al peso e suggerisce modifiche necessarie per garantire la sicurezza e la stabilità.

Queste analisi possono essere fatte a livello teorico, prima di iniziare la costruzione del ponteggio, o a monte del progetto, quando i dati acquisiti, ad esempio dai sensori di misurazione, permettono di fare calcoli più specifici rispetto alla situazione reale.



ACCA Software - CerTus-PN, software per analisi strutturale del ponteggio

- Sensori di carico: sensori, come celle di carico, integrati nei ponteggi tramite appositi ancoraggi, registrano costantemente il peso applicato, offrendo dati in tempo reale sulla distribuzione del carico. Possono essere posizionati strategicamente per monitorare specifiche sezioni della struttura, fornendo informazioni immediate e cruciali per prevenire sovraccarichi e garantire la sicurezza.



RS Pro - Cella di carico a compressione

Capitolo 6 - Conclusioni e Ipotesi di Sviluppo

6.1 - Ipotesi di Intervento

L'Analisi sullo Stato dell'Arte, appena svolto, mostra come il settore delle lavorazioni che sfruttano l'elemento del Ponteggio sia specificatamente normato, gli elementi strutturali, quelli accessori, e le tecniche di costruzione, utilizzo e verifica sono espressamente codificate.

La stessa analisi mostra altresì che gli esempi di innovazione, soprattutto legata al mondo tecnologico, siano estremamente limitati: da una parte perchè la progettazione nel settore, essendo appunto contraddistinto da elementi normati e dunque fissi, che diventano dei vincoli progettuali, rendono difficoltosa l'introduzione di sistemi nuovi, tra cui quelli tecnologici e digitali; dall'altra parte perchè è l'ambiente stesso, che molto spesso si trova ad essere snello e contenuto, a causa degli impieghi temporanei per cui è utilizzato, andando però così anche contro a standard di sicurezza che dovrebbero invece essere espressamente rispettati.

Tuttavia, investire nell'aspetto tecnologico rappresenta un potenziale aiuto per migliorare la condizione di sicurezza di tali ambienti di lavoro, soprattutto perchè, come si è visto, molto spesso l'errore deriva da fattori umani e risulta pressochè imprevedibile.

D'altro canto, invece, l'implementazione tecnologica potrebbe creare delle vie che conducono al corretto utilizzo della struttura, degli strumenti, e al corretto comportamento da adottare durante lo svolgimento del lavoro.

Implementare tecnologicamente l'ambiente potrebbe, in primo luogo, renderlo consapevole sia dei rischi, sia dei pericoli, che il lavoratore potrebbe correre in un determinato punto o in una determinata situazione, e in secondo luogo potrebbe rispondere a queste situazioni,

evitandole o addirittura intervenendo, al posto del lavoratore, per evitare che queste situazioni accadano. Rilevamento del livellamento o del peso sopportato potrebbero essere monitorati in tempo reale, e potrebbe essere la struttura stessa ad avvertire i lavoratori, quando avverte condizioni non regolari.

Il corretto impiego di scale, botole, e movimentazione degli strumenti potrebbe essere guidato dallo stesso ambiente, che veicola l'interazione del lavoratore per fargli evitare di compiere gesti e comportamenti non idonei alla sua sicurezza e a quella dei colleghi.

Interventi di questo tipo possono anche avvenire tramite l'impiego di determinate implementazioni tecnologiche mirate, studiate appositamente per l'intervento che si vuole fare.

In questa ottica, il design e l'innovazione digitale possono intervenire su determinati elementi dell'ambiente per renderlo, appunto, consapevole e preventivo del rischio di infortunio, in questo caso legato al fattore di rischio di caduta dall'alto.

6.2 - Obiettivi da raggiungere

L'ipotesi progettuale che dunque si intende sviluppare mira proprio a questa implementazione tecnologica e digitale, che ha l'obiettivo di trasformare l'ambiente di lavoro del Ponteggio in un luogo in grado di automonitorarsi, e che dunque è consapevole di determinati fattori di rischio; che avverte il lavoratore nelle eventualità in cui la sua sicurezza è messa in pericolo; e che in ultimo guida l'interazione del lavoratore con l'ambiente stesso per evitare a valle dei comportamenti scorretti, che potrebbero causare

fattori di rischio per la sua sicurezza, o risponda a questi in modo attivo per evitare di renderli pericolosi. Una soluzione flessibile può inoltre essere impiegata per vari contesti differenti, e potrebbe permettere di conoscere, contrastare e quindi eliminare i fattori di rischio di caduta dall'alto in modo mirato ed efficace.

Vengono di seguito elencati gli obiettivi che il progetto si pone di raggiungere:

Implementazione dell'Ambiente per la Sicurezza sul lavoro



1. Miglioramento delle condizioni ambientali:

l'ambiente di lavoro può essere progettato per modificare aspetti che potrebbero causare pericolo di infortunio, si faccia ad esempio riferimento alla superficie scivolosa delle tavole, o al rumore generato dal camminamento che potrebbe causare una fonte di stress per il lavoratore, e distogliere la sua attenzione da un eventuale pericolo.



2. Monitoraggio dell'Ambiente: l'ambiente può essere munito di sensori che rilevano condizioni come il livellamento o il carico sopportato.



3. Flessibilità dell'Implementazione: questa implementazione può essere fatta in una modalità flessibile, in modo da poter essere adattata a differenti situazioni e contesti.



4. Avvertimento tempestivo in caso di pericolo:

il monitoraggio di determinati fattori può essere utilizzato per avvertire in modo tempestivo le figure competenti, che possono subito attivarsi per risolvere i problemi rilevati.



5. Interventi mirati: la conoscenza delle situazioni di stress in determinate zone significative può guidare degli interventi mirati e specifici, dove e quando è necessario.



6. Guidare la corretta Interazione del lavoratore: l'Ambiente può veicolare l'Interazione e quindi le azioni che il lavoratore compie, ad esempio studiando specifiche modalità per utilizzare la botola, o le scale, per fare in modo che l'impiego di questi strumenti avvenga nel modo corretto, senza causare pericoli per la sicurezza.



7. Evitare comportamenti scorretti: guidando le azioni che il lavoratore può fare, l'ambiente può limitare i comportamenti scorretti che possono, involontariamente, creare delle condizioni di pericolo imprevedibili. Si pensi ad esempio al lavoratore che lascia, in buona fede, la botola aperta per velocizzare il proprio lavoro: in questo modo, si crea un fattore di rischio che non dovrebbe verificarsi.



8. Rispondere attivamente all'errore umano: l'ambiente di lavoro può rispondere attivamente a determinati errori umani, come le dimenticanze. Nello stesso caso della botola, potrebbe essere l'ambiente stesso che si premura di chiuderla dopo ogni utilizzo; sempre rimanendo sulla botola, l'ambiente potrebbe contrastare l'apertura di questa se avverte, al di sopra, un carico che potrebbe cadere e ferire il lavoratore che si trova sul ponte sottostante.

Capitolo 7 - Ipotesi Progettuale

7.1 - Introduzione

L'intervento progettuale, alla luce degli obiettivi da raggiungere, delineati precedentemente, si è focalizzato sulla progettazione e sull'implementazione della tavola del ponteggio, in particolare di quella munita di botola, poichè questa è stata designata come uno degli elementi centrali, sia dell'ambiente ponteggio, sia dell'interazione del lavoratore con l'ambiente; inoltre, questa risulta centrale in molti dei fattori di rischio indicati precedentemente, e le linee di intervento poste come obiettivo possono mirare alla riprogettazione di questo componente con il fine di migliorare e garantire la sicurezza dei lavoratori.

L'intervento progettuale non può limitarsi alla sola tavola con botola, poichè sebbene essa sia fondamentale, all'interno dell'ambiente di lavoro, tuttavia, il suo stesso impiego prevede l'utilizzo di altri elementi accessori, si pensi ad esempio alla scala.

Inoltre, intervenire in modo mirato esclusivamente sulla tavola potrebbe creare una discrepanza ed incaricare il singolo oggetto di occuparsi di prevenire, comunicare e contrastare tutti i fattori di rischio; un sistema di vari elementi che invece intervengono in modo complessivo sull'ambiente può essere una soluzione più flessibile.

Ai fini del progetto, l'ambiente di lavoro viene inteso come il singolo Campo (o Ponte), quindi come singolo spazio tra due stilate.

Come detto precedentemente, il caso studio proposto è stato studiato su un ponteggio composto da telai prefabbricati, sia per la facilità di montaggio, e quindi di studio, sia per la sua elevata frequenza di utilizzo.

Sempre per ottimizzare il campo applicativo, è stato scelto, per il caso studio, un ponteggio che ha profondità dell'impalcato di 1250mm, e una distanza tra le varie stilate, e quindi una lunghezza

di ogni singolo Campo (o Ponte) di 1800mm. La scelta è stata condotta poichè queste misure del ponteggio necessitano della selezione di tavole di misura 1800mm x 500mm, che, come visto precedentemente, risultano una misura a metà tra le tavole strette e quelle larghe, sia per quanto riguarda quelle con botola, che quelle senza.

Alla luce di queste osservazioni iniziali, vengono adesso elencati i requisiti che hanno mosso l'attività progettuale, con un'interesse declinato, appunto, all'intervento sulla tavola con botola metallica e al miglioramento delle sue prestazioni, sulla scala, sull'interazione, sull'alimentazione delle componenti tecnologiche e digitali, sulla misurazione del livellamento e del carico supportato.

7.2 - Requisiti progettuali

Tabella dei Requisiti

ID	Nome	Descrizione	Priorità
R01	Leggerezza	Garantire la leggerezza delle tavole	ALTA
R02	Rumorosità	Diminuire la rumorosità durante il calpestamento delle tavole	MEDIA
R03	Aderenza	Aumentare l'aderenza delle tavole	ALTA
R04	Equilibrio	Garantire l'equilibrio della tavola metallica	ALTA
R05	Drenaggio dell'Acqua	Prevedere una superficie forata per il drenaggio dell'acqua piovana	MEDIA
R06	Dimensione Botola	Aumentare le dimensioni della botola, pur rientrando nel dimensionamento standard proposto per la tavola	MEDIA
R07	Ancoraggio	Prevedere un sistema di ancoraggio al ponteggio stabile	ALTA
R08	Rilevare il carico	Rilevare il carico che agisce sulla singola tavola	ALTA
R09	Rilevare il livellamento	Rilevare il livellamento dei punti critici del Ponteggio	ALTA
R10	Apertura automatica botola	Dotare la botola di un'apertura automatica	ALTA
R11	Attivazione dell'Apertura	L'apertura della botola deve essere attivata solo all'occorrenza	ALTA
R12	Riconoscimento dell'utilizzo	Riconoscimento dell'avvenuto utilizzo della botola	ALTA
R13	Chiusura botola	Chiusura automatica e autonoma della botola dopo l'avvenuto utilizzo	ALTA
R14	Bloccaggio botola	La botola è normalmente bloccata, e non deve essere aperta diversamente rispetto al protocollo	MEDIA
R15	Apertura di Emergenza	La botola può essere scollegata dal sistema per essere aperta manualmente, solo in caso di emergenza	ALTA
R16	Segnale Movimentazione Botola	Segnalare acusticamente la movimentazione, e quindi l'apertura, l'utilizzo e la chiusura della botola, per avvertire gli altri lavoratori dell'azione	BASSA
R17	Evitare apertura con Carico rilevato	Evitare l'apertura della botola se sono presenti degli elementi al di sopra della sua superficie, che potrebbero cadere e provocare infortunio	ALTA
R18	Segnalare impossibilità di apertura	Se la botola non può aprirsi, un segnale acustico specifico deve segnalarlo al lavoratore che vuole aprirla	MEDIA
R19	Alimentazione fotovoltaica	Prevedere un sistema di alimentazione per le componenti tecnologiche che sfrutti l'esposizione del ponteggio all'esterno	ALTA
R20	Alimentazione di riserva	Prevedere un sistema di alimentazione di riserva nel caso in cui l'alimentazione fotovoltaica non sia sufficiente	MEDIA
R21	Monitorare il livello di carica	Monitorare il livello di carica dei dispositivi per garantirne il funzionamento	ALTA
R22	Guidare l'utilizzo	Sfruttare un codice di tipo visivo/colorimetrico che guidi e velocizzi l'Interazione del lavoratore	MEDIA
R23	Scala antiscivolo	La scala da integrare alla tavola con botola deve prevedere un sistema che eviti lo scivolamento durante la fase di salita e discesa	ALTA

Analisi dei Requisiti

- **R01 Leggerezza:** le tavole progettate devono, come primo requisito, mantenere o aumentare la propria leggerezza; l'implementazione tecnologica non deve gravare in modo negativo sull'impatto che le tavole hanno nei confronti del ponteggio.
- **R02 Rumorosità:** un aspetto migliorabile delle tavole è sicuramente il rumore prodotto dal materiale (acciaio o alluminio) durante il calpestamento. Questo rumore potrebbe causare un fattore di stress ambientale per il lavoratore che deve subirlo per i periodi prolungati dei turni di lavoro, e distrarlo dal rispetto dei comportamenti che favoriscono la sicurezza.
- **R03 Aderenza:** allo stesso modo, il materiale utilizzato (acciaio o alluminio) ha difetti anche legati all'aderenza, poichè, in quanto metalliche, le superfici di calpestamento risultano scivolose e poco aderenti. Dei rivestimenti che non gravano sulla leggerezza della tavola potrebbero invece aumentare l'aderenza delle superfici.
- **R04 Equilibrio:** le modifiche e l'implementazione non deve peggiorare l'equilibrio della tavola, il baricentro deve essere mantenuto al centro per evitare disequilibri statici, che potrebbero anche gravare sulla struttura del ponteggio.
- **R05 Drenaggio dell'acqua:** la superficie della tavola deve prevedere dei fori che servono sia per alleggerire il peso complessivo, sia per permettere il drenaggio dell'acqua piovana. Se le superfici fossero completamente chiuse, infatti, l'accumulo di acqua potrebbe non solo influire sulla durata e sulla stabilità della tavola, ma potrebbero anche diminuire l'aderenza e provocare ipotetici scivolamenti dei lavoratori.
- **R06 Dimensione Botola:** le dimensioni della botola, sulla tavola, possono essere aumentate, ipotizzando una struttura del telaio minimizzata, che mantenga però la sua stabilità. Una botola maggiorata migliora l'utilizzo e il passaggio da parte dei lavoratori, e rende anche più visibile il punto d'accesso.
- **R07 Ancoraggio:** La tavola deve mantenere un ancoraggio saldo al ponteggio, pertanto va pensato un sistema che mantenga la stabilità di ogni singola tavola, senza provocare oscillazioni.
- **R08 Rilevare il carico:** un aspetto che può essere monitorato è il carico complessivo che agisce su ogni singola tavola. Una stima di questo valore potrebbe far individuare in maniera mirata la singola condizione in cui c'è un problema legato al carico, e potrebbe di conseguenza mobilitare un intervento mirato su quella specifica situazione.
- **R09 Rilevare il livellamento:** il livellamento può essere un valore rilevato tramite l'inserimento di sensori adeguati, e come nel caso precedente, l'individuazione in determinati punti critici potrebbe indirizzare gli interventi in modo mirato, ottimizzando i tempi per la risoluzione dei problemi e quindi velocizzando le tempistiche della manutenzione.
- **R10 Apertura automatica botola:** l'apertura della botola può essere automatizzata, sia per evitare degli sforzi fisici ai lavoratori, per l'apertura, sia perchè il controllo della movimentazione può guidare l'interazione e dunque le azioni dei lavoratori, e può dunque evitare condizioni di pericolo legate a comportamenti sbagliati, come ad esempio l' dimenticanza della botola aperta.

- **R11 Attivazione dell'Apertura:** la botola deve essere aperta solo all'occorente, va quindi evitata un'attivazione che potrebbe essere attivata per sbaglio. L'apertura involontaria della botola potrebbe provocare gli stessi danni causati da una botola lasciata volutamente aperta. L'attivazione può ad esempio essere svolta con un'azione su due livelli, pertanto, si aprirà solamente se il lavoratore che deve scendere o salire effettuerà le due azioni.
- **R12 Riconoscimento dell'utilizzo:** la botola deve individuare il passaggio del lavoratore, e su questo attivare la sua chiusura automatica. Dei sensori possono essere impiegati per il riconoscimento della presenza dei lavoratori e dunque del loro passaggio, e il motore potrebbe successivamente essere riattivato per richiudere la botola.
- **R13 Chiusura botola:** la botola deve appunto chiudersi dopo ogni utilizzo. La chiusura deve essere fatta in modo automatico ed autonomo, e non deve dipendere dall'intervento umano. In questo modo si evitano pericoli legati alla dimenticanza della botola aperta.
- **R14 Bloccaggio botola:** la botola non deve essere aperta manualmente, ma solo attraverso il sistema di attivazione automatico.
- **R15 Apertura di Emergenza:** solamente nei casi di emergenza, dove il lavoratore può avere l'esigenza tempestiva di aprire la botola e dunque di non aspettare l'attivazione motorizzata, o anche nei casi imprevisti in cui la corrente può saltare, il motore può essere staccato dal circuito, per permettere la movimentazione manuale della botola. La situazione deve però essere riportata alla normalità nel momento in cui la fase di emergenza si estingue.
- **R16 Segnale Movimentazione botola:** l'apertura automatizzata della botola deve essere segnalata, per far capire ai lavoratori che si trovano nei pressi di quella zona dell'avvenimento della movimentazione. Può essere utilizzato un avvisatore acustico, come un cicalino, a tale scopo.
- **R17 Evitare apertura con Carico rilevato:** prima dell'apertura, la botola può rilevare se ci sono degli ostacoli o degli oggetti al di sopra di essa. In questo caso, l'apertura non è permessa, poichè questi oggetti potrebbero cadere, se la botola si aprisse, e potrebbero ferire i lavoratori sul ponte inferiore.
- **R18 Segnalare impossibilità di apertura:** la condizione di impossibilità di apertura deve essere segnalata, ad esempio facendo emettere al cicalino un altro suono apposito. In questo caso, i lavoratori del ponte di riferimento devono rimuovere gli eventuali carichi, per poter permettere l'utilizzo della botola.
- **R19 Alimentazione fotovoltaica:** trovandosi all'esterno, il sistema può prevedere un sistema fotovoltaico che alimenti le componenti elettriche ed elettroniche. Questo impianto deve integrarsi con il ponteggio e non gravare sulla condizione dei lavoratori, lasciando quindi la giusta libertà di movimento. Questo sistema può essere flessibile, poichè questi impianti possono essere inseriti sul ponteggio esclusivamente nei punti necessari, dove si trovano cioè elementi che necessitano di carica elettrica.
- **R20 Alimentazione di riserva:** poichè l'alimentazione fotovoltaica dipende tuttavia dalle condizioni meteorologiche, potrebbero verificarsi situazioni in cui la carica accumulata non è sufficiente per l'impiego. In tal caso, può

essere prevista una batteria di riserva, che viene attivata nei momenti in cui la carica del pannello fotovoltaico non è sufficiente.

- **R21 Monitorare il livello di carica:** il livello di carica degli elementi che necessitano di alimentazione energetica (tavola, pulsantiera, dispositivo per il livellamento) deve essere monitorato, per garantirne il funzionamento e per sostituire o aggiustare in modo mirato e tempestivo le batterie, quando necessario.
- **R22 Guida all'utilizzo:** per guidare l'utilizzo del sistema, e quindi l'impiego dei pulsanti, l'apertura della botola, la salita e la discesa, può essere impiegato un sistema di tipo visivo, ad esempio sfruttando veicoli cromatici, per guidare, semplificare e velocizzare l'interazione del lavoratore. Il sistema potrebbe infatti aumentare il grado di complessità dell'interazione, pertanto è necessario un intervento che semplifichi le azioni dei lavoratori.
- **R23 Scala antiscivolo:** anche la scala, essendo costruita con materiali metallici per garantire una determinata leggerezza, ha un'aderenza limitata e potrebbe causare un pericolo di scivolamento dei lavoratori durante la fase di salita o discesa.

Sviluppo dei Requisiti

I requisiti sono stati soddisfatti con la progettazione di un ambiente di lavoro che monitora lo stato del ponteggio, che è consapevole dei fattori di rischio ed avverte i lavoratori in caso di pericolo, e che infine guida le azioni che i lavoratori possono svolgere per evitare errori umani, che potrebbero causare dei nuovi fattori di rischio.

L'ambiente progettato è formato da diversi elementi, che lavorano in sinergia, rispondendo ai requisiti progettuali precedentemente elencati. Gli elementi sono elencati nella pagina a fianco.

Questi elementi vanno a costituire il singolo ponte, e sono stati progettati in riferimento al sistema strutturale del ponteggio a telai prefabbricati, anche se tuttavia risultano applicabili ad ogni tipologia di ponteggio.

Gli elementi formano un ambiente che diventa anche autonomo energeticamente, pertanto può essere applicato, in maniera flessibile, solo sui punti di interesse, potendo così essere affiancato anche a sistemi di attrezzature già comunemente impiegati, al fine di implementare il loro livello di sicurezza.

- Tavola da ponteggio con botola;



- Tavola da ponteggio;



- Pulsantiere per l'apertura della botola;



- Dispositivo per il monitoraggio del livellamento.

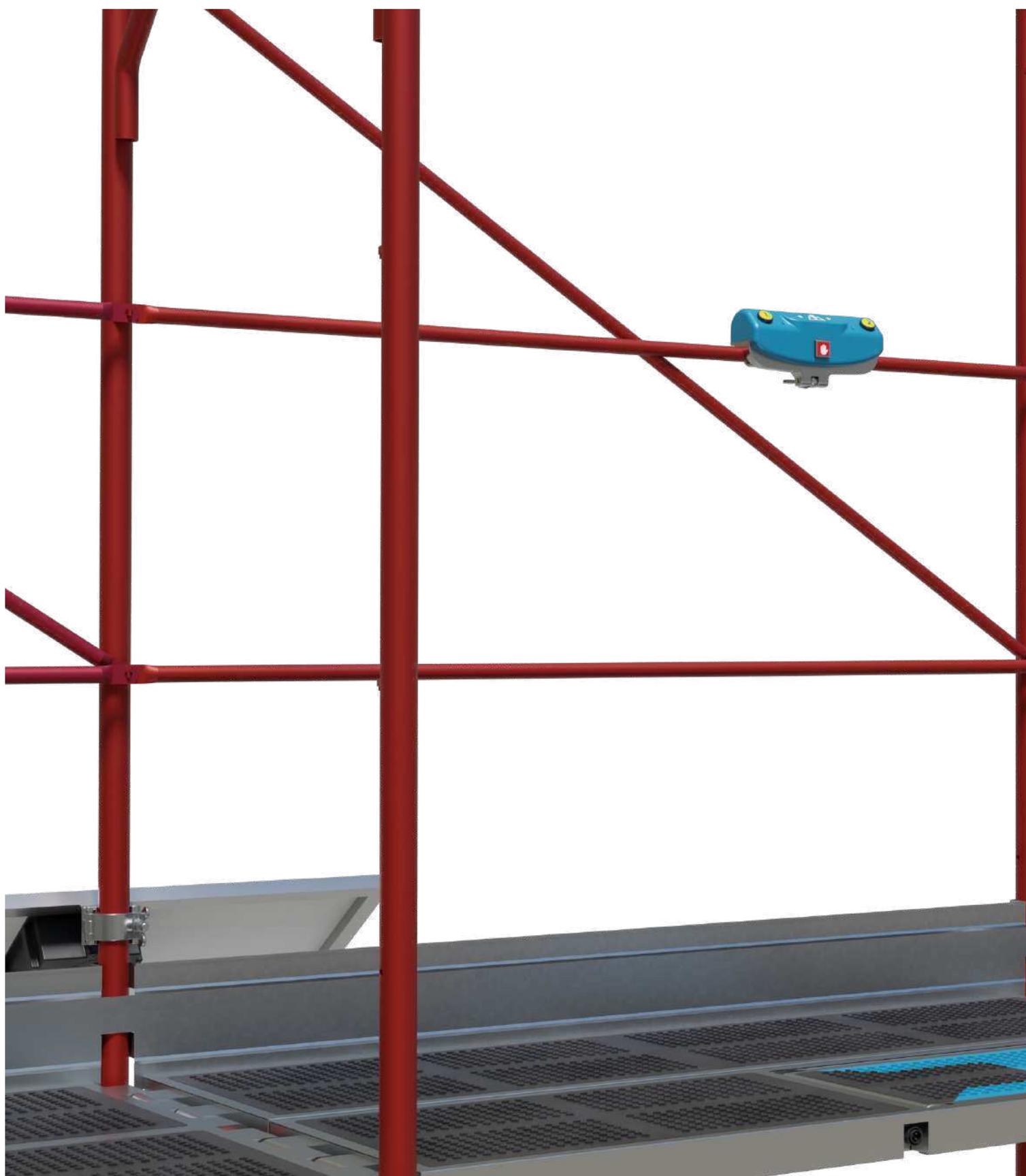


- Scala;



- Pannello fotovoltaico per l'alimentazione;







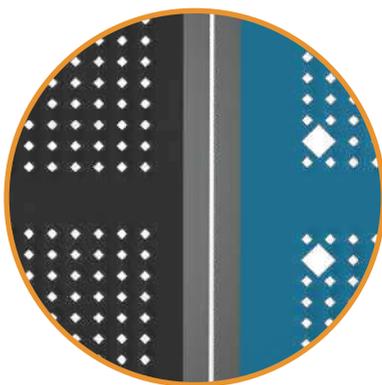
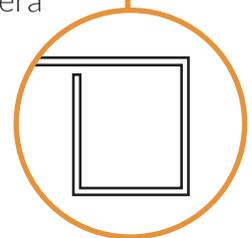
- **R01 Leggerezza:** le superfici superiori delle tavole, sia quella con botola, sia quella senza, sono state svuotate tramite l'utilizzo di una texture di fori creati direttamente sulla lamiera. Questo serve per diminuire il materiale che costituisce l'oggetto, intervenendo così anche sul peso.

Essendo infatti implementata tecnologicamente, la tavola presenta delle componenti elettroniche al suo interno, che ne aumentano il peso. Pertanto, si è modificata la struttura del corpo in lamiera, pur favorendo la resistenza dell'oggetto tramite l'impiego dell'intelaiatura inferiore, nella quale sono anche inserite le componenti elettroniche.

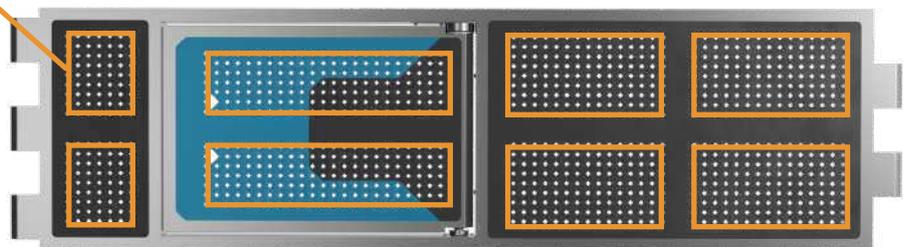
Questa intelaiatura è formata da lamiera di spessore 1mm, tagliata, piegata e successivamente saldata.



Dettaglio del telaio formato da lamiera piegata.



Texture forata sulla lamiera della superficie calpestabile.



- **R02 Rumorosità:** la superficie calpestabile delle tavole è ricoperta da uno strato di elastomero termoplastico (TPE) che attutisce il rumore prodotto durante il calpestamento.

Il materiale ha anche una buona resistenza all'usura, e questo diventa fondamentale in un ambiente sottoposto a stress di vario tipo come quello del cantiere.

Per evitare di appesantire in modo eccessivo l'oggetto, viene applicato uno strato superficiale, che serve per evitare il contatto diretto dei passi sulla superficie metallica.

Come sarà sottolineato successivamente, la tipologia di materiale scelta per il rivestimento aumenta anche le proprietà antiscivolo delle tavole, rendendo più sicuro il camminamento.

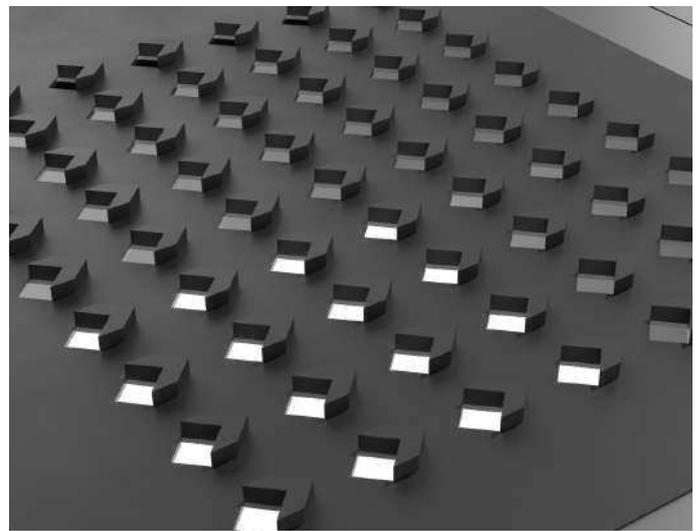
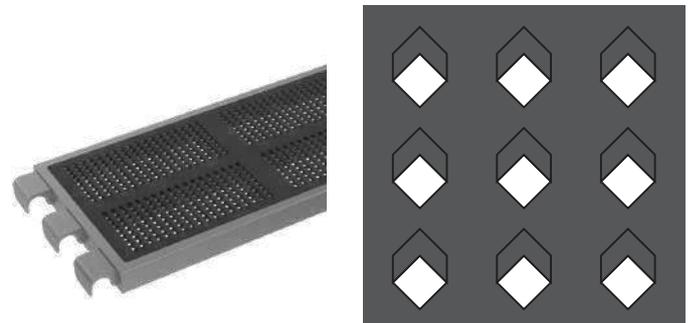


Rivestimento
in elastomero
termoplastico (TPE).

- **R03 Aderenza:** il rivestimento in elastomero termoplastico ha permesso anche di aumentare l'aderenza delle superfici calpestabili e di diminuire quindi la scivolosità, che potrebbe causare un rischio di scivolamento e conseguente infortunio.

Sulla base di una moodboard delle texturizzazioni impiegate per l'aumento dell'aderenza, è stato studiato un motivo "a diamante", in rilievo rispetto al piano, che si sviluppa al di sopra della texture utilizzata per aumentare la leggerezza della tavola.

Questi elementi in rilievo simulano l'aderenza ricercata ad esempio nelle scarpe da lavoro, ed agiscono in sinergia con queste per aumentare l'aderenza durante il camminamento.

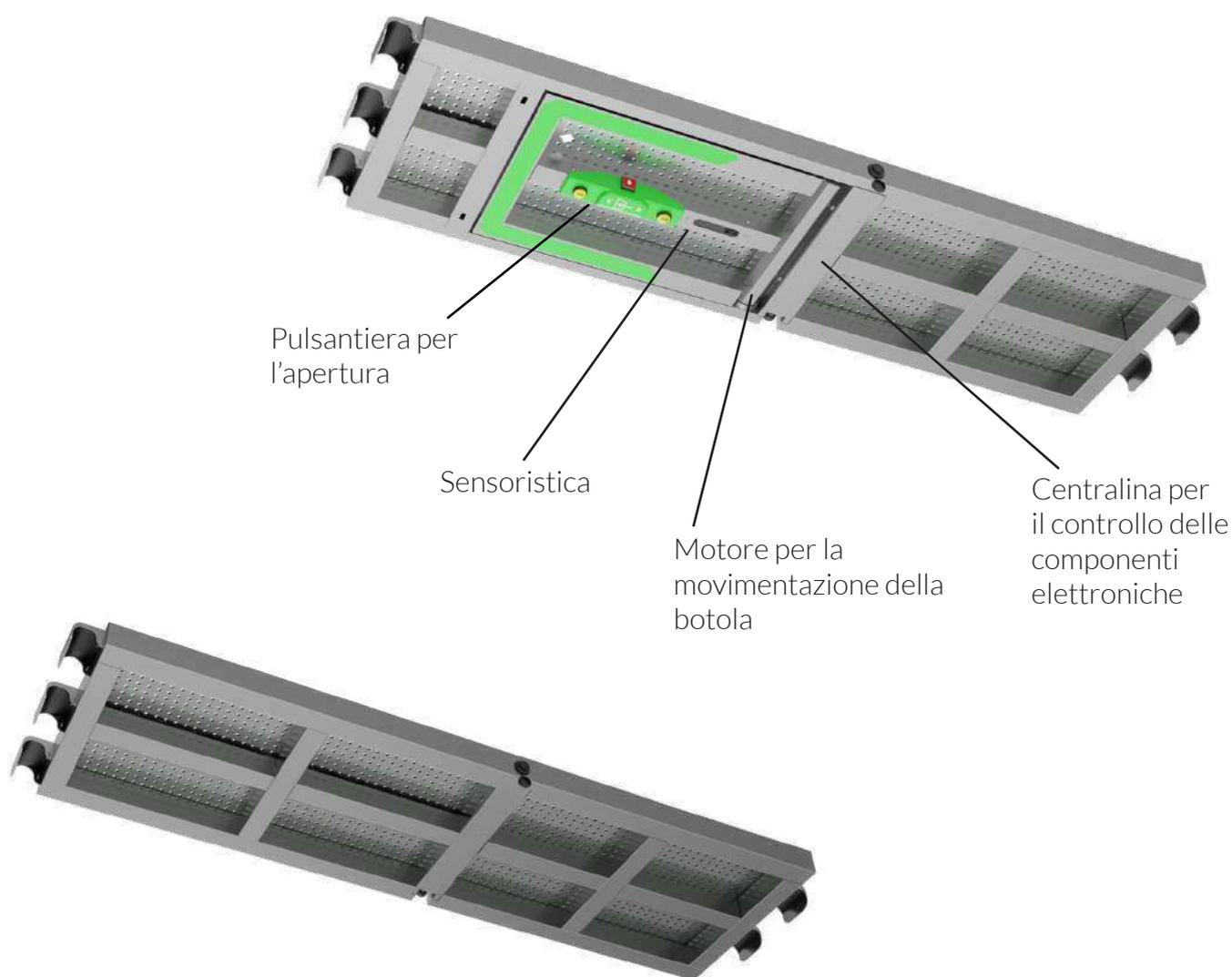


Moodboard di riferimento -
Superfici aderenti

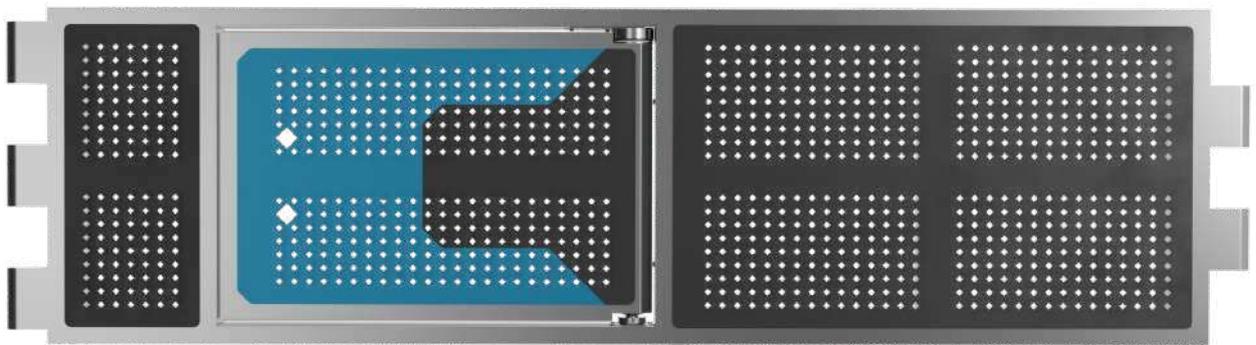
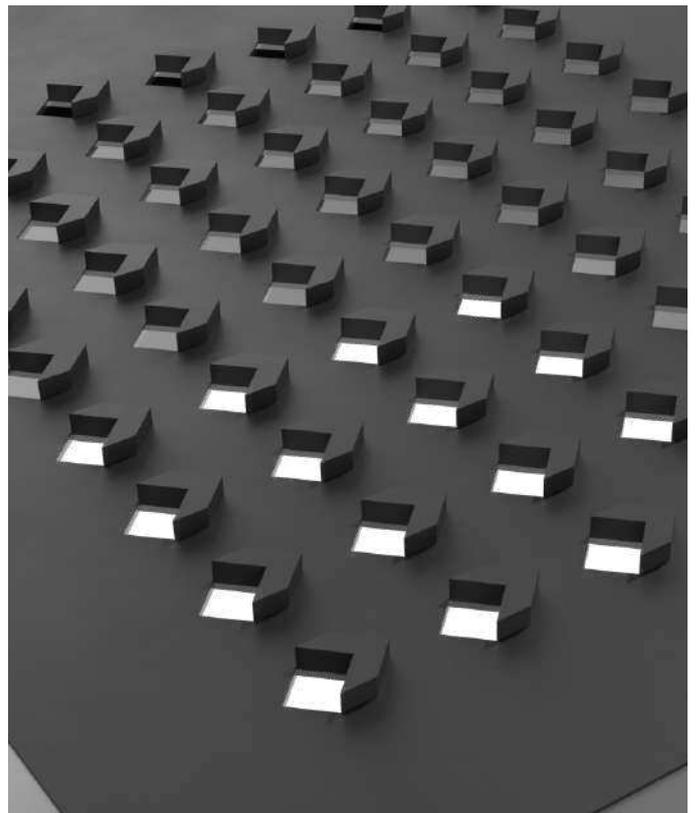
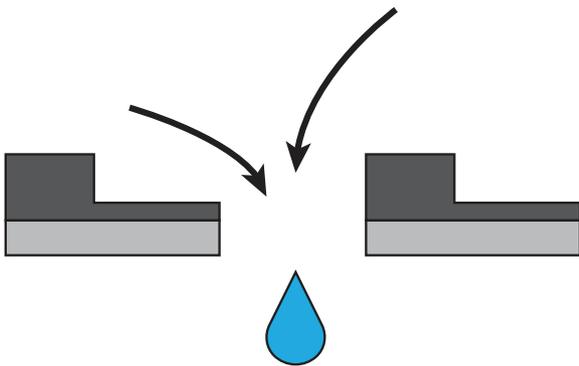


- **R04 Equilibrio:** il posizionamento delle componenti elettroniche è studiato per mantenere il peso della tavola e dunque il baricentro centrale, ed evitare quindi disequilibri statici che possono influire negativamente sulla struttura.

La centralina ed il motore, gli elementi più pesanti dell'oggetto, sono posizionati centralmente. Anche il posizionamento della botola, e il suo senso di apertura, sono condizionati da questi elementi.



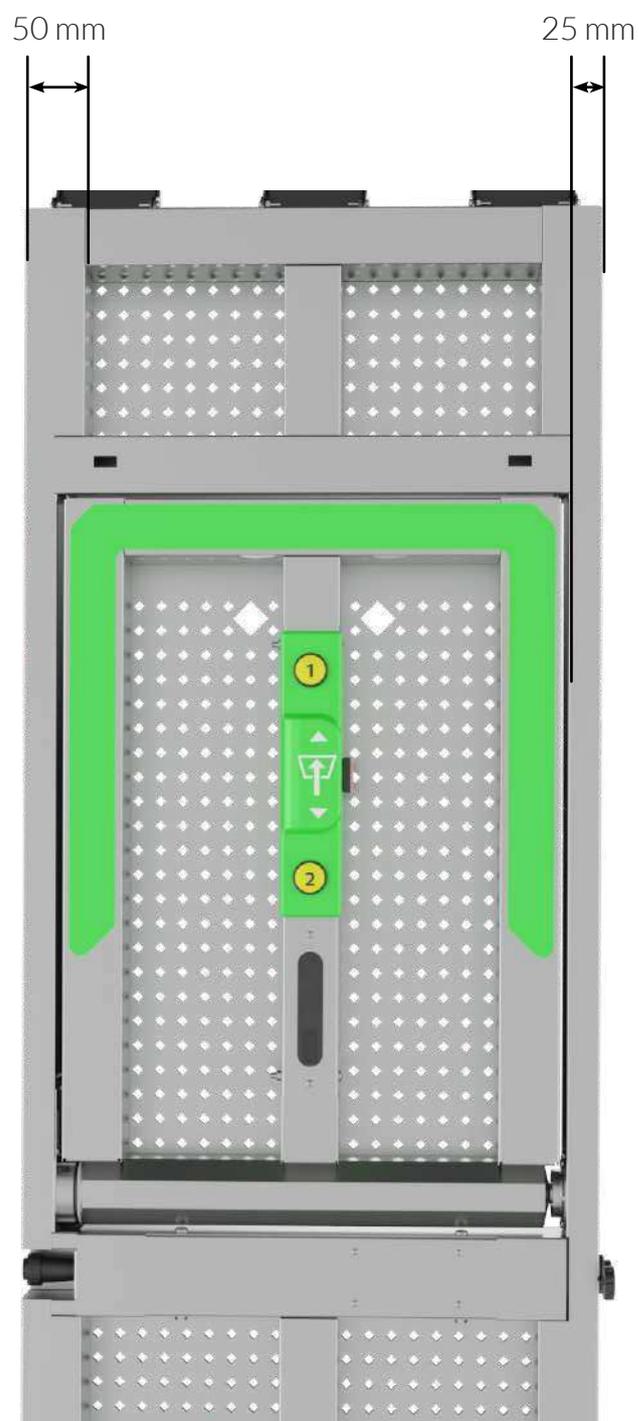
- **R05 Drenaggio dell'acqua:** gli stessi fori utilizzati per alleggerire la tavola servono anche come veicolo per il drenaggio dell'acqua. In tutte le tavole da ponteggio sono previsti sistemi di fori, ma in questo caso il numero di fori è maggiorato, per il discorso della leggerezza, e quindi viene favorito anche il drenaggio dell'acqua. Il rivestimento in gomma, e i suoi elementi in rilievo, veicolano lo scivolamento dell'acqua e dunque evitano il ristagno, che potrebbe compromettere anche i materiali, dopo un'esposizione prolungata.



- **R06 Dimensione Botola:** nelle comuni tavole da ponteggio, lo sviluppo in larghezza della botola è strettamente vincolato dal telaio strutturale dell'oggetto. In tutti i casi infatti, questo telaio segue tutto il profilo esterno della tavola, e sacrificando lo spazio disponibile per la botola.

In questo caso, invece, la sezione del telaio, nei pressi dell'alloggio per la botola, viene dimezzato, permettendo comunque il passaggio, all'interno, delle componenti elettroniche.

Questo sistema fa guadagnare 5 cm di superficie utilizzabile, nel senso della larghezza, semplificando il passaggio del lavoratore per le azioni di salita e discesa.

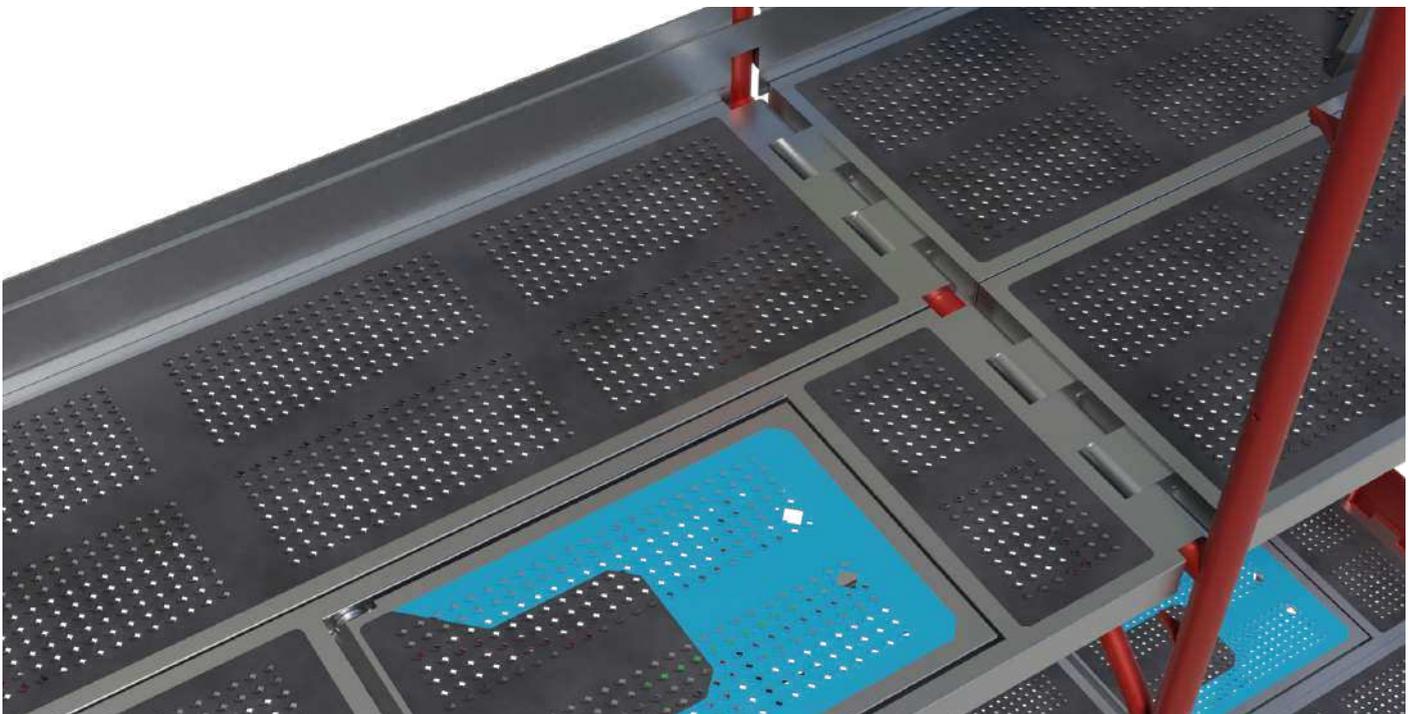
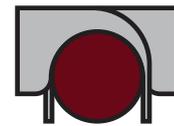
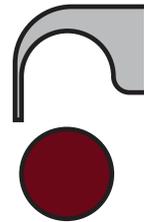


• **R07 Ancoraggio:** il sistema di ancoraggio sfrutta degli uncini laterali, rispetto al senso lungo della tavola, per farle poggiare direttamente sui telai prefabbricati del ponteggio, incastrandole. Alternando il numero degli ancoraggi è possibile incastrare una tavola all'altra perfettamente, creando una struttura solida ad incastro. Nello specifico, un lato è munito di tre uncini, mentre l'altro di due, che permettono un incastro sequenziale delle tavole, sia di quelle con botola, sia di quelle senza botola. Una volta poggiati sui telai, saranno questi punti di ancoraggio a scaricare il peso della tavola e del carico che sopporta (lavoratori, attrezzi di lavoro) direttamente sulla struttura del ponteggio.

Aggancio
lato sinistro



Aggancio
lato destro

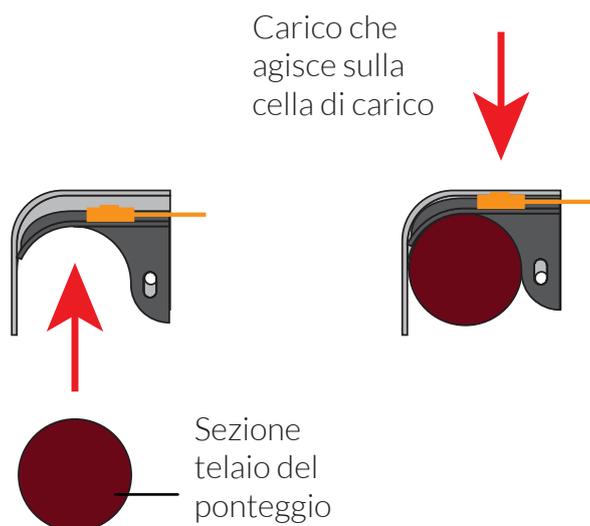
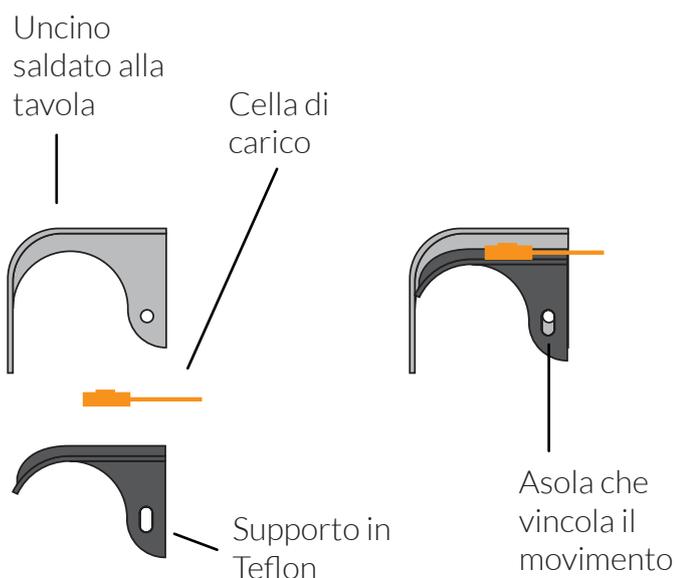
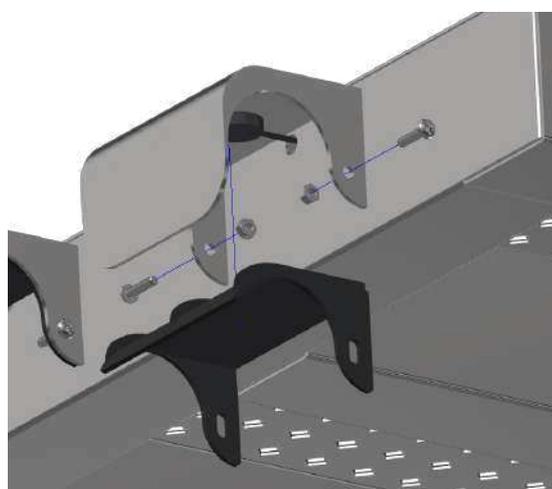


• **R08 Rilevare il carico:** le celle di carico per rilevare il carico complessivo che grava sulla singola tavola, sono inserite direttamente sugli ancoraggi esterni, poichè è qui che tutto il peso della tavola viene scaricato e trasmesso alla struttura.

È stato progettato un sistema che vede la cella alloggiata su un supporto, che è in grado di scorrere, nel senso dell'altezza, all'interno del singolo ancoraggio. In ogni ancoraggio, quindi, si trova una cella di carico.

Quando la tavola viene poggiata sopra al profilo tubolare del telaio, il peso della tavola schiaccia l'uncino sul telaio, e quindi fa pressione sulla cella di carico, che in questo modo percepisce il carico dall'alto. L'asola e la guida interna determinano l'escursione del movimento di questo supporto.

Il supporto in teflon, oltre a sorreggere la cella, aumenta anche la superficie che va ad aderire sul telaio strutturale, e quindi la stabilità della tavola.

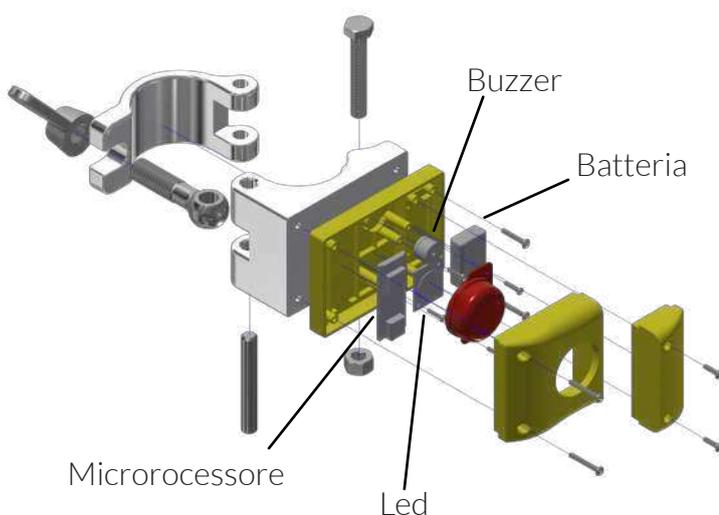


• **R09 Rilevare il livellamento:** il rilevamento del livellamento del ponteggio è demandato ad un apposito dispositivo, applicabile in modo flessibile ai telai della struttura. Questo dispositivo ha, al suo interno, un processore munito di sensore IMU, che gli permette di conoscere la sua posizione nello spazio, e la modifica di questa. Ogni 30 minuti, questo dispositivo, normalmente in modalità stand-by, si accende autonomamente e rileva se ci sono delle variazioni nella posizione percepita.

Se rileva delle variazioni, avverte tempestivamente i lavoratori, sia tramite un segnale acustico, emesso dal buzzer al suo interno, sia tramite l'accensione della luce rossa led. Per l'applicazione sul ponteggio, il dispositivo è munito di una chiusura a morsetto, che può essere facilmente chiusa e aperta tramite il dado con alette, anche in condizioni non ottimali, come ad esempio mentre si indossano dei guanti. Per permettere la flessibilità di applicazione, il dispositivo è alimentato da una piccola batteria al suo interno, che può essere sostituita con l'apertura dell'apposito case.



Chiusura
tramite dado
con alette

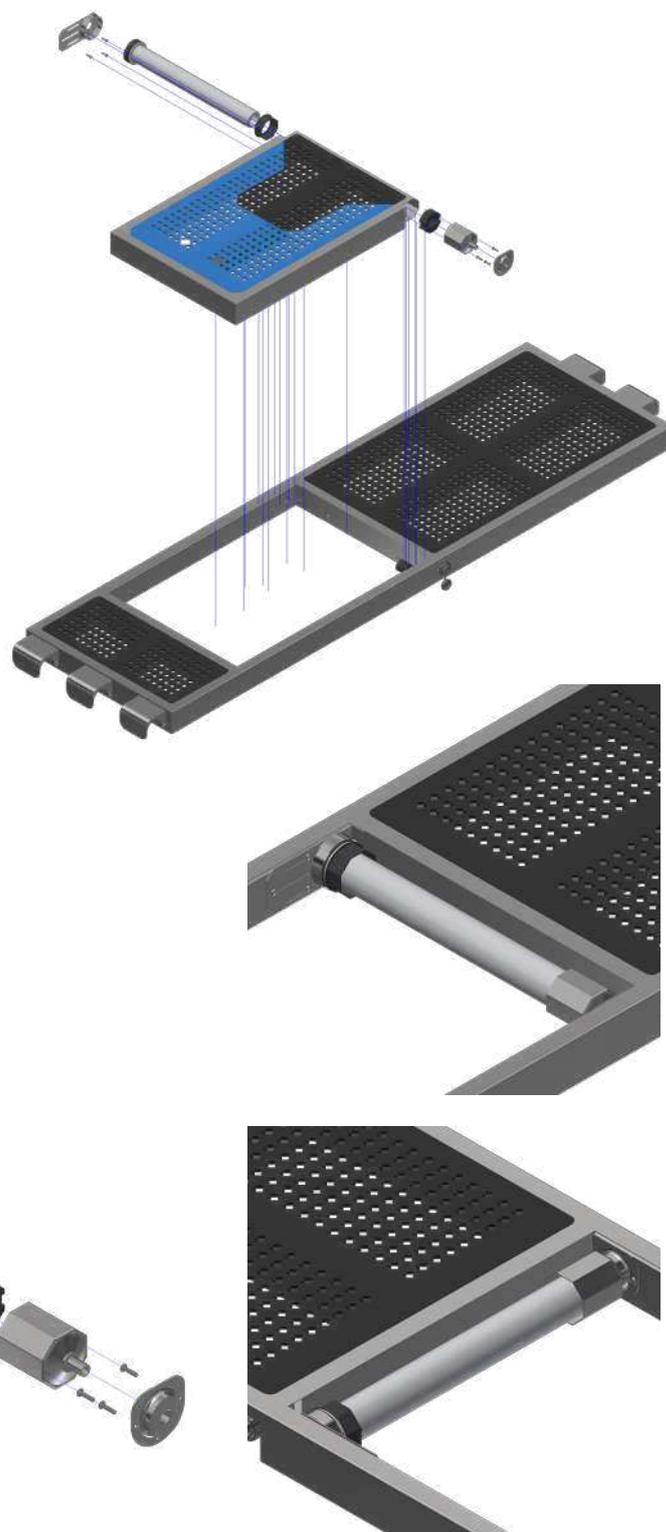


- **R10 Apertura automatica botola:** per l'apertura della botola è stato impiegato un motore elettrico, della tipologia comunemente utilizzata per la movimentazione delle tapparelle elettriche, poichè presenta un corpo rotante lungo ma con un diametro estremamente contenuto.

Il motore selezionato presenta una staffa che va ancorata al bordo interno della tavola: questa contiene la testa del motore, che rimarrà ferma, mentre il corpo ruoterà e farà di conseguenza aprire o chiudere la botola. La staffa presenta un foro per l'uscita del cavo di alimentazione, che correrà internamente al telaio della tavola e raggiungerà la centralina elettronica.

Delle maschere ottagonali, già in dotazione con il motore, permettono di bloccarlo alla sezione, sempre ottagonale, della botola, ottenuta tramite piegatura della lamiera.

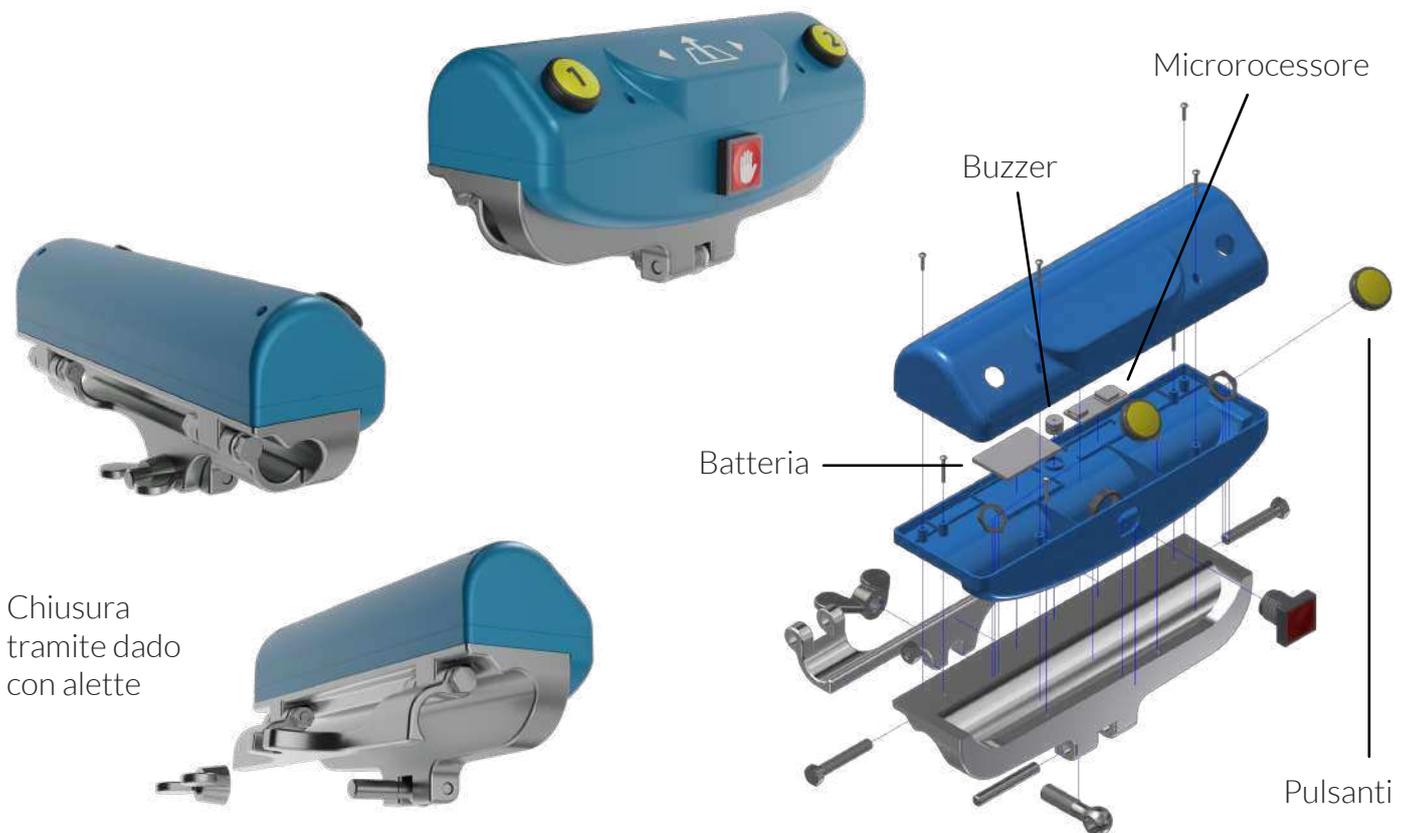
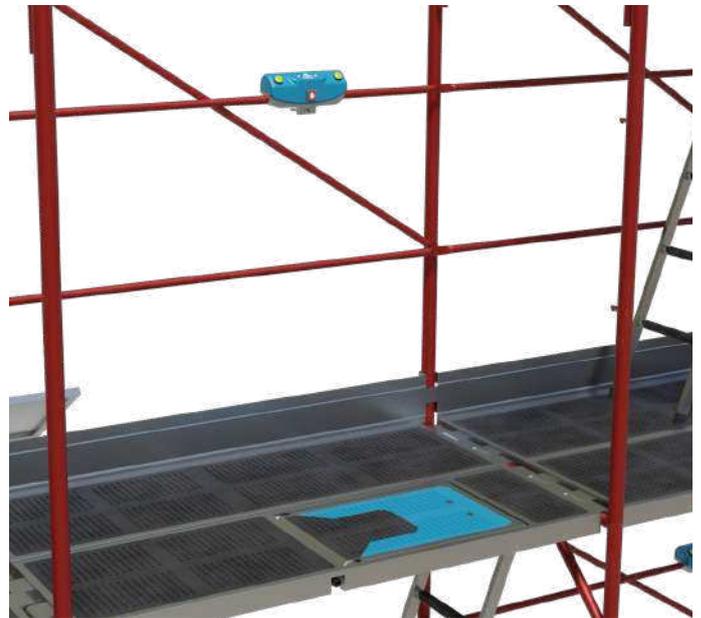
Dall'altro lato, il motore sarà infilato in una calotta ottagonale, il cui perno di rotazione sarà inserito in un cuscinetto piatto, montato sull'altro bordo interno della tavola.



- **R11 Attivazione dell'Apertura:** per l'apertura della botola sono impiegate delle pulsantiere, una, di colore blu, per l'apertura dall'altro, e un'altra, di colore verde, per l'apertura dal basso.

La pulsantiera presenta due tasti, contrassegnati da 1 e 2, che il lavoratore deve premere per poter aprire la botola. Il lavoratore deve premere il tasto 1, che attiverà un suono, e successivamente il tasto 2: solo allora la botola si aprirà. Questa azione su un doppio livello permette di aprire la botola solo quando c'è la volontà di farlo, ed evita un'apertura accidentale e non controllata.

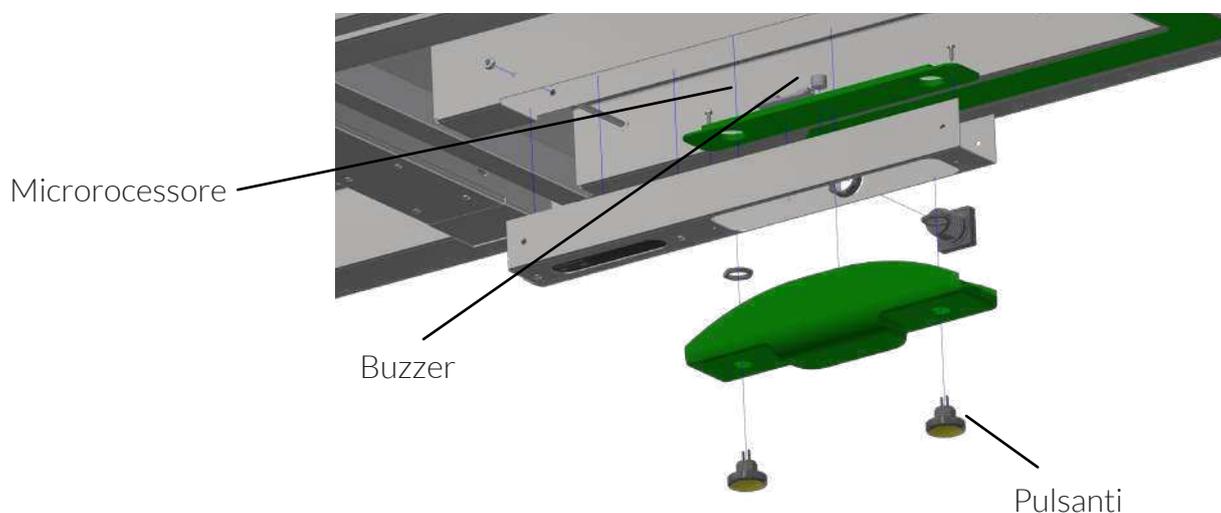
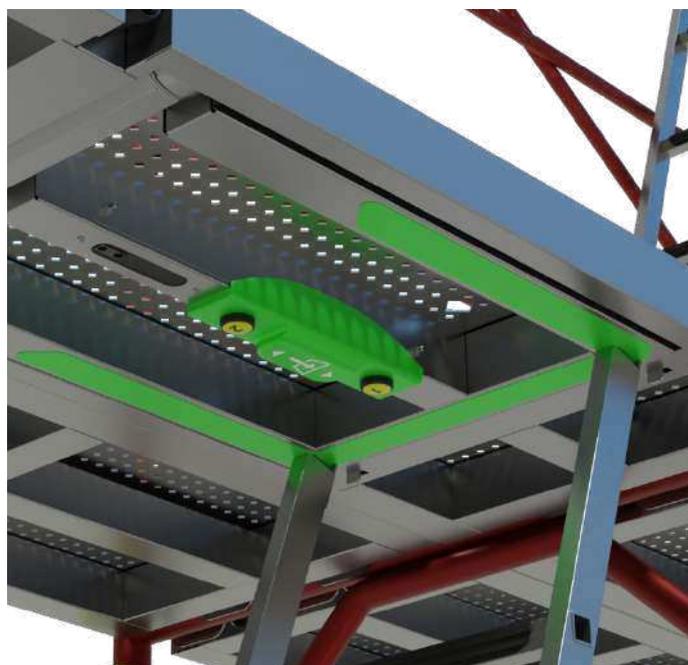
La pulsantiera di colore blu va applicata sul parapetto del Campo di riferimento, pertanto ha bisogno di una batteria interna per l'alimentazione autonoma.



L'altra pulsantiera, contrassegnata dal colore verde, serve per aprire la botola da sotto, e permette quindi al lavoratore di salire da un piano all'altro del ponteggio.

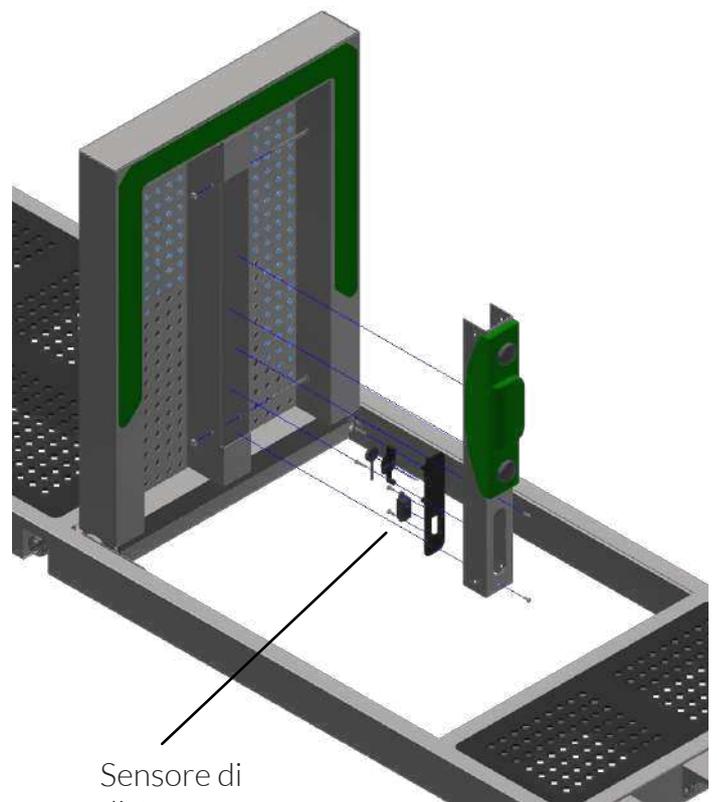
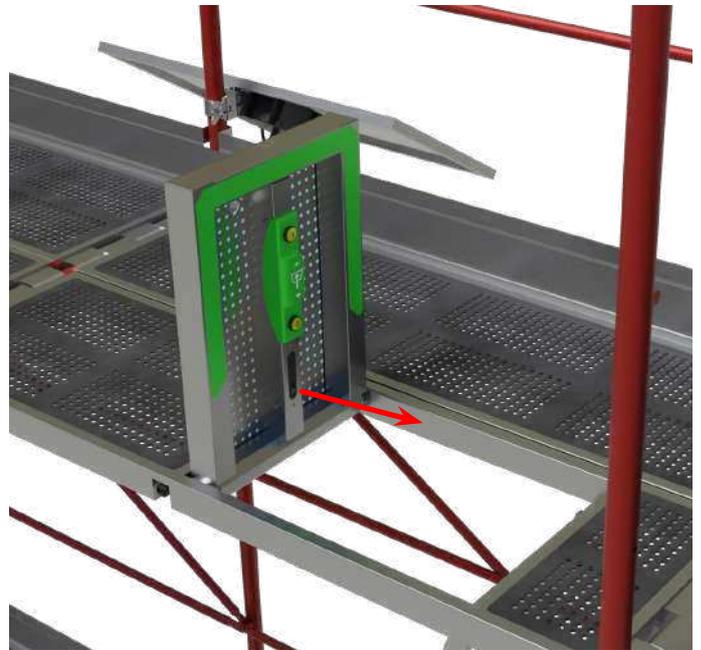
Anche in questo caso sono presenti i tasti 1 e 2 per permettere un'azione su un doppio livello. Questa pulsantiera è posizionata al di sotto della botola ed è fisicamente collegata ad essa, pertanto impiegherà lo stesso sistema di alimentazione utilizzato per la tavola. Essa è inserita in un apposito case che può essere smontato dalla botola, per la manutenzione o sostituzione delle componenti elettroniche.

In entrambe le pulsantiere, i due tasti sono posizionati ad una distanza considerevole per favorire l'utilizzo della pulsantiera con due mani, e quindi un accesso alla botola con entrambe le mani libere, come previsto da procedura.



- **R12 Riconoscimento dell'utilizzo:** nello stesso case in cui si trova la pulsantiera verde, al di sotto della botola, è presente un'ulteriore parte elettronica, che contiene anche un sensore di distanza a infrarossi. Questo sensore ha il compito di percepire il passaggio del lavoratore, e di riconoscere quindi l'avvenuto utilizzo. La distanza può essere regolata per capire se il sensore ha di fronte un corpo (lavoratore) oppure no.

Una volta che il sensore percepisce l'avvenuto passaggio, sia in discesa che in salita, il processore interno avvia un timer; una volta passati 10 secondi, se il sensore non percepisce altri passaggi, il motore viene attivato per la chiusura automatica della botola.

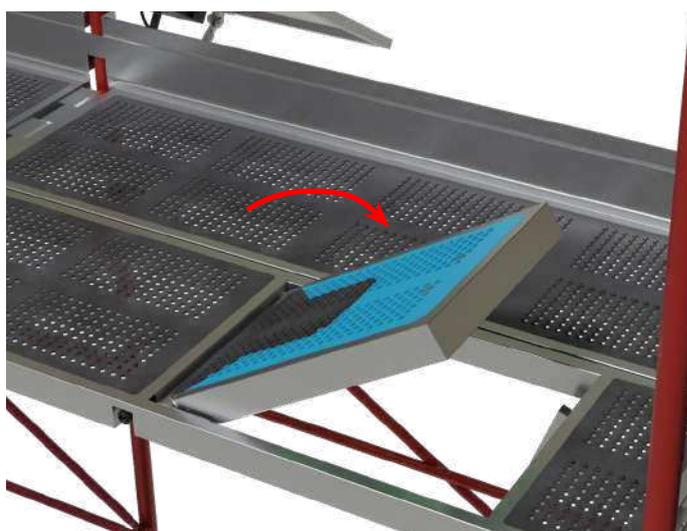
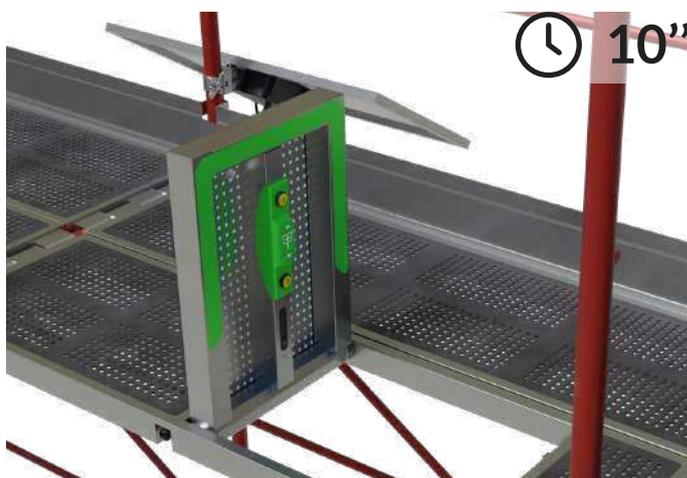
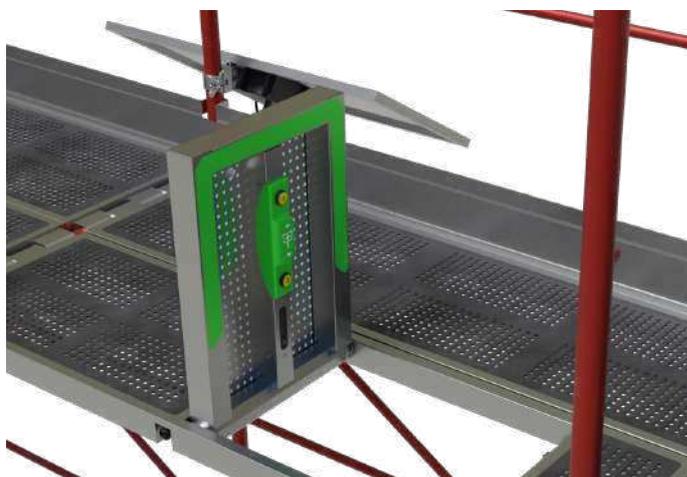


Sensore di
distanza a
infrarossi

- **R13 Chiusura botola:** dopo che il passaggio del lavoratore, che è salito o sceso, viene rilevato dal sensore di distanza, che quindi conferma l'avvenuto utilizzo, parte un timer che fa passare 10 secondi.

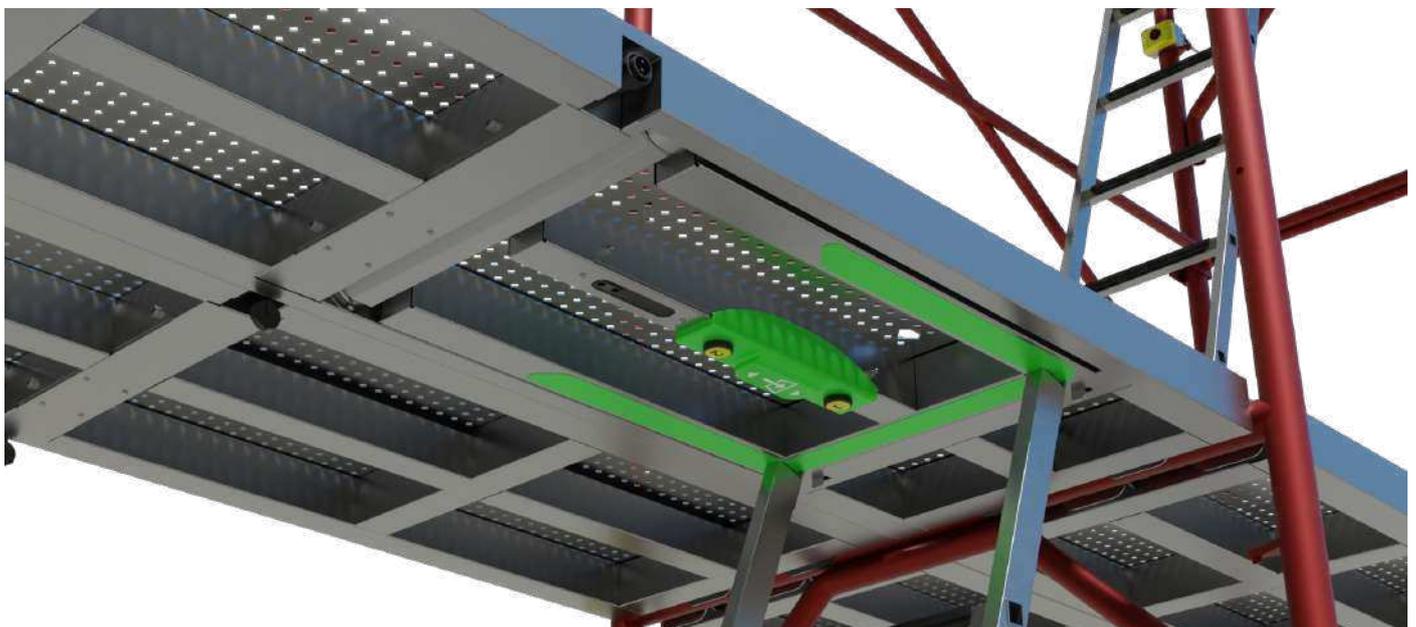
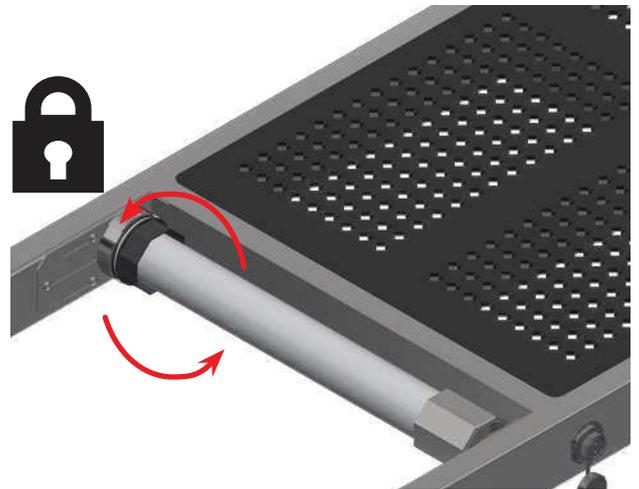
Dopo questo periodo di tempo, se il sensore non rileva ulteriori passaggi, il motore viene riattivato dal microprocessore all'interno della tavola, e la botola viene quindi tempestivamente chiusa in modo automatico.

Se, durante questi 10 secondi, il sensore di distanza avverte invece un altro passaggio, il timer si ferma, per poi ripartire quando il passaggio è terminato ed il sensore non rileva alcuna presenza.



- **R14 Bloccaggio botola:** lo stesso motore che permette il movimento, blocca la botola quando questa non è in uso, e la tiene ancorata al piano della tavola.

Quando è chiusa, il peso della botola, e quello che sopporta, è sorretto in parte dal motore, e in parte dalla scala integrata, poichè la botola è direttamente poggiata su di essa, e quindi scarica automaticamente qu il proprio peso.



- **R15 Apertura di Emergenza:** nelle situazioni di emergenza, dove il lavoratore può avere l'esigenza di aprire tempestivamente la botola ma anche nelle condizioni impreviste in cui può saltare la corrente, viene incluso, nelle due pulsantiere per l'apertura, un Pulsante rosso di Emergenza che permette di scollegare il motore dal circuito elettrico, e dunque di muovere manualmente la botola, per aprirla o chiuderla.

Questo pulsante si trova centralmente, rispetto ai due tasti per l'apertura automatica, per una questione di visibilità. Lo stesso tasto è contrassegnato dall'icona di una mano, che ne indica la funzione.

Quando il pulsante viene premuto, la striscia led che lo circonda si illumina per segnalare lo stato di emergenza, e il motore che muove la botola si scollega. Il lavoratore può aprire manualmente la botola utilizzando i due fori predisposti sulla superficie della botola.

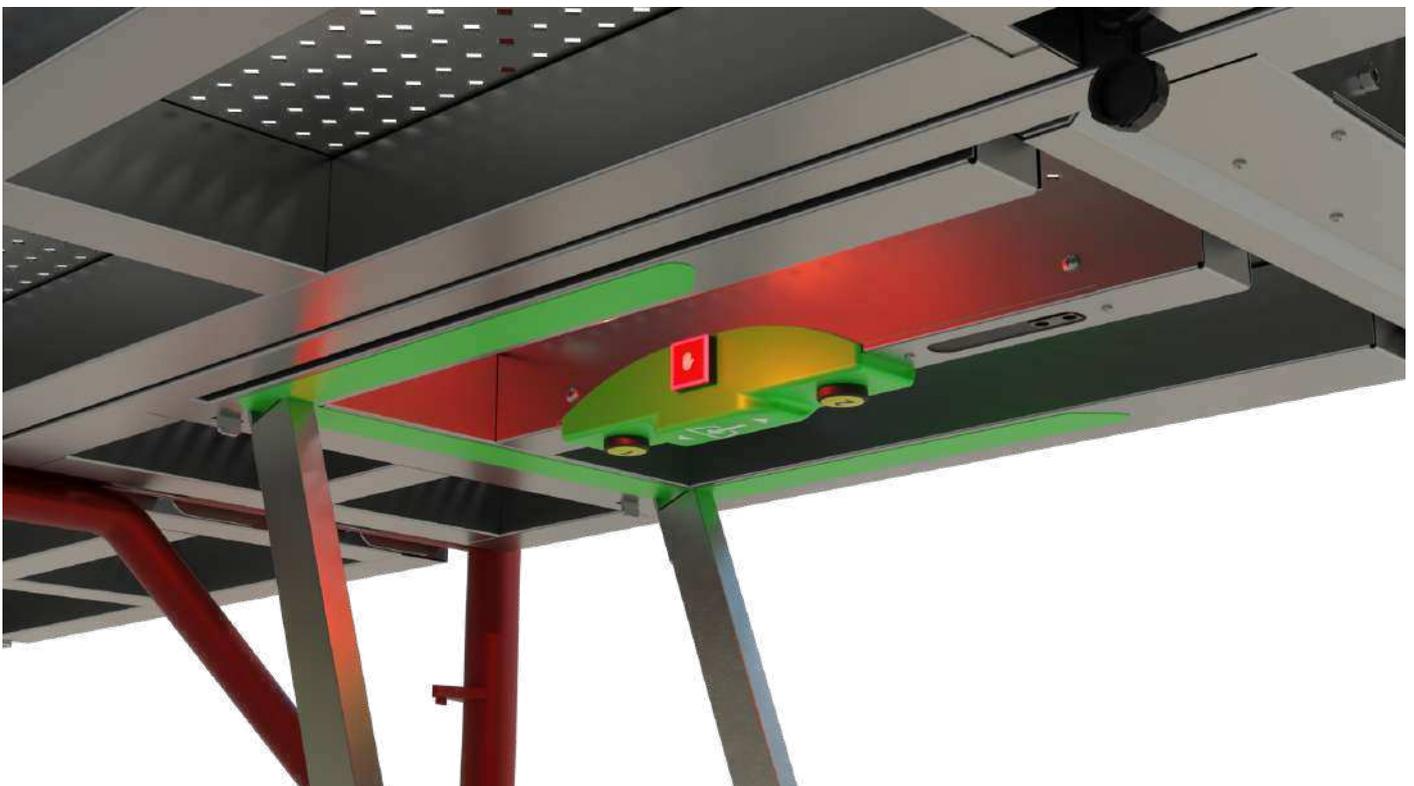
Quando la situazione di emergenza termina, il lavoratore deve premere nuovamente il pulsante, la luce si spegne e la botola viene richiusa automaticamente dal motore.



Anche nella pulsantiera verde, che serve ad aprire la botola da sotto, è presente questo pulsante, che scollega il motore dalla botola e la rende apribile manualmente.

Anche in questo caso, una volta premuto, il tasto si illumina di rosso per segnalare la situazione di emergenza, e solo quando questa è terminata e il lavoratore preme nuovamente il tasto, la luce si spegne e la botola viene automaticamente chiusa dal motore.

In entrambe le pulsantiere, il tasto di emergenza si può illuminare anche in assenza di corrente, perchè entrambe possiedono una batteria per l'alimentazione autonoma.

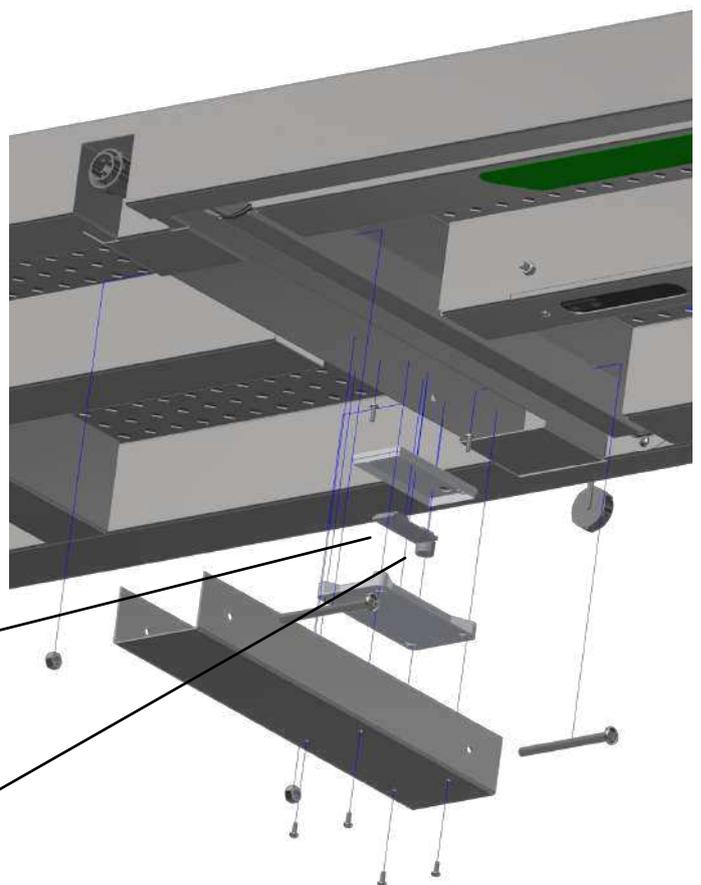
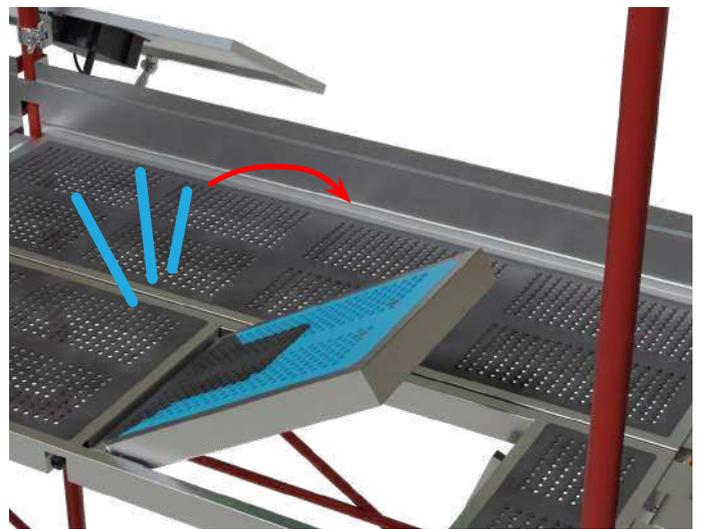


- **R16 Segnale Movimentazione botola:** la movimentazione automatica della botola, sia nella fase di salita, sia nella fase di discesa, deve essere segnalata, sia al lavoratore che ha attivato la movimentazione per l'apertura, come feedback per fargli capire che la movimentazione è in corso, sia per gli altri lavoratori, ad esempio sul piano superiore, che devono sapere che quella determinata botola si sta per aprire, per evitare così che essi ci si avvicinino.

Al suono meccanico della rotazione del motore, è stato affiancato un buzzer, conosciuto anche come cicalino, che emette un suono specifico durante la fase movimentazione della botola.

Durante il periodo della movimentazione, stimato come 5 secondi totali per l'apertura e 5 secondi totali per la chiusura, questo buzzer emetterà un suono costante, per poi fermarsi quando la botola sarà completamente aperta o completamente chiusa.

Questo componente elettronico si trova in un apposito case, insieme al microprocessore che controlla la tavola, situato nella rompitratta centrale della tavola, accanto al motore. Questa parte permette di essere aperta, per la manutenzione o la sostituzione delle componenti elettroniche.



Microprocessore

Buzzer

- **R17 Evitare apertura con Carico rilevato:** ogni volta che viene attivata l'apertura, sia da sopra che da sotto, la tavola fa una rilevazione tempestiva del peso che grava sopra la botola, per capire se ha del materiale, degli attrezzi, piuttosto che dei lavoratori, al di sopra di essa.

Questa azione è svolta da una singola cella di carico posta centralmente rispetto alla botola, che viene attivata al bisogno.

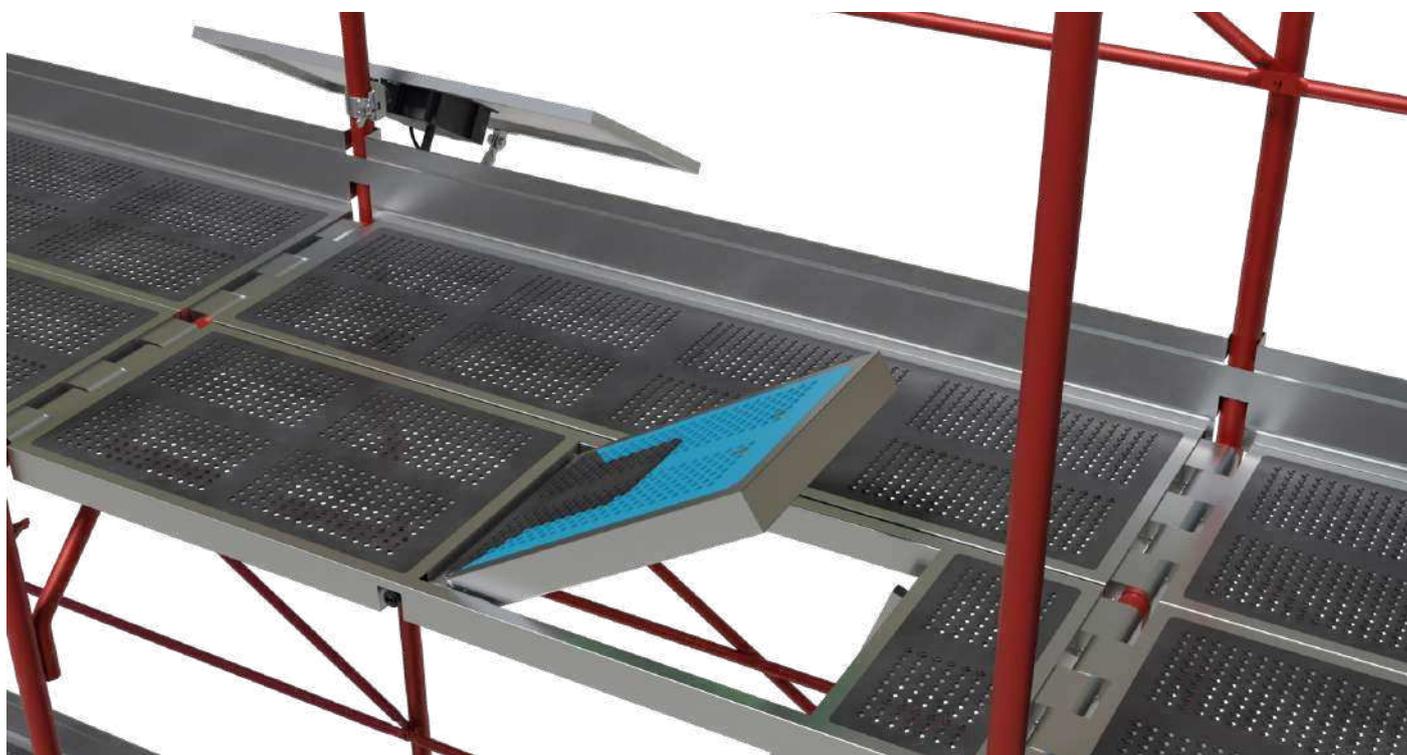
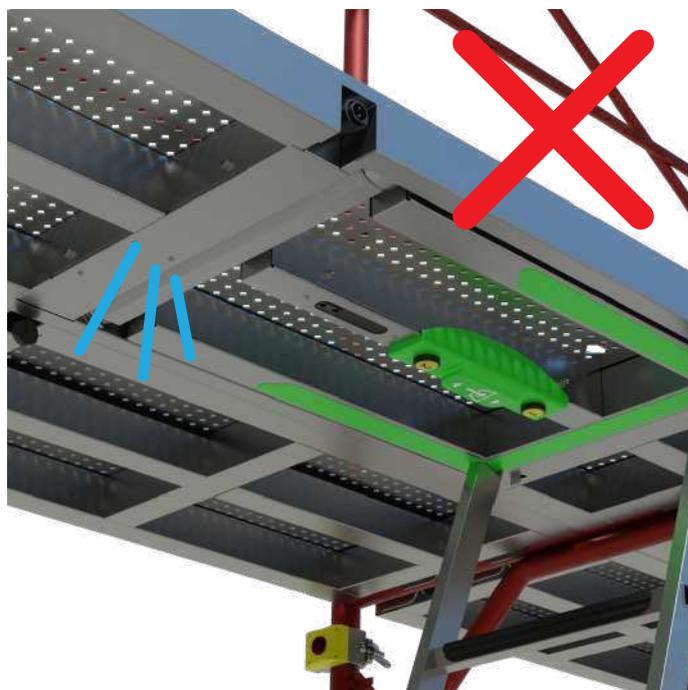
Aperto la botola con un ostacolo al di sopra di essa, questo rischierebbe di cadere, di urtare altri lavoratori, o potenzialmente anche di cadere al piano di sotto, ferendo il lavoratore che si trova sotto la botola, intenzionato a salire.

Prima di attivare la movimentazione della botola, dunque, la tavola svolge in maniera automatica questo accertamento.

Nel caso in cui viene rilevato del peso, la botola non può essere aperta dal motore.

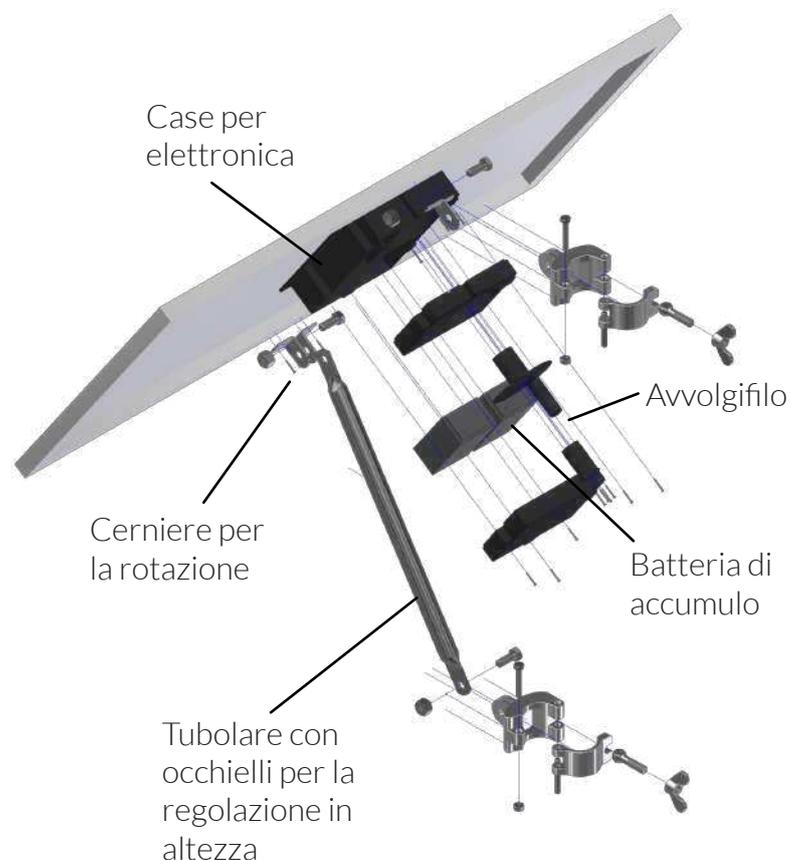
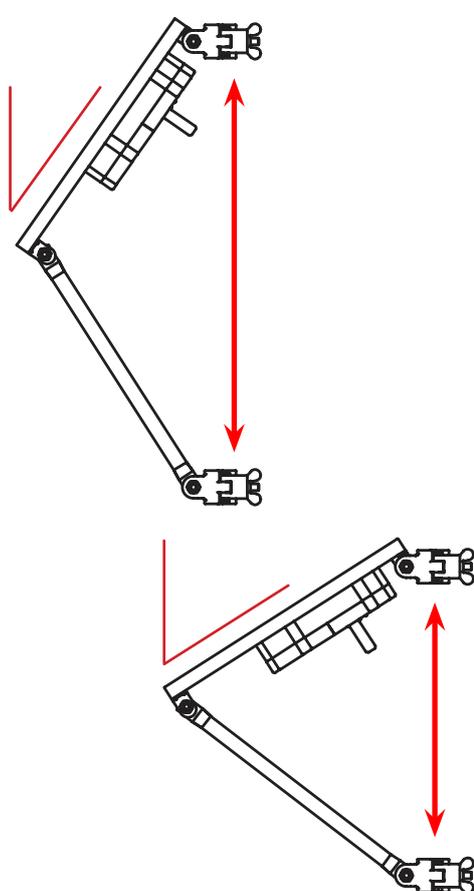


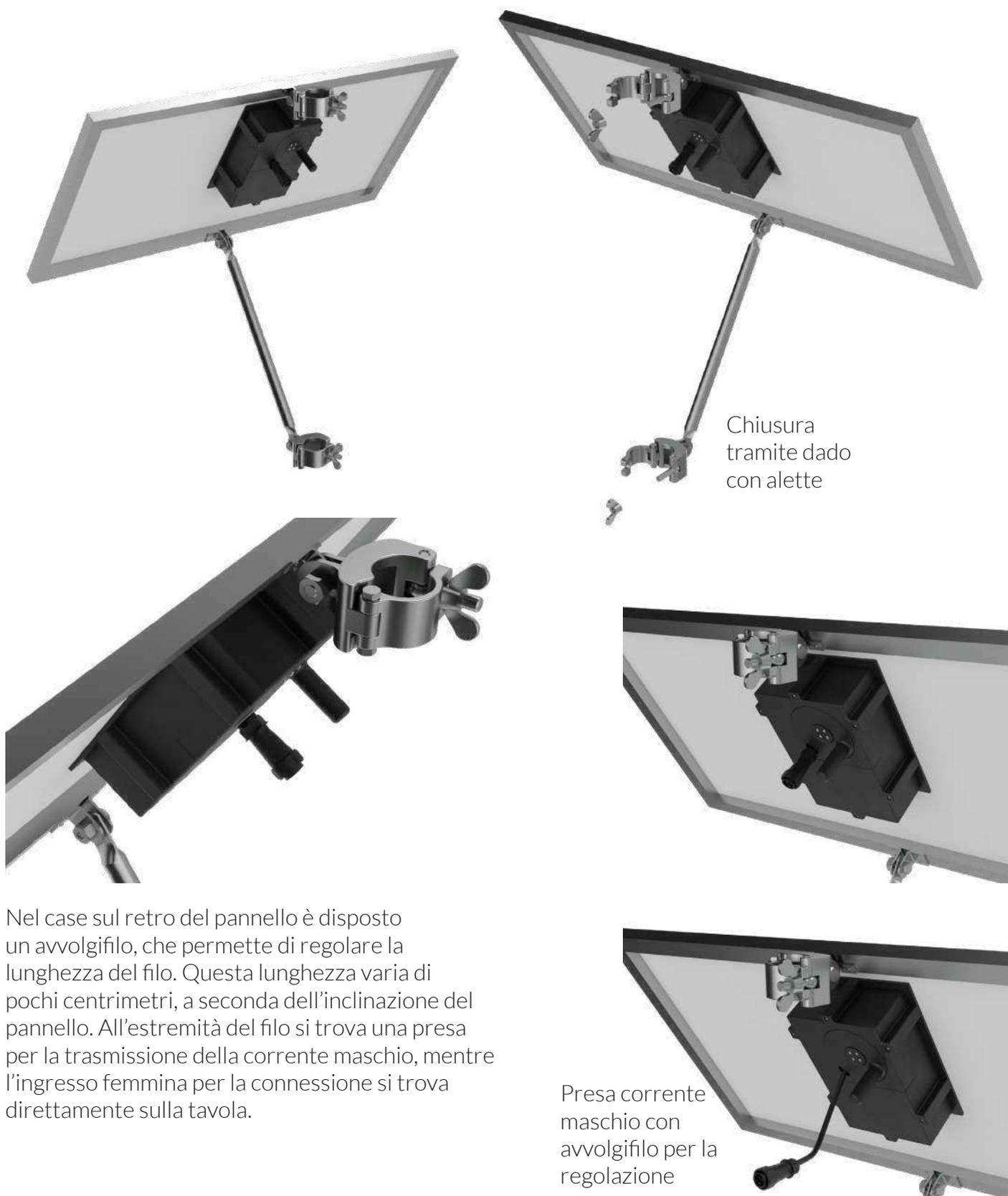
- **R18 Segnalare impossibilità di apertura:** se la tavola avverte degli ostacoli, sopra la botola, e non può aprirla, questa emette subito uno specifico suono che segnala l'impossibilità di apertura. Il lavoratore, nel piano inferiore, capisce così la movimentazione dell'impedimento. A questo punto, i lavoratori sul piano superiore devono mobilitarsi per rimuovere gli eventuali ostacoli. Quando questi sono rimossi, il lavoratore può ripremere i due tasti sulla pulsantiera ed avviare l'apertura.

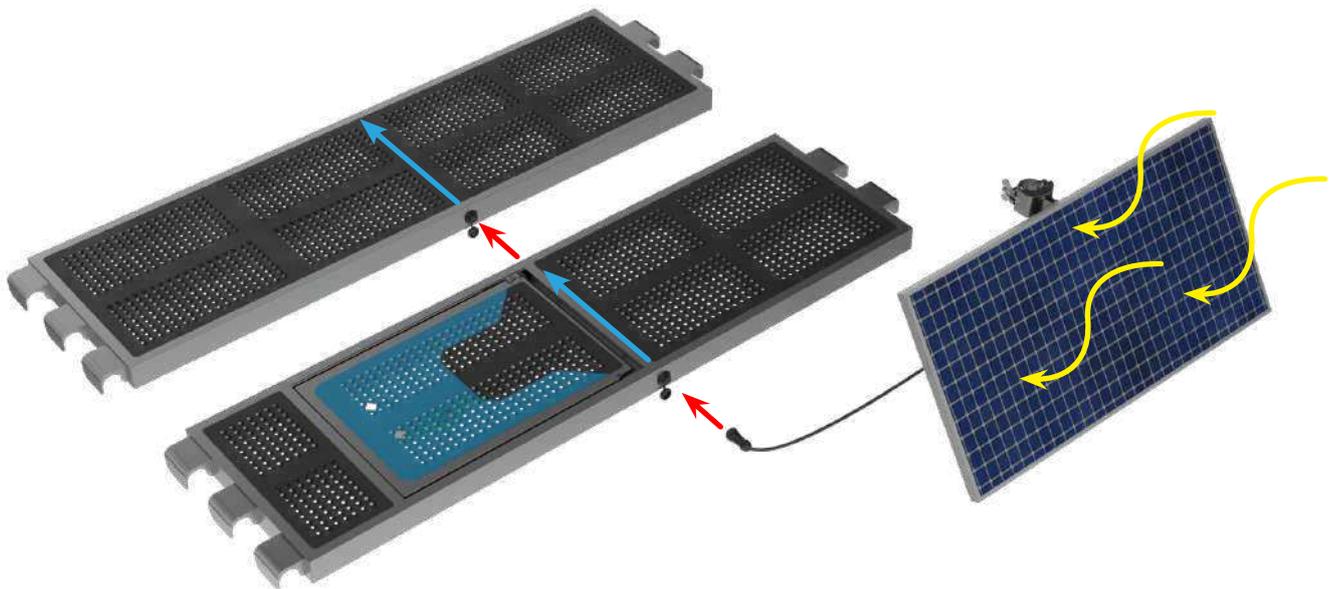


• **R19 Alimentazione fotovoltaica:** essendo il ponteggio posizionato esternamente, è stato previsto un pannello fotovoltaico per l'alimentazione delle tavole, sicuramente gli elementi che più necessitano di energia, all'interno del caso studio, a causa della movimentazione della botola.

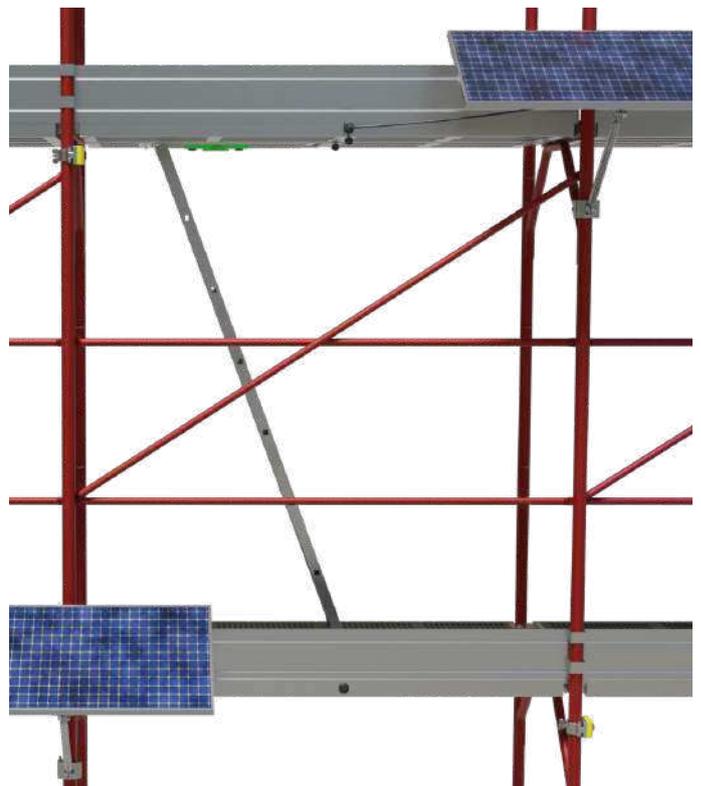
Questo pannello può essere attaccato al telaio del ponteggio in modo flessibile, grazie a due morsetti che si chiudono tramite due appositi dadi con alette. I tre snodi, due presenti sui morsetti, e un terzo presente nella parte bassa del pannello, permettono la regolazione di questo in altezza. La variazione di altezza genera anche una differente inclinazione del pannello: questa può essere regolata per implementare l'efficienza del pannello, inclinandolo a secondo dalla specifica esigenza.







La presa della corrente che esce dal pannello va collegata al lato esterno della tavola con botola, che presenta un ingresso femmina. Ogni tavola, sia quella con botola, sia quella senza, presenta un ingresso maschio, sul lato sinistro, e un'uscita femmina, sul lato destro. In questo modo, le tavole possono essere affiancate anche su più file, come nell'immagine sopra, permettendo l'alimentazione in serie di tutte, con un singolo pannello. Anche la tavola senza botola necessita dell'alimentazione per le celle di carico sotto i suoi ancoraggi, per monitorare il carico che grava su di essa.



- **R20 Alimentazione di riserva:** all'interno del case sul retro del pannello è presente una seconda batteria, questa autonoma e non alimentata con l'energia accumulata del pannello, per garantire una fonte energetica anche nelle condizioni in cui il solo pannello non è sufficiente, ad esempio nelle giornate particolarmente nuvolose.

Entrambe le batterie, quella alimentata dal pannello e quella autonoma, sono state montate sul pannello per rendere più facile ed attuabile la fase di montaggio: le tavole, infatti, presentano un peso considerevole già di per se, includendo le componenti elettroniche ed il motore; aggiungere le batterie sulle tavole avrebbe significato aumentare il loro peso e sfavorire il loro trasporto, nella fase di montaggio.

Il pannello, al contrario, risulta molto più leggero rispetto alle tavole, e può essere caricato con il peso delle due batterie, rimanendo comunque sufficientemente leggero.

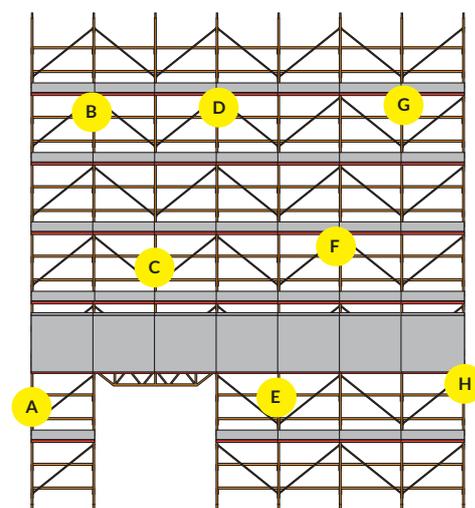


• **R21 Monitorare il livello di carica:** il livello di carica degli elementi che necessitano di alimentazione elettrica (tavole con e senza botola, dispositivo per il livellamento e pulsantiere), viene monitorato dagli stessi microprocessori che si trovano all'interno di ciascuno di questi elementi. Essendo normalmente in fase di stand-by, questi elementi si accendono quando richiesto, pertanto il loro consumo è minimizzato.

alla carica vengono direttamente comunicate al preposto incaricato, separatamente rispetto al luogo del ponteggio.

Possono essere previsti dei punti determinati in cui l'ambiente progettato è installato: l'app permette un controllo mirato dello specifico punto.

Dopo ogni utilizzo, questi singoli elementi monitorano il proprio stato di carica, e lo segnalano al preposto competente tramite un'apposita app. Questa serve per controllare lo stato di carica, e avvisa quando è necessaria la sostituzione o manutenzione della batteria, nonché anche delle componenti elettroniche. Si è scelto di non posizionare fisicamente, sugli elementi, degli indicatori di carica, per evitare di sovraccaricare le informazioni ricevute in loco dai lavoratori, già fortemente sottoposti a stress a causa dell'ambiente lavorativo. Considerato che, già l'utilizzo di pulsanti, codici visivi, procedure, richiede un'attenzione per poter essere utilizzata, le informazioni relative



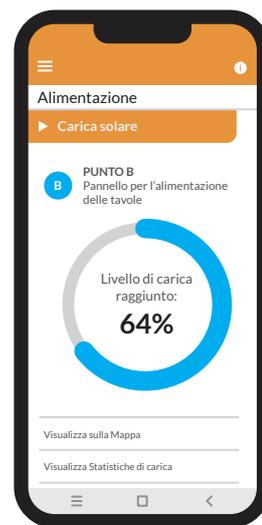
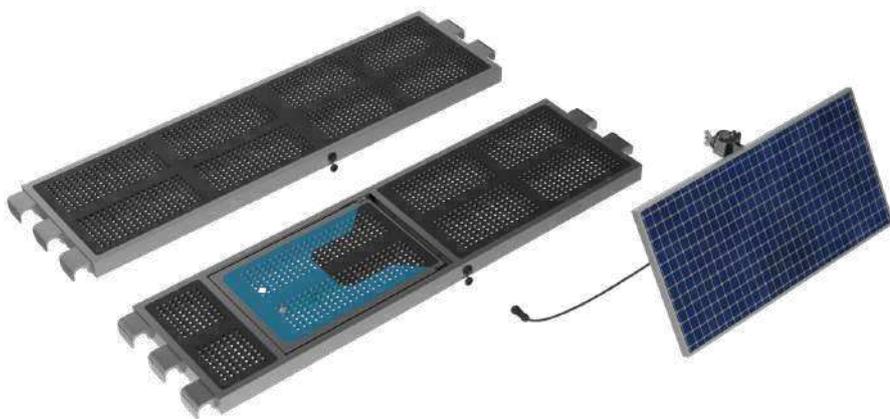
Indicatore di carica del Dispositivo di livellamento



Indicatore di carica della Pulsantiera per la Discesa



Indicatore della Carica solare per l'alimentazione delle Tavole

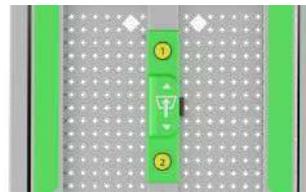
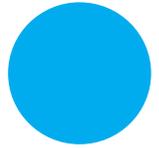


- **R22 Guida all'utilizzo:** è stato integrato un sistema visivo che guidasse l'interazione del lavoratore, per associare ciascuna pulsantiera alla relativa apertura. Su ogni Campo, infatti, si trovano entrambe le pulsantiere, e per evitare confusione su quale apre la botola superiore e quale quella inferiore, le due azioni sono state divise impiegando due codici cromatici differenti.

L'apertura per la discesa è contraddistinta dal colore ciano, mentre l'apertura per la salita dal colore verde. Questi colori indicano entrambi una positività dell'azione che svolgono (a differenza del rosso, utilizzato per i pulsanti di emergenza) e rendono facilmente individuabili gli elementi sul ponteggio.



Ciano - Apertura per la discesa



Ciano - Apertura per la salita



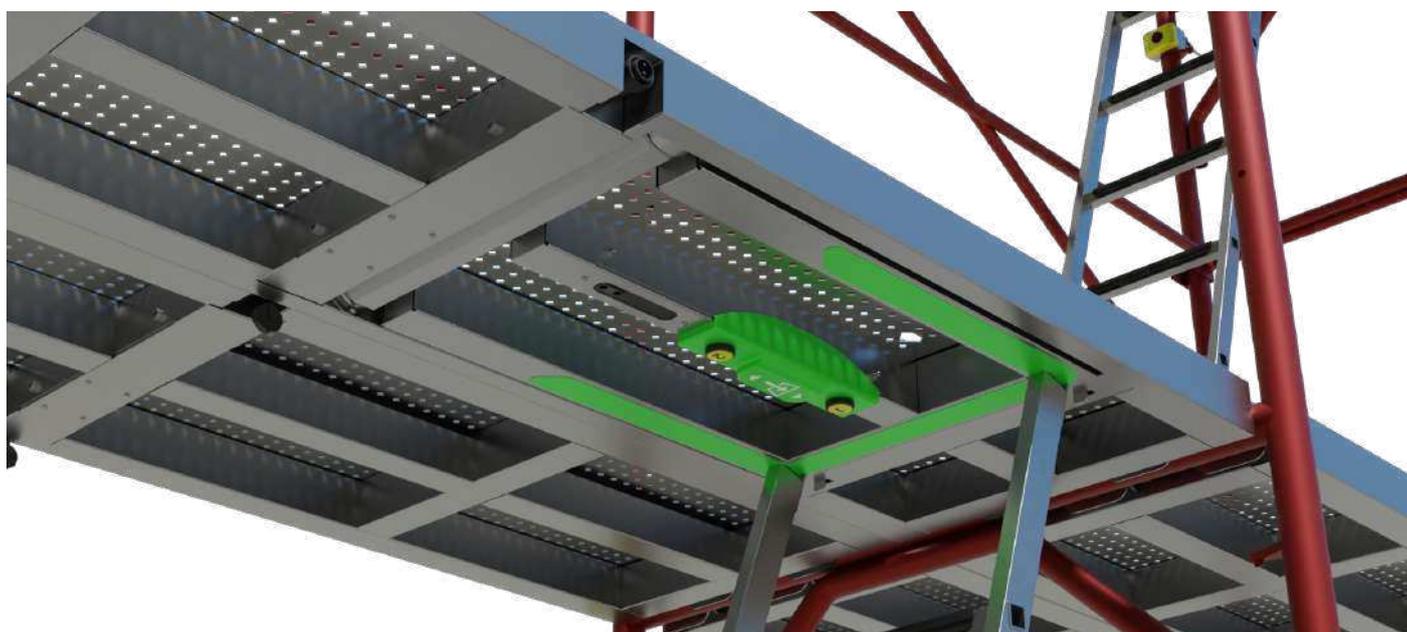
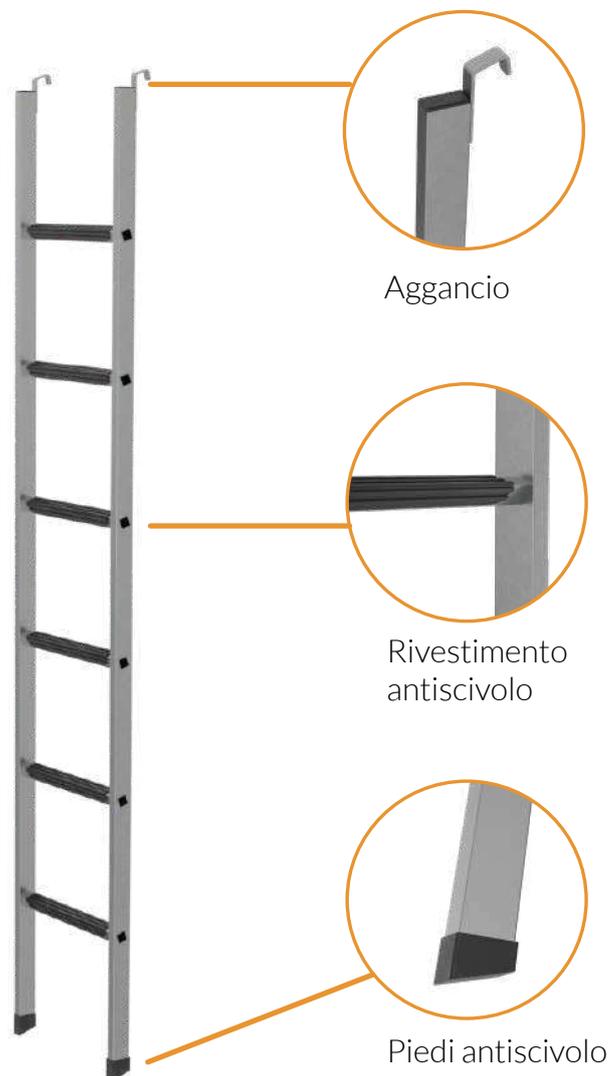
• **R23 Scala antiscivolo:** infine, il caso studio include anche una scala, integrata al sistema delle tavole, che ha l'obiettivo di garantire stabilità e aderenza durante la salita, senza gravare sulla leggerezza.

La scala presenta un rivestimento in TPE su ogni gradino, con una serie di canali orizzontali che, allo stesso modo delle superfici delle tavole, cercano di aumentare l'aderenza durante l'utilizzo.

Anche alla base, sono presenti due piedi d'appoggio, per aumentare l'aderenza alla tavola inferiore e quindi evitare movimenti durante l'impiego.

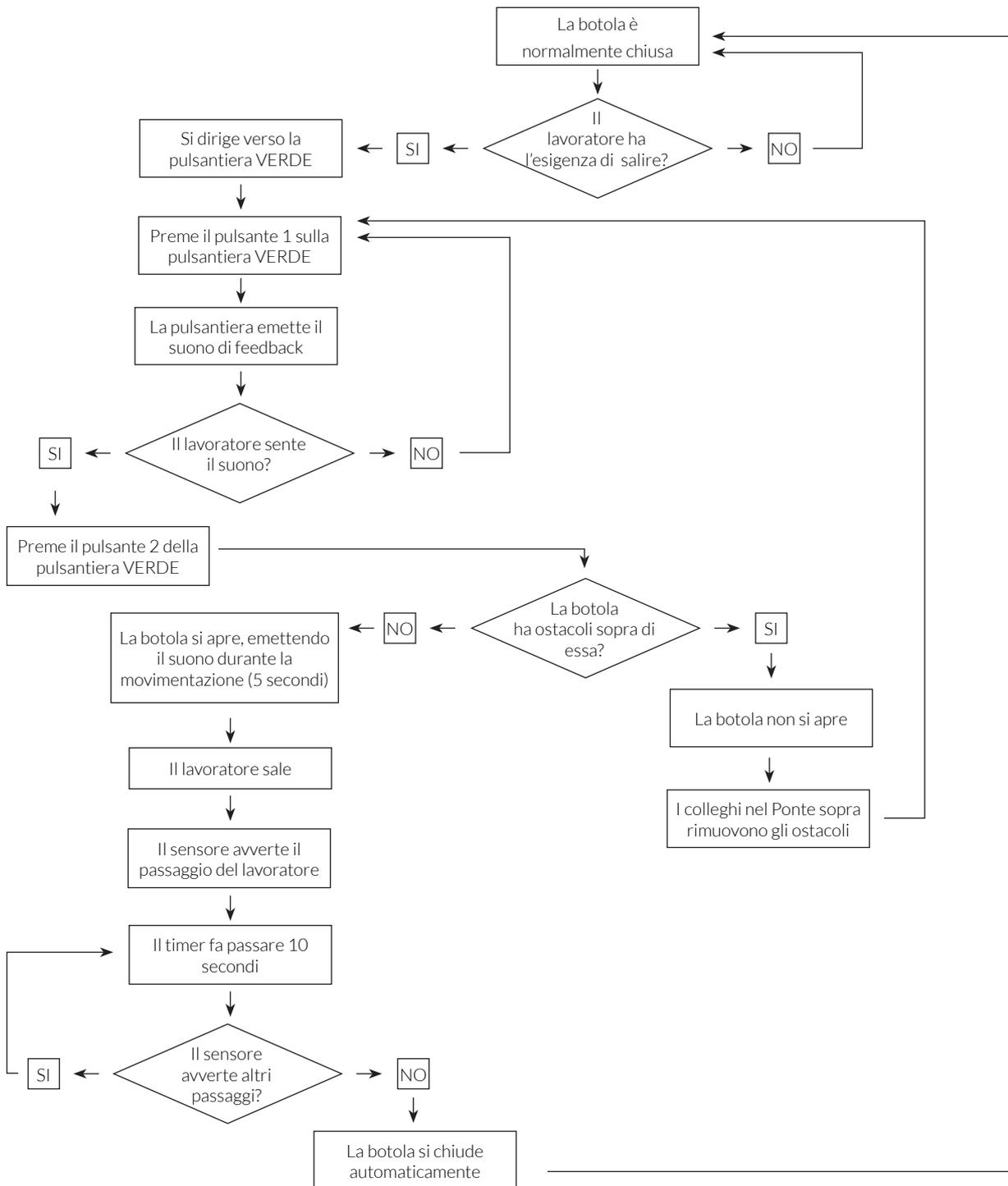
Per l'aggancio, la scala presenta due staffe in lamiera piegata, che vanno inserite nei fori disposti al di sotto di ogni tavola con botola.

In questo modo la scala guadagna stabilità anche sul lato superiore, e inoltre, i due tubolari laterali si integrano solidamente con la tavola soprastante, fornendo anche un sostegno ulteriore alla botola.

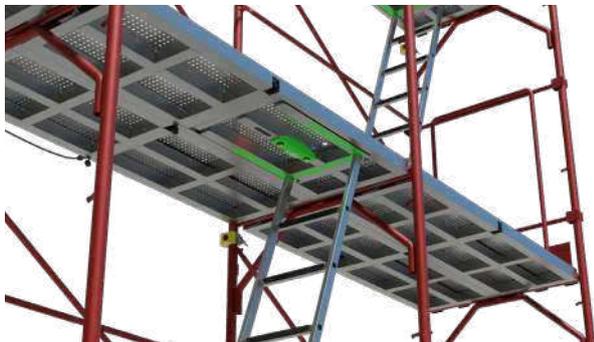


7.3 - Interazione

Algoritmo dell'Interazione - Salita



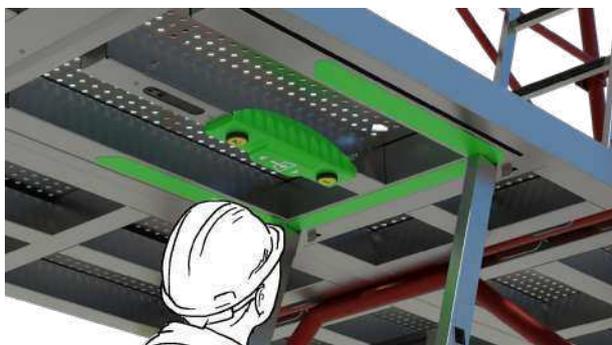
Storyboard dell'Interazione - Salita



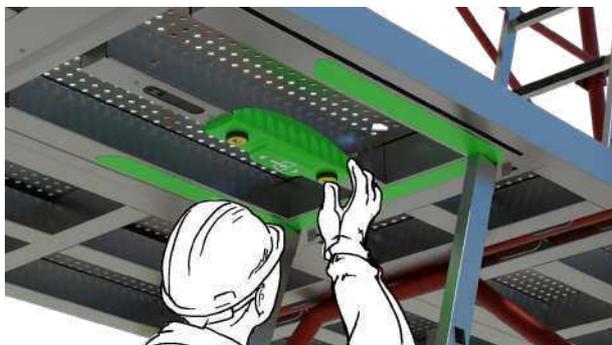
1) La botola è normalmente chiusa.



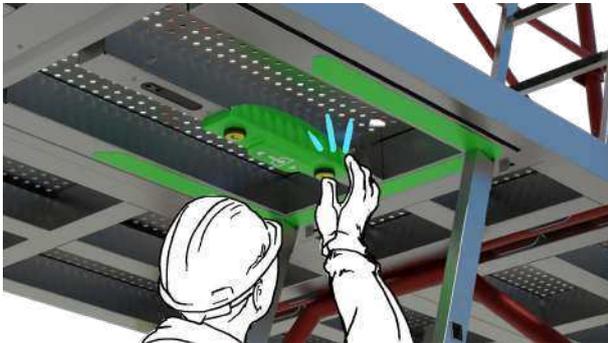
2) Il lavoratore ha l'esigenza di salire.



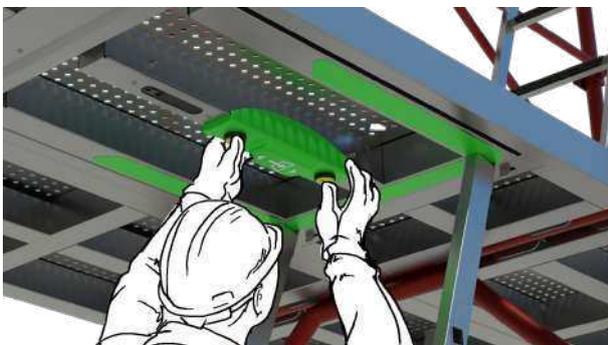
3) Il lavoratore si dirige verso la pulsantiera verde, che apre la botola da sotto.



4) Il lavoratore preme il pulsante 1 della Pulsantiera Verde.



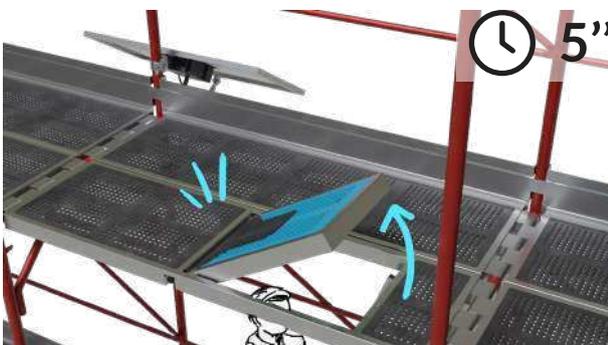
5) La pulsantiera emette un suono di conferma per far capire al lavoratore che il pulsante 1 è attivo.



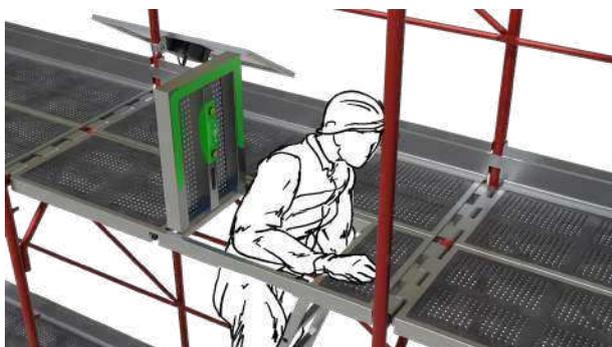
6) Il lavoratore tiene premuto il tasto 1, e intanto preme anche il tasto 2.



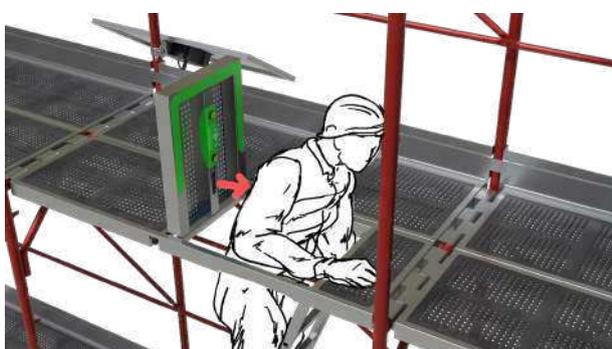
7.A) Se la botola avverte ostacoli sopra di essa, tramite la misurazione del peso, l'apertura non è permessa, e la tavola emette un suono per la segnalazione.



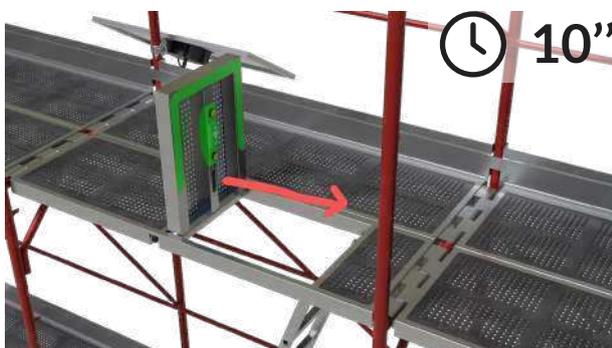
7.B) Se la botola non avverte ostacoli, il motore viene attivato, e la botola si apre, raggiungendo l'apertura completa in 5 secondi.



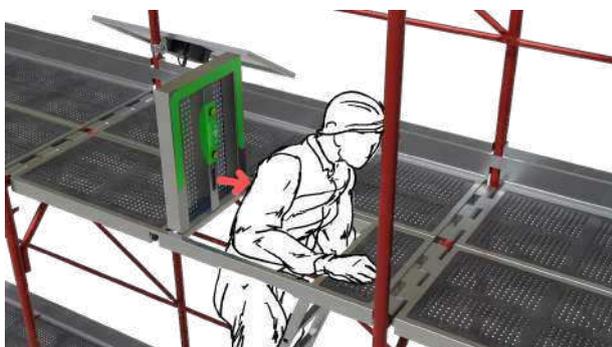
8) Il lavoratore sale.



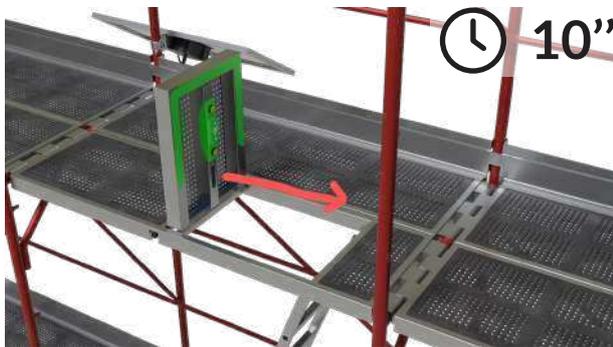
9) Il sensore di distanza avverte il passaggio del lavoratore e quindi l'avvenuto utilizzo della botola.



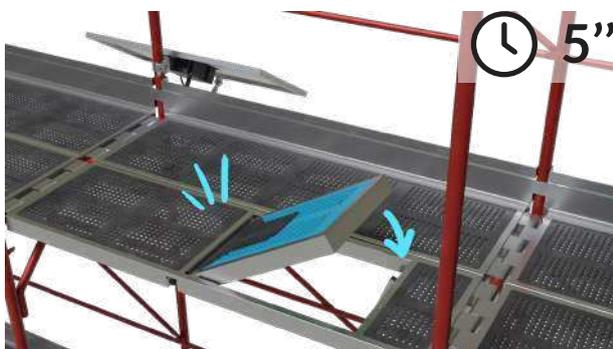
10) Quando il sensore non rileva più la presenza del lavoratore, parte un timer che fa aspettare 10 secondi.



11.A) Se in questi 10 secondi il sensore rileva il passaggio di un altro lavoratore, il timer si ferma. Quando il sensore non rileva più la presenza del lavoratore, il timer riparte.



11.B) Se in questi 10 secondi il sensore non rileva alcuna presenza, viene avviato il motore per la chiusura della botola.

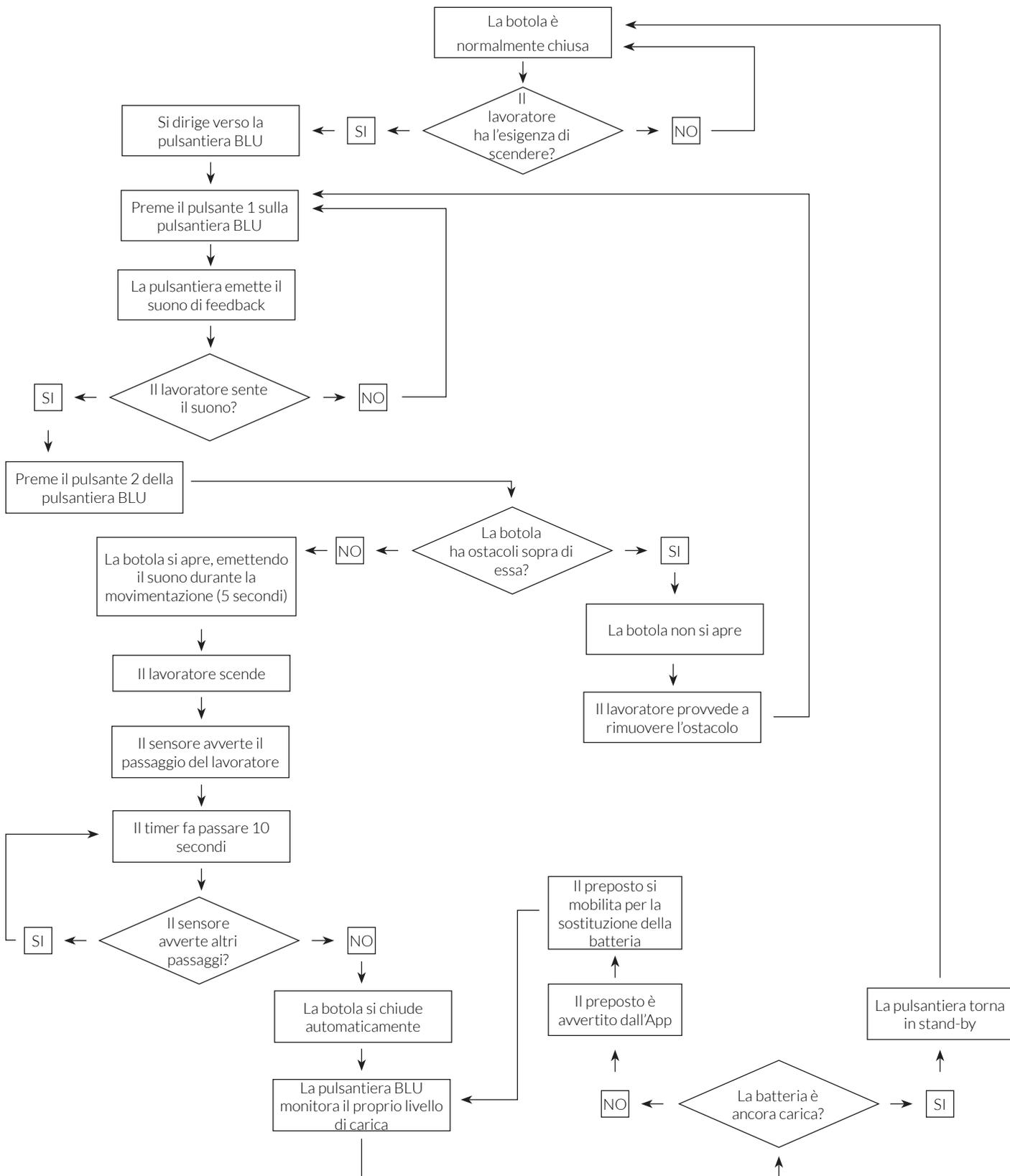


12) La botola si chiude con una movimentazione che dura 5 secondi.

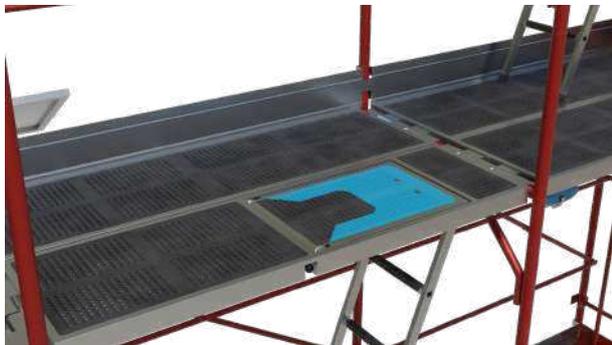


13) La botola torna normalmente chiusa.

Algoritmo dell'Interazione - Discesa



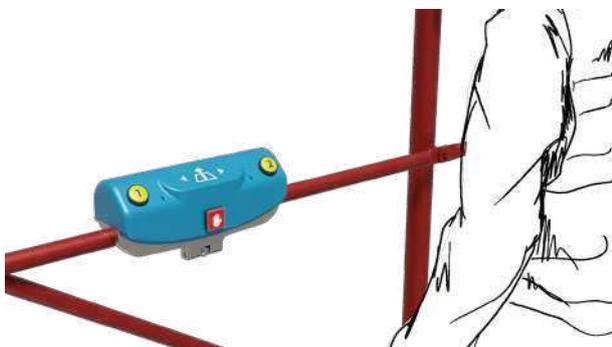
Storyboard dell'Interazione - Discesa



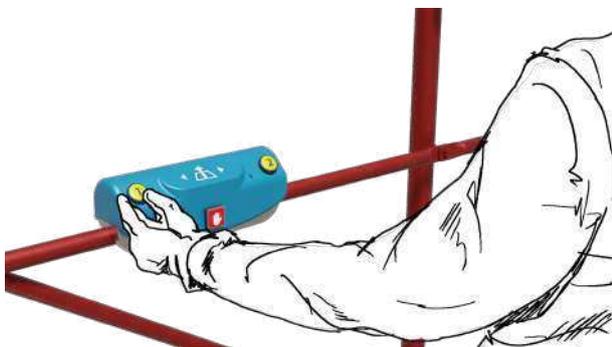
1) La botola è normalmente chiusa.



2) Il lavoratore ha l'esigenza di scendere.



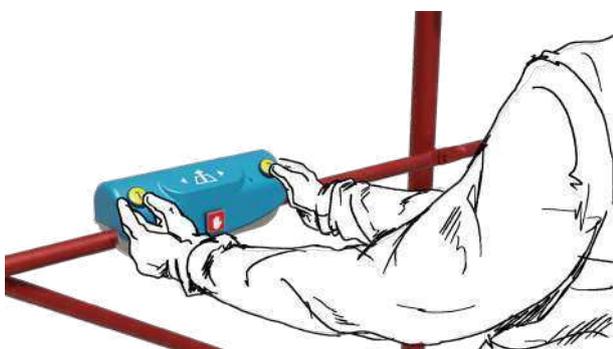
3) Il lavoratore si dirige verso la Pulsantiera Blu, che apre la botola da sopra.



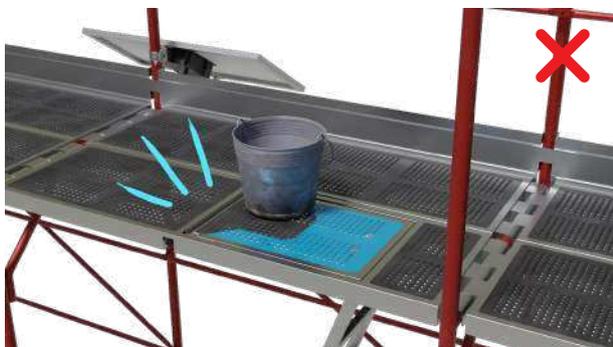
4) Il lavoratore preme il pulsante 1 della pulsantiera blu.



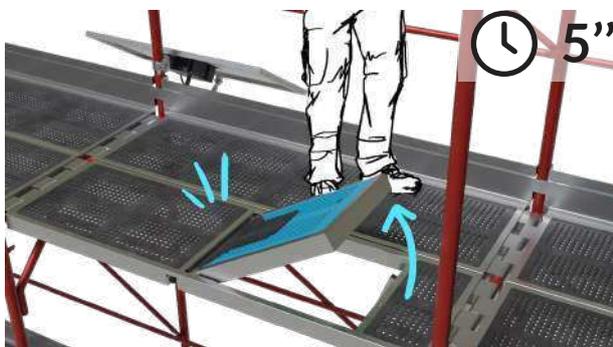
5) La pulsantiera emette un suono di conferma per far capire al lavoratore che il pulsante 1 è attivo.



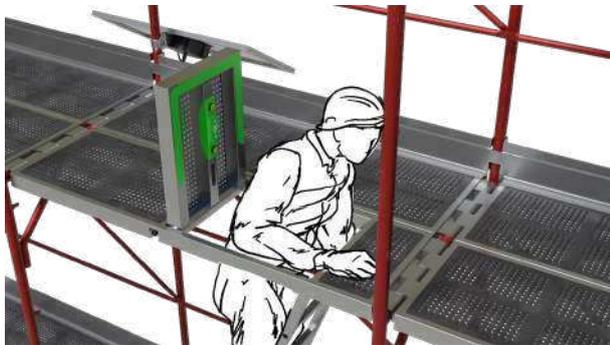
6) Il lavoratore tiene premuto il tasto 1, e intanto preme anche il tasto 2.



7.A) Se la botola avverte ostacoli sopra di essa, tramite la misurazione del peso, l'apertura non è permessa, e la tavola emette un suono per la segnalazione.



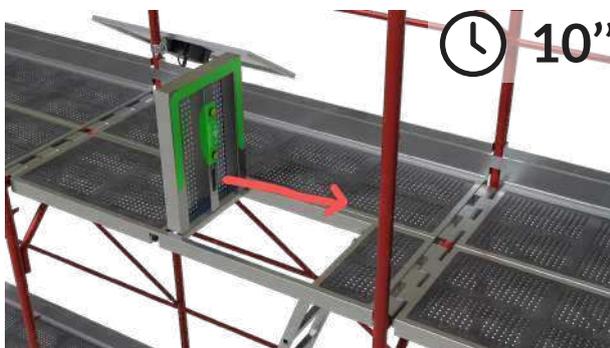
7.B) Se la botola non avverte ostacoli, il motore viene attivato, e la botola si apre, raggiungendo l'apertura completa in 5 secondi.



8) Il lavoratore scende.



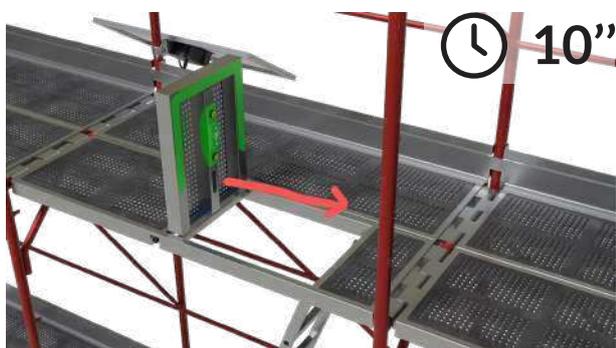
9) Il sensore di distanza avverte il passaggio del lavoratore e quindi l'avvenuto utilizzo della botola.



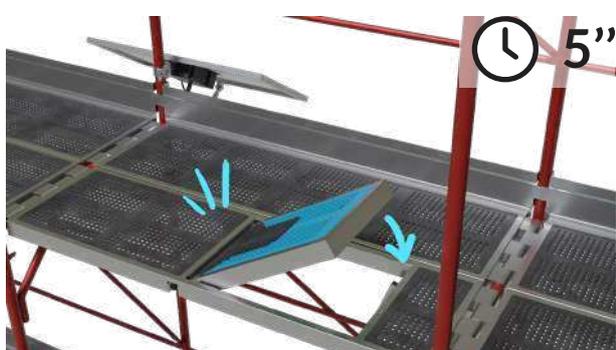
10) Quando il sensore non rileva più la presenza del lavoratore, parte un timer che fa aspettare 10 secondi.



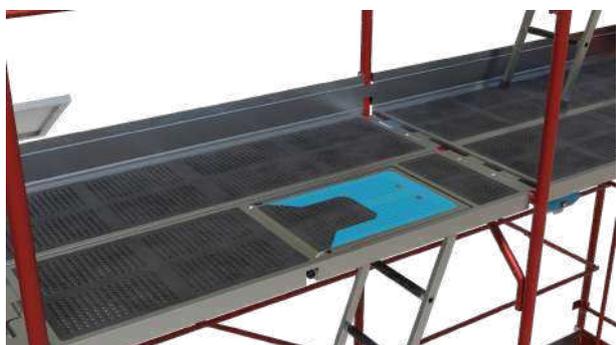
11.A) Se in questi 10 secondi il sensore rileva il passaggio di un altro lavoratore, il timer si ferma. Quando il sensore non rileva più la presenza del lavoratore, il timer riparte.



11.B) Se in questi 10 secondi il sensore non rileva alcuna presenza, viene avviato il motore per la chiusura della botola.



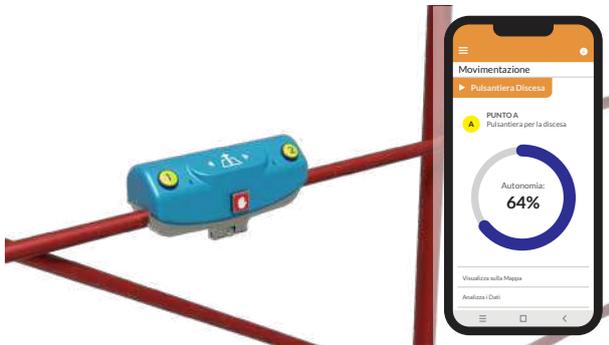
12) La botola si chiude con una movimentazione che dura 5 secondi.



13) La botola torna normalmente chiusa.



14) Dopo ogni utilizzo, la pulsantiera monitora il proprio livello di carica.



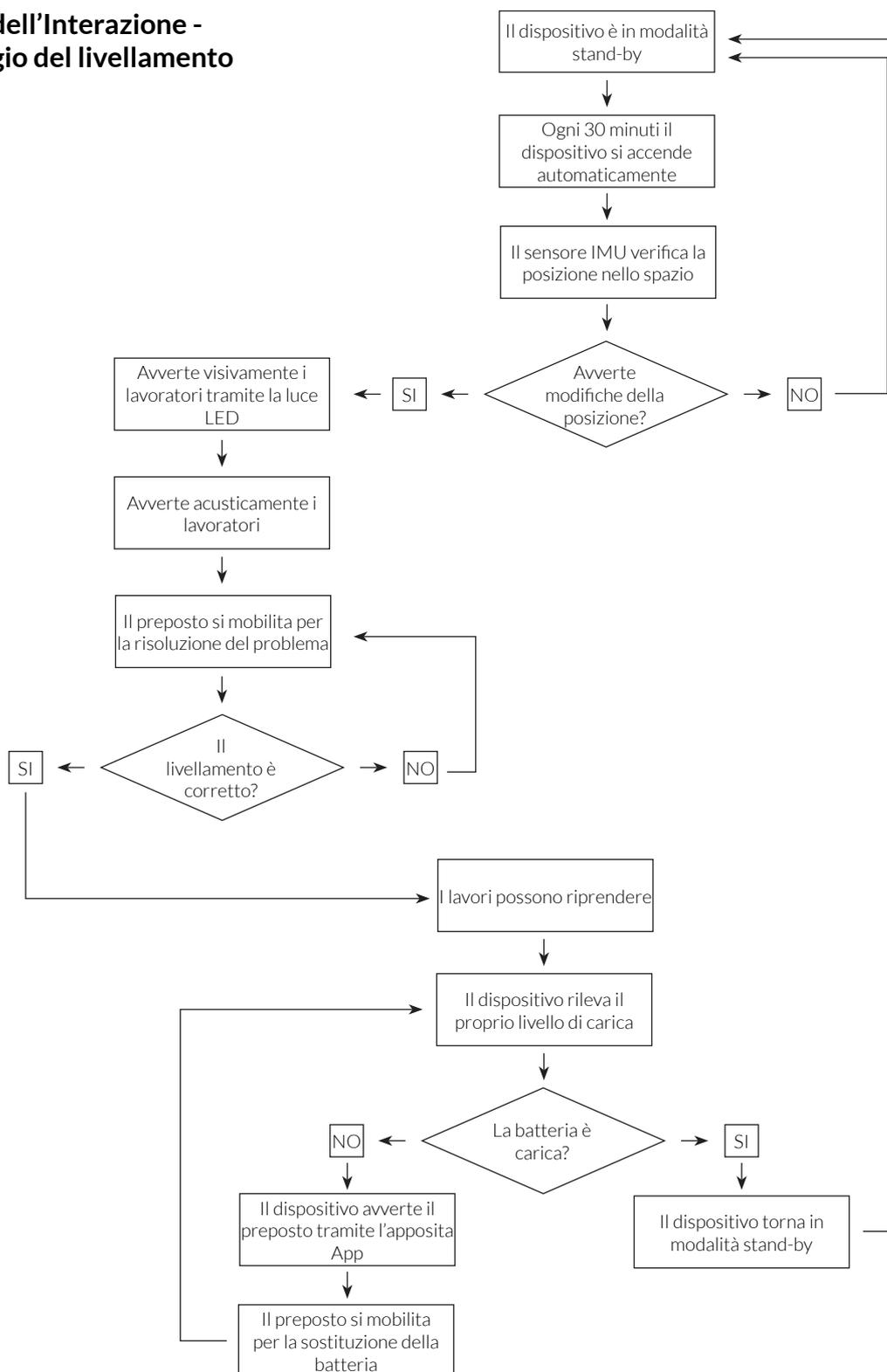
15.A) Se la carica è sufficiente, la pulsantiera torna in modalità stand-by.

Il preposto può anche controllare il livello di carica tramite l'App.



15.B) Se il livello di carica non è sufficiente, il preposto viene avvertito tramite l'App per la sostituzione della batteria.

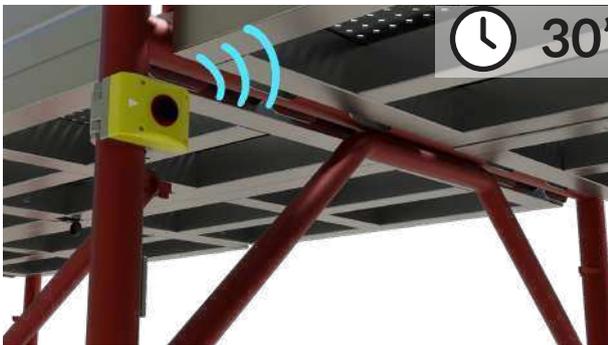
**Algoritmo dell'Interazione -
Monitoraggio del livellamento**



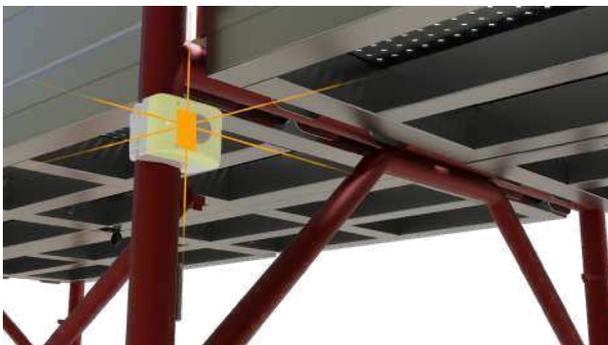
Storyboard dell'interazione - Monitoraggio del livellamento



1) Il dispositivo per il monitoraggio del livellamento è normalmente in modalità stand-by.



2) Ogni 30 minuti, il dispositivo si accende in maniera automatica.



3) Il dispositivo rileva il livellamento del ponteggio in quello specifico punto, mappando la sua posizione nello spazio.



4.A) Se il dispositivo non rileva modifiche della sua posizione nello spazio, ritorna automaticamente in modalità stand-by.

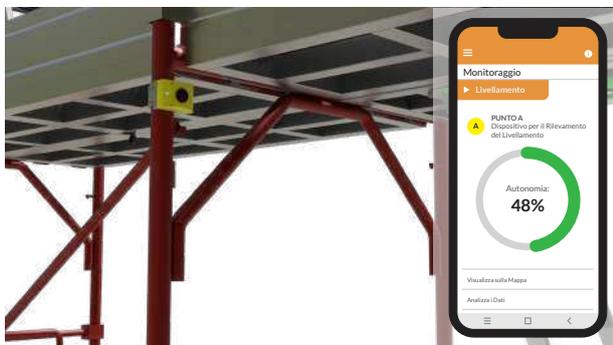


4.B) Se il dispositivo rileva modifiche, avverte tempestivamente i lavoratori accendendo la luce di emergenza, ed emettendo un apposito suono di avvertimento.

Il preposto deve avviare la manutenzione per ristabilire il corretto livellamento.

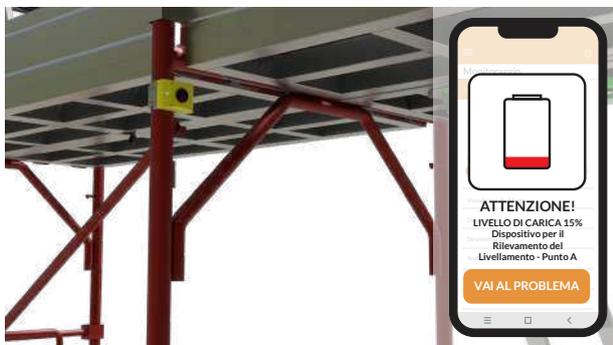


5) Dopo ogni utilizzo, la pulsantiera monitora il proprio livello di carica.



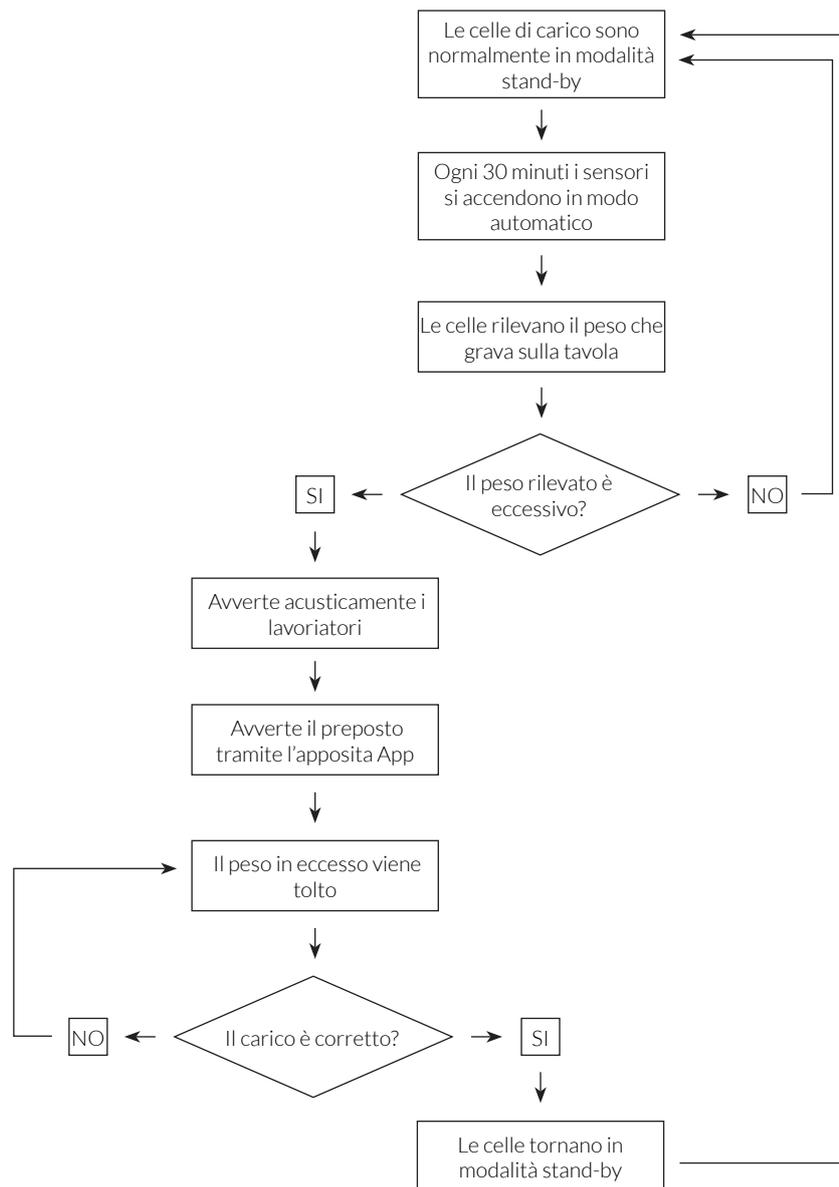
6.A) Se la carica è sufficiente, la pulsantiera torna in modalità stand-by.

Il preposto può anche controllare il livello di carica tramite l'App.

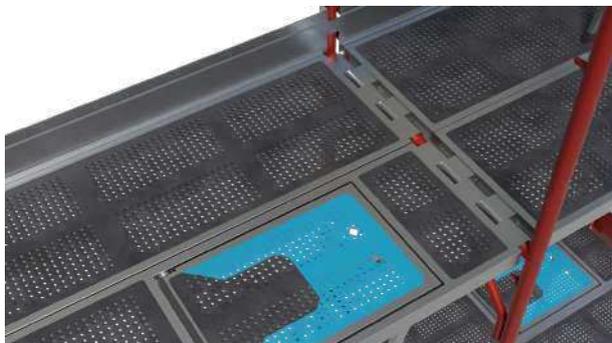


6.B) Se il livello di carica non è sufficiente, il preposto viene avvertito tramite l'App per la sostituzione della batteria.

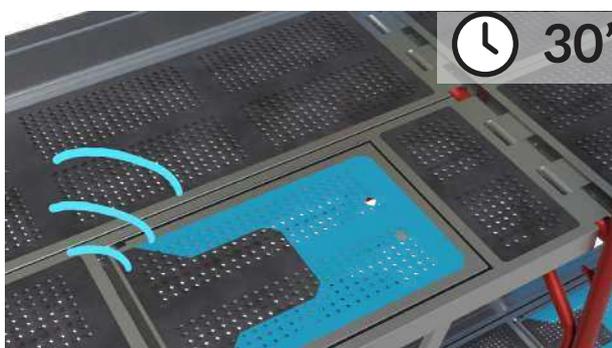
Algoritmo dell'Interazione - Monitoraggio del carico



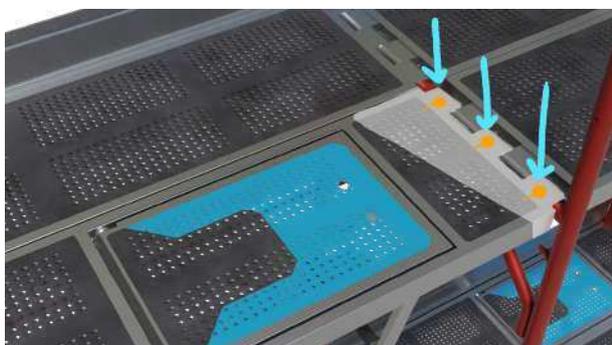
Storyboard dell'Interazione - Monitoraggio del carico



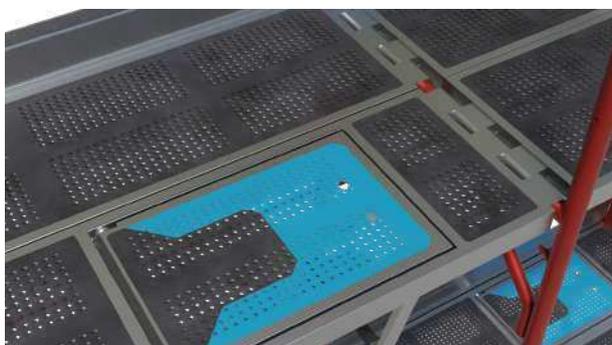
1) Le celle di carico all'interno degli ancoraggi delle tavole sono normalmente in modalità stand-by.



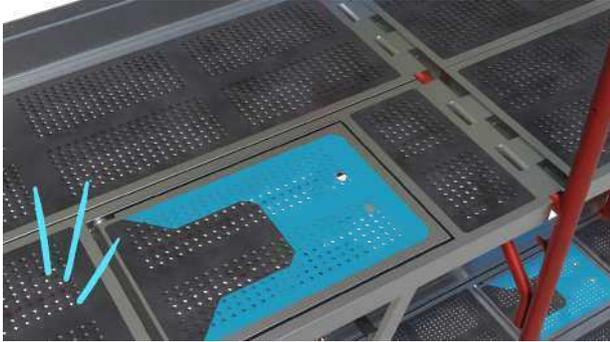
2) Ogni 30 minuti, le celle vengono attivate in maniera automatica.



3) Le celle rilevano il carico complessivo che grava su quella specifica tavola.



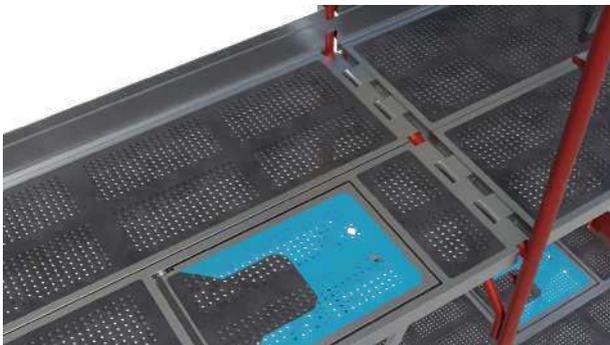
4.A) Se il carico rilevato è inferiore rispetto a quello sopportato dalla tavola, le celle di carico tornano in modalità stand-by.



4.B) Se il carico rilevato si avvicina alla soglia limite sopportabile, la tavola emette un suono per segnalare l'emergenza.

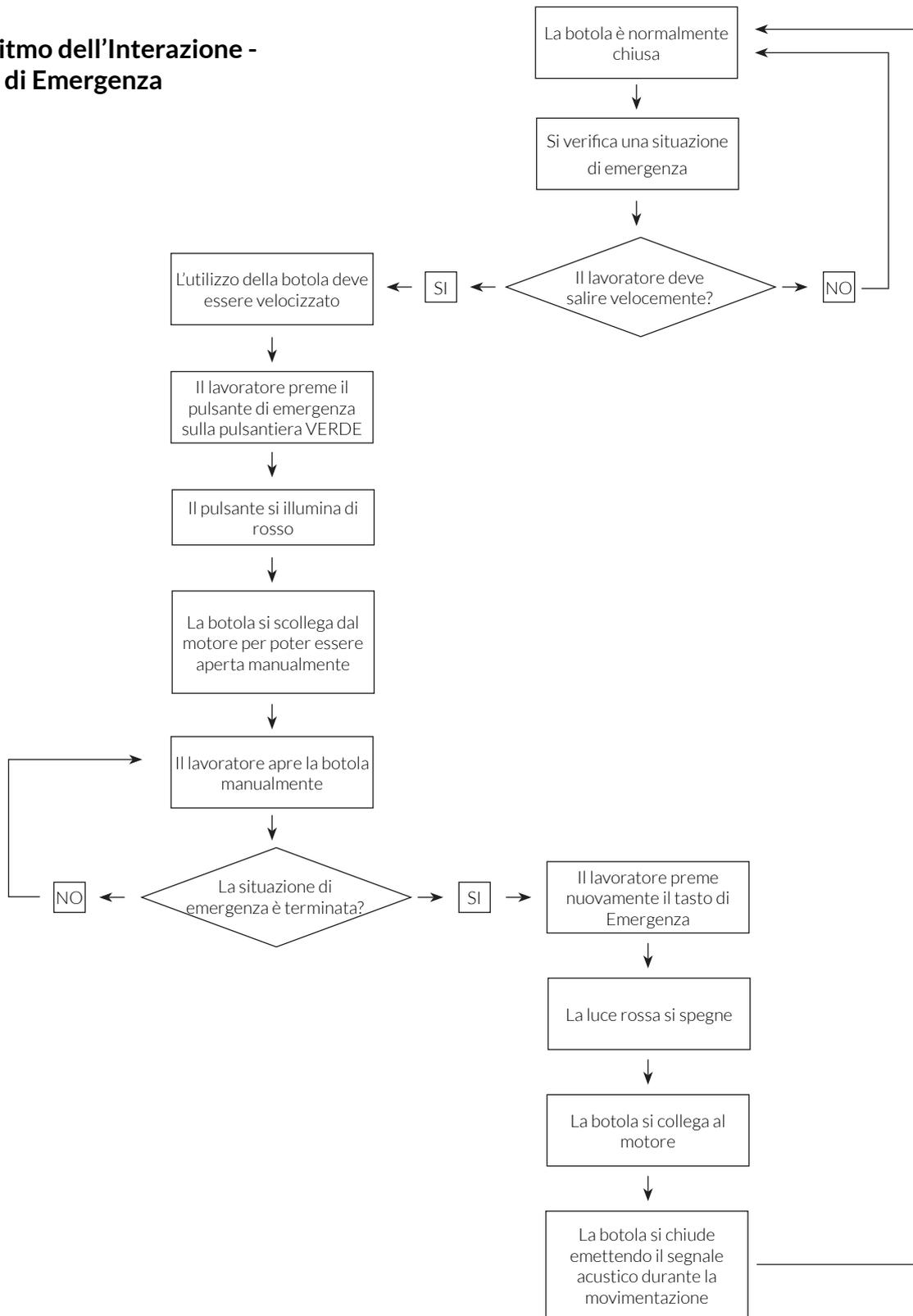


5) Il carico in eccesso deve essere rimosso dalla tavola in questione.

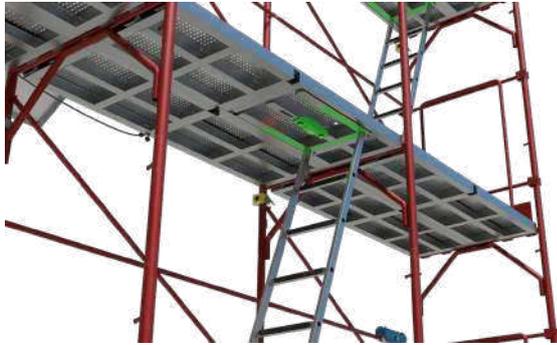


6) Una volta che il carico rilevato ritorna al di sotto di quello sopportato dalla tavola, le celle tornano in modalità stand-by.

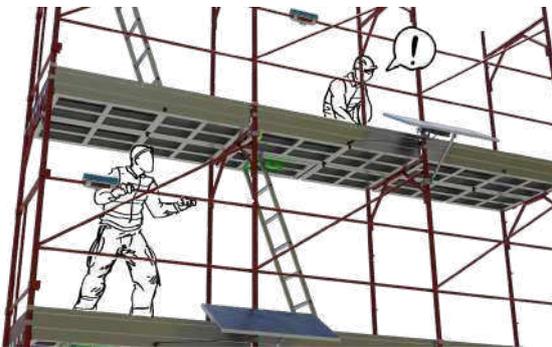
**Algoritmo dell'Interazione -
Salita di Emergenza**



**Storyboard dell'Interazione -
Salita di Emergenza**



1) La botola è normalmente chiusa.



2) Si verifica una situazione di emergenza.



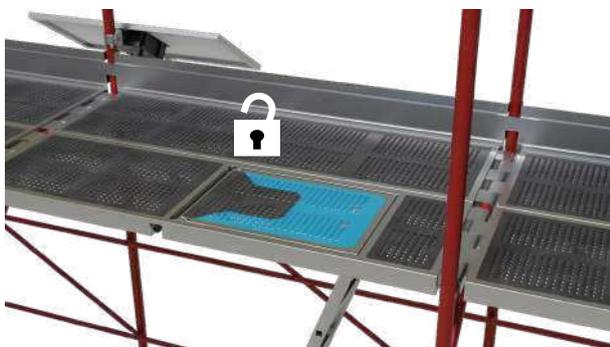
3) Il lavoratore si dirige verso la Pulsantiera Verde, che apre la botola da sotto.



4) Il lavoratore preme il pulsante rosso di emergenza della Pulsantiera Verde.



5) Il pulsante di emergenza si illumina di rosso.



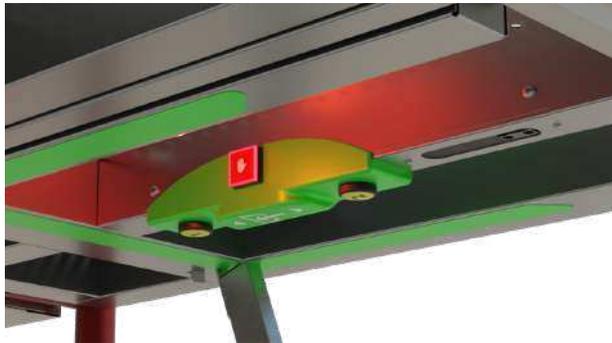
6) Il motore della botola si scollega dal circuito elettrico, dando la possibilità di movimentarlo manualmente.



7) Il lavoratore apre manualmente la botola, per salire.



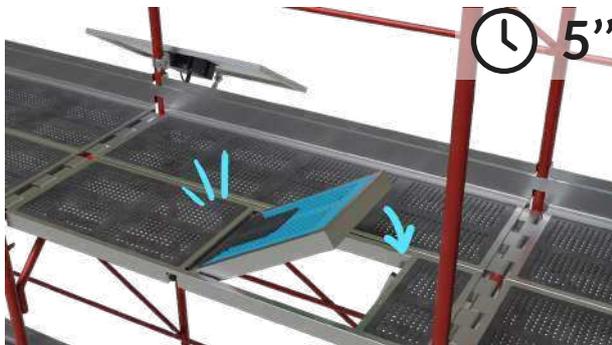
8) La botola è scollegata dal motore, pertanto rimane aperta durante tutta la situazione di emergenza.



9) Il pulsante di emergenza della pulsantiera verde rimane illuminato durante tutta la situazione di emergenza.



10) Una volta terminata la situazione di emergenza, il lavoratore preme nuovamente il pulsante di emergenza.

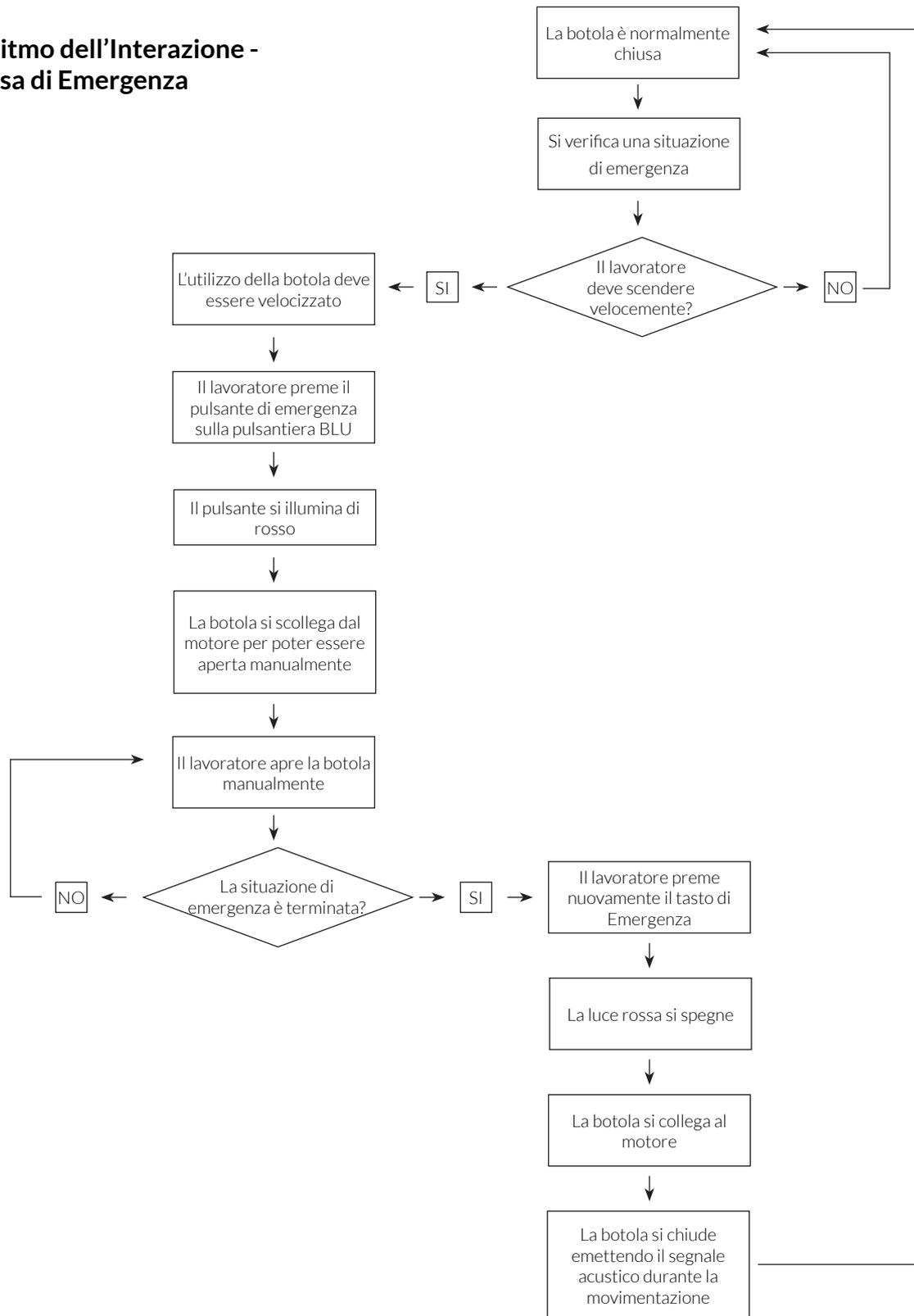


11) La botola è ricollegata al motore, che la chiude tempestivamente, emettendo il relativo suono che segnala la movimentazione.



12) La luce si spegne, la pulsantiera ritorna in modalità stand-by.

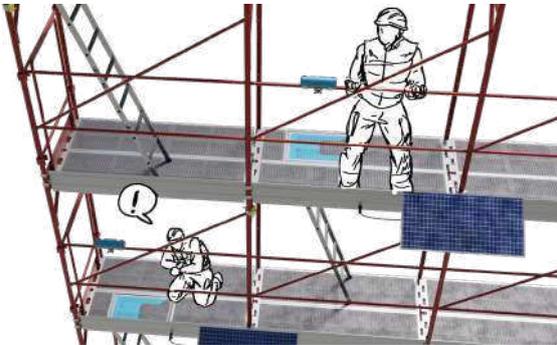
**Algoritmo dell'Interazione -
Discesa di Emergenza**



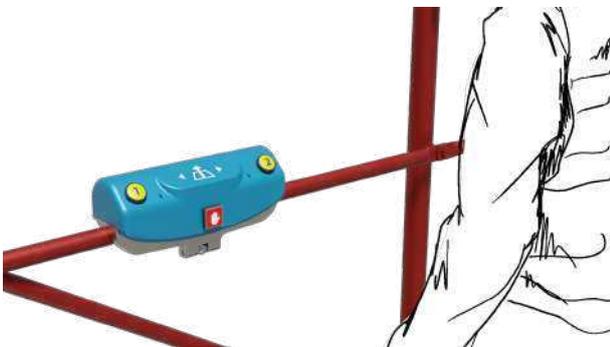
**Storyboard dell'Interazione -
Discesa di Emergenza**



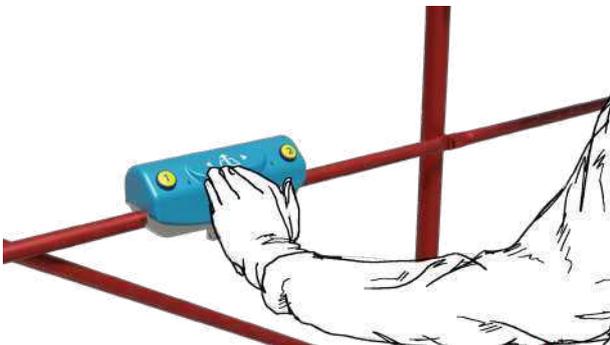
1) La botola è normalmente chiusa.



2) Si verifica una situazione di emergenza.



3) Il lavoratore si dirige verso la Pulsantiera Blu, che apre la botola da sopra.



4) Il lavoratore preme il pulsante rosso di emergenza della Pulsantiera Blu.



5) Il pulsante di emergenza si illumina di rosso.



6) Il motore della botola si scollega dal circuito elettrico, dando la possibilità di movimentarla manualmente.



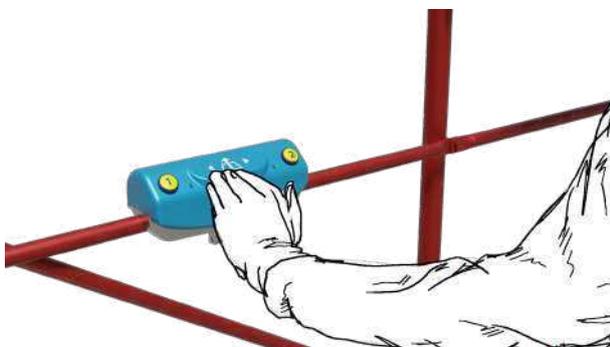
7) Il lavoratore apre manualmente la botola, per scendere.



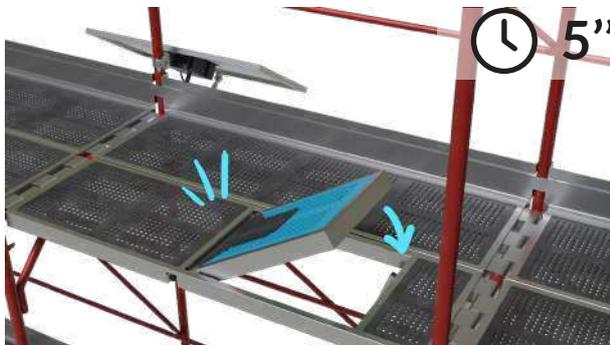
8) La botola è scollegata dal motore, pertanto rimane aperta durante tutta la situazione di emergenza.



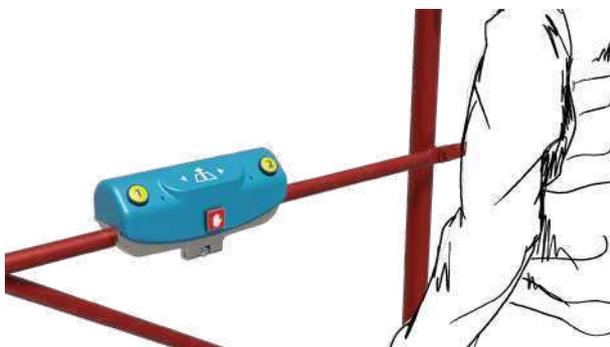
9) Il pulsante di emergenza della Pulsantiera Blu rimane illuminato durante tutta la situazione di emergenza.



10) Una volta terminata la situazione di emergenza, il lavoratore preme nuovamente il pulsante di emergenza.



11) La botola è ricollegata al motore, che la chiude tempestivamente, emettendo il relativo suono che segnala la movimentazione.

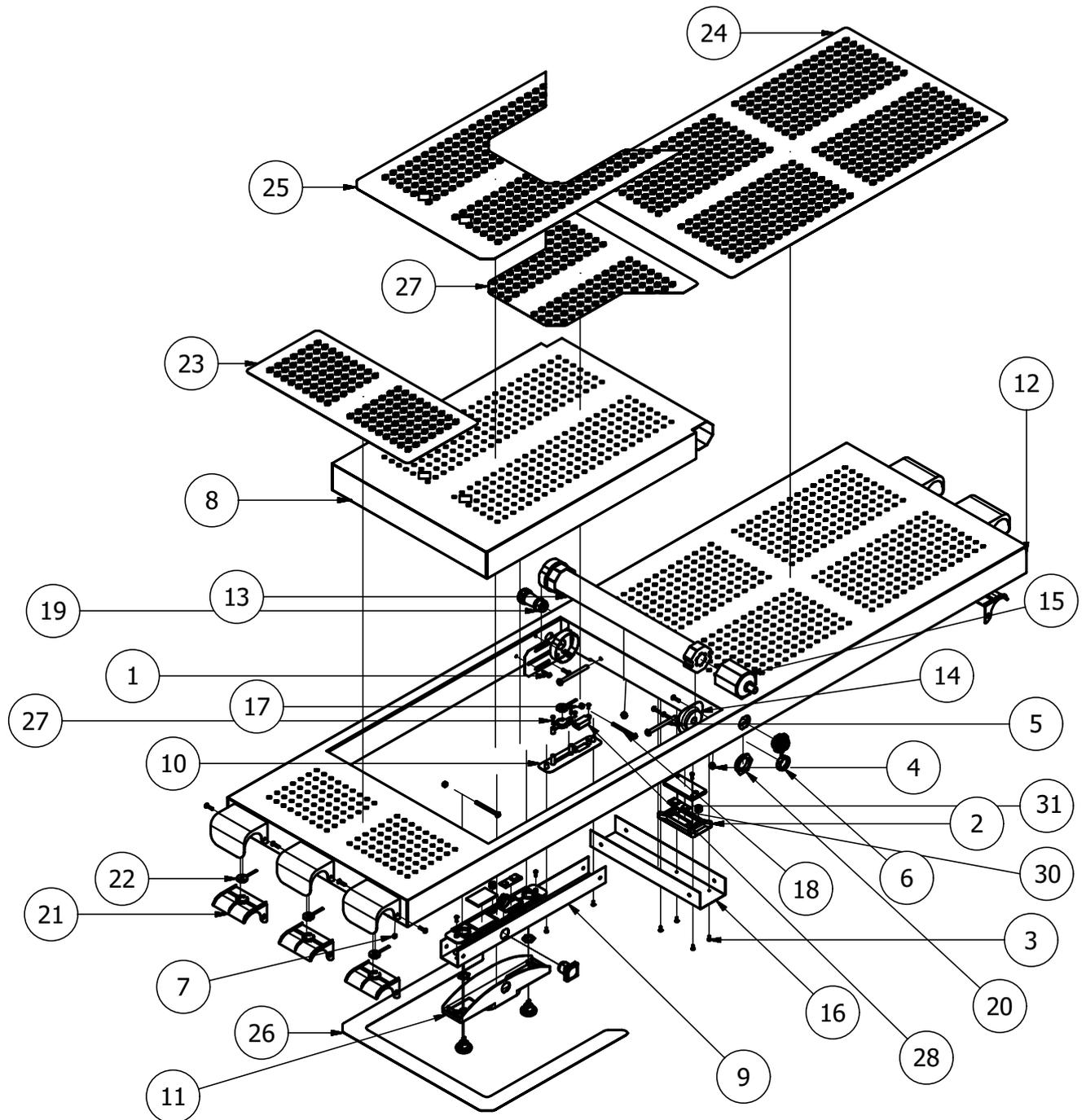


12) La luce si spegne, la pulsantiera ritorna in modalità stand-by.

7.4 - Distinta dei Componenti

Assieme Tavola con Botola

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	16	Vite testa stondata con incasso a croce M4 x 16mm	Acciaio
2	1	Subassieme_Case_Tavola	Plastica ABS
3	6	Vite testa stondata con incasso a croce M3 x 8mm	Acciaio
4	2	Dado esagonale M6	Acciaio
5	2	Vite stondata con incasso a croce M6 x 75mm	Acciaio
6	1	Subassieme_Connettore_Femmina	
7	10	Dado esagonale M4	Acciaio
8	1	Subassieme_Botola_saldata	Alluminio 6061
9	1	TB_coperchio_elettronica_botola	Alluminio 6061
10	1	Subassieme_Case_Botola	Plastica ABS
11	1	Assieme_Pulsantiera_Verde	-
12	1	Subassieme_Tavola_saldata	Alluminio 6061
13	1	Subassieme_Motore	
14	1	Cuscinetto_motore	
15	1	Calotta_ottagonale	
16	1	TB_coperchio_elettronica	Alluminio 6061
17	2	Dado esagonale M5	Acciaio
18	2	Vite stondata con incasso a croce M5 x 60	Acciaio
19	1	connettore_corrente_maschio	
20	1	connettore_corrente_femmina_blocco	-
21	5	TB_supporto_ancoraggio	PTFE
22	6	Cella_Carico	
23	1	TB_gomma_antiscivolo_1	TPE
24	1	TB_gomma_antiscivolo_2	TPE
25	1	TB_gomma_antiscivolo_blu	TPE
26	1	TB_gomma_botola_verde	TPE
27	1	TB_gomma_antiscivolo_3	TPE



28	2	Vite stondata con incasso a croce M3 x 16mm	Acciaio
29	1	Sensore distanza	
30	1	Microprocessore	
31	1	Buzzer	

Stima del peso

Assieme Tavola con botola: 8,77 kg

Pulsantiera Verde: 0,21 kg

Connettore Femmina: 20g = 0,02 kg

Motore: 1,75 kg

Cuscinetto: 80g = 0,08 kg

Calotta ottagonale: 40g = 0,04 kg

Connettore Maschio: 25g = 0,025 kg

Cella di carico (x6): 7,5 g x 6 = 0,0075kg x 6 = 0,045 kg

Sensore distanza: 3g = 0,003 kg

Microprocessore: 5 g = 0,005 kg

Buzzer: 1,4g = 0,0014 kg

Totale: **10,94 kg**

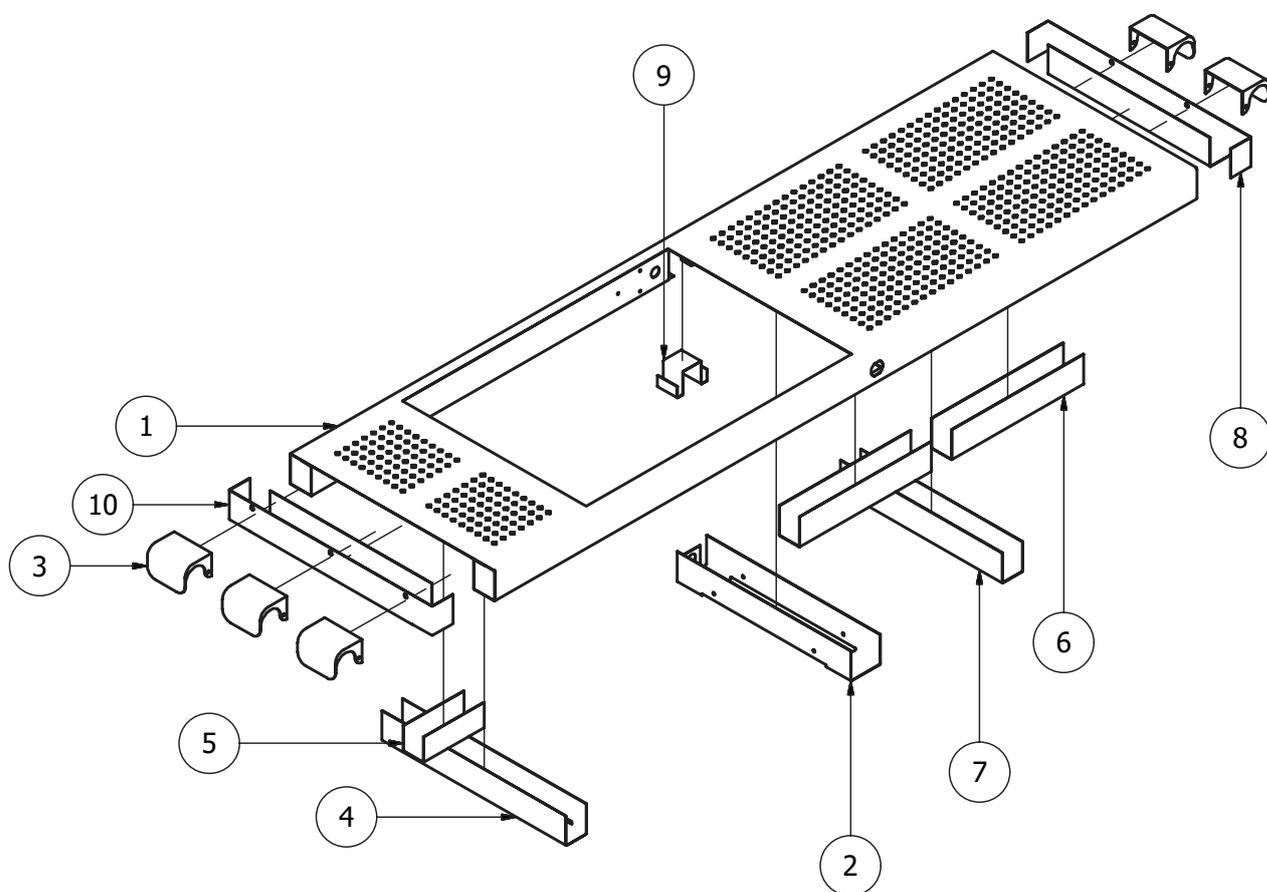
Nota: il peso delle componenti progettate è stato calcolato tramite l'impiego del peso specifico del materiale di riferimento, indicato nella distinta.

Subassieme_Tavola_Saldata (Tavola con Botola)

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	1	TB_tavola	Alluminio 6061
2	1	TB_rompitratte_tavola_elettronica	Alluminio 6061
3	5	TB_uncino_ancoraggio	Alluminio 6061
4	1	TB_rompitratte_tavola_4	Alluminio 6061
5	1	TB_rompitratte_tavola_3	Alluminio 6061
6	2	TB_rompitratte_tavola_1	Alluminio 6061
7	1	TB_rompitratte_tavola_2	Alluminio 6061
8	1	TB_testa_tavola	Alluminio 6061
9	1	TB_chiusura_presa_elettrica	Alluminio 6061
10	1	TB_testa_tavola_2	Alluminio 6061

Stima del peso

Subassieme Tavola saldata: **4,89 kg**



Assieme_Botola_Saldata

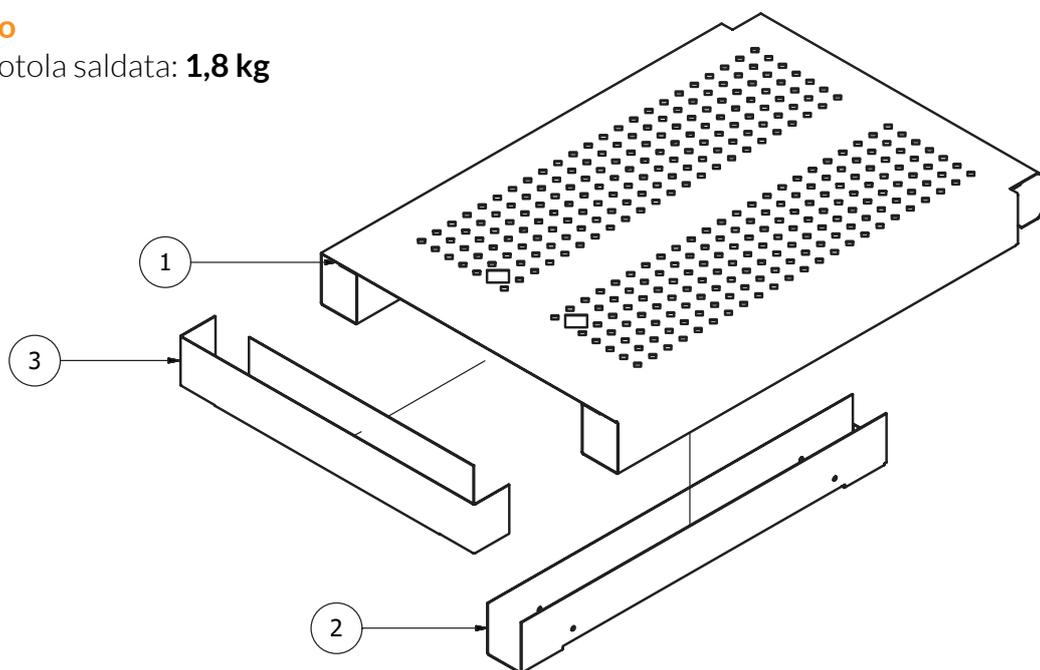
Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	1	TB_botola	Alluminio 6061
2	1	TB_rompitratto_botola	Alluminio 6061
3	1	TB_testa_botola	Alluminio 6061

Assieme_Pulsantiera_Verde

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	1	PV_case_elettronica	Plastica ABS
2	1	PV_coperchio_case	Plastica ABS
3	1	Subassieme_Pulsante_emergenza	
4	1	Pulsante_emergenza_Blocco	-
5	2	Vite stondata con incasso a croce M3 x 10mm	Acciaio
6	2	Subassieme_Pulsante	
7	2	Pulsante_Blocco	-
8	1	Batteria_pulsantiera	
9	1	Microprocessore	
10	1	Buzzer	

Stima del peso

Subassieme Botola saldata: **1,8 kg**



Stima del peso

Assieme Pulsantiera Verde: 0,136 kg

Pulsante emergenza: 0,023 kg

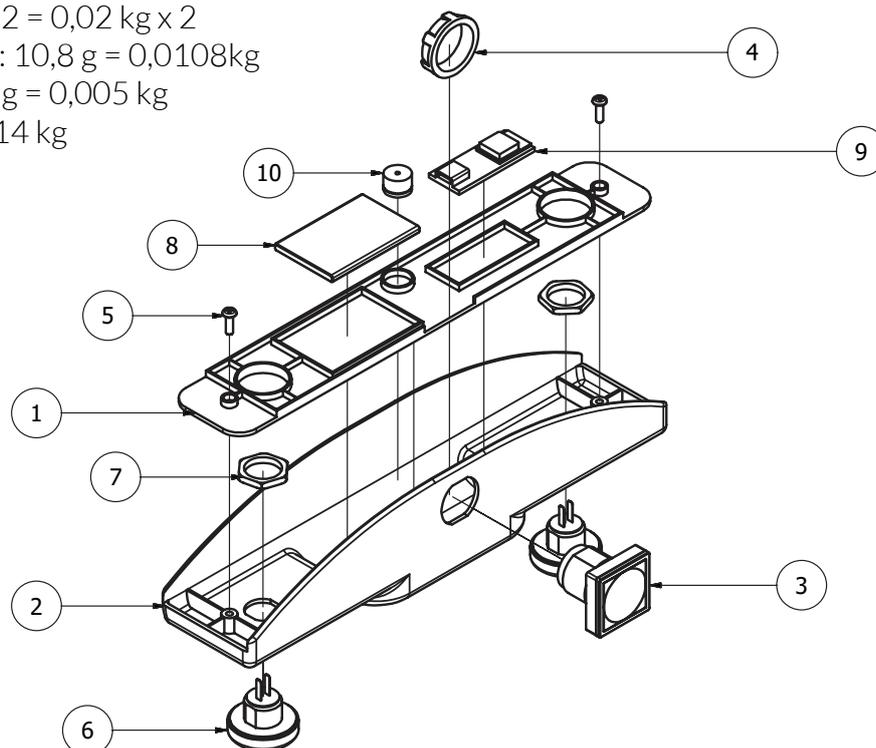
Pulsante (x2): 20g x 2 = 0,02 kg x 2

Batteria pulsantiera: 10,8 g = 0,0108kg

Microprocessore: 5 g = 0,005 kg

Buzzer: 1,4g = 0,0014 kg

Totale: **0,21 kg**



Assieme Tavola_Ponteggio

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	10	Vite testa stondata con incasso a croce M4 x 16mm	Acciaio
2	4	Vite testa stondata con incasso a croce M3 x 8mm	Acciaio
3	2	Dado esagonale M6	Acciaio
4	2	Vite testa stondata con incasso a croce M6 x 75mm	Acciaio
5	10	Dado esagonale M4	Acciaio
6	1	Subassieme_Tavola_Saldato	Alluminio 6061
7	1	Subassieme_Connettore_Femmina	
8	1	TB_coperchio_elettronica	Alluminio 6061
9	1	Subassieme-Case-Tavola	Plastica ABS
10	1	connettore_corrente_maschio	
11	1	connettore_corrente_femmina_blocco	-
12	5	TB_supporto_ancoraggio	TPFE
13	5	Cella_Carico	
14	1	TP_gomma_antiscivolo	TPE
15	1	Microprocessore	
16	1	Buzzer	

Stima del peso

Assieme Tavola: 10,22 kg

Connettore Femmina: 20g = 0,02 kg

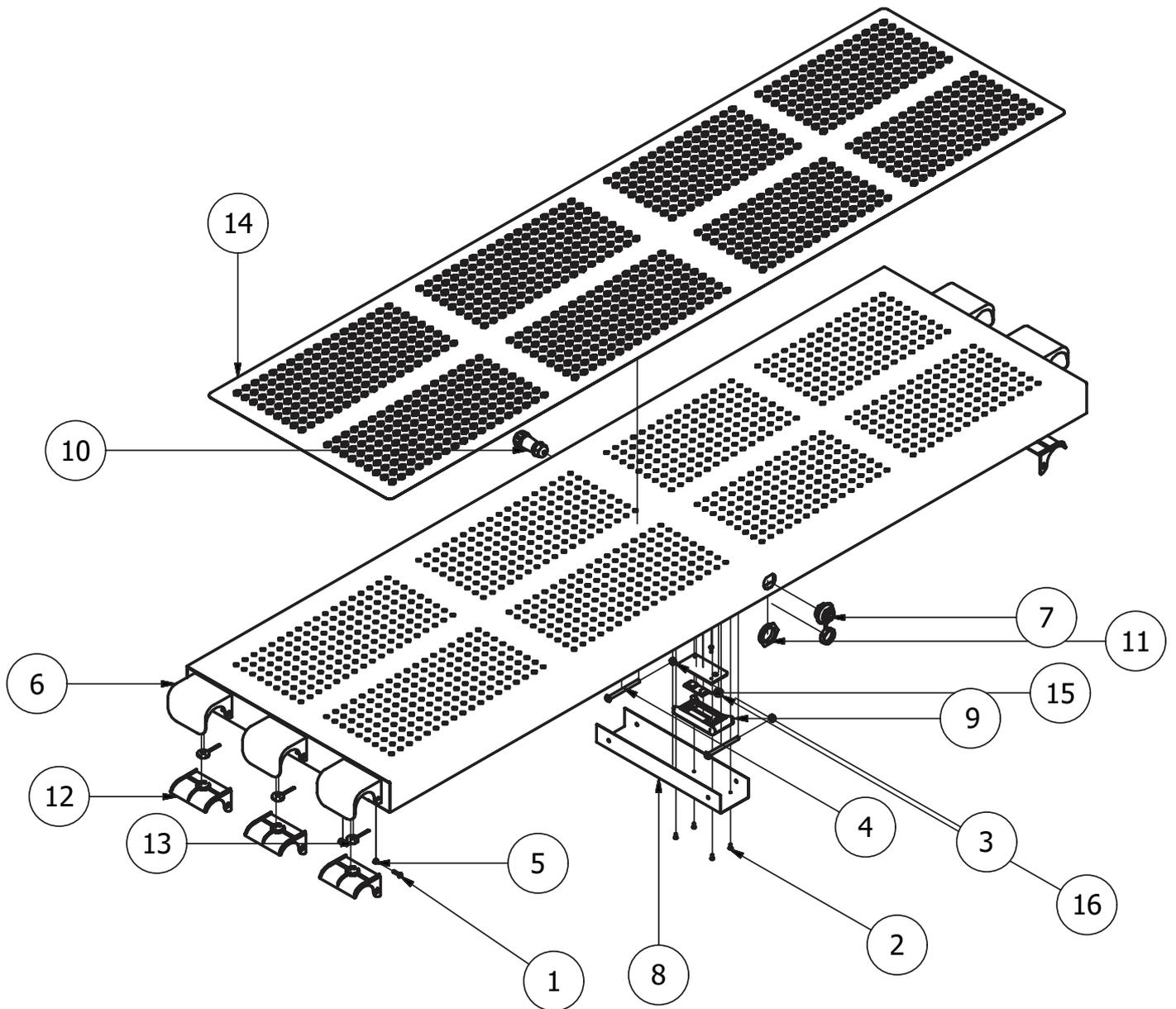
Connettore Maschio: 25g = 0,025 kg

Cella di carico (x5): 7,5 g x 5 = 0,0075kg

Microprocessore: 5 g = 0,005 kg

Buzzer: 1,4g = 0,0014 kg

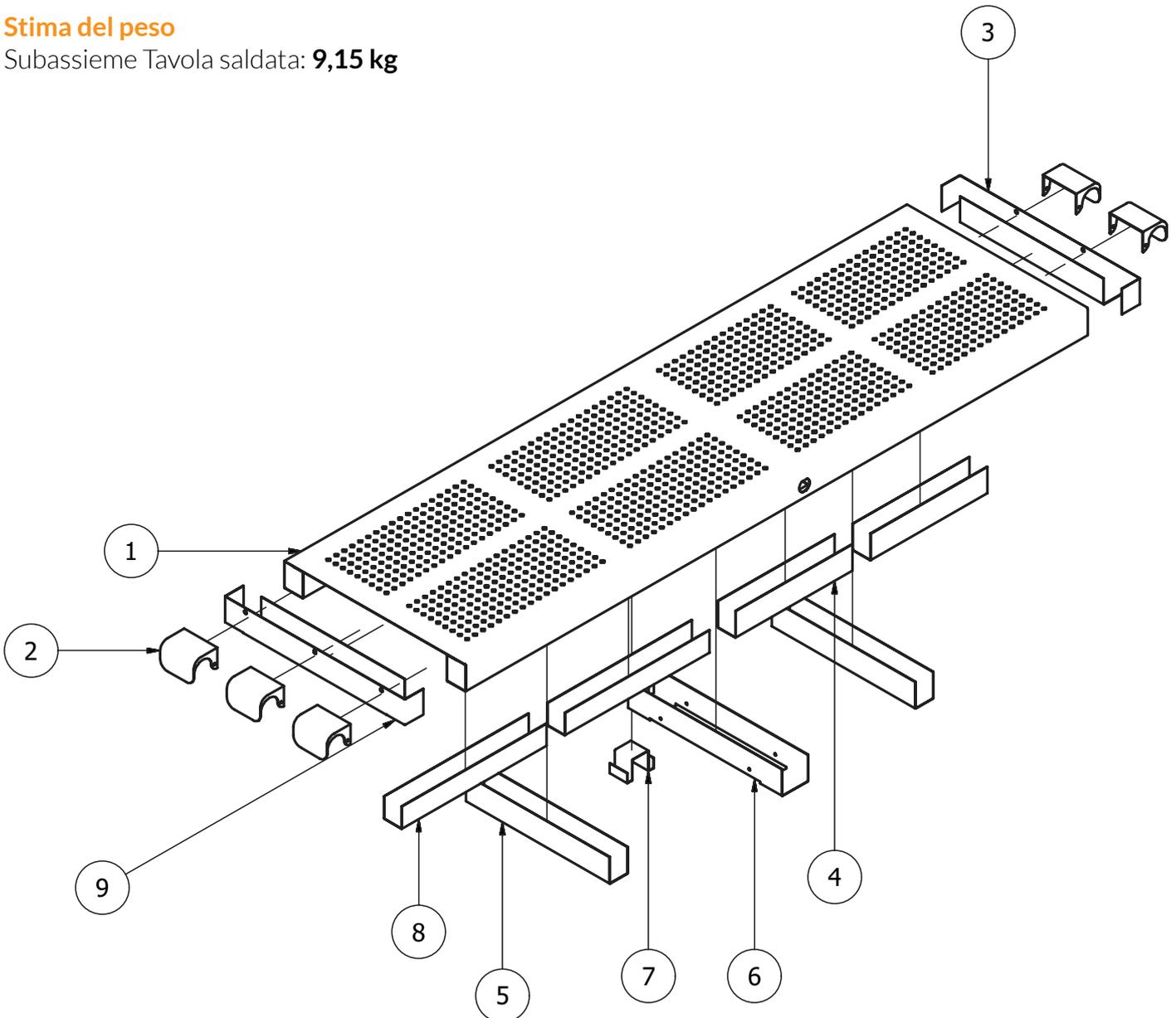
Totale: **10,27**



Subsistema_Tavola_Saldata (Tavola senza Botola)

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	1	TP_tavola	Alluminio 6061
2	5	TB_uncino_ancoraggio	Alluminio 6061
3	1	TB_testa_tavola	Alluminio 6061
4	2	TB_rompitratte_tavola_1	Alluminio 6061
5	2	TB_rompitratte_tavola_2	Alluminio 6061
6	1	TB_rompitratte_tavola_elettronica	Alluminio 6061
7	1	TB_chiusura_presa_elettrica	Alluminio 6061
8	2	TP_rompitratte_1	Alluminio 6061
9	1	TB_testa_tavola_2	Alluminio 6061

Stima del peso

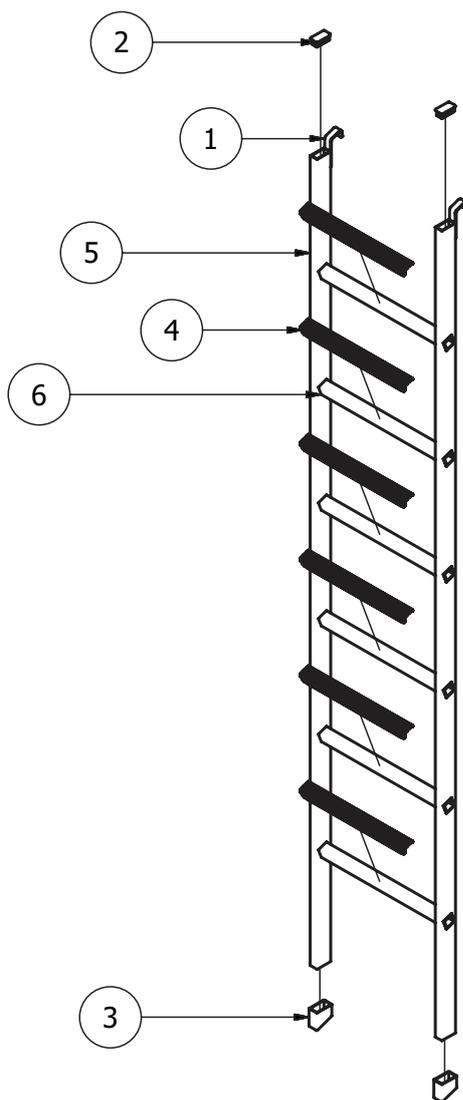
Subsistema Tavola saldata: **9,15 kg**

Assieme_Scala

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	2	SC_aggancio	Alluminio 6061
2	2	Tappo_superiore	
3	2	Tappo_inferiore	
4	6	SC_gomma_antiscivolo	TPE
5	2	SC_tubolare	Alluminio 6061
6	6	SC_piolo	Alluminio 6061

Stima del peso

Assieme Scala: **3,75 kg**



Assieme Pulsantiera Blu

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	2	Vite testa esagonale M8 x 50mm	Acciaio
2	2	Dado esagonale M8	Acciaio
3	6	Vite stondata con incasso a croce M3 x 20mm	Acciaio
4	2	Vite stondata con incasso a croce M2 x 12mm	Acciaio
5	1	Vite M12x 50mm testa a occhiello	Acciaio
6	1	Dado M12 con alette	Acciaio
7	1	PB_morsetto_1	Alluminio 6061
8	1	PB_morsetto_2	Alluminio 6061
9	1	PB_tondino_morsetto	Acciaio
10	1	PB_case_elettronica	Plastica ABS
11	1	Batteria_pulsantiera	
12	1	Microprocessore	
13	2	Subassieme_Pulsante	
14	1	Subassieme_Pulsante_emergenza	
15	2	Pulsante_Blocco	-
16	1	PB_coperchio_case	Plastica ABS
17	1	Pulsante_emergenza_Blocco	-
18	1	Buzzer	

Stima del peso

Assieme Pulsantiera Blu: 1,62 kg

Pulsante emergenza: 0,023 kg

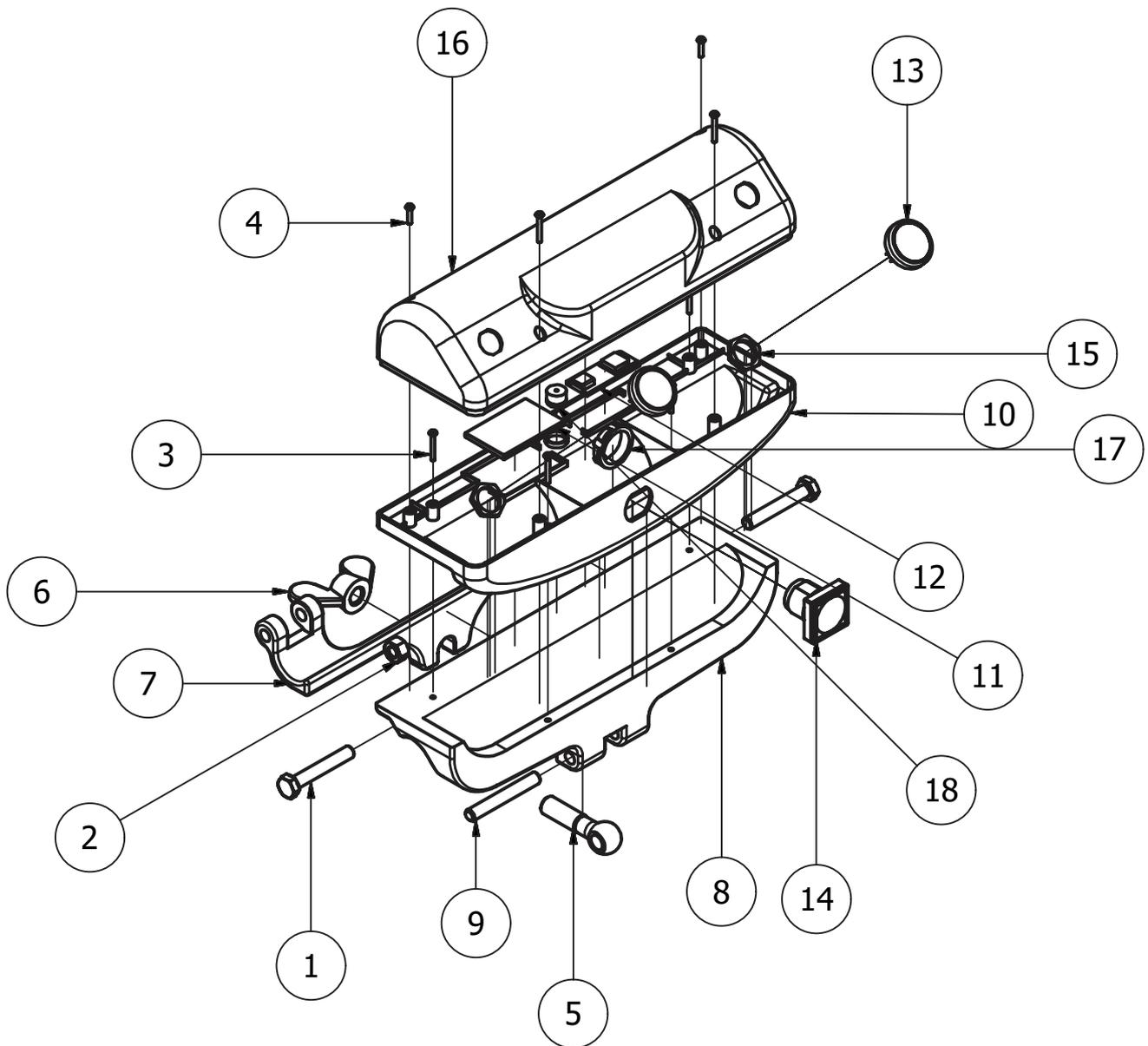
Pulsante (x2): 20g x 2 = 0,02 kg x 2

Batteria pulsantiera: 10,8 g = 0,0108kg

Microprocessore: 5 g = 0,005 kg

Buzzer: 1,4g = 0,0014 kg

Totale: **1,70 kg**



Assieme_Dispositivo Livellamento

Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	1	Dado esagonale M8	Acciaio
2	1	Vite testa esagonale M8 x 50mm	Acciaio
3	2	Vite stondata con incasso a croce M3 x 16mm	Acciaio
4	1	Buzzer	
5	2	Vite stondata con incasso a croce M3 x 20mm	Acciaio
6	2	Vite stondata con incasso a croce M3 x 10mm	Acciaio
7	4	Vite stondata con incasso a croce M2 x 10mm testa bombata	Acciaio
8	1	Dado M12 con alette	Acciaio
9	1	Vite M12x 50mm con testa a occhio	Acciaio
10	1	DL_morsetto_1	Alluminio 6061
11	1	DL_morsetto_2	Alluminio 6061
12	1	DL_case_elettronica	Plastica ABS
13	1	DL_coperchio_batteria	Plastica ABS
14	1	DL_coperchio_elettronica	Plastica ABS
15	1	DL_luce_segnaazione	Policarbonato
16	1	DL_tondino_morsetto	Acciaio
17	1	Microprocessore	
18	1	Batteria livellamento	
19	1	Led	

Stima del peso

Assieme dispositivo livellamento: 0,56 kg

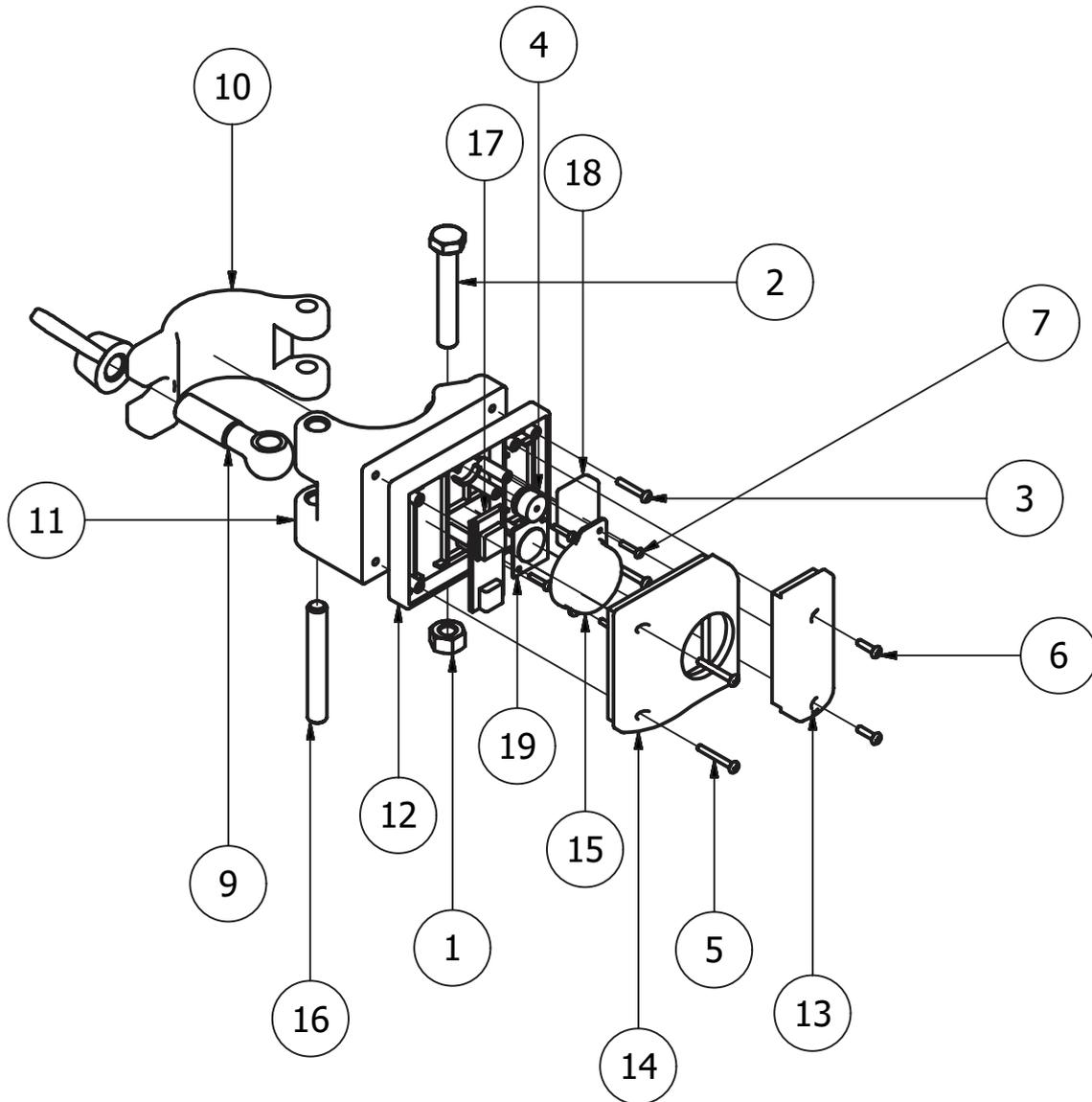
Batteria dispositivo: 6,8 g = 0,0068kg

Microprocessore 5 g = 0,005 kg

Buzzer 1,4g = 0,0014 kg

Led: 16,2 g = 0,0162 kg

Totale: **0,58 kg**



Assieme_Pannello_Fotovoltaico

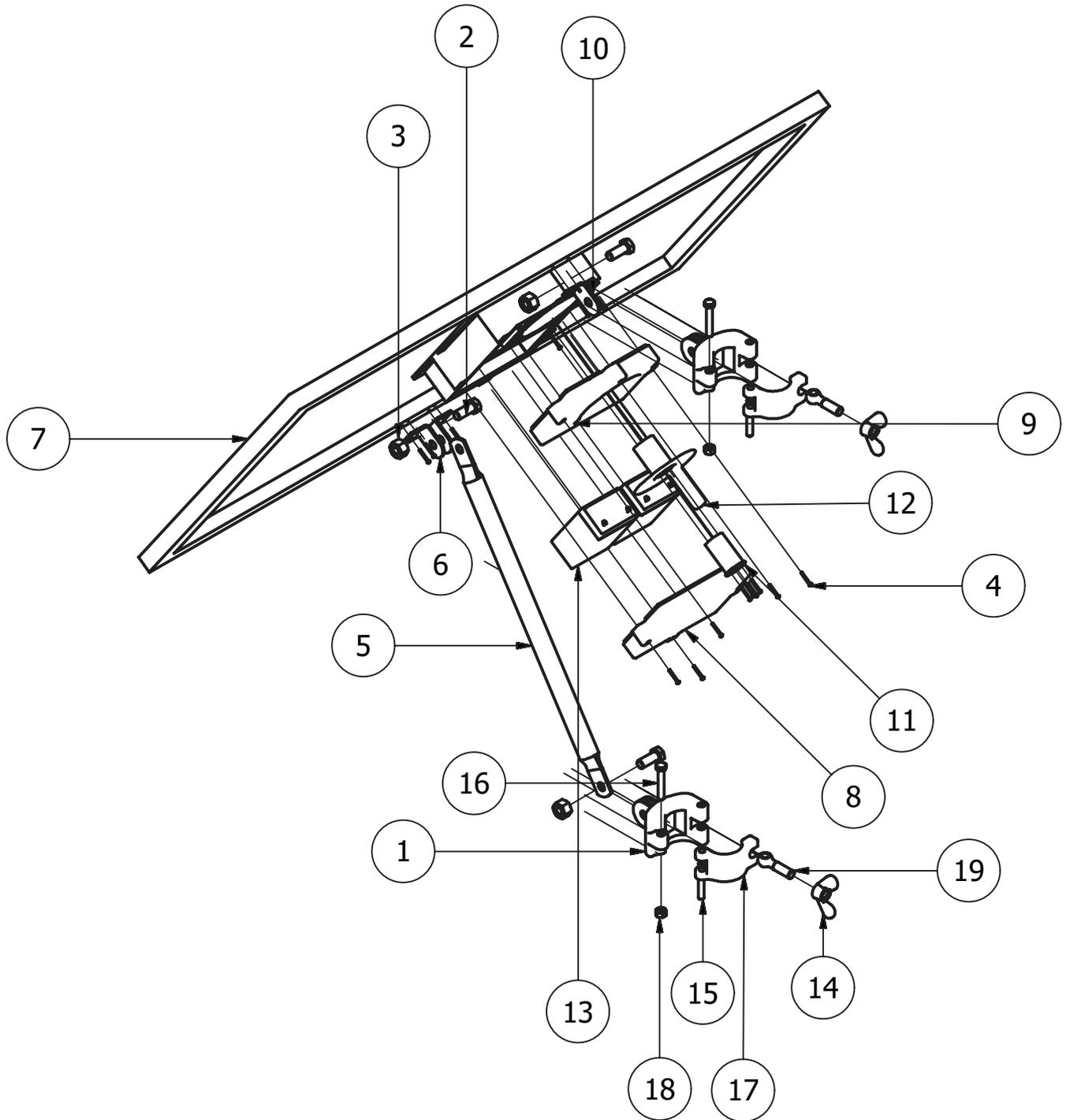
Numero Parte	Quantità	Nome	Materiale
1	2	PF_morsetto_2	Alluminio 6061
2	3	Vite testa esagonale M12 x 30mm	Acciaio
3	3	Dado esagonale M12	Acciaio
4	16	Vite stondata con incasso a croce M3 x 20mm	Acciaio
5	1	PF_braccio	Acciaio
6	2	PF_flangia_1	Acciaio
7	1	Subassieme_pannello_fotovoltaico	Alluminio
8	1	PF_coperchio_batterie	Plastica ABS
9	1	PF_coperchio_elettronica	Plastica ABS
10	1	PF_flangia_2	Acciaio
11	1	PF_asse_avvolgicavo	Plastica ABS
12	1	PF_coperchio_avvolgicavo	Plastica ABS
13	2	Batteria fotovoltaico	
14	2	Dado M12 con alette	Acciaio
15	2	DL_tondino_morsetto	Acciaio
16	2	Vite testa esagonale M8 x 50mm	Acciaio
17	2	PF_morsetto_1	Alluminio 6061
18	2	Dado esagonale M8	Acciaio
19	2	Vite M12x 50mm con testa a occhio	Acciaio

Stima del peso

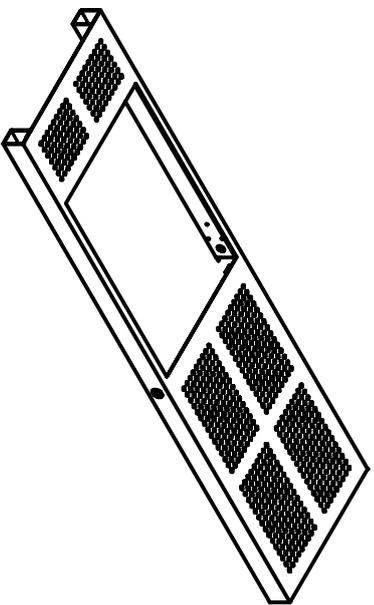
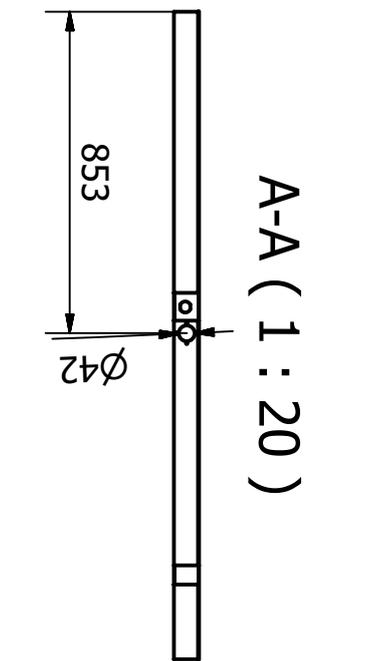
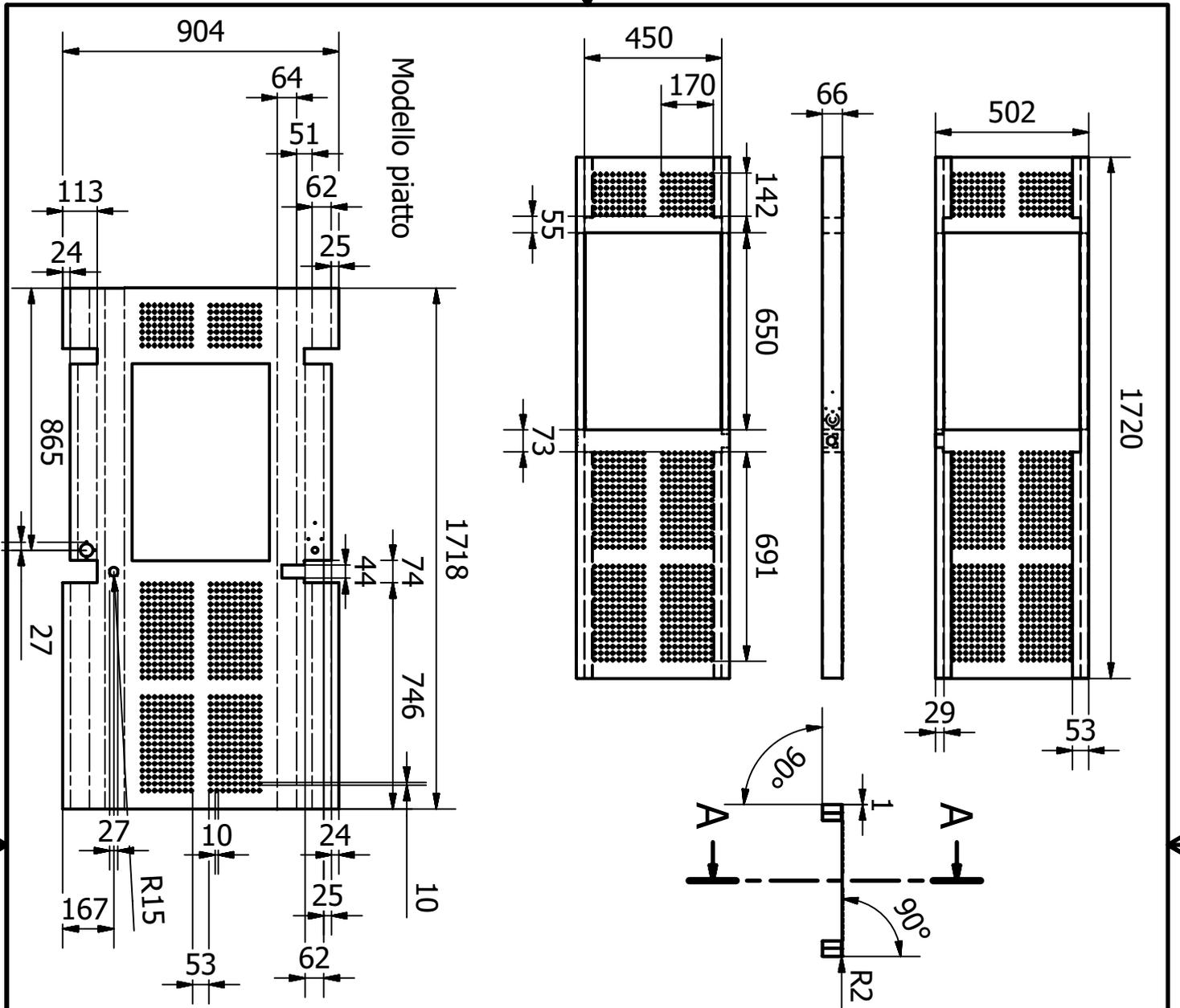
Assieme Pannello fotovoltaico: 7,2 kg

Batteria (x2): 0,8 kg x 2

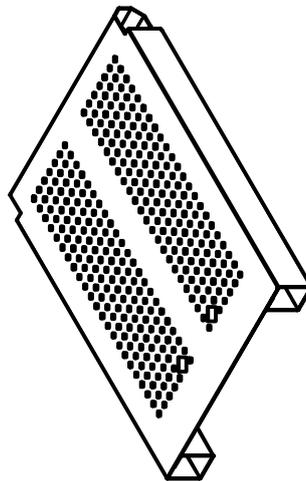
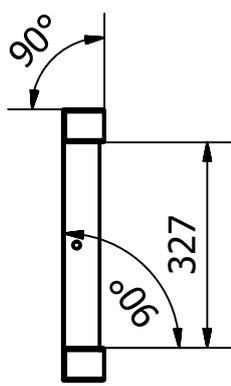
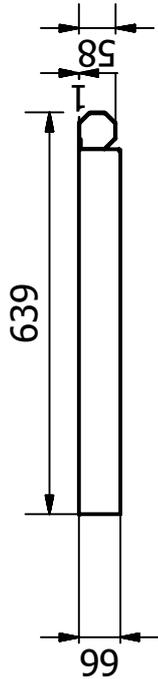
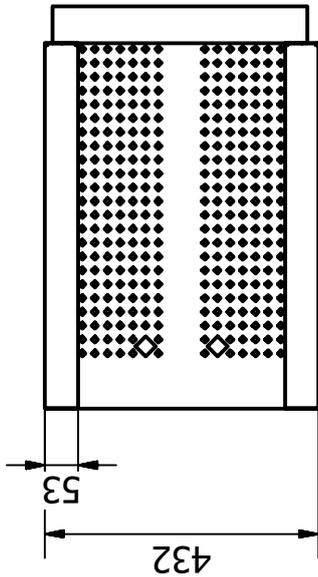
Totale: **8,8 kg**



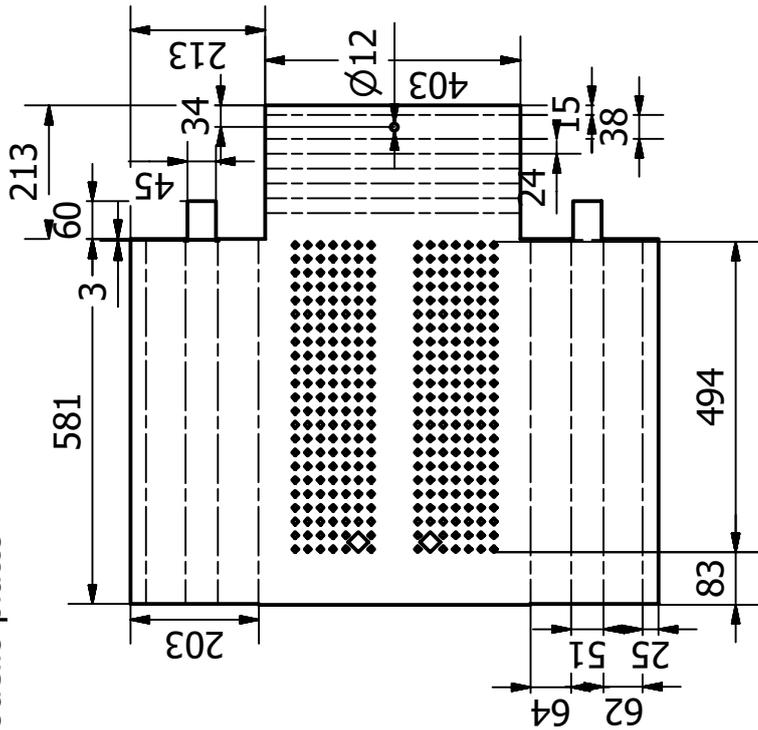
Capitolo 8 - Tavole tecniche



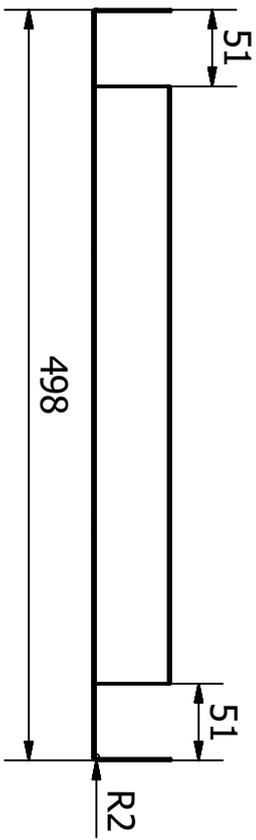
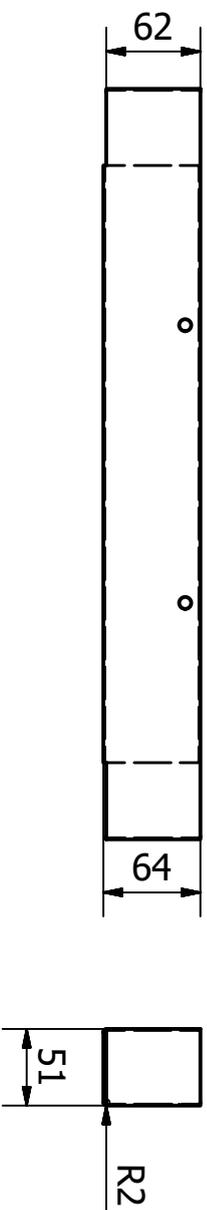
Studente Martani Federico	Titolo TB_tavola	Unità di misura mm
Data 11/04/2024	Assieme Subsisteme_Tavola_Saldata	
Università di Camerino Scuola di Ateneo Architettura e Design	Foglio A4	
	Scala 1 : 20	
	Materiale Alluminio 6061	
	Peso 3,144 kg	



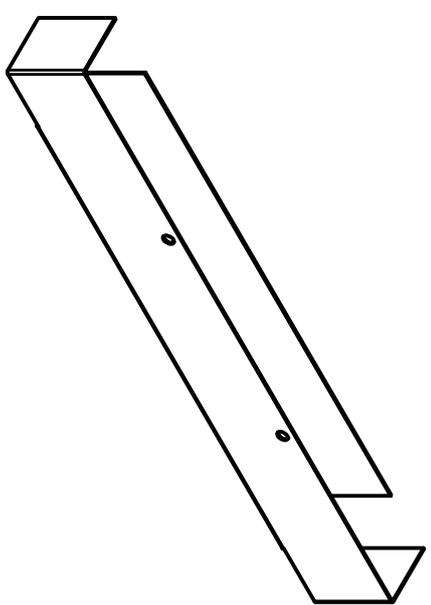
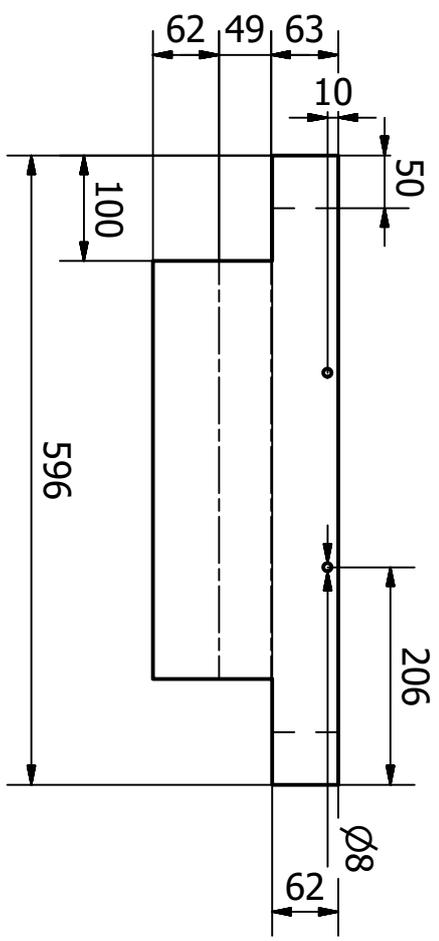
Modello piatto



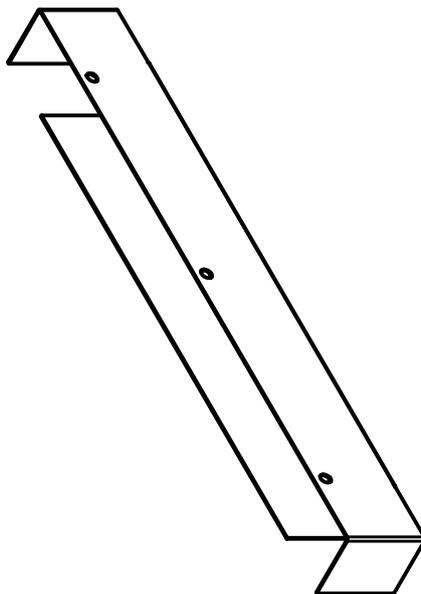
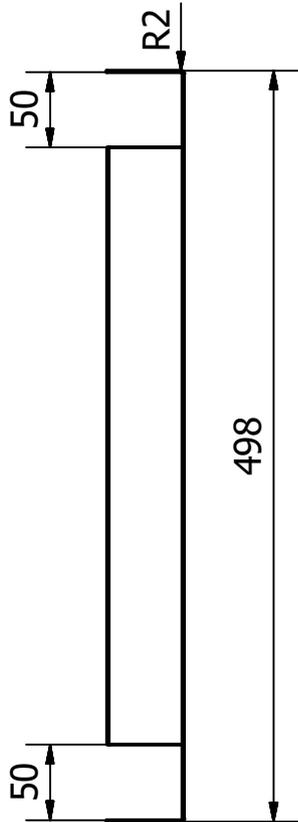
Studente	Titolo	Unità di misura
Mariani Federico	TB_botola	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Subassieme_Botola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	Alluminio 6061
Architettura e Design	A4	1:12
		1,510 kg



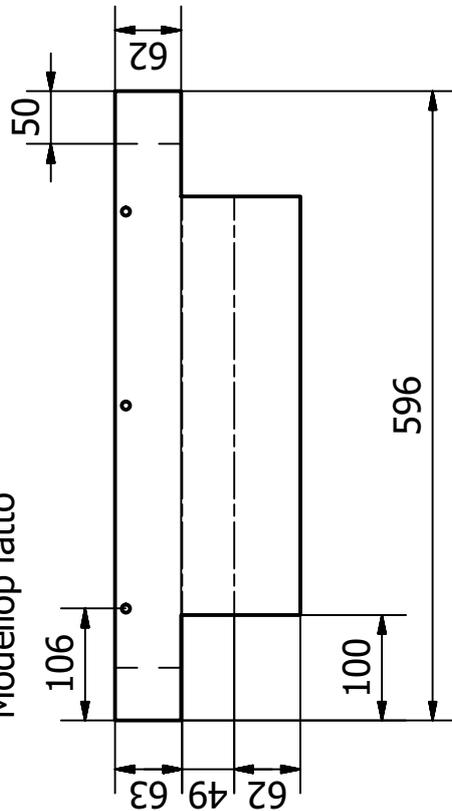
Modello piatto



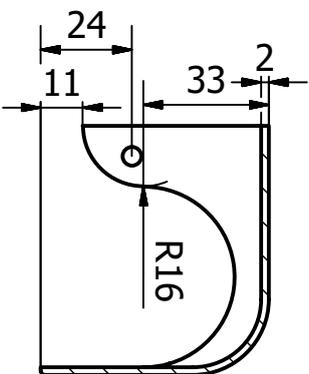
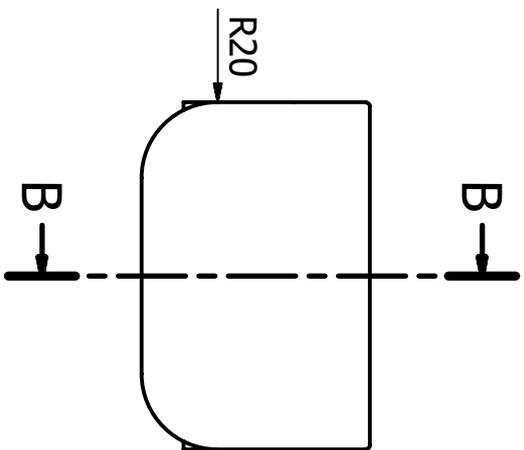
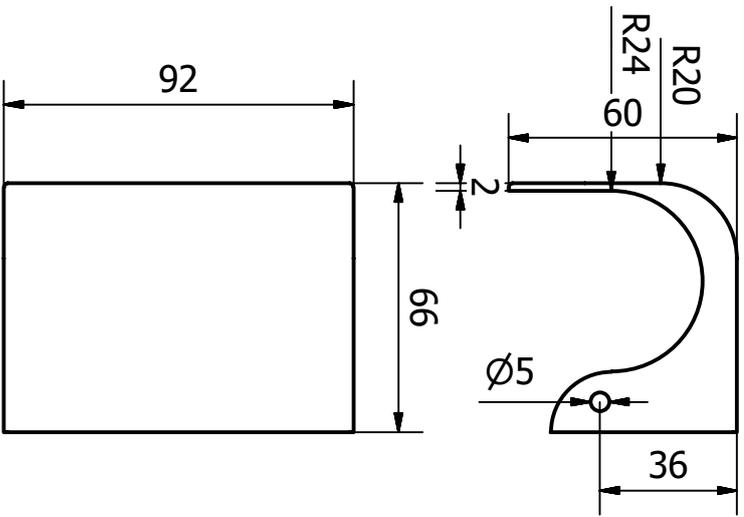
Studente	Titolo			Unità in Isura
MarianiF ederico	TB_testa_tavola			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Subsistema_Tavola_Saldata			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1: 5	Alluminio6 061	0,219k g
Architettura eD esign				



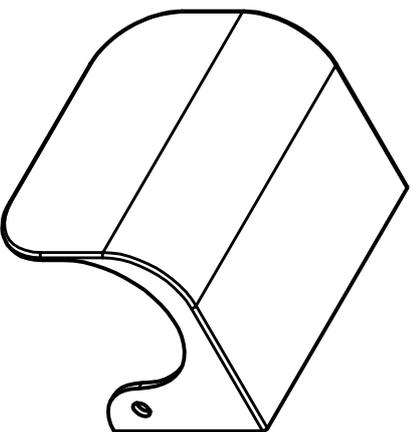
Modello piatto



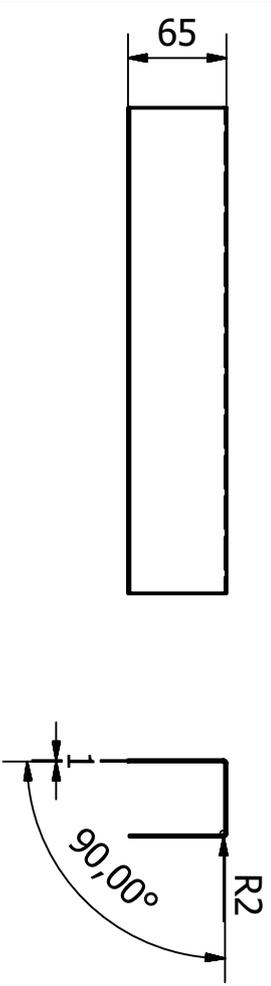
Studente	Titolo	Unità di misura
MarianiF ederico	TB_testa_tavola_2	mm
Data	Assemble	
11/04/2024	Subassieme_Tavola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 5
	Materiale	Alluminio6 061
		0,219kg



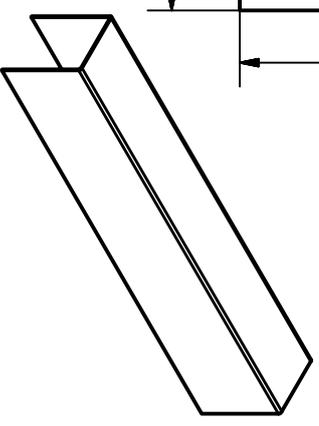
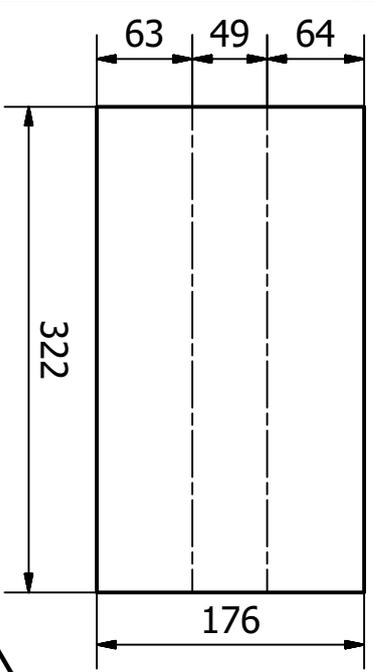
B-B(1:2)



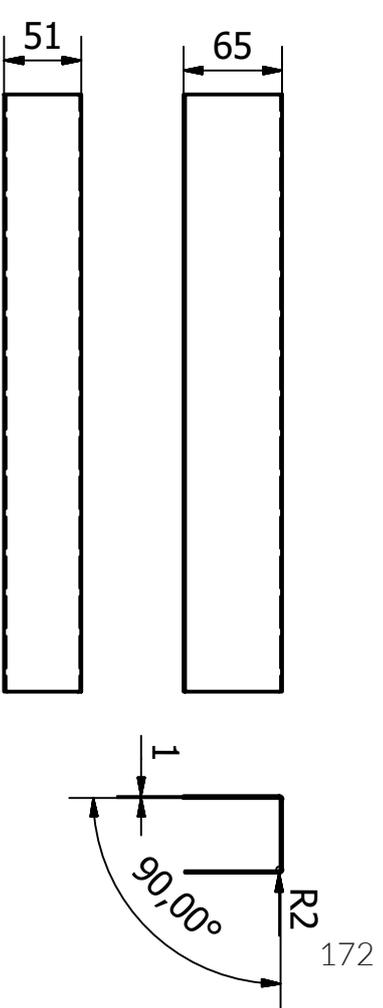
Studente	Titolo			Unitàd in Isura
Marianf ederico	TB_uncino_ancoraggio			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Subsisteme_Tavola_Saldata			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1: 2	Alluminio6 061	0,069k g
Architettura eD esign				



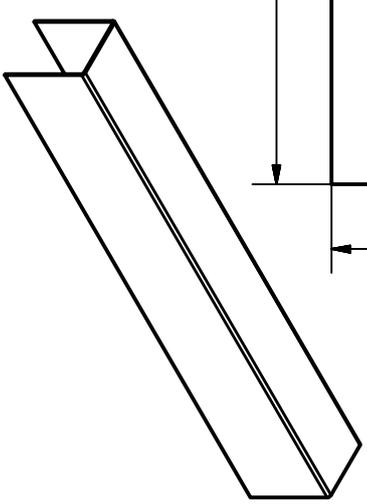
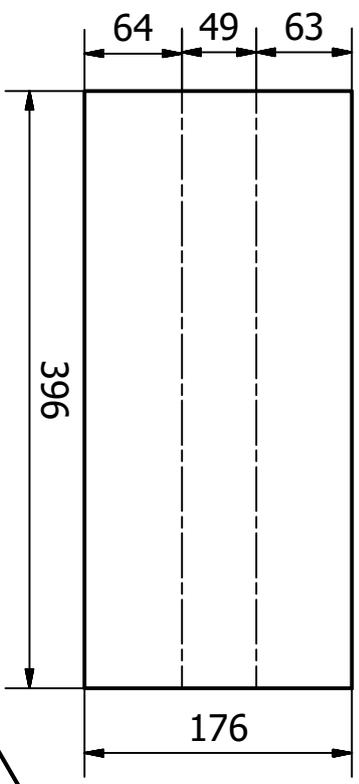
Modello p iatto



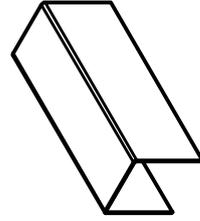
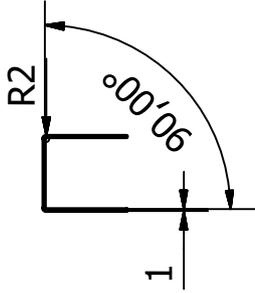
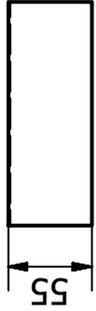
Studente	Titolo	Unitad' in Isura
Marianif ederico	TB_rompitratra_tavola_1	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Subassieme_Tavola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 5
	Materiale	Alluminio06 061
	Peso	0,153k g



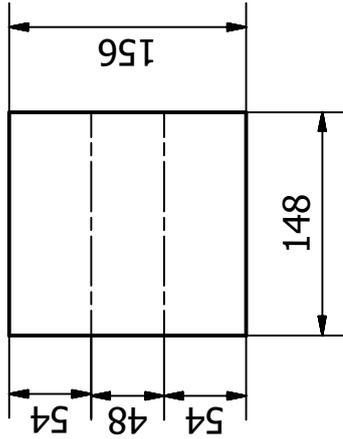
Modello p iatto



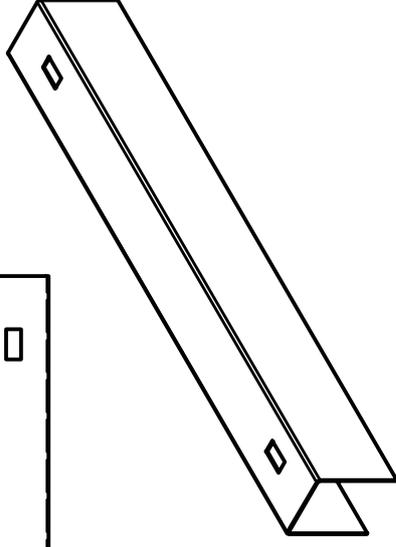
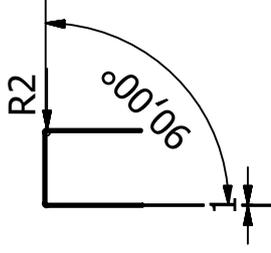
Studente	Titolo	Unitad' in Isura
Marianif ederico	TB_rompitratra_tavola_2	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Subassieme_Tavola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 5
	Materiale	Alluminio06 061
	Peso	0,188k g



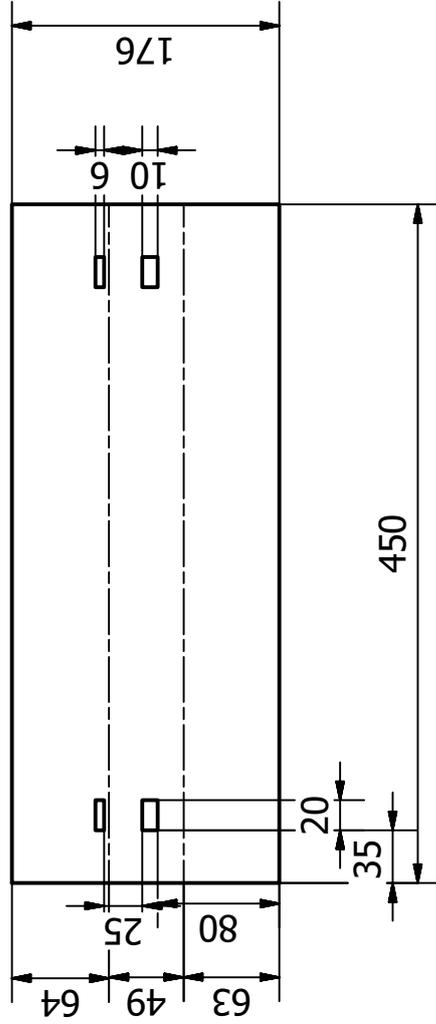
Modello piatto



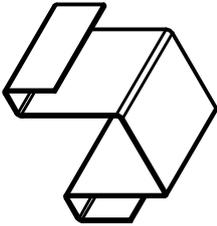
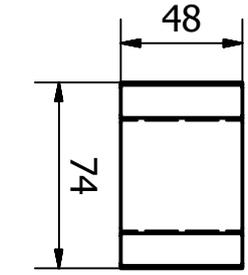
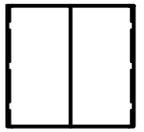
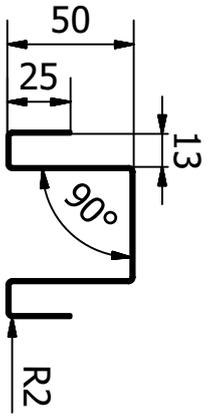
Studente	Mariani Federico	Titolo	TB_rompitrattra_tavola_3	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Assemble	Subsisteme_Tavola_Saldata		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Materiale	Alluminio 6061
Architettura e Design	Architettura e Design	Scala	1:5	Peso	0,062 kg



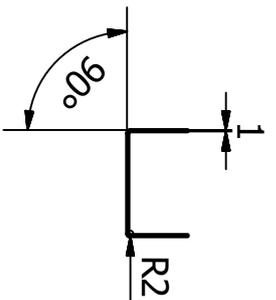
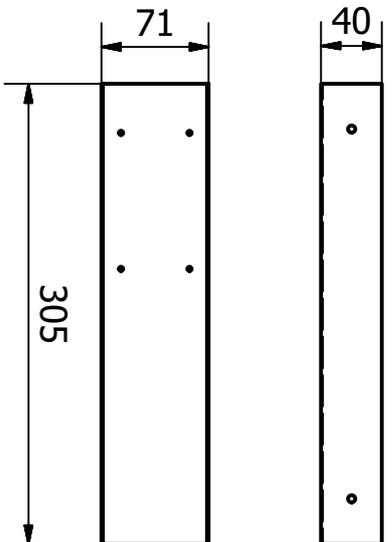
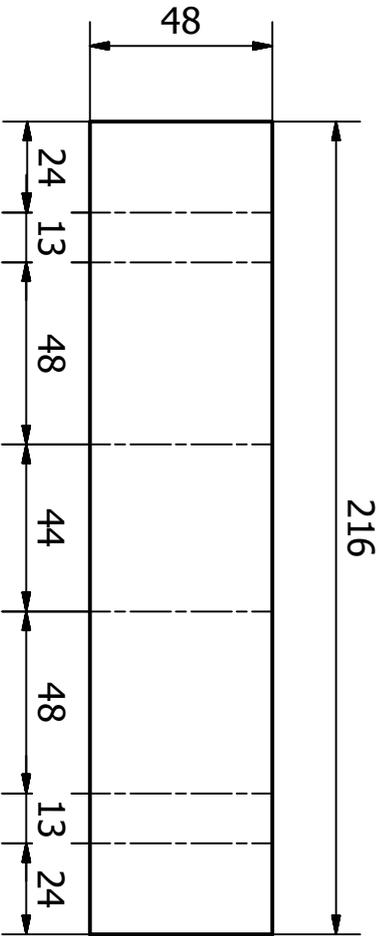
Modello piatto



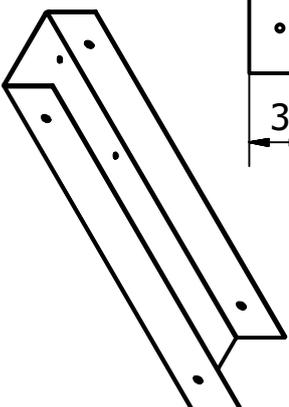
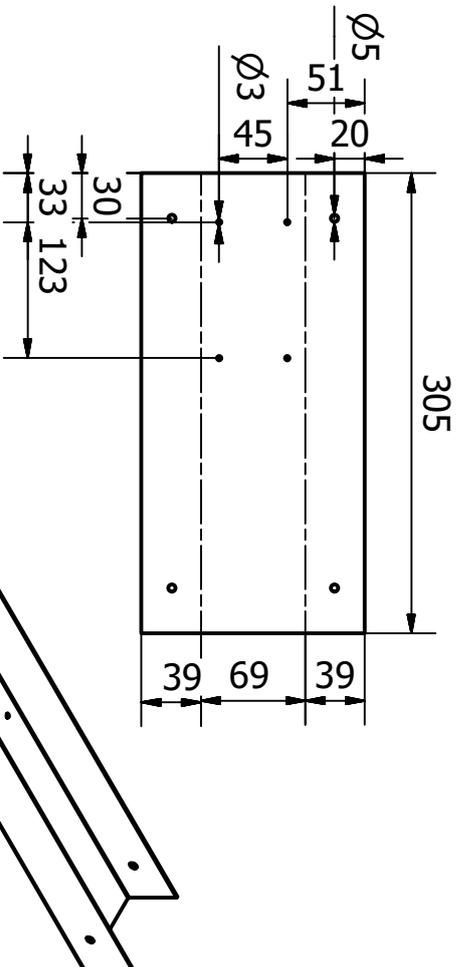
Studente	Mariani Federico	Titolo	TB_rompitrattra_tavola_4	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Assemble	Subsisteme_Tavola_Saldata		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Materiale	Alluminio 6061
Architettura e Design	Architettura e Design	Scala	1 : 5	Peso	0,212 kg



Modello piatto

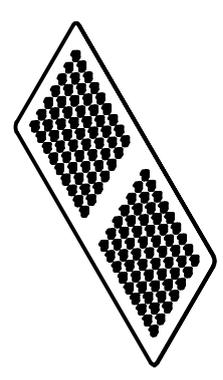
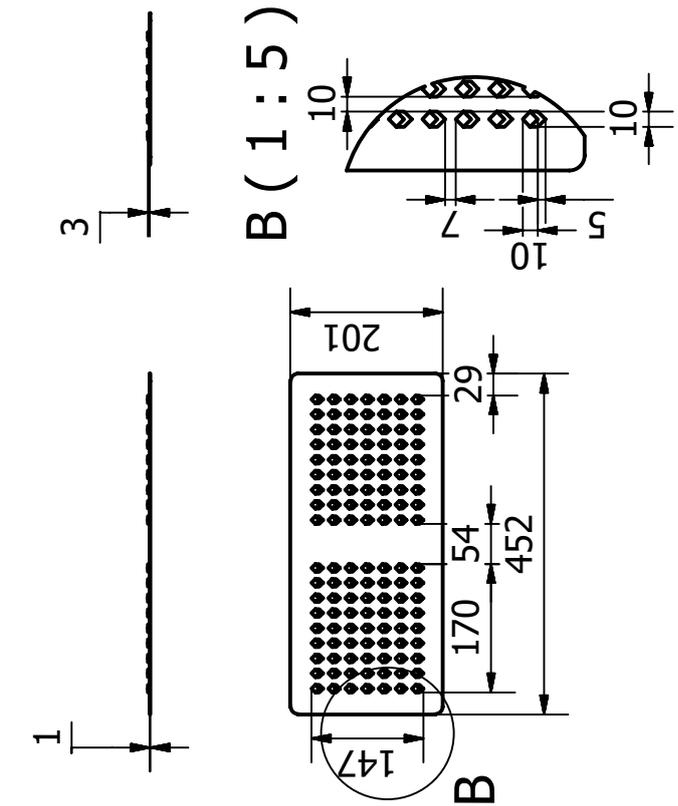


Modello piatto

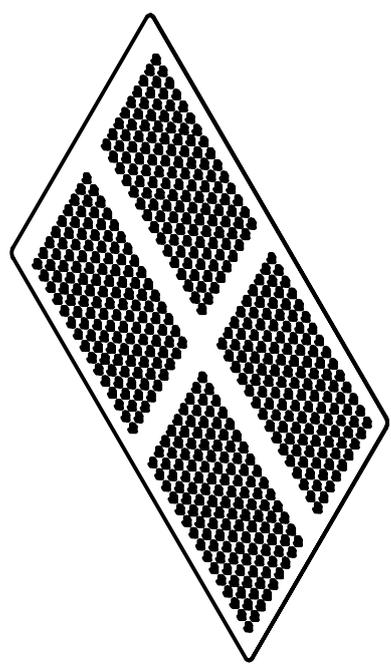
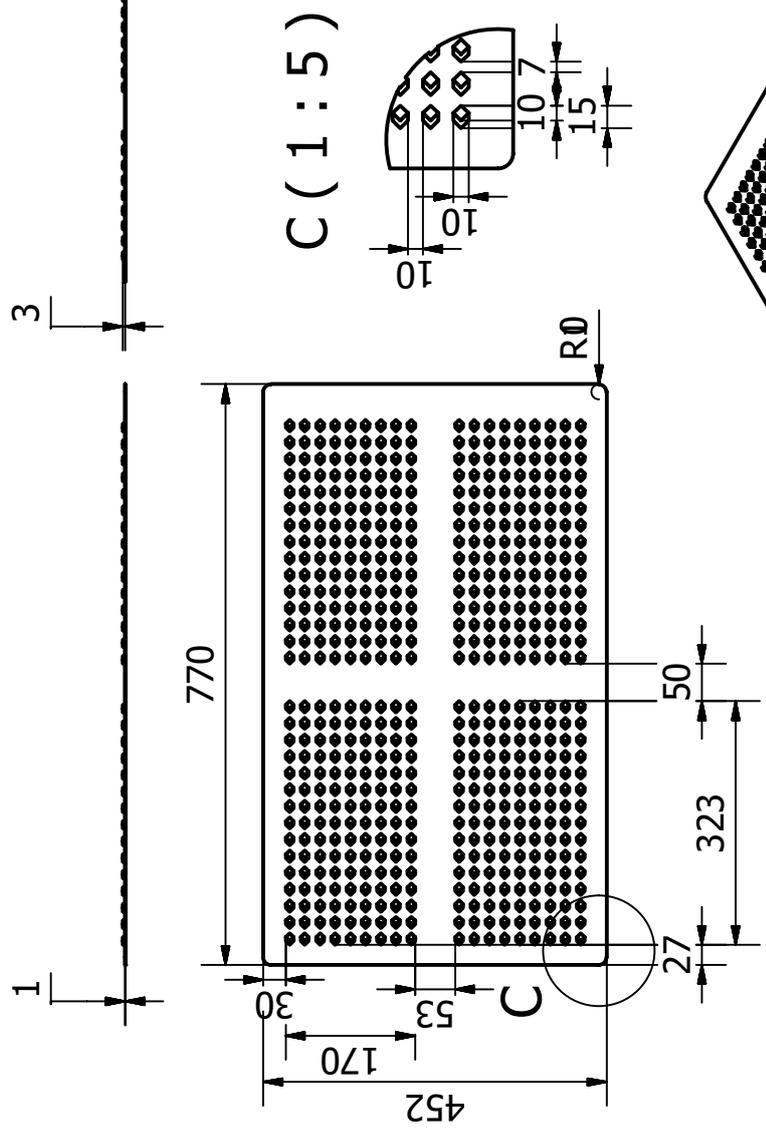


Studente	Titolo		Unità di misura	
Mariani Federico	TB_chiusura_presa_elettrica		mm	
Data	Assieme			
11/04/2024	Subsistema_Tavola_Saldata			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1 : 3	Alluminio 6061	0,028 kg
Architettura e Design				

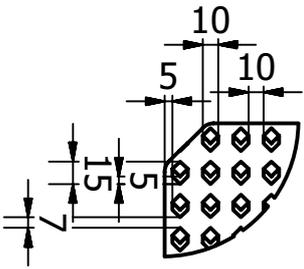
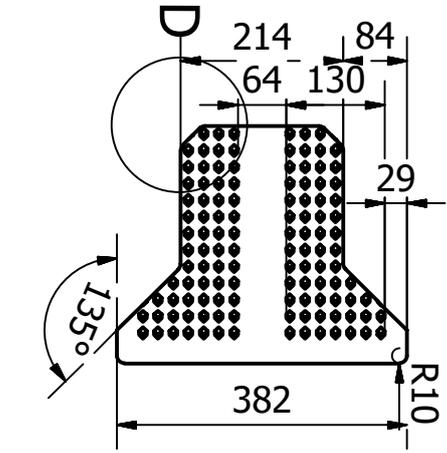
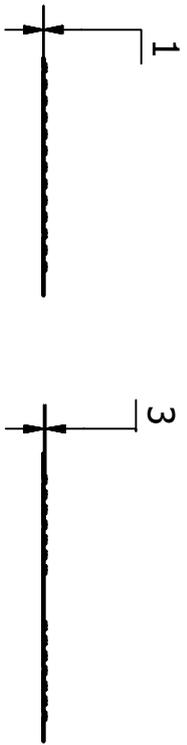
Studente	Titolo		Unità di misura	
Mariani Federico	TB_coperchio_elettronica		mm	
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Tavola_Botola			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1 : 5	Alluminio 6061	0,121 kg
Architettura e Design				



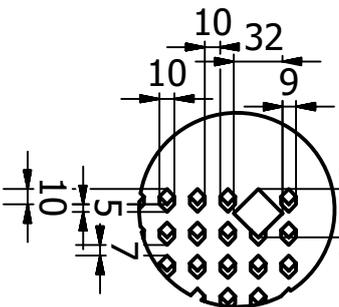
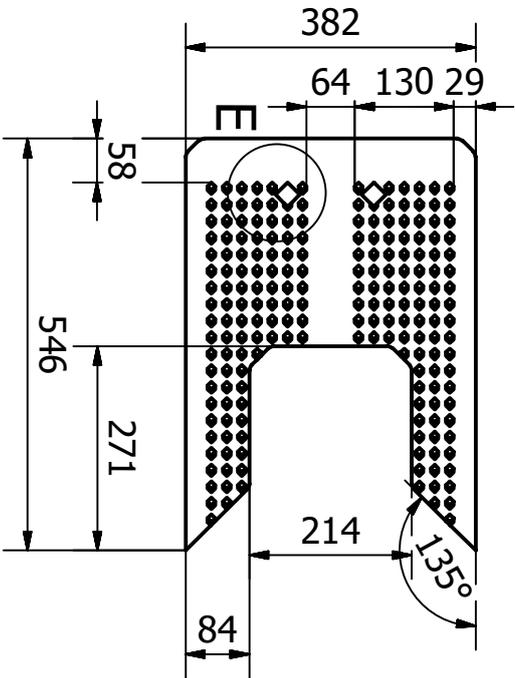
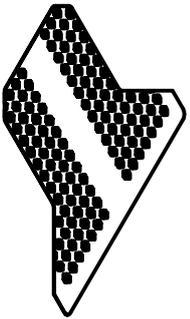
Studente	Mariani Federico	Titolo	TB_gomma_antiscivolo_1	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Assieme	Assieme_Tavola_Botola		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Scala	1:10
Architettura e Design		Materiale	Gomma	Peso	0,057 kg



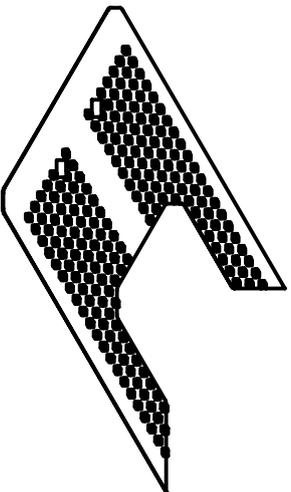
Studente	Mariani Federico	Titolo	TB_gomma_antiscivolo_2	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Assieme	Assieme_Tavola_Botola		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Scala	1:10
Architettura e Design		Materiale	Gomma	Peso	0,224 kg



D (1:5)

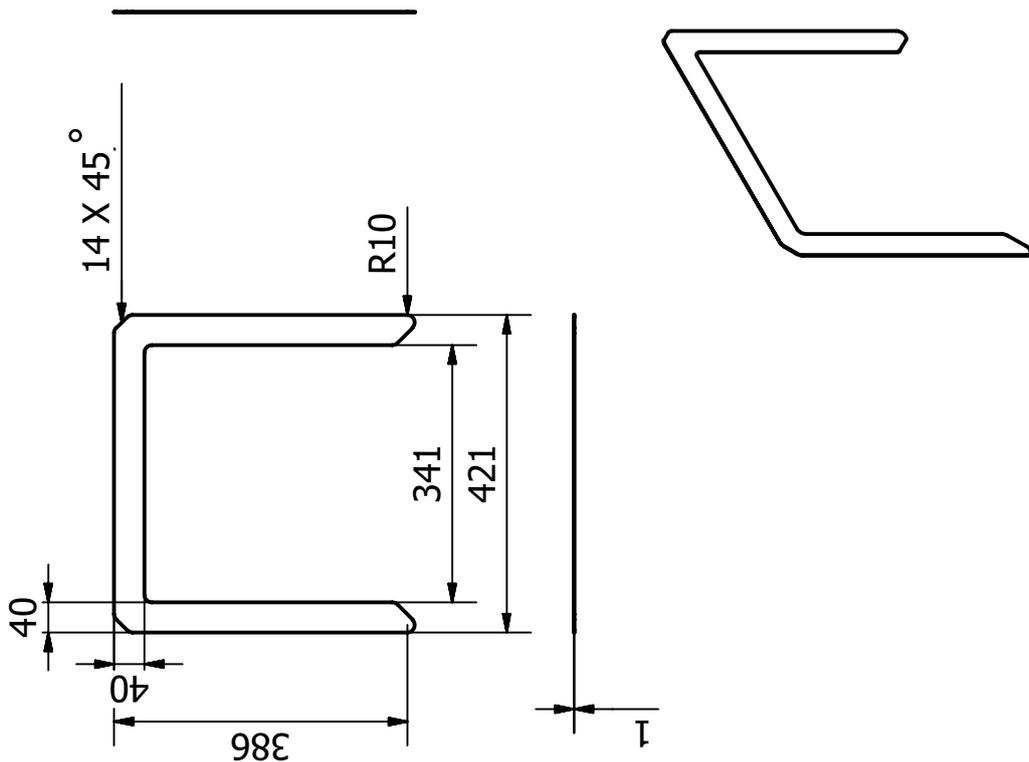


E (1:5)

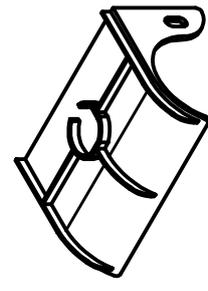
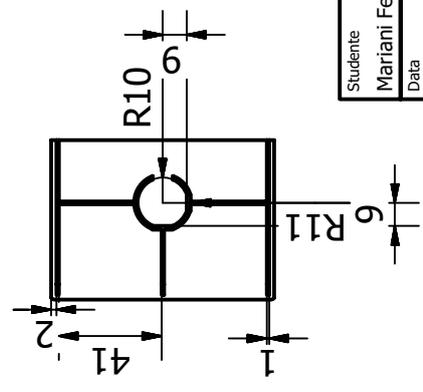
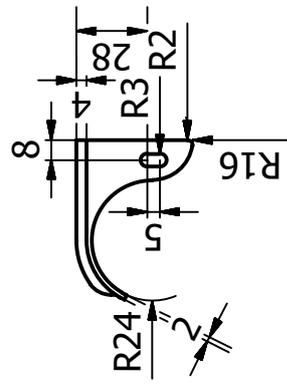
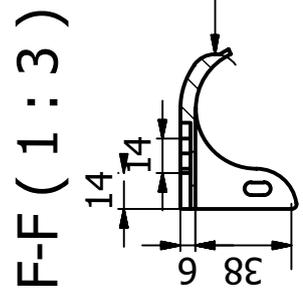
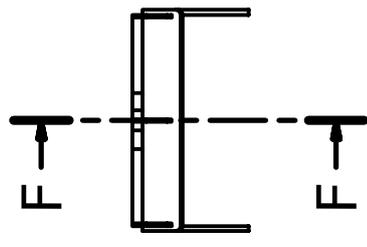
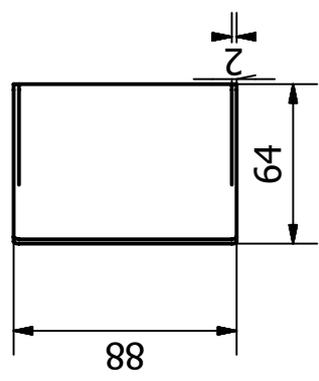


Studente	Titolo			Unità di misura
Mariani Federico	TB_gomma_antiscivolo_3			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Tavola_Botola			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1 : 10	Gomma	0,052 kg
Architettura e Design				

Studente	Titolo			Unità di misura
Mariani Federico	TB_gomma_antiscivolo_blu			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Tavola_Botola			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1:10	Gomma	0,090 kg
Architettura e Design				

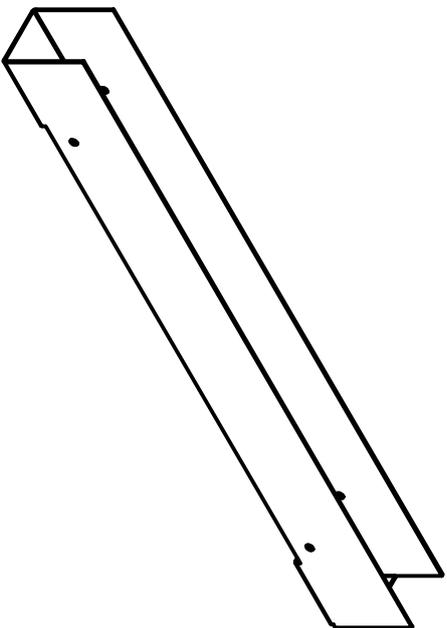
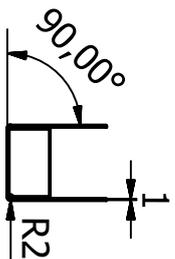
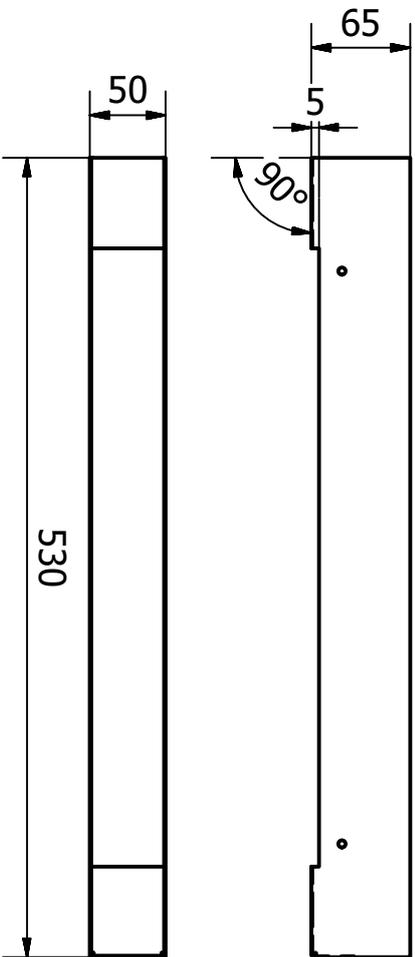
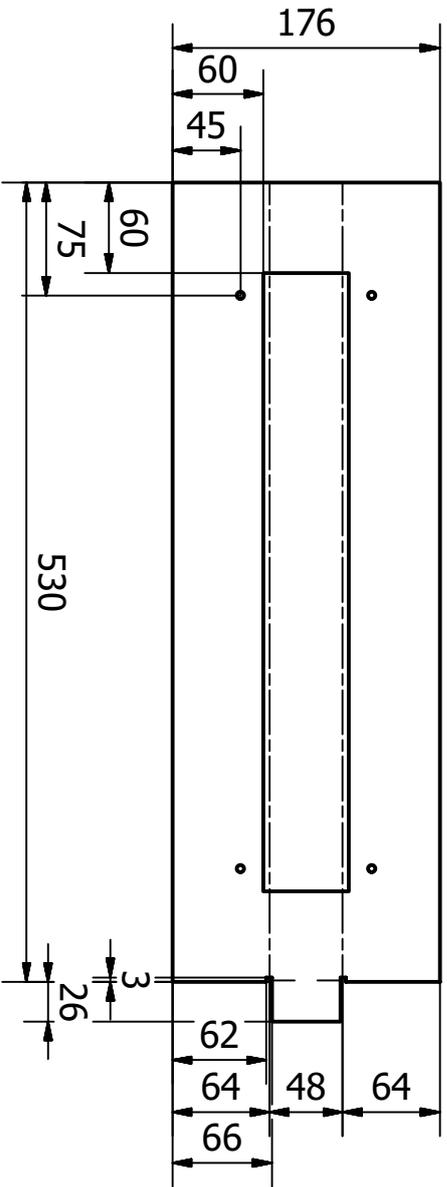


Studente Mariani Federico	Titolo TB_gomma_botola_verde	Unità di misura mm
Data 11/04/2024	Assieme Assieme_Tavola_Botola	
Università di Camerino Scuola di Ateneo Architettura e Design	Foglio A4	Peso 0,021 kg
	Scala 1:10	Materiale Gomma

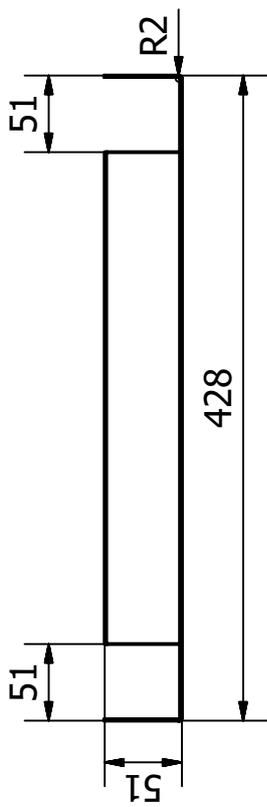


Studente Mariani Federico	Titolo TB_supporto_ancoraggio	Unità di misura mm
Data 11/04/2024	Assieme Assieme_Tavola_Botola	
Università di Camerino Scuola di Ateneo Architettura e Design	Foglio A4	Peso 0,015 kg
	Scala 1:3	Materiale PTFE

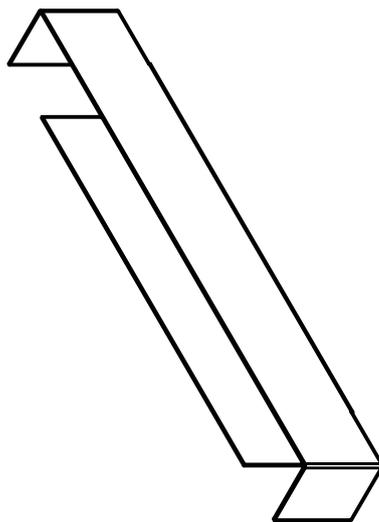
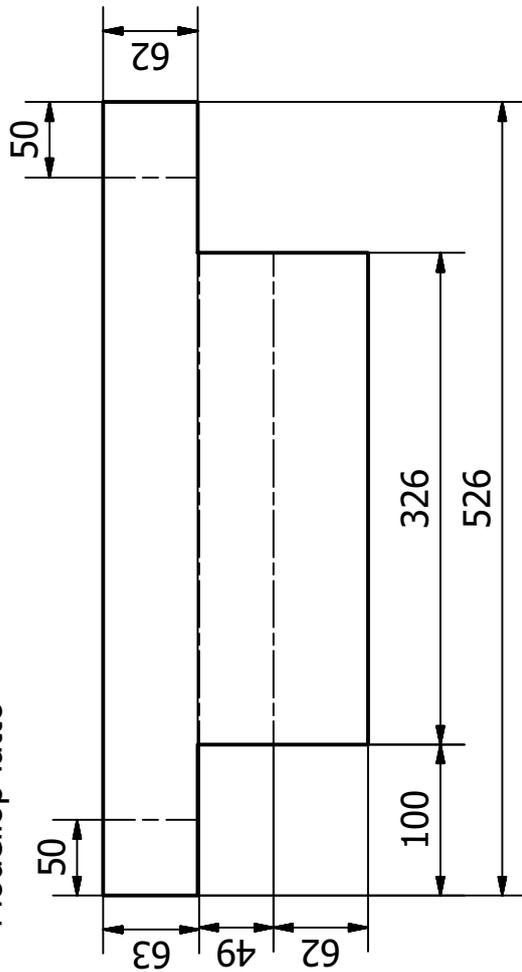
Modello piatto



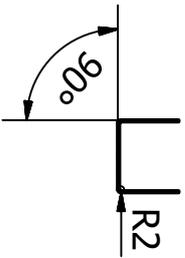
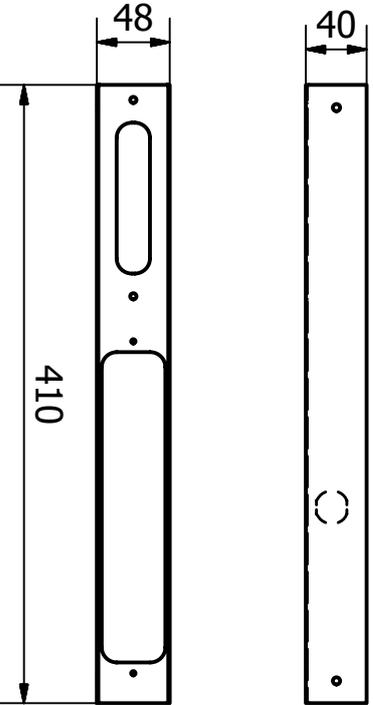
Studente	Titolo	Unità di misura
Marianif ederico	TB_rompritratta_botola	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Subsistema_Botola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1:5
	Materiale	
	Alluminio6 061	
	Peso	
	0,193k g	



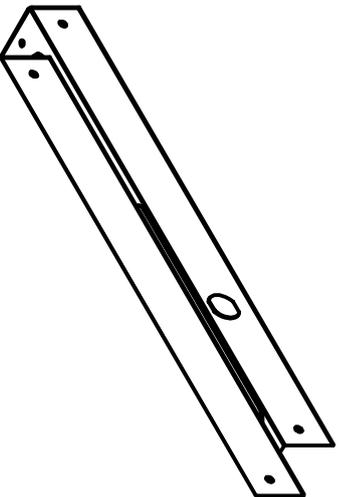
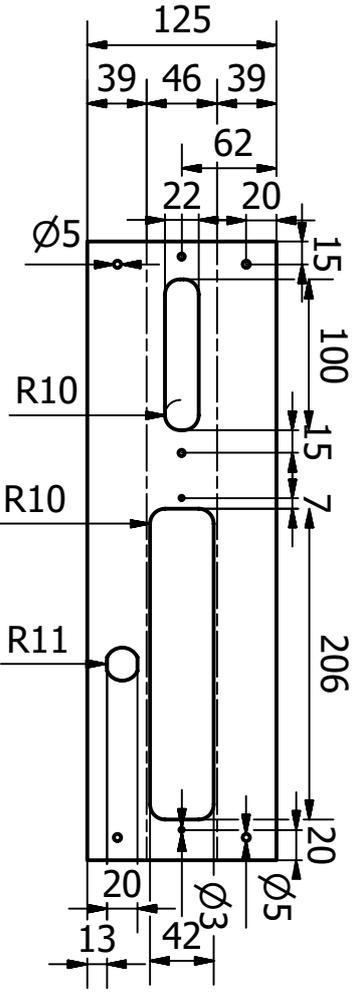
Modello piatto



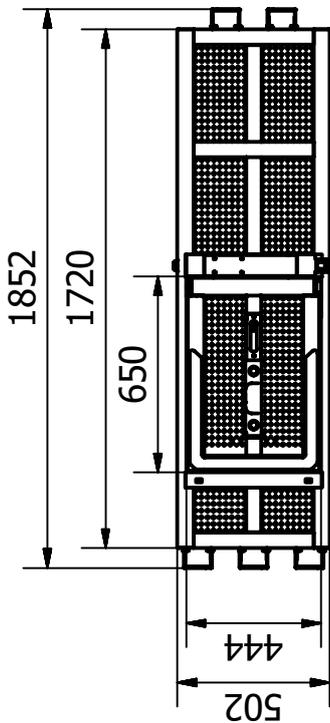
Studente	Mariani F ederico	Titolo		TB_testa_botola	Unità di misura
Data	11/04/2024	Assieme		Subassieme_Botola_Saldata	mm
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Architettura eD esign	A4	1: 5	Alluminio 061		0,187k g



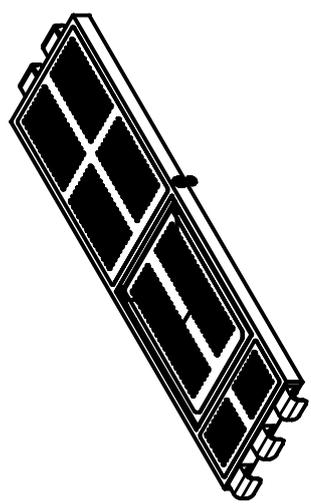
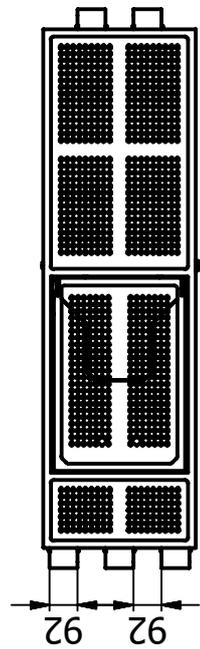
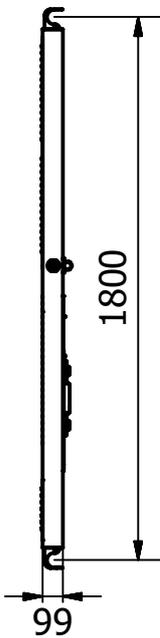
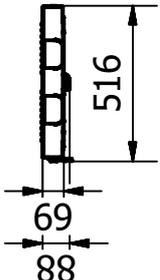
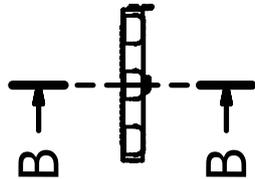
Modello piatto



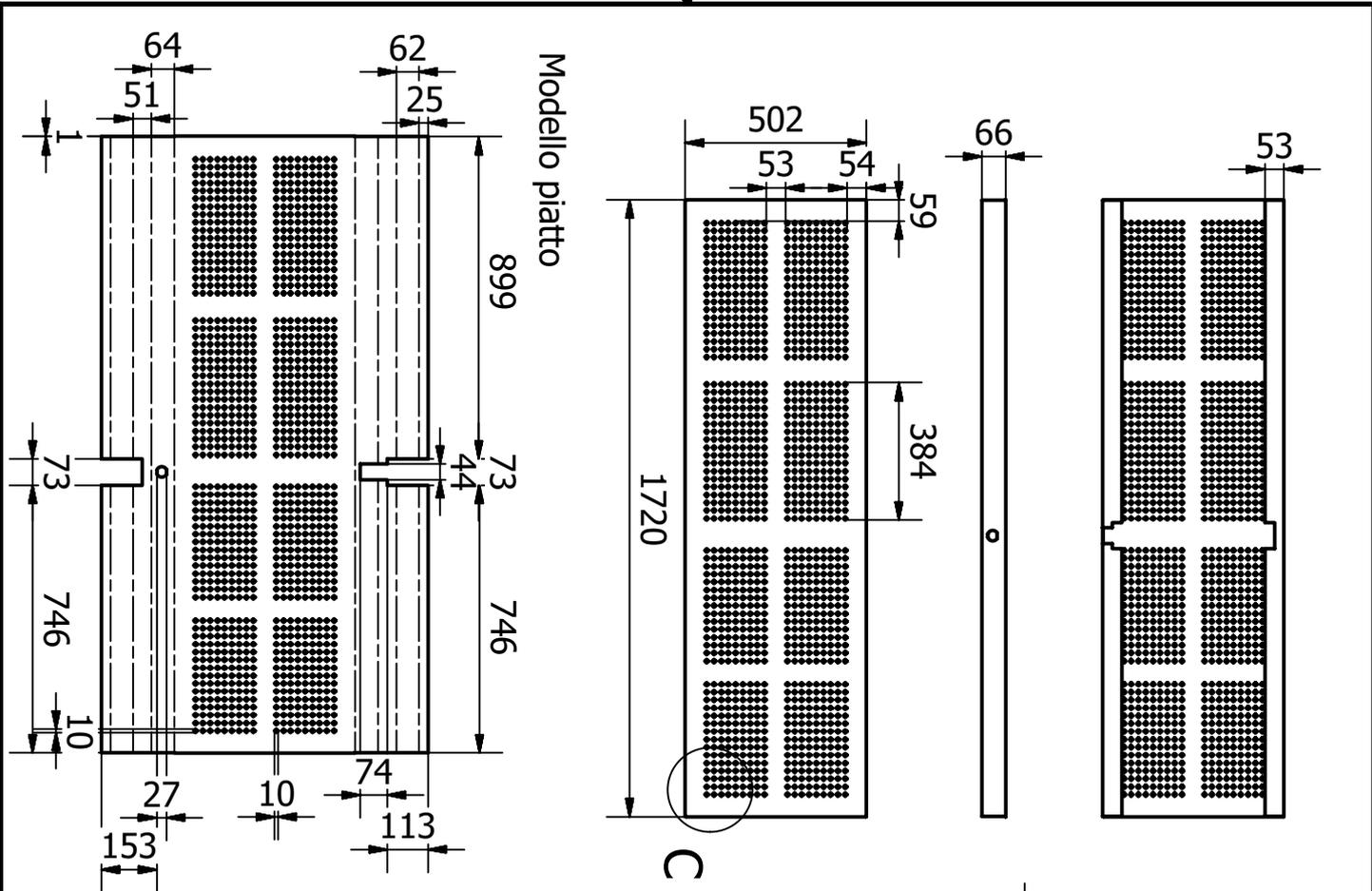
Studiante	MarianiF ederico			Titolo	TB_coperchio_elettronica_botola			Unità di misura	mm
Data	11/04/2024			Asieme	Assieme_Tavola Botola				
Università di Camerino	Scuola di Ateneo			Foglio	A4			Scala	1 : 5
Architettura eD esign								Materiale	Alluminio6 061
								Peso	0,108k g



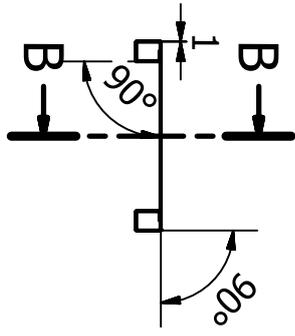
B-B (1 : 25)



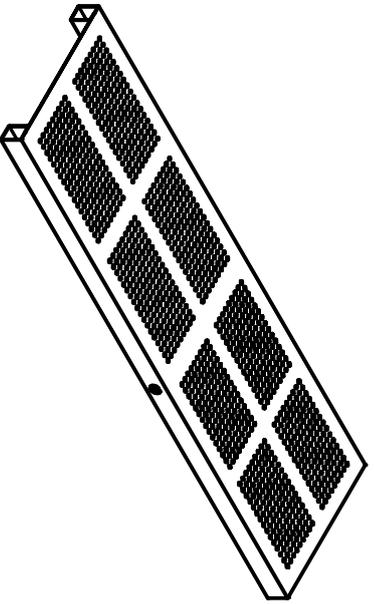
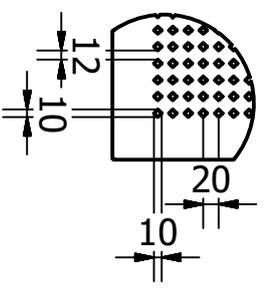
Studente	Titolo	Unità di misura
Mariani Federico	Assieme_Tavola_Botola	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Subassieme_Botola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura e Design	A4	1 : 25
	Materiale	8,777 kg



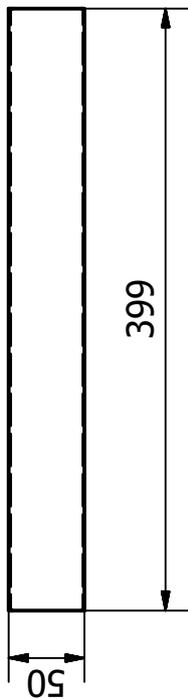
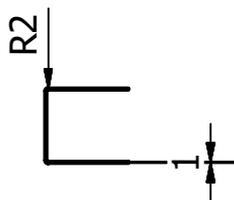
C



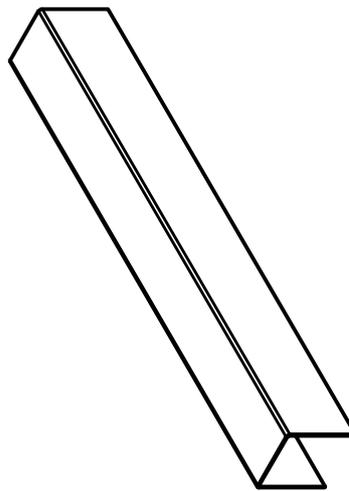
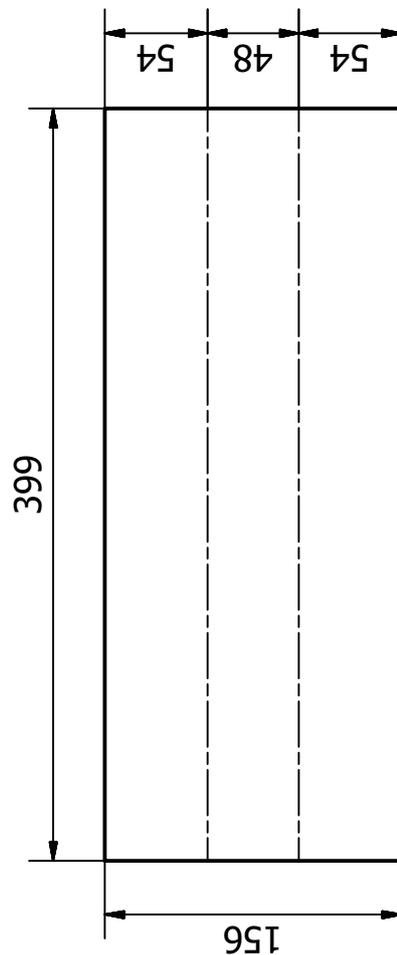
C (1 : 10)



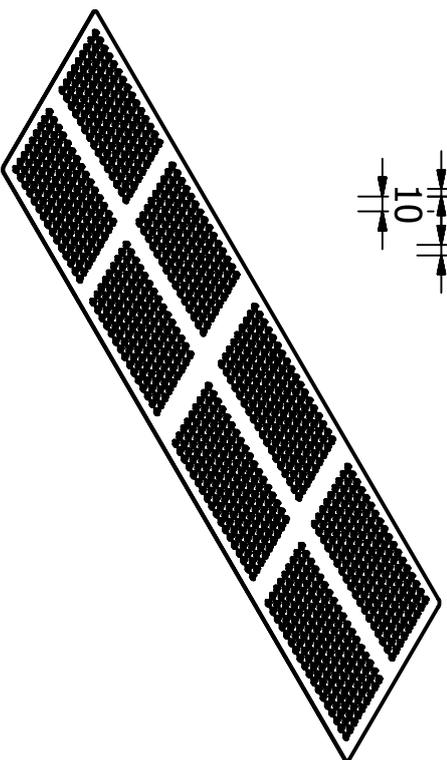
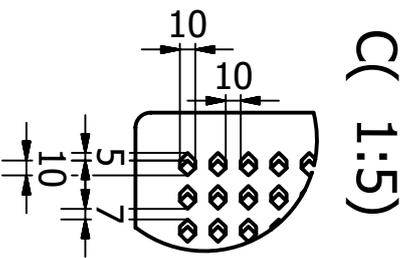
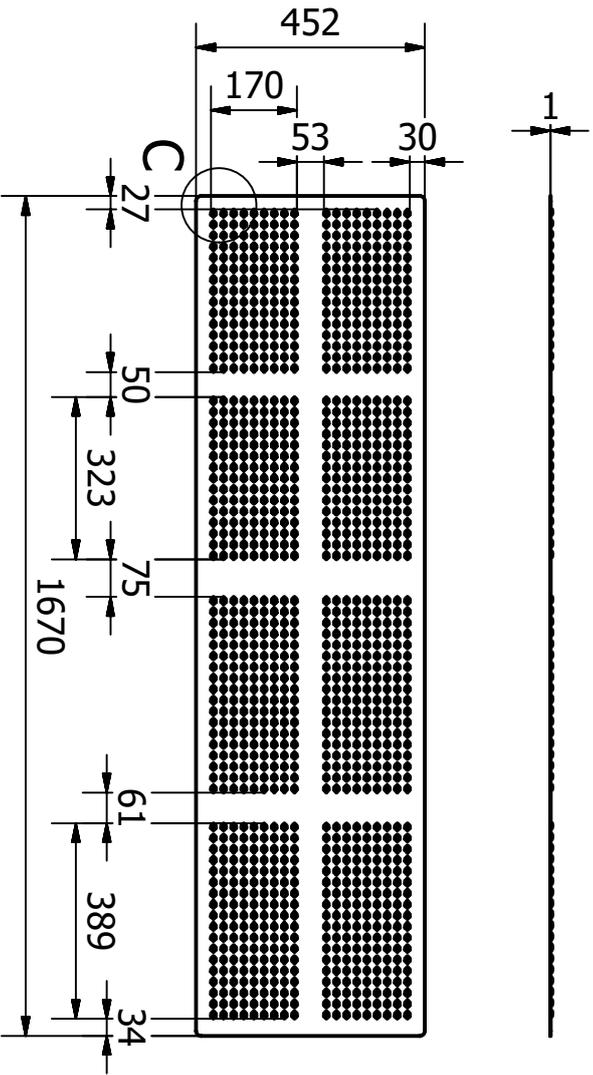
Studiante	Titolo			Unità di misura
Mariani Federico	TP_tavola			mm
Data	Assieme	Foglio	Scala	Materiale
11/04/2024	Subsisteme_Tavola_Saldata	A4	1 : 20	Alluminio 6061
Università di Camerino	Scuola di Ateneo			Peso
Architettura e Design	Architettura e Design			3,984 kg



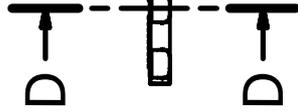
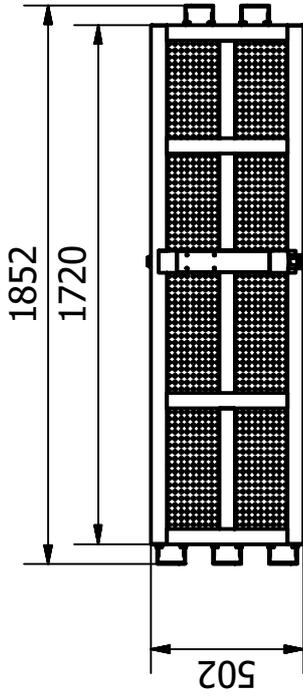
Modello iatto



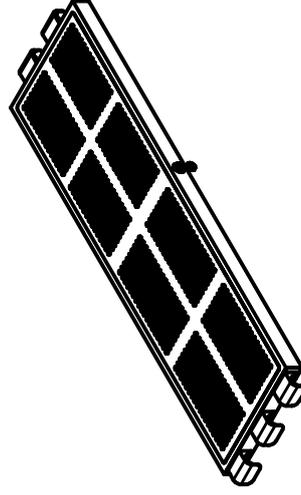
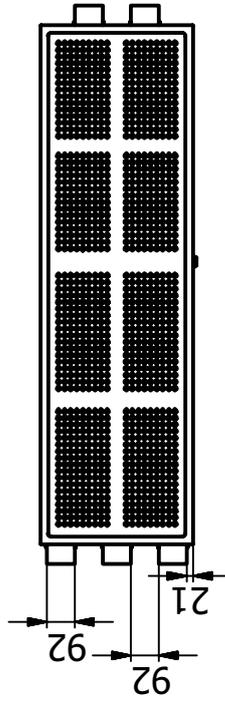
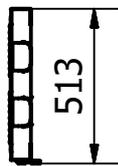
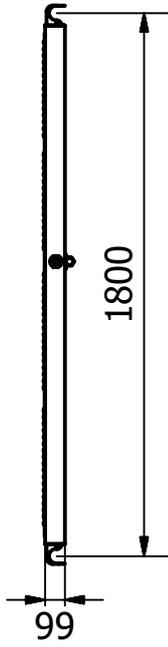
Studente	Titolo	Unità di misura
Mariani F ederico	TP_rompittratta_1	mm
Data	Asieme	
11/04/2024	Subassieme_Tavola_Saldata	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura e Design	A4	1: 5
	Materiale	Alluminio 061
		0,168kg



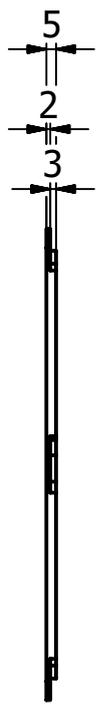
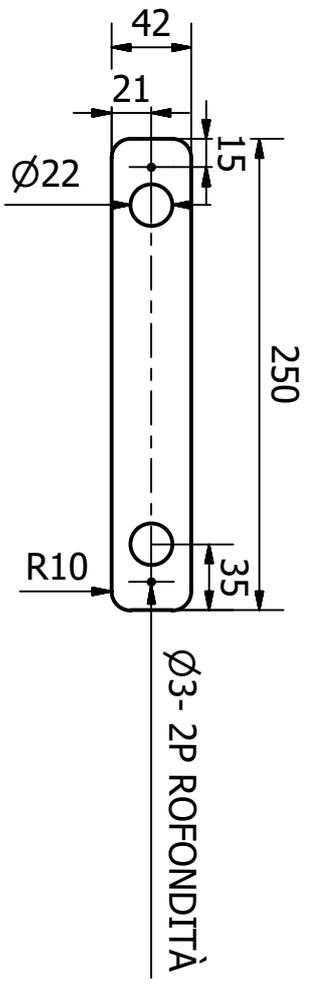
Studente	Titolo			Unità di misura
Marianif ederico	TP_gomma_antiscivolo			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Tavola_Ponteggio			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1: 15	Gomma	0,489k g
Architettura eD esign				



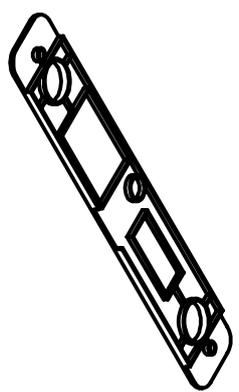
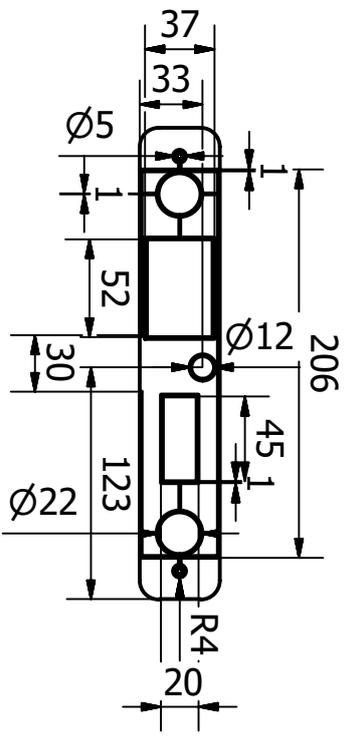
D-D(1:25)



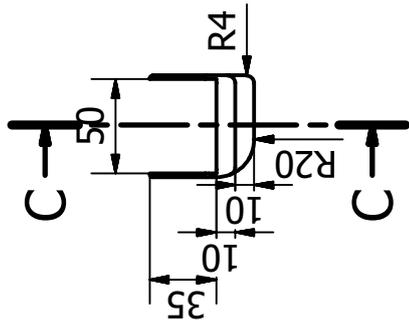
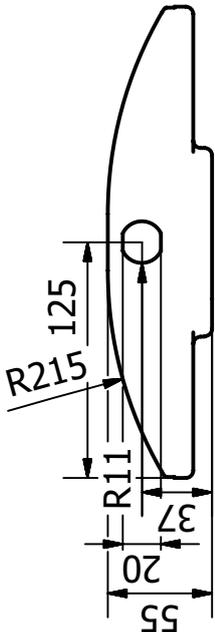
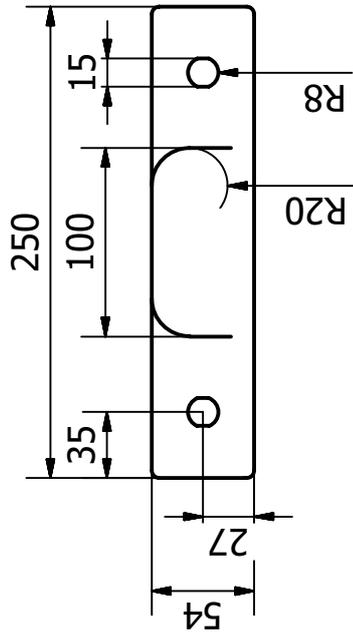
Studente	Titolo	Unità di misura
Mariani F ederico	Assieme_Tavola_Ponteggio	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Assieme_Tavola_Ponteggio	
Università di C amerino	Foglio	Peso
Scuola di A teneo	Scala	10,225 kg
Architettura e D esign	A4	
	1: 25	



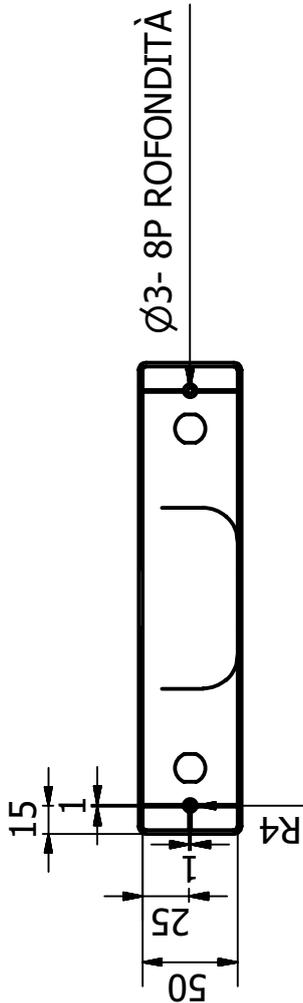
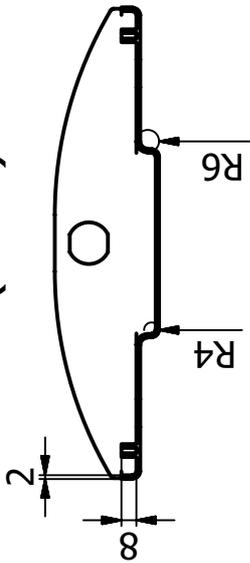
D-D(1:4)



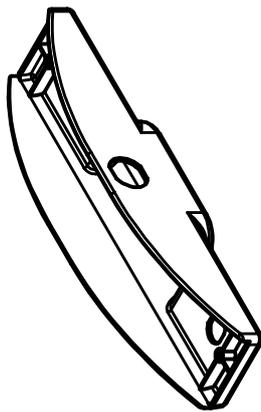
Studente	Marianif ederico	Titolo	PV_case_elettronica	Unitad in Isura	mm
Data	11/04/2024	Assieme	Assieme_Pulsantiera_Verde		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Scala	1: 4
Architettura eD esign				Materiale	Plastica ABS
				Peso	0,024k g



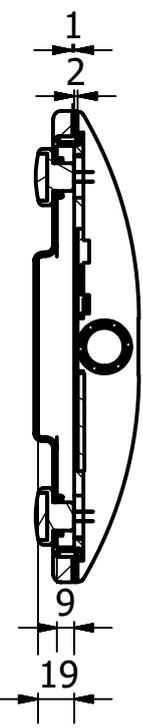
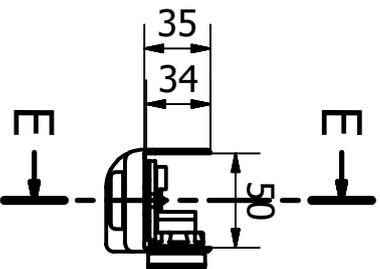
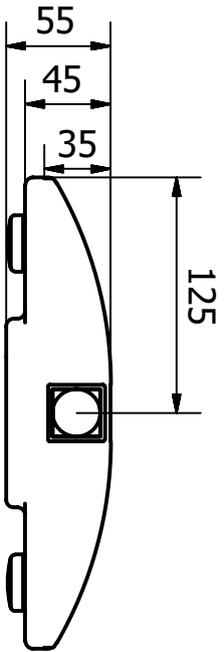
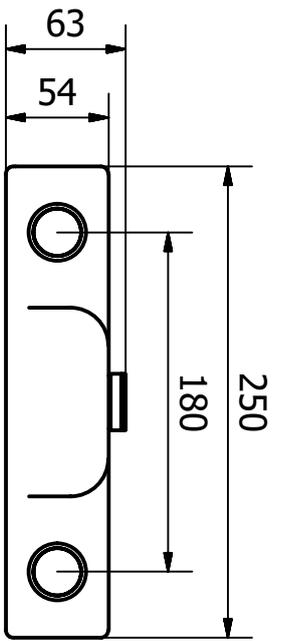
C-C(1:4)



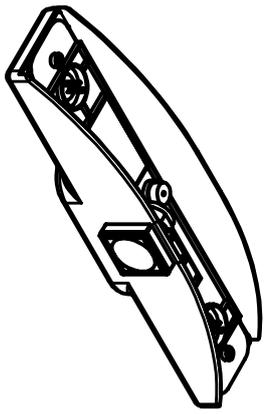
Ø3- 8P ROFONDITÀ



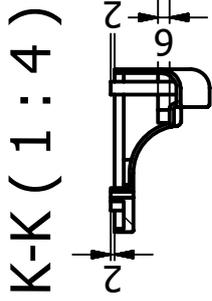
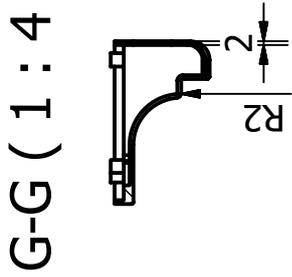
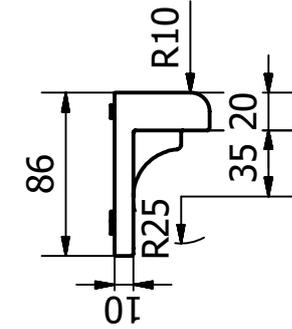
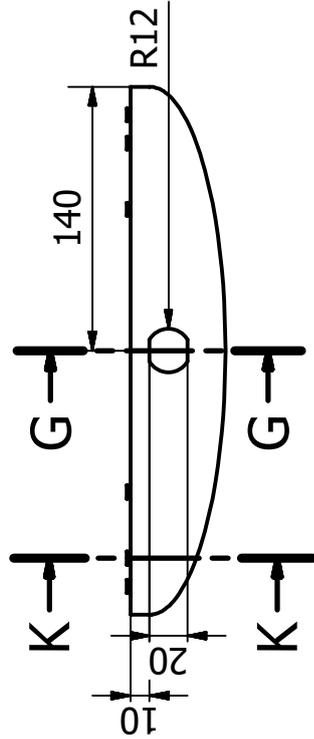
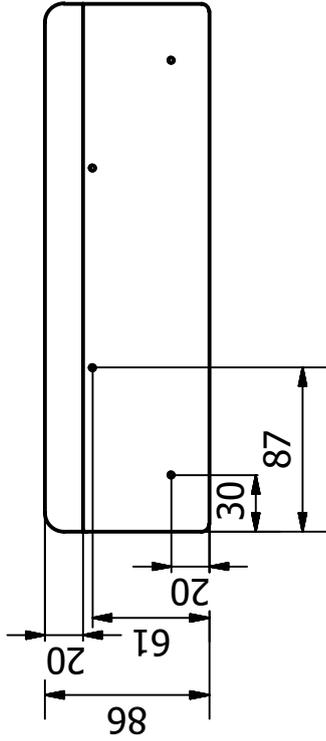
Studente MarianF ederico	Titolo PV_coperchio_case	Unitad im isura mm
Data 11/04/2024	Assieme Assieme_Pulsantiera_Verde	
Università di Camerino Scuola di Ateneo Architettura eD esign	Foglio A4	Scala 1: 4
	Materiale Plastica ABS	Peso 0,068k g



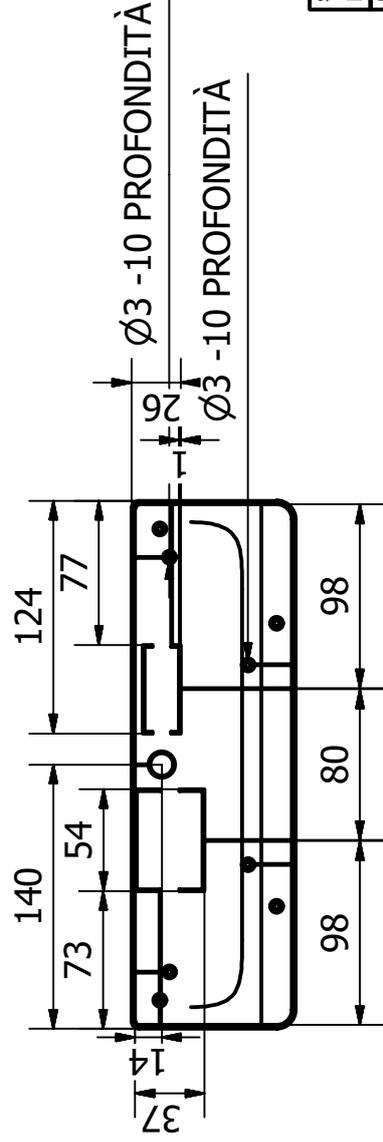
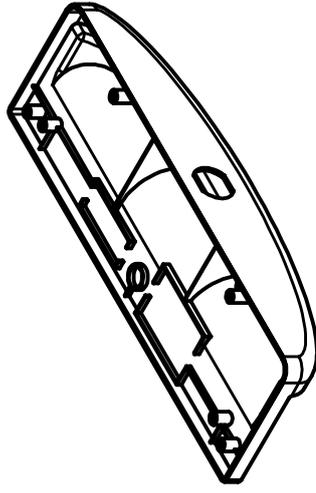
E-E (1:4)



Studente	Titolo			Unitàd in Isura
Martianif ederico	Assieme_Pulsantiera_Verde			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Pulsantiera_Verde			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1: 4		0,136k g
Architettura eD esign				

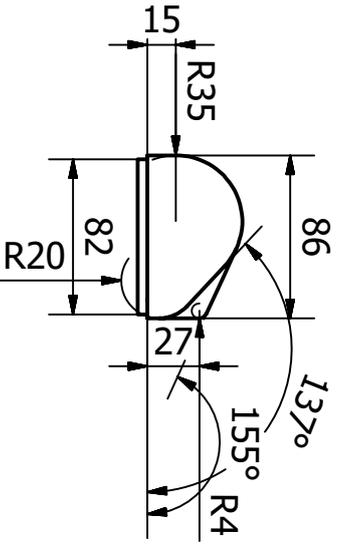
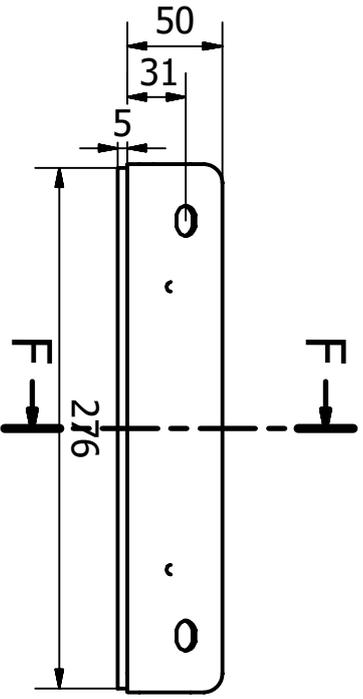
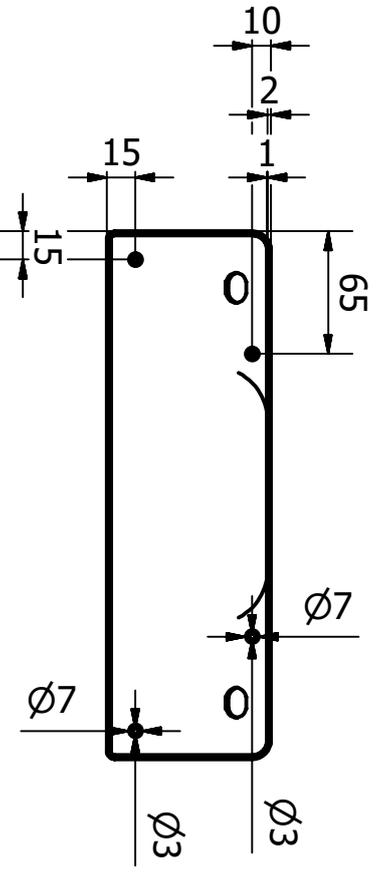


G-G (1 : 4) K-K (1 : 4)

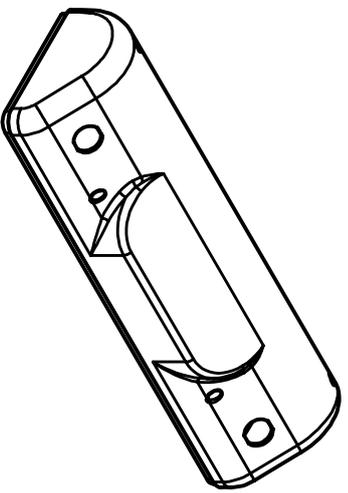
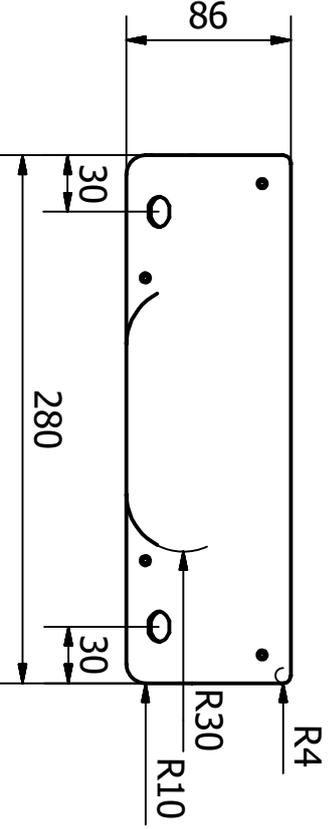
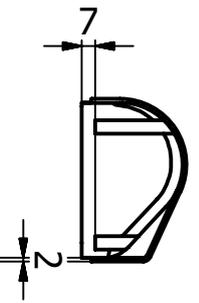


Ø3 -10 PROFONDITÀ
Ø3 -10 PROFONDITÀ

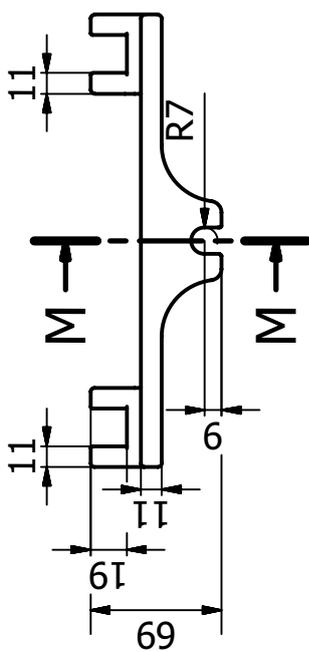
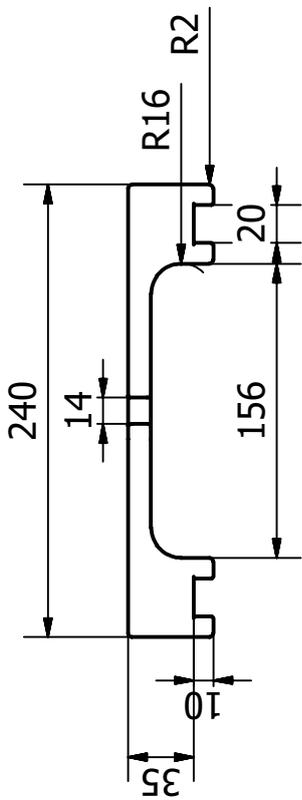
Studente Mariani Federico	Titolo PB_case_elettronica	Unità di misura mm
Data 11/04/2024	Assieme Assieme Pulsantiera Blu	
Università di Camerino Scuola di Ateneo Architettura e Design	Foglio A4	Scala 1 : 4
	Materiale Plastica ABS	Peso 0,100 kg



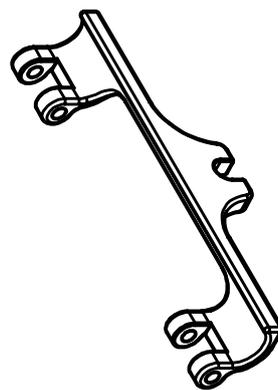
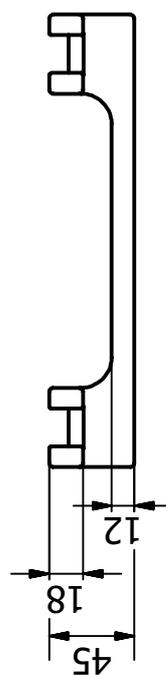
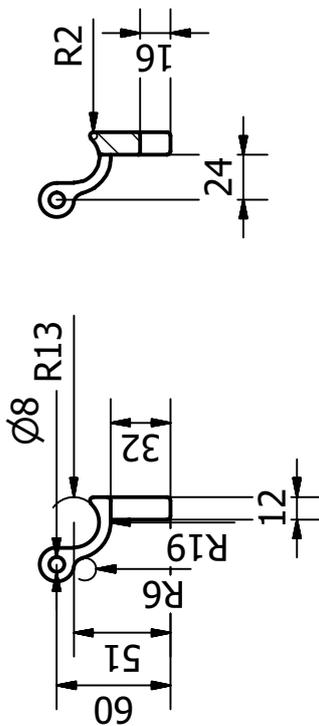
F-F(1:4)



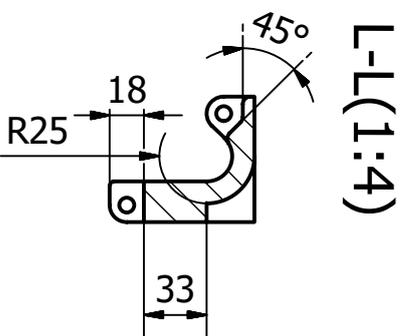
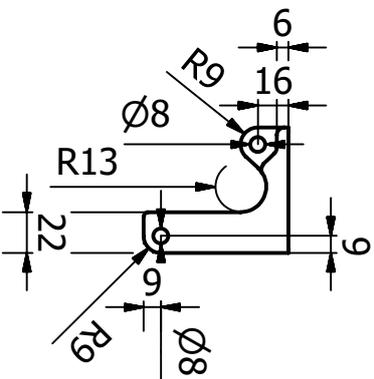
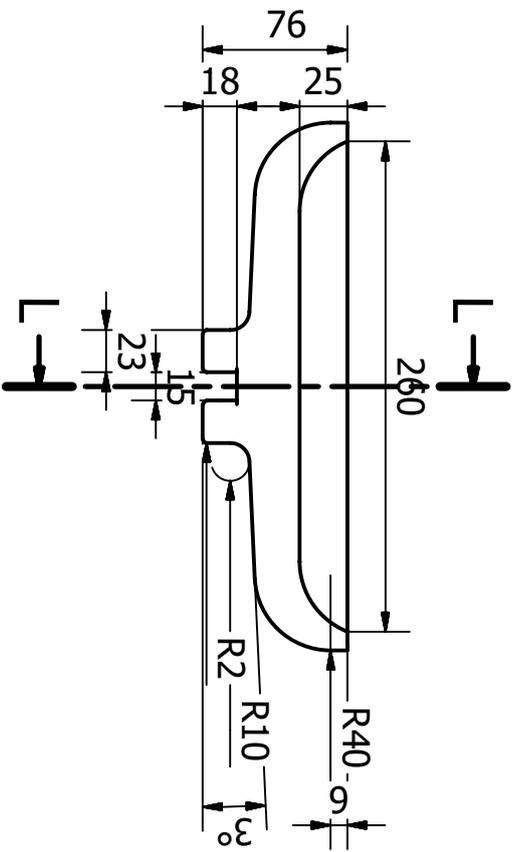
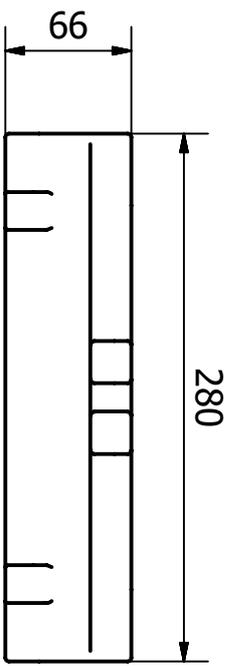
Studente	Marianif ederico			Titolo	PB_coperchio_case			Unitad in Isura
Data	11/04/2024			Assieme	Assieme_Pulsantiera_Blu			mm
Università di Camerino	Scuola di Ateneo			Foglio	A4			Peso
Architettura eD esign	Architettura eD esign			Scala	1: 4			
Materiale				Plastica ABS				0,104k g



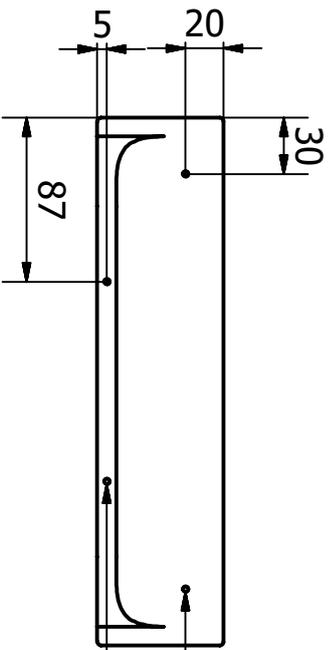
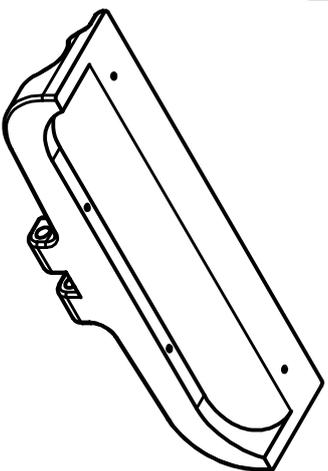
M-M(1:4)



Studente	Titolo	Unità di misura
MarianiF ederico	PB_morsetto_1	mm
Data	Asieme	
11/04/2024	Assieme_Pulsantiera_Blu	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 4
	Materiale	Alluminio061
		0,177kg

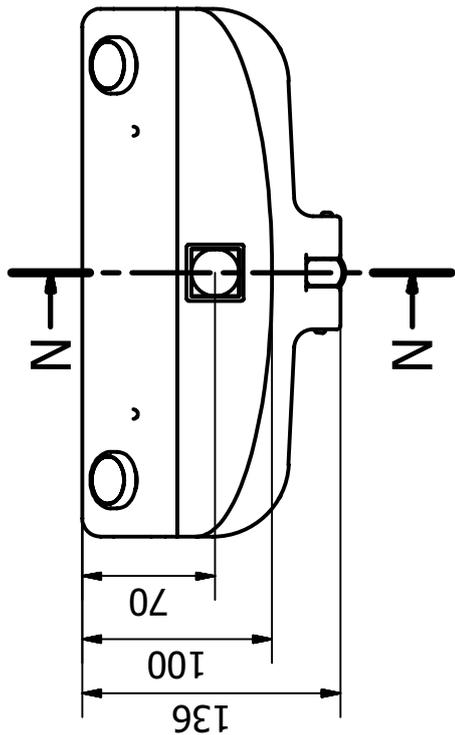
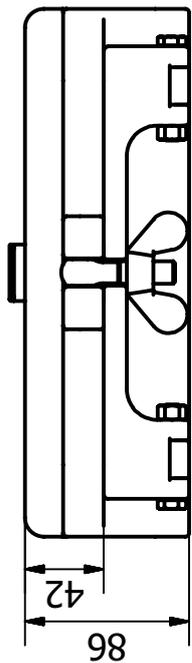


L-L(1:4)

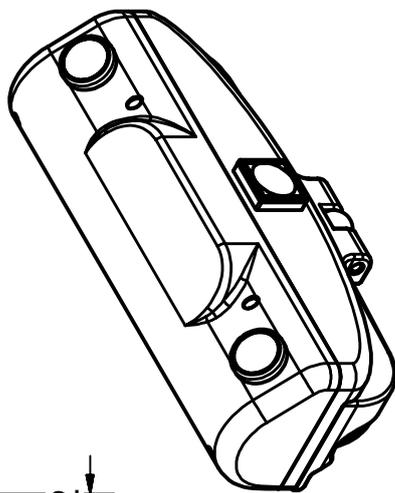
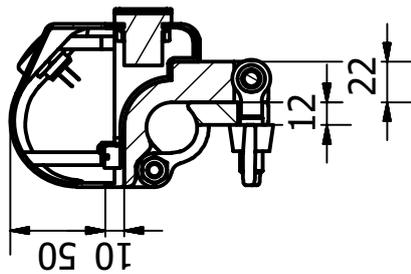
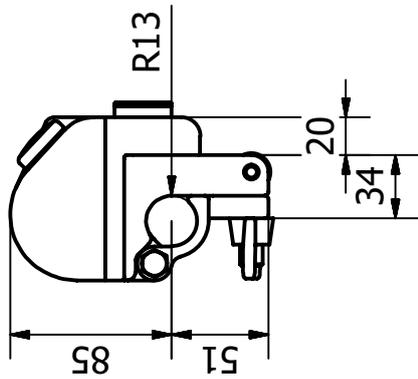


Ø3- 10 PROFONDITÀ
Ø3- 10 PROFONDITÀ

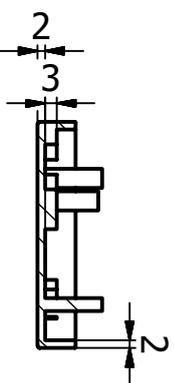
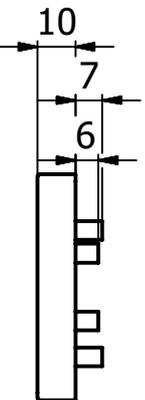
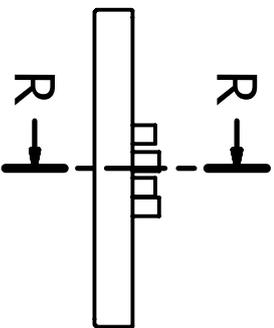
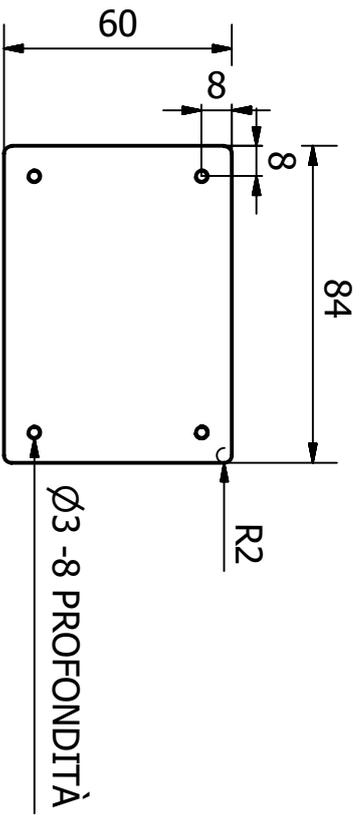
Studente	Marianif ederico			Titolo	PB_morsetto_2			Unità in Isura
Data	11/04/2024			Assieme	Assieme_Pulsantiera_Blu			mm
Università di Camerino	Scuola di Ateneo			Foglio	A4			
Architettura eD esign	I: 4			Scala	1: 4			
	Alluminio6 061			Materiale	Alluminio6 061			
	0,981k g			Peso	0,981k g			



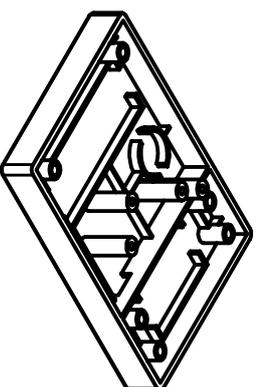
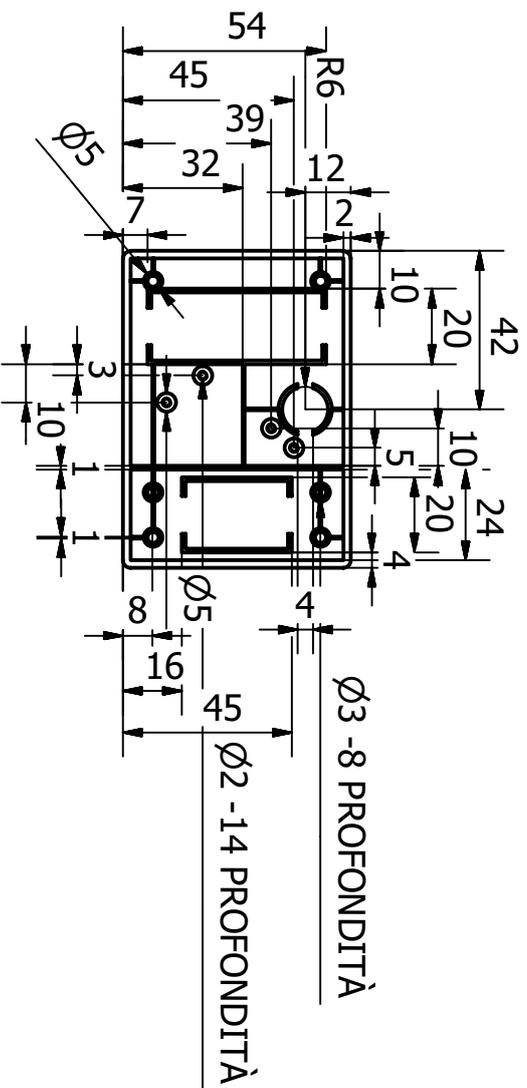
N-N(1:4)



Studente	Titolo	Unità di misura
MarianiF ederico	Assieme_Pulsantiera_Blu	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Assieme_Pulsantiera_Blu	Peso
Università di Camerino	Foglio	Materiale
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 4
		1,620kg

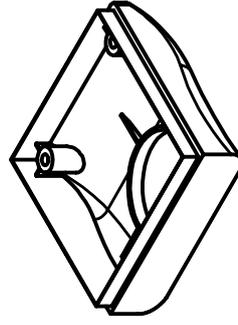
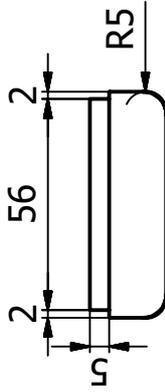
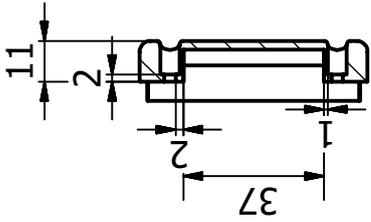
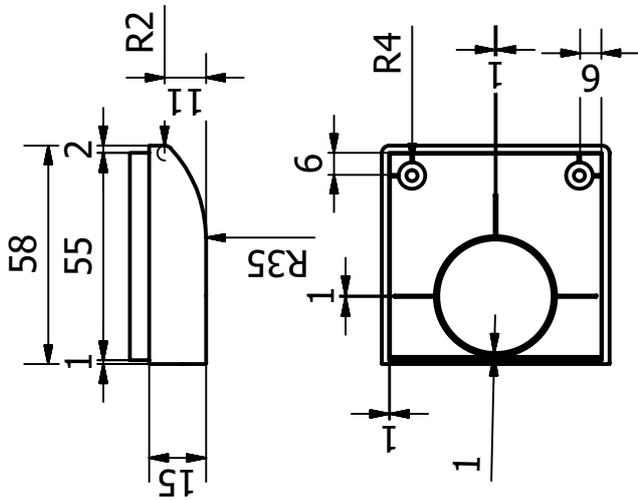
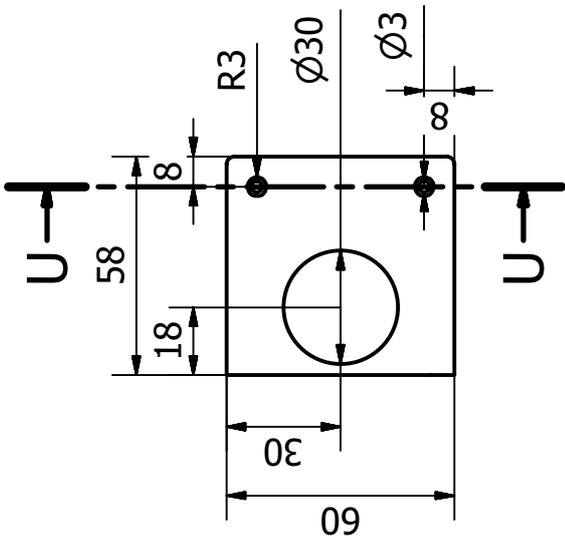


R-R (1 : 2)

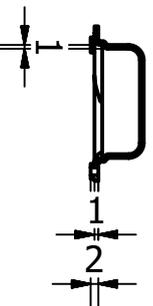
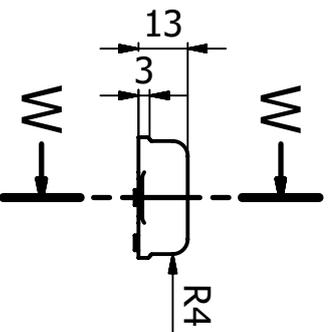
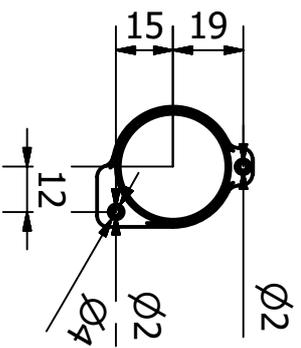


Studente	Titolo			Unità di misura
Mariani Federico	DL_case_elettronica			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Dispositivo_Livellamento			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1 : 2	Plastica ABS	0,018 kg
Architettura e Design				

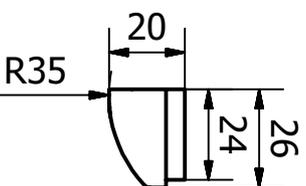
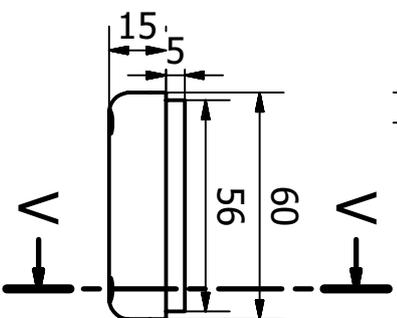
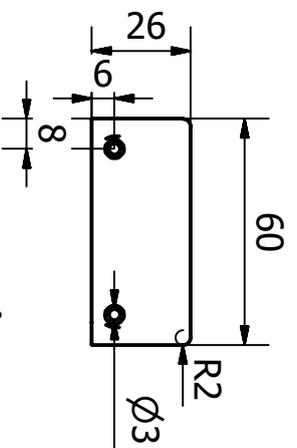
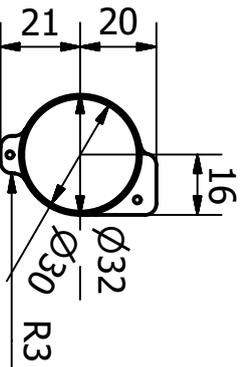
U-U(1:2)



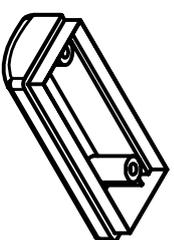
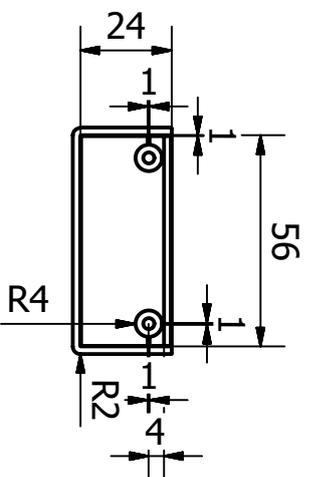
Studente	Titolo	Unità di misura
Mariani F ederico	DL_coperchio_elettronica	mm
Data	Asieme	
11/04/2024	Asieme_Dispositivo_Livellamento	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 2
	Materiale	Plastica ABS
		0,012kg



W-W (1 : 2)

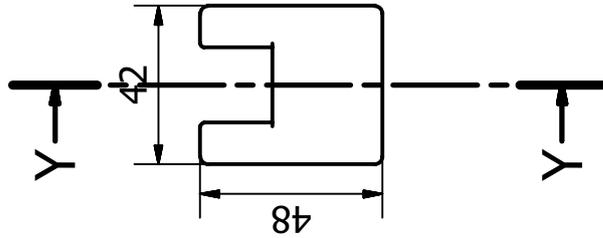
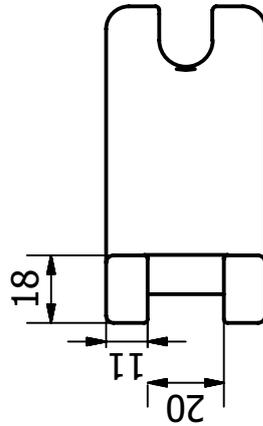
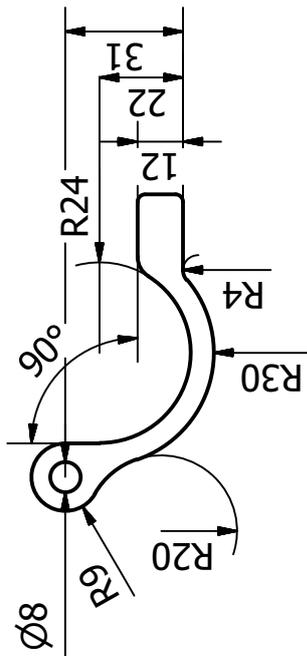
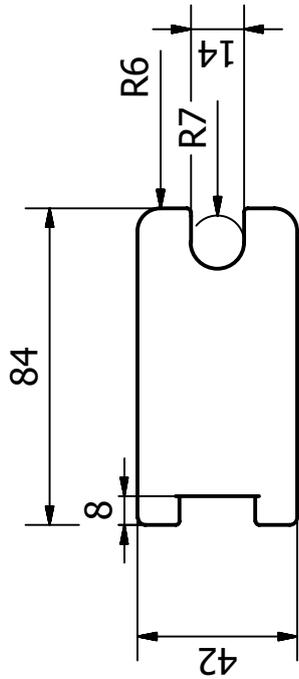


V-V (1 : 2)

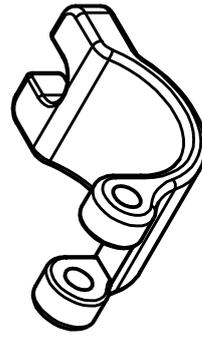
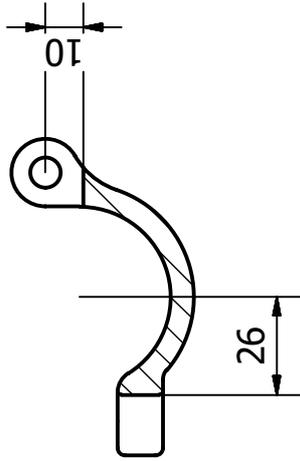


Studiante Martiani Federico	Titolo DL_luce_segnaillazione		Unità di misura mm	
Data 11/04/2024	Assieme Assieme_Dispositivo_Livellamento		Foglio A4	
Università di Camerino	Scala 1 : 2		Materiale Polycarbonato, Trasparente	
Scuola di Ateneo Architettura e Design	Peso 0,002 kg			

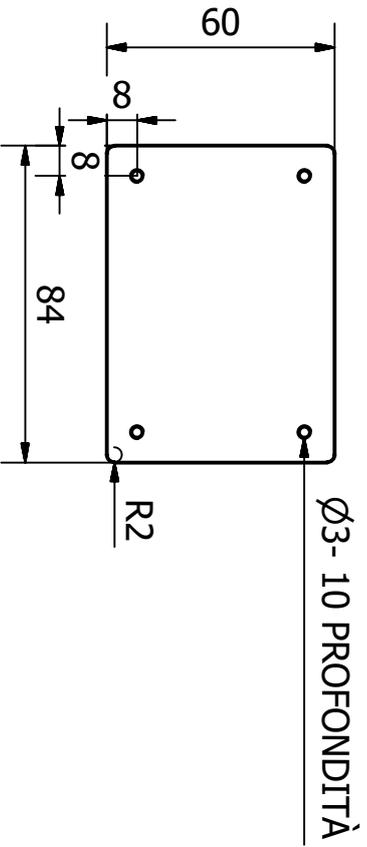
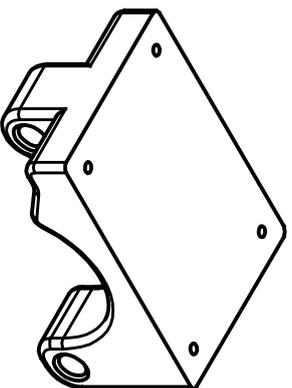
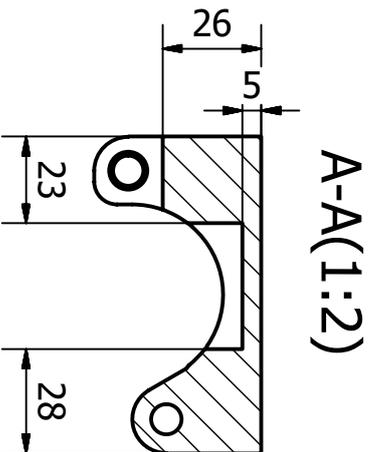
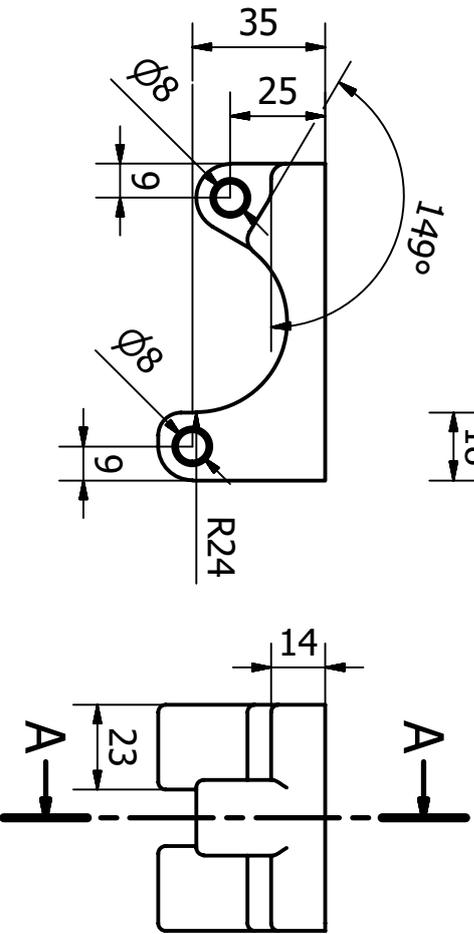
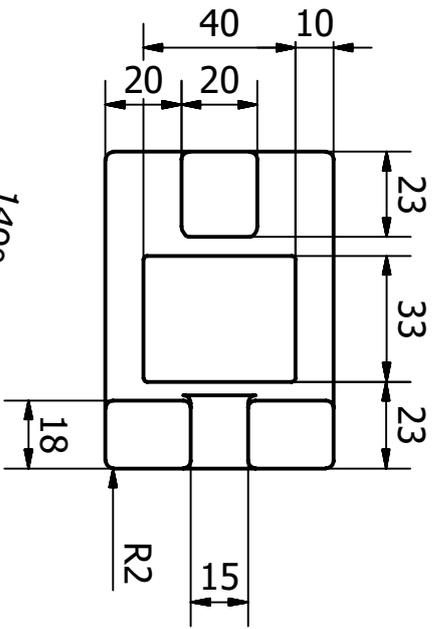
Studiante Martiani Federico	Titolo DL_coperchio_batteria		Unità di misura mm	
Data 11/04/2024	Assieme Assieme_Dispositivo_Livellamento		Foglio A4	
Università di Camerino	Scala 1 : 2		Materiale Plastica ABS	
Scuola di Ateneo Architettura e Design	Peso 0,007 kg			



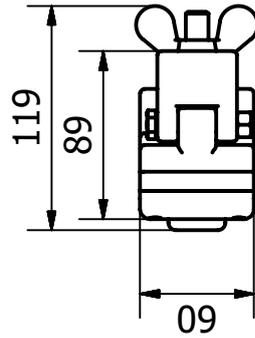
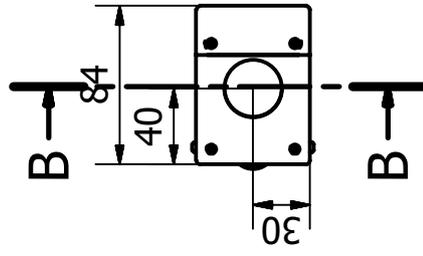
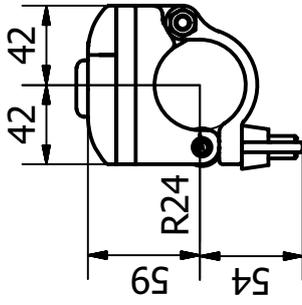
Y-Y(1:2)



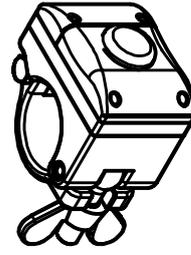
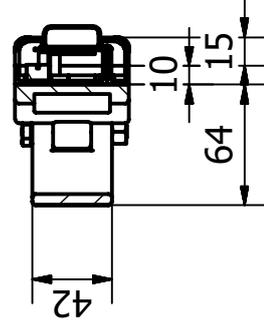
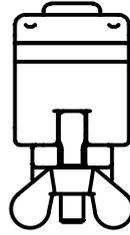
Studente	Titolo	Unità di misura
MarianiF ederico	DL_morsetto_1	mm
Data	Asieme	
11/04/2024	Asieme_Dispositivo_Livellamento	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eDesign	A4	1: 2
	Materiale	Alluminio061
		0,080kg



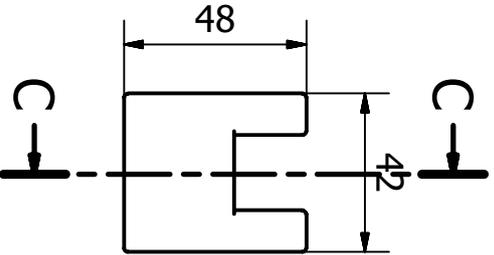
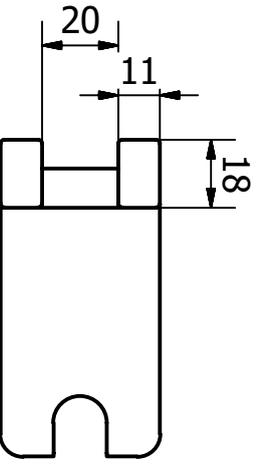
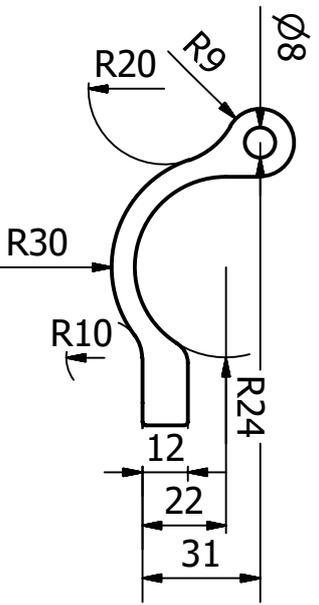
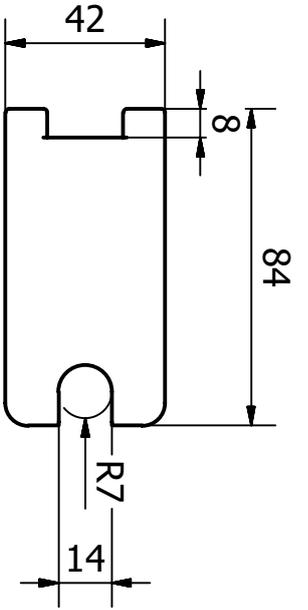
Studiante	Marianif ederico	Titolo	DL_morsetto_2	Unitad in Isura	mm
Data	11/04/2024	Assieme	Assieme_Dispositivo_Livellamento		
Università di Camerino		Foglio	A4	Scala	1: 2
Scuola di Ateneo				Materiale	Alluminio6 061
Architettura eD esign				Peso	0,252k g



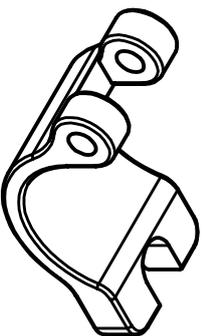
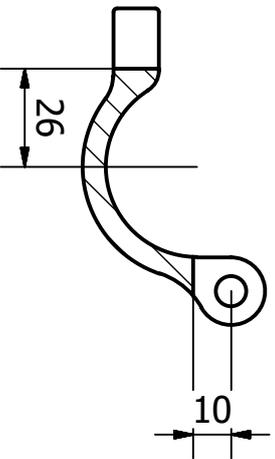
B-B(1:4)



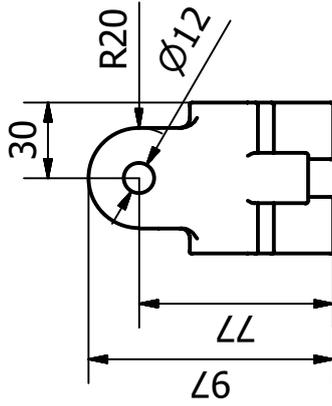
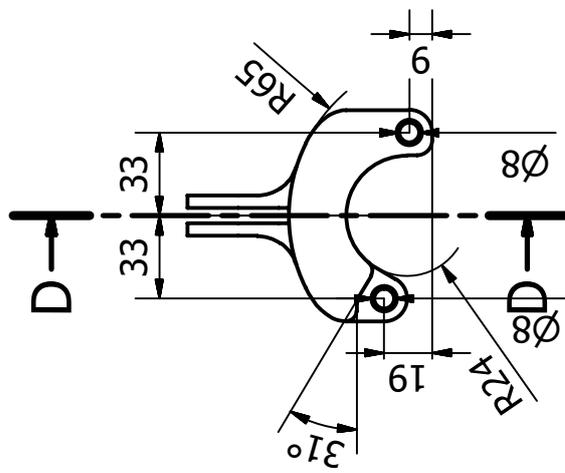
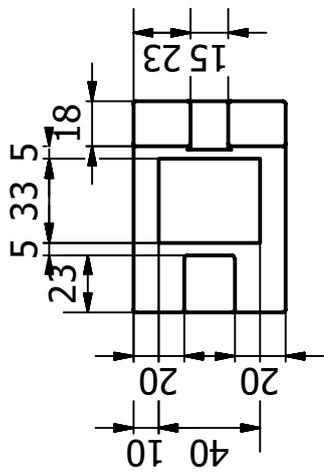
Studente	Titolo	Unità di misura
MarianiF ederico	Assieme_Dispositivo_Livellamento	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Assieme_Dispositivo_Livellamento	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura eD esign	A4	1: 4
		0,562k g



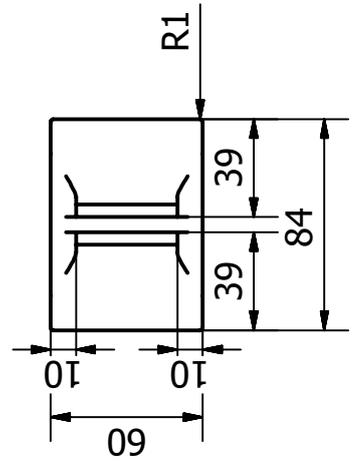
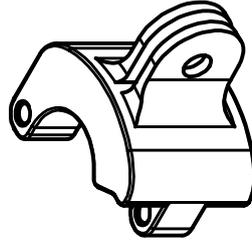
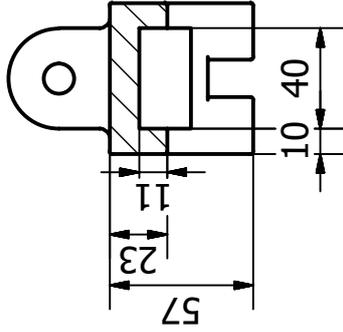
C-C(1:2)



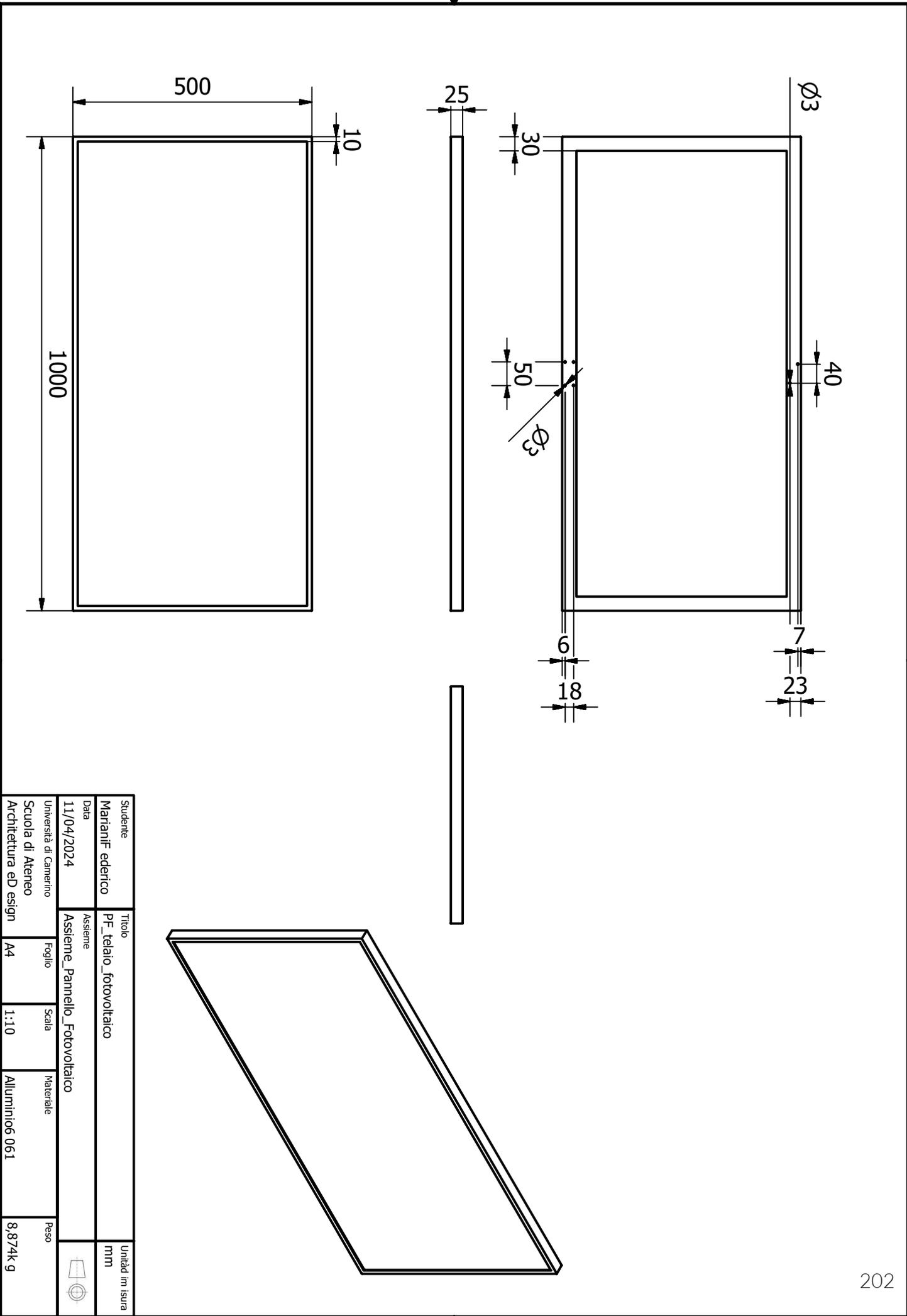
Studente	Titolo			Unità di misura
Marianif ederico	PF_morsetto_1			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Subsistema_Morsetto_Pannello			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1: 2	Alluminio6 061	0,081k g
Architettura eD esign				



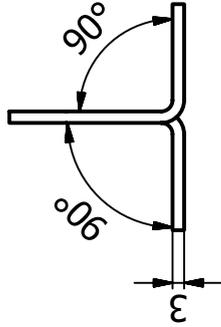
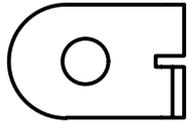
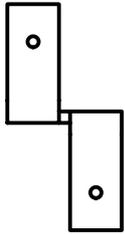
D-D (1:3)



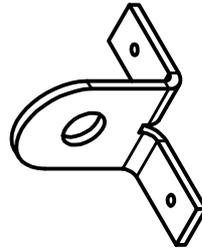
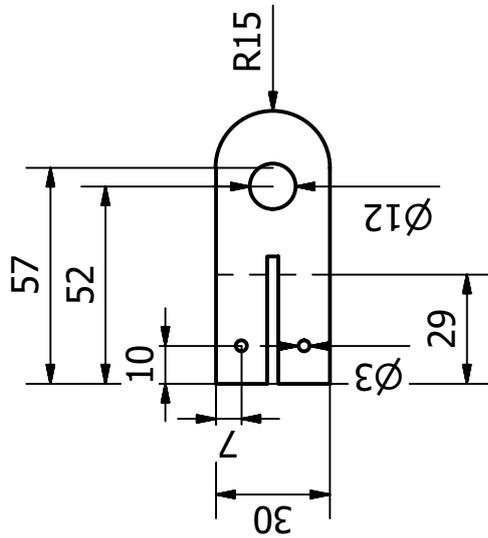
Studente	Titolo	Unità di misura	
Mariani Federico	PF_morsetto_2	mm	
Data	Asieme		
11/04/2024	Subassieme_Morsetto_Pannello		
Università di Camerino Scuola di Ateneo Architettura e Design	Foglio	Peso	
	A4	1 : 3	Alluminio 6061
	Scala	Materiale	
	1 : 3	Alluminio 6061	0,377 kg



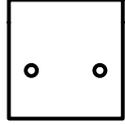
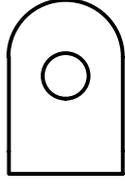
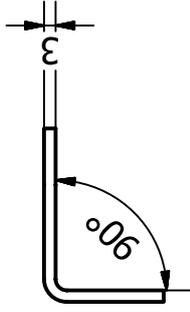
Studente	Titolo			Unità di misura
Marianif ederico	PF_telaio_fotovoltaico			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Pannello_Fotovoltaico			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1:10	Alluminio6 061	8,874k g
Architettura eD esign				



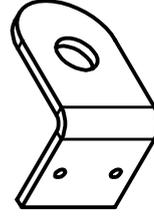
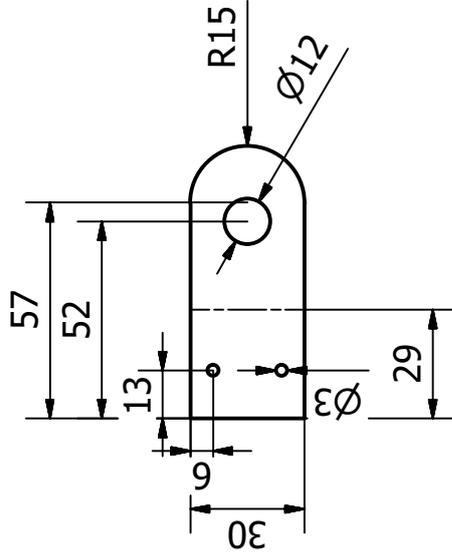
Modello Piatto



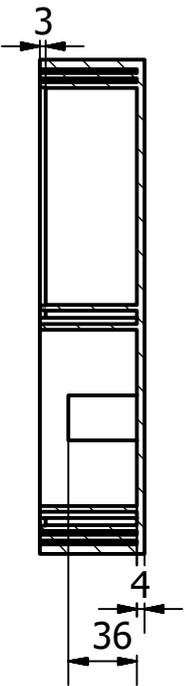
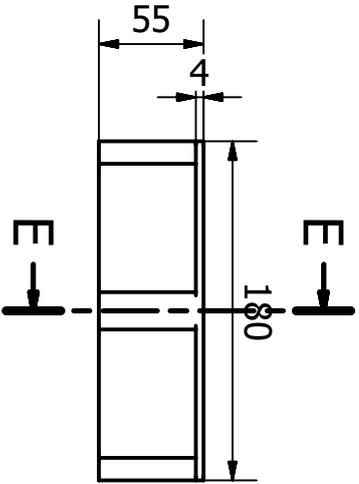
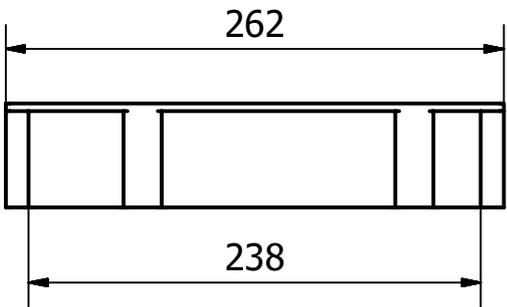
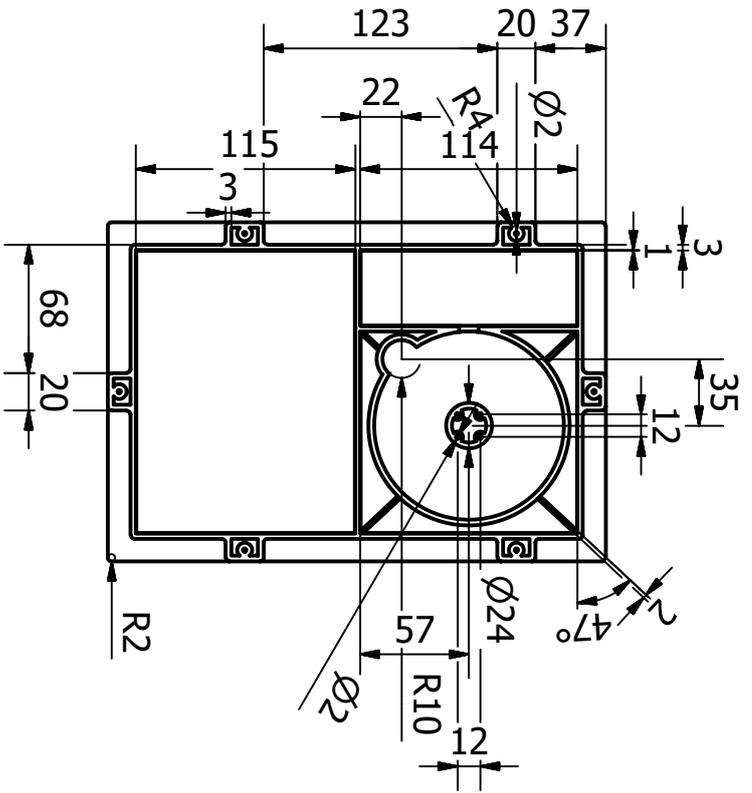
Studente	Mariani F ederico	Titolo	PF_flangia_2	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Assemble	Subsistema_Morsetto_Pannello		
Università di Camerino		Foglio	A4	Scala	1: 2
Scuola di Ateneo		Materiale	Acciaio, Dolce	Peso	0,044k g
Architettura eD esign					



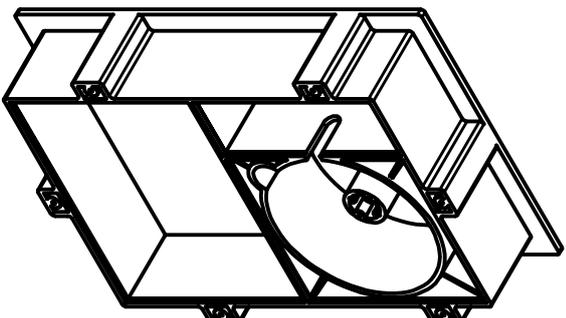
Modello P iatto



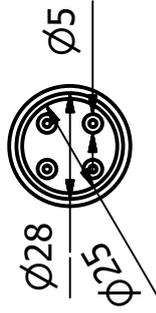
Studente	Mariani F ederico	Titolo	PF_flangia_1	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Assemble	Subsistema_Morsetto_Pannello		
Università di Camerino		Foglio	A4	Scala	1: 2
Scuola di Ateneo		Materiale	Acciaio, Dolce	Peso	0,046k g
Architettura eD esign					



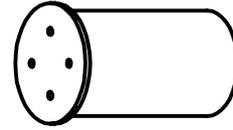
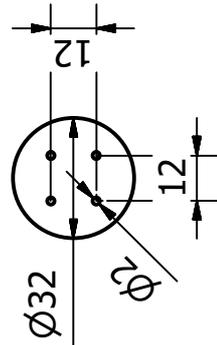
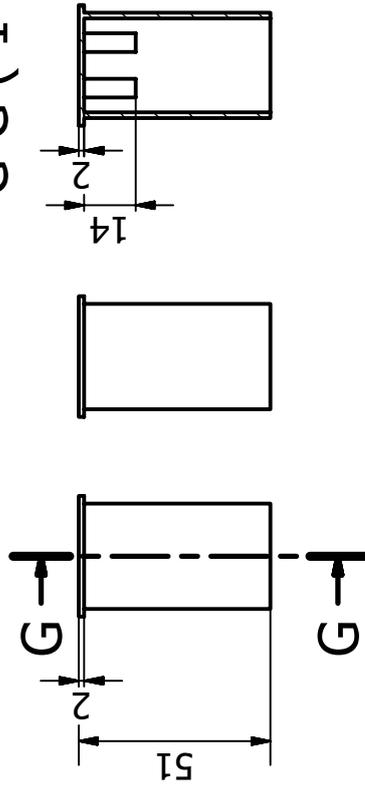
E-E(1:4)



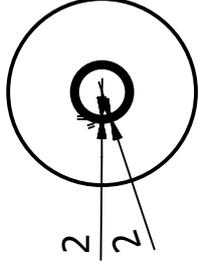
Studente	Titolo			Unità in Isura
Marianif ederico	PF_case_elettronica			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Pannello_Fotovoltaico			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1: 4	Plastica ABS	0,487k g
Architettura eD esign				



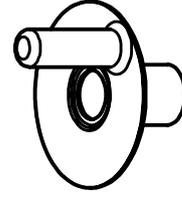
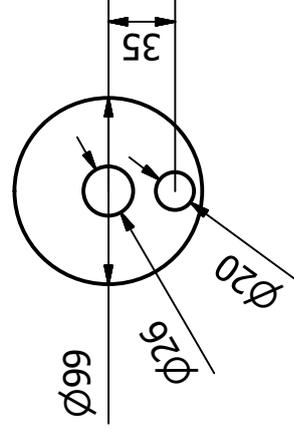
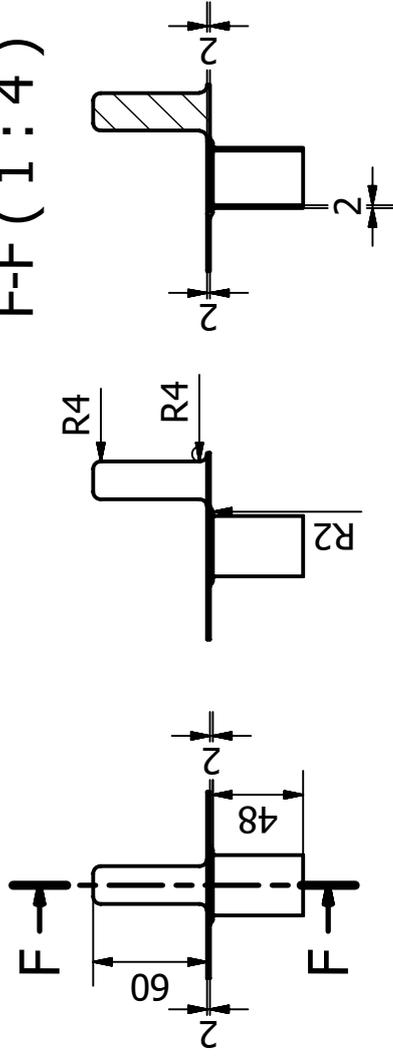
G-G (1 : 2)



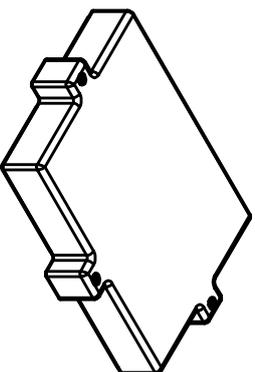
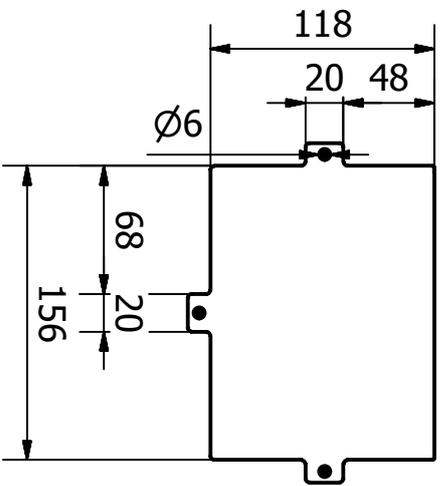
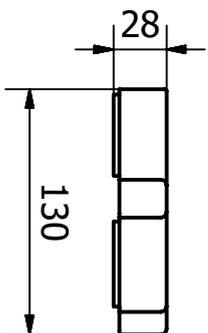
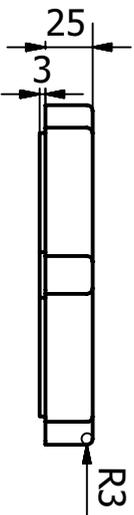
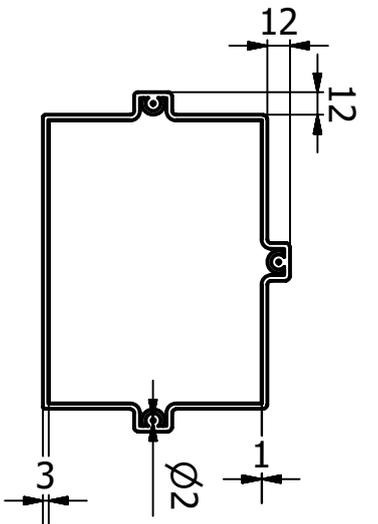
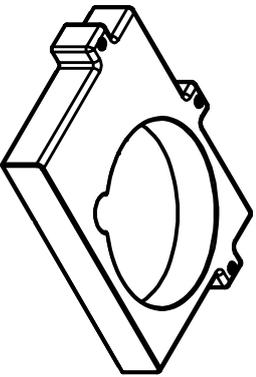
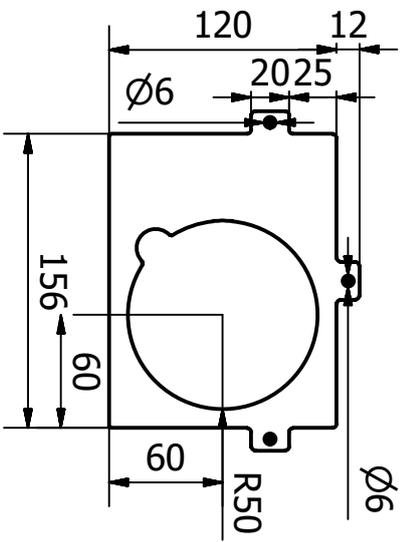
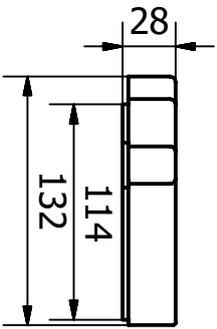
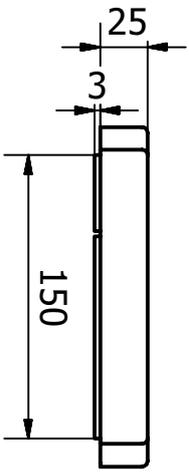
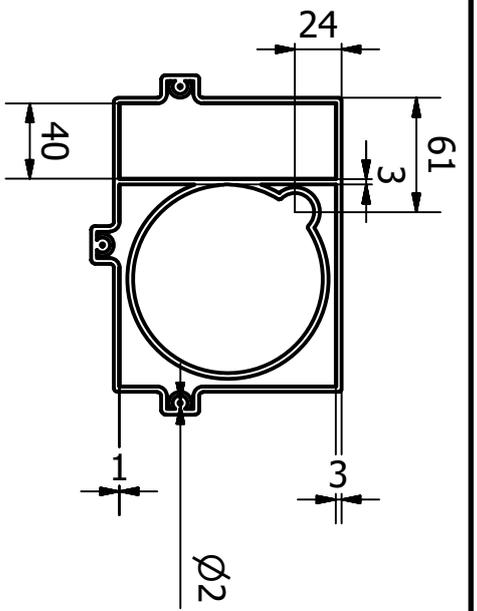
Studiante	Mariani Federico	Titolo	PF_asse_avvolgicavo	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Asieme	Asieme_Pannello_Fotovoltaico		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Scala	1 : 2
Architettura e Design		Materiale	Gomma	Peso	0,008 kg



F-F (1 : 4)



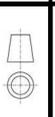
Studiante	Mariani Federico	Titolo	PF_coperchio_avvolgicavo	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Asieme	Asieme_Pannello_Fotovoltaico		
Università di Camerino	Scuola di Ateneo	Foglio	A4	Scala	1 : 4
Architettura e Design		Materiale	Gomma	Peso	0,034 kg

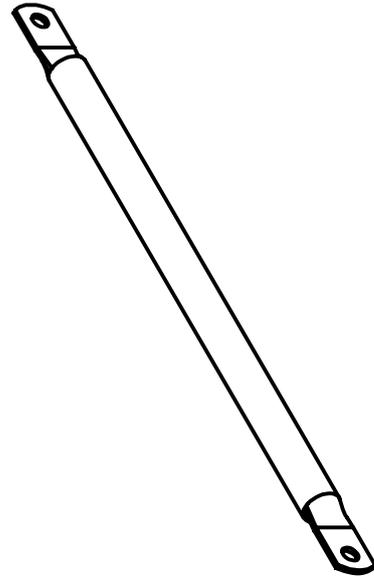
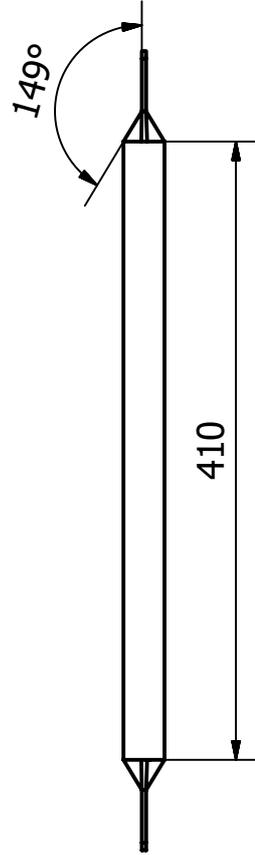
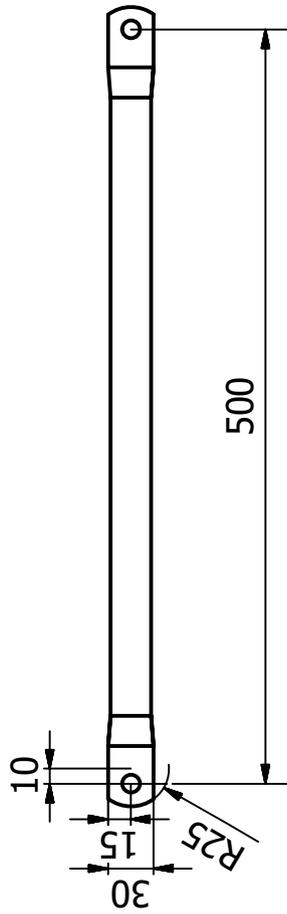
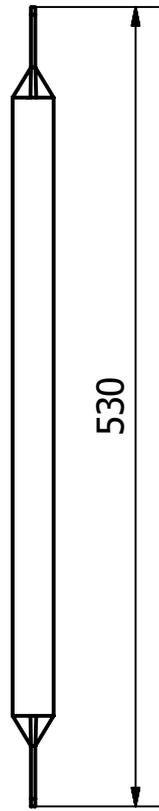


Studente	Titolo			Unità di misura
Mariani Federico	PF_coperchio_elettronica			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Pannello_Fotovoltaico			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1 : 4	Plastica ABS	0,110 kg
Architettura e Design				

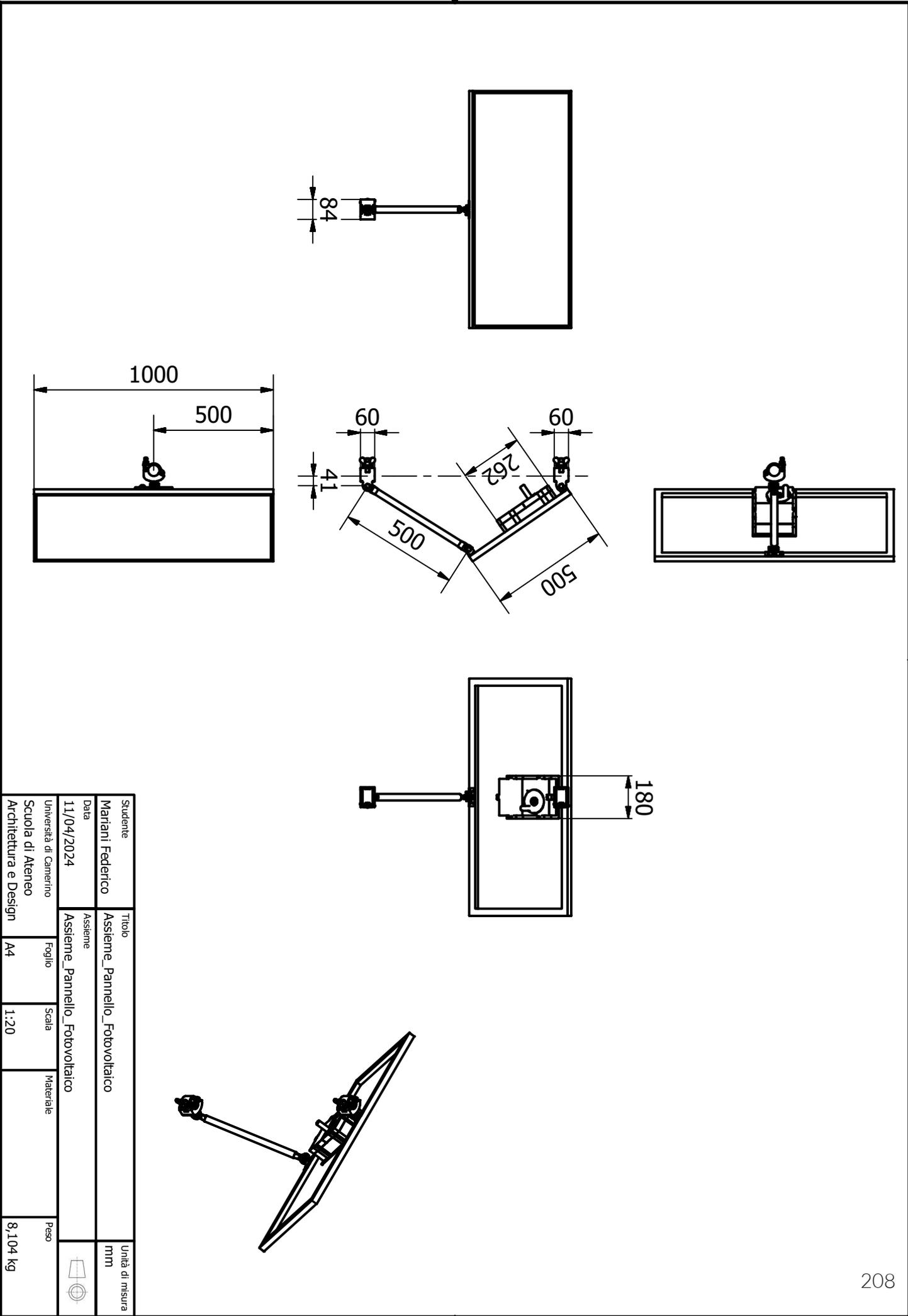


Studente	Titolo			Unità di misura
Mariani Federico	PF_coperchio_batterie			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Pannello_Fotovoltaico			
Università di Camerino	Foglio	Scala	Materiale	Peso
Scuola di Ateneo	A4	1 : 4	Plastica ABS	0,105 kg
Architettura e Design				

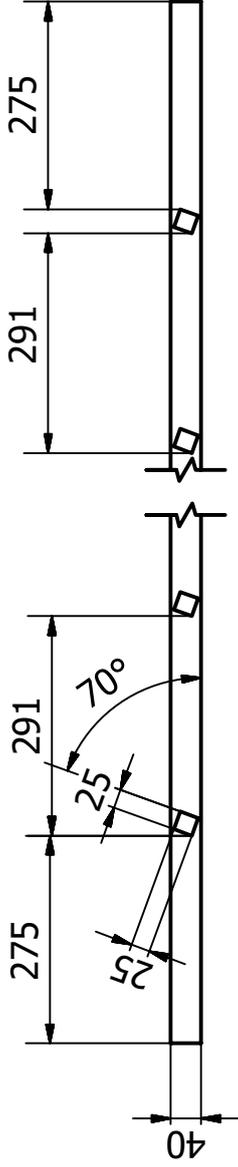




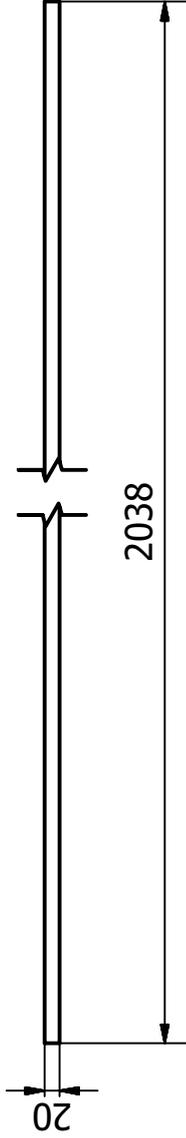
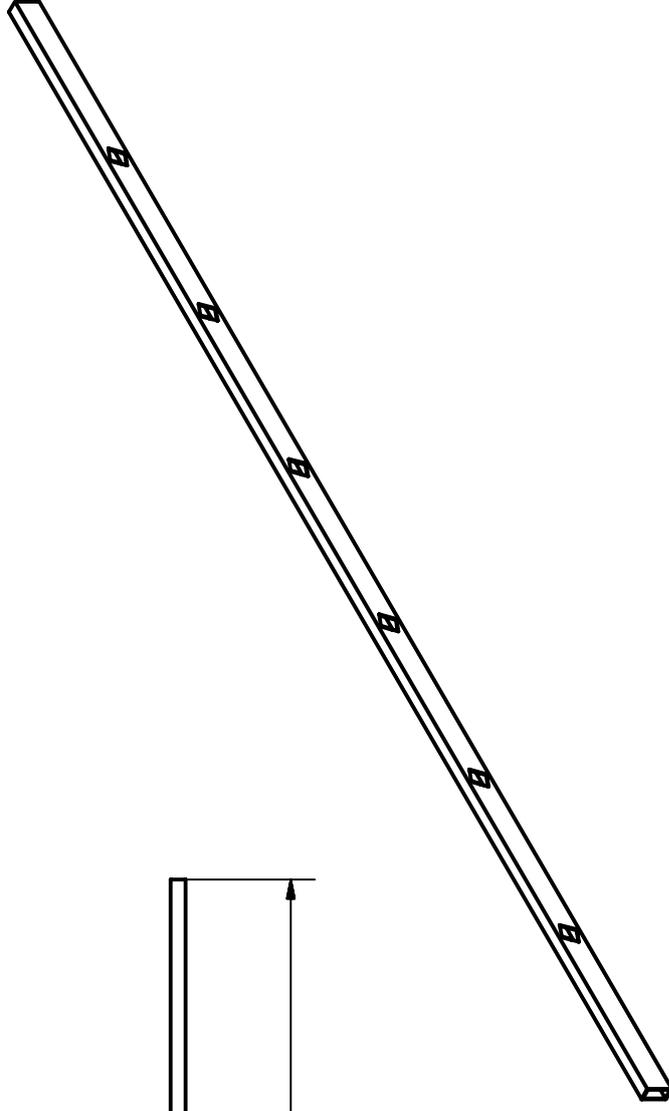
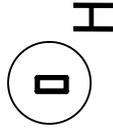
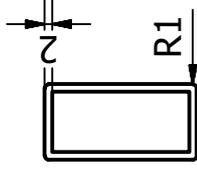
Studente	MarianiF ederico	Titolo	PF_braccio	Unità di misura	mm
Data	11/04/2024	Asieme	Assieme_Pannello_Fotovoltaico		
Università diC amerino	Scuola diA teneo	Foglio	A4	Scala	1: 5
Architettura eD esign		Materiale	Acciaio, Dolce	Peso	1,288k g



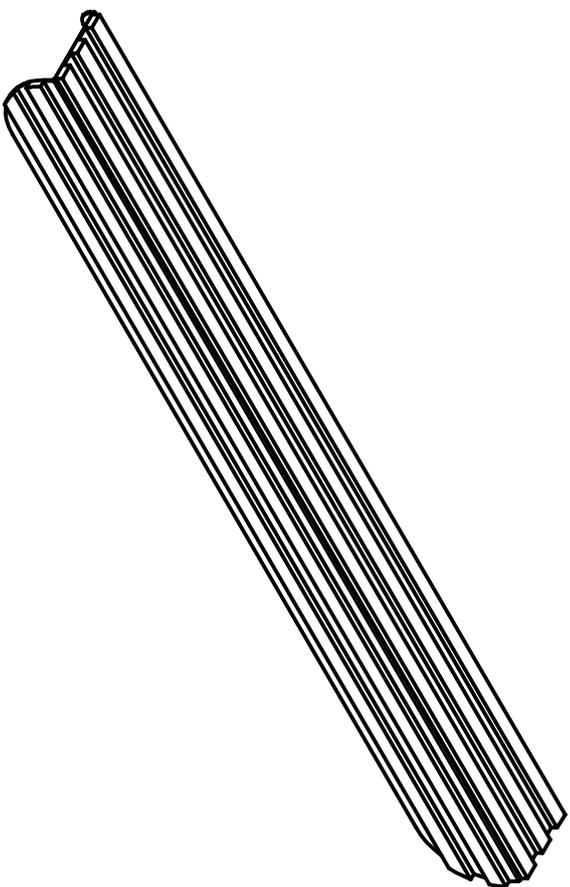
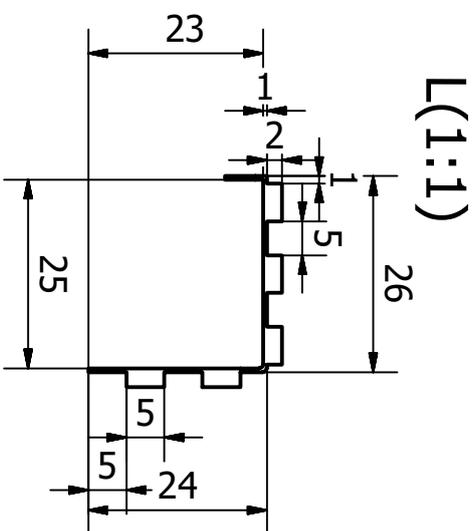
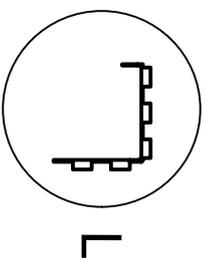
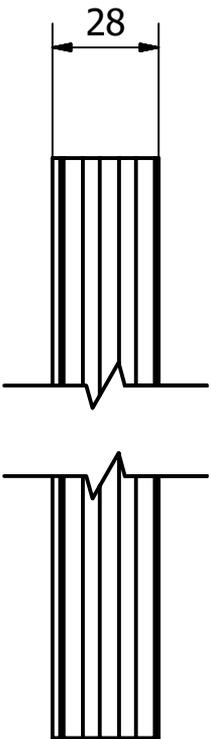
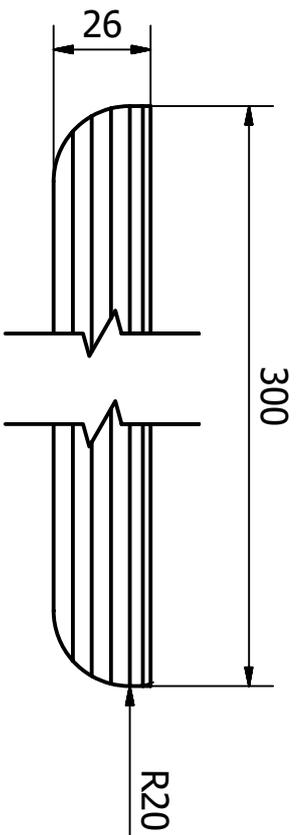
Studente	Mariani Federico			Titolo	Assieme_Pannello_Fotovoltaico			Unità di misura	mm
Data	11/04/2024			Assieme	Assieme_Pannello_Fotovoltaico				
Università di Camerino	Scuola di Ateneo			Foglio	A4			Scala	1:20
Architettura e Design					Materiale				
				Peso	8,104 kg				



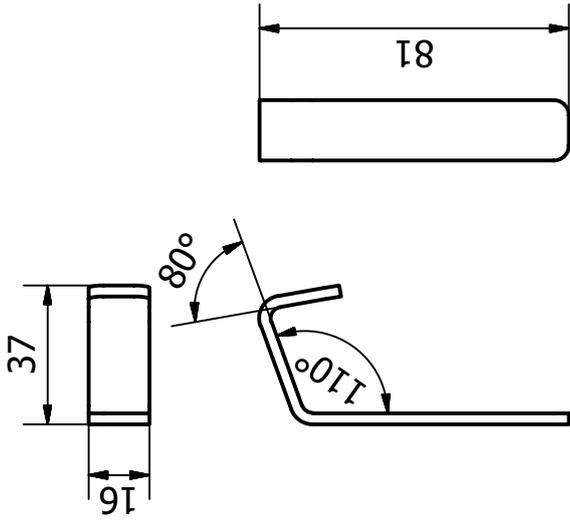
H(1:2)



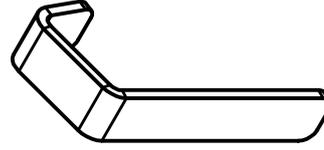
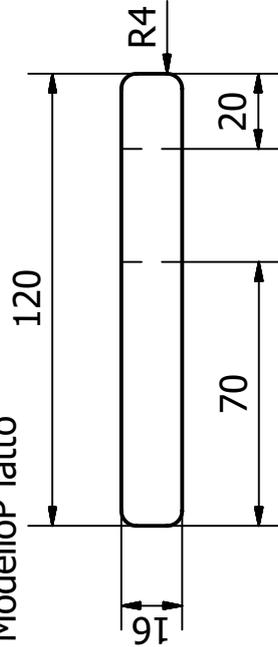
Studente	Titolo	Unità di misura
Mariani F ederico	SC_tubolare	mm
Data	Asieme	
11/04/2024	Asieme_Scala	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	
Architettura e Design	A4	1:10
	Materiale	Alluminio 061
		1,187kg



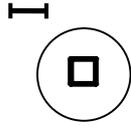
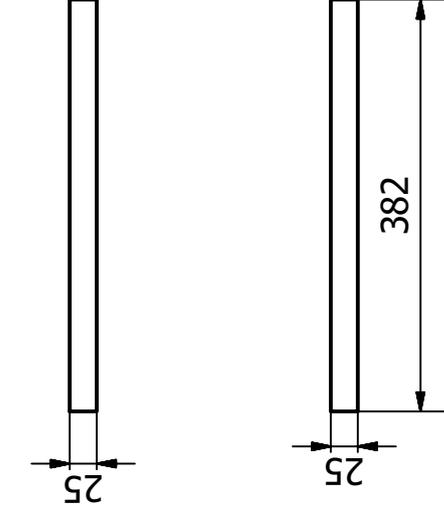
Studente	Titolo			Unità di misura
Marianif ederico	SC_gomma_antiscivolo			mm
Data	Assieme	Foglio	Scala	Materiale
11/04/2024	Assieme_Scala	A4	1: 2	Gomma
Università di Camerino	Peso			
Scuola di Ateneo	0,021kg			
Architettura eD esign				



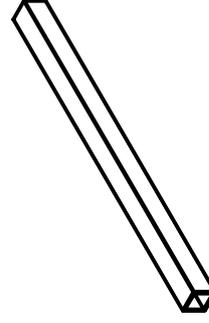
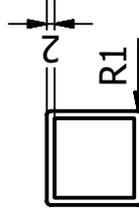
ModelloP iatto



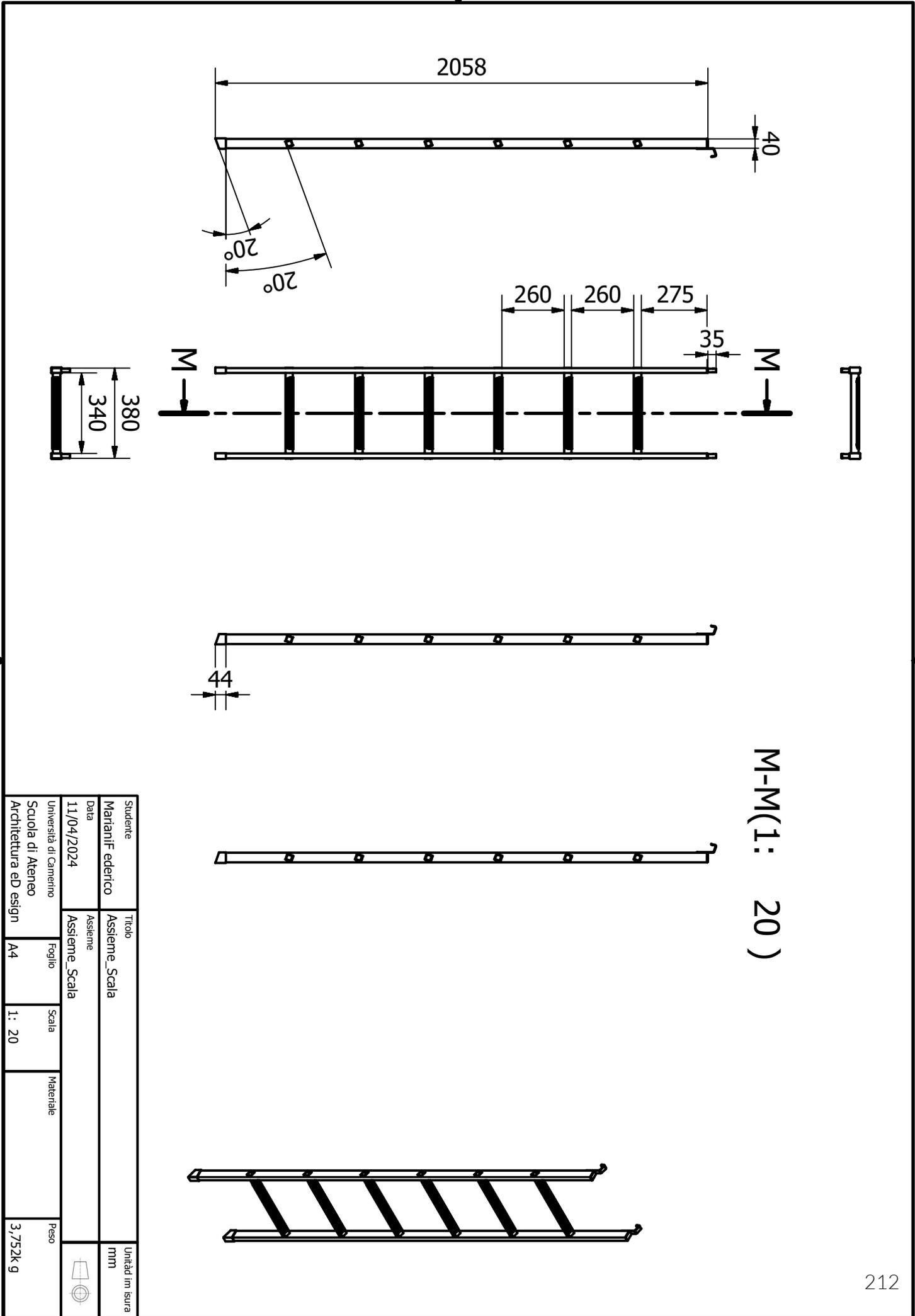
Studente	Titolo	Unitad im isura
MarianiF ederico	SC_aggancio	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Assieme_Scala	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	0,045k g
Architettura eD esign	A4	1: 2
	Materiale	Acciaio, Dolce



I (1:2)



Studente	Titolo	Unitad im isura
MarianiF ederico	SC_piolo	mm
Data	Assieme	
11/04/2024	Assieme_Scala	
Università di Camerino	Foglio	Peso
Scuola di Ateneo	Scala	0,189k g
Architettura eD esign	A4	1: 7
	Materiale	Alluminio6 061



M-M(1: 20)

Studente	Titolo			Unitad in Isura
Martanif ederico	Assieme_Scala			mm
Data	Assieme			
11/04/2024	Assieme_Scala	Foglio	Scala	Materiale
Università di Camerino	A4		1: 20	
Scuola di Ateneo				Peso
Architettura eD esign				3,752k g

Capitolo 9 - Conclusioni

9.1 - Conclusioni Progettuali

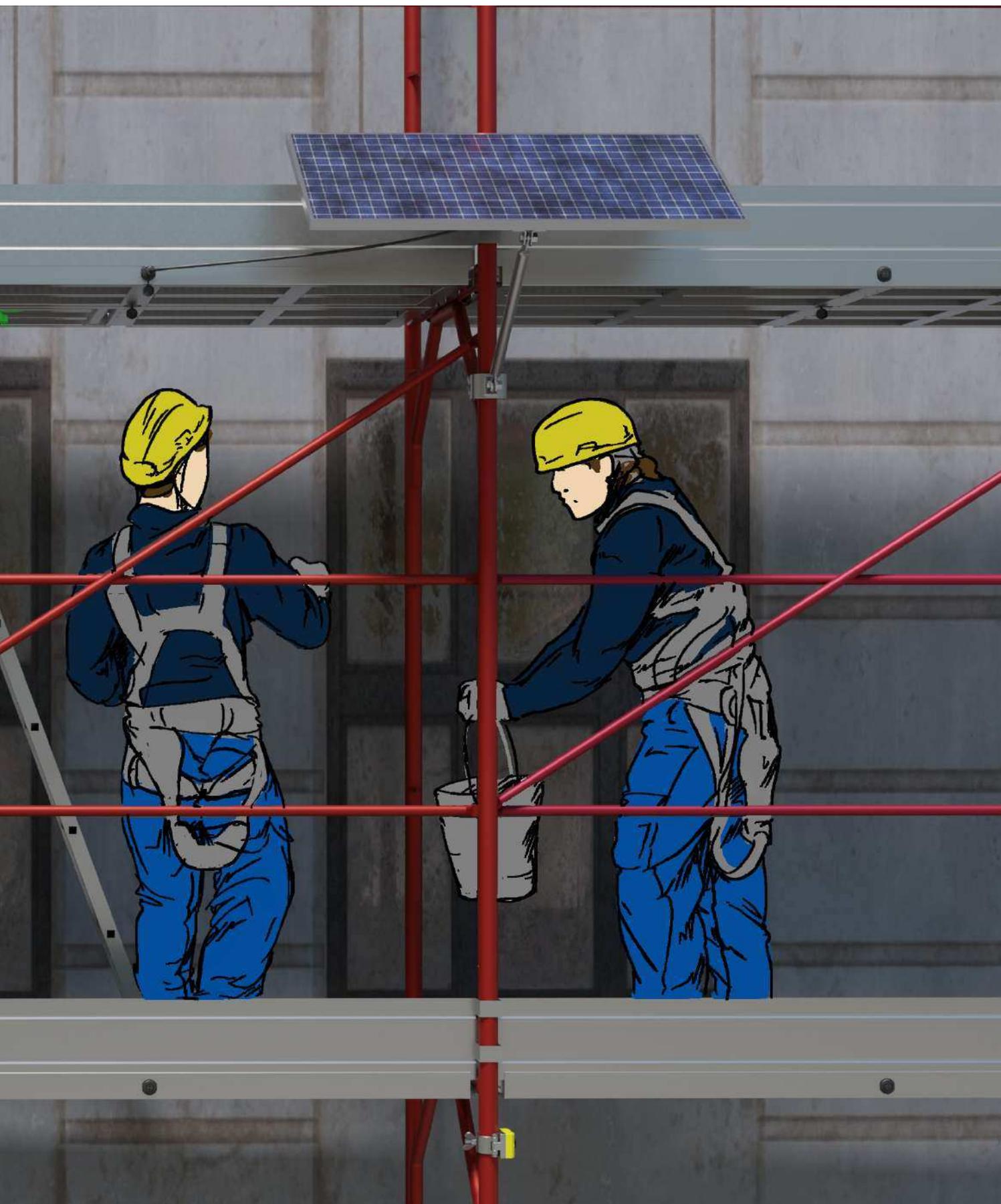
Il progetto presentato vuole essere una ricerca su come un ambiente lavorativo, nello specifico quello del ponteggio edile nel settore delle Costruzioni, può essere implementato tecnologicamente e digitalmente, per avere un impatto positivo sulla Sicurezza dei lavoratori. Rendendo le componenti dell'ambiente intelligenti, queste possono monitorare la struttura ed acquisire dati in tempo reale e in modo autonomo, e prendere dei provvedimenti di conseguenza, in modo attivo, sia tramite sistemi di avviso, sia tramite sistemi di prevenzione.

Il livellamento della struttura e il carico sopportato sono elementi di forte stress, che devono essere necessariamente tenuti d'occhio per garantire la sicurezza sul ponteggio. L'ipotesi progettuale vuole tenere una traccia continuativa di questi dati, ed avvertire tempestivamente i lavoratori e i preposti in caso di condizioni impreviste.

L'intervento sulla botola di passaggio vuole invece rispondere preventivamente ad un comportamento errato che purtroppo viene spesso adottato nei ponteggi, contro il regolamento previsto, ovvero la dimenticanza della botola aperta, anche in buona fede, che diventa a tutti gli effetti un fattore di rischio, sia per la possibile caduta di lavoratori, sia per la possibile caduta di gravi al piano inferiore. Automatizzando l'apertura e guidando i lavoratori attraverso un adeguato codice di azioni, che si fondano sulla semplicità e sull'intuitività, lo stesso ambiente può veicolare il corretto comportamento ed evitare a priori che tali condizioni di rischio si verifichino.

In conclusione, l'ambiente è un fattore fondamentale che determina la sicurezza per i lavoratori. Le ipotesi progettuali proposte analizzano uno specifico problema ed uno specifico fattore di rischio, e cercano di intervenire su di esso, tuttavia esistono molti altri aspetti, e molti altri componenti, che possono essere implementati tecnologicamente e digitalmente per aumentare il livello di sicurezza complessivo sul ponteggio, garantendo condizioni ambientali ottimali per i lavoratori.





Capitolo 10 - Fonti

10.1 - Fonti

Bibliografia

- ASVIS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile)- L'Agenda 2030 dell'Onu e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile
- Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite (Unric)
- Organizzazione Mondiale della Sanità
- Commissione Europea - Horizon Europe, IL FUTURO PROGRAMMA DI INVESTIMENTI DELL'UNIONE EUROPEA PER LA RICERCA E L'INNOVAZIONE (2021-2027)
- Enciclopedia Treccani, Sicurezza
- Anna Lovati, L'analisi del rischio nella sicurezza sul lavoro, Torino 1984
- Direttiva del Consiglio dell'Unione Europea 96/82/CE
- Centro Nazionale Studi di Diritto del Lavoro, Gli effetti della digitalizzazione su salute e sicurezza sul lavoro
- INAIL, Assicurazione contro gli infortuni
- Università di Siena- Corso di formazione per i lavoratori
- AiFOS, Associazione Italiana Formatori ed Operatori della Sicurezza
- Vega Engineering, Osservatorio Sicurezza sul Lavoro e Ambiente, INAIL
- Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Report annuale 2022 Statistiche Infortuni Mortali sul Lavoro con confronto 2021 - 2020 - 2019
- Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Report 2023, Statistiche Infortuni Mortali sul Lavoro
- Inail, Vega Osservatorio Sicurezza - Statistiche Infortuni sul Lavoro, Report semestrale 2023 con confronto 2022 - 2021 - 2020
- Inail, Report Infor.Mo - Infortuni in Edilizia; caratteristiche, fattori causali, misure preventive, 2022
- PNP 2020/2025, Piano Mirato di Prevenzione Rischio di cadute dall'alto in Edilizia, Regione Umbria
- PNP 2020/2025, Programma predefinito PP7 Prevenzione in Edilizia - Vademecum Cadute dall'Alto, Regione Lazio
- Ilaria Giannetti, Il tubo Innocenti. Protagonista invisibile della Scuola italiana di Ingegneria, in Architettura, Urbanistica, Ambiente, Roma, Gangemi Editore, 2017

Sitografia

- <https://finanza.lastampa.it/News/2023/08/31/morti-sul-lavoro-559-vittime-nei-primi-7-mesi-2023-media-di-80-vittime-al-mese/MTczXzlwMjMtMDgtMzFfVExC>
- <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/ricerca-e-tecnologia/area-sicurezza-sul-lavoro/valutazione-e-gestione-del-rischio-sicurezza.html>
- <https://www.vegaengineering.com/news/morti-sul-lavoro-i-dati-aggiornati-a-luglio-2023/>
- <https://www.vegaengineering.com/osservatorio/#mostrareport>
- <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/sala-stampa/comunicati-stampa/com-stampa-open-data-maggio-2023.html>
- https://codiceateco.it/sezione?q=H#google_vignette
- <https://www.istat.it/it/archivio/17888>
- <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/ricerca-e-tecnologia/area-salute-sul-lavoro/sistemi-di-sorveglianza-e-supporto-al-servizio-sanitario-nazionale/piani-mirati-di-prevenzione-e-panel-aziendali.html>
- https://www.epicentro.iss.it/piano_prevenzione/npn-2020-25
- https://www.salute.gov.it/portale/prevenzione/DELIBERE_PRP_2020-2025/Campania/Allegato_2b_Programmi_Predefiniti_parte_2.pdf
- <https://www.jungheinrich-profishop.it/it/profi-guide/tipi-di-ponteggio/>
- https://www.edilportale.com/news/2016/05/focus/ponteggi-tecnologie-a-confronto_51671_67.html
- <http://marioorlando.com/ponteggio-a-perni/>
- <https://www.comipont.it/tavole-metalliche-per-ponteggi/>
- <https://www.bettiga.com/prodotto/trbtavola-piano-di-lavoro>
- <https://www.grupposif.com/attrezzature-edili/ponteggi/accessori-per-ponteggi-edili/tavola-in-alluminio-con-botola-escala-integrata/>
- <https://www.comipont.it/tavole-metalliche-per-ponteggi/>
- <https://www.ceta.it/prodotti/linea-ponteggi/cat-tavole>
- <https://www.prodottiferramenta.it/macchine-e-attrezzature-edili/7819-scaletta-professionale-in-lamiera-zincata-per-tavole-con-botola-misura-207x37-cm-per-ponteggi-messers.html>
- <https://www.bettiga.com/prodotto/scala-in-ferro-per-tavola>
- <https://www.leroymerlin.it/prodotti/edilizia/attrezzature-edili/accessori-per-scale-e-trabattelli/scala-di-accesso-per-ponteggio-facal-doge65-e-spazio-trabattello-32961033.html>
- ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) - Linee Guida per Montaggio, Smontaggio, Trasformazione dei Ponteggi
- <https://www.window.it/motore-per-tapparelle-nice-era-e-m-1517-kit>
- <https://www.mouser.it/ProductDetail/Measurement-Specialties/FX292X-100A-0100-L?qs=uwxL4vQweFMwa>

GCW7HAxwA%3D%3D&mgh=1&vip=1&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAnrOtBhDIARIsAFsSe52tk9nSlnpBStiYj-7q4kN7Yolp009OcVdl-ruWcfhOAOkm2jISkle4aAIDWEALw_wcB

- https://it.rs-online.com/web/p/connettori-circolari-industriali/2070777?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_IT_IT_eP-Max_High-_-_-2070777&matchtype=&&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA_5WvBhBAEiwAZtCU78vk0WH82fcU-294lnX9sz40CO8UbcEOgTiKZieJ2u_Jea2yF54w1ORoCHt8QAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

- https://www.atecnica.it/calotta-ottagonale-60-mm-in-metallo-perno-12-per-rullo-tapparella-indem-cal860m.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAz8GuBhCxArisAOpzk8w5fh5cq8o-cGoAWBr4d4FfbPt1jqyJuRbPAyzv1G_pRQtv8bl-P6AoaAo9TEALw_wcB

- https://www.atecnica.it/cuscinetto-con-supporto-per-rullo-asse-tapparelle-indem-cu123f.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAz8GuBhCxArisAOpzk8xi2WtpW3uQCBCOWnLpSvtev1sIYdKsRXl_vHgYD3xlb2_TytBj5Q4aArkbEALw_wcB

- https://www.reichelt.com/it/it/sensore-di-distanza-a-infrarossi-gp2y0a21ykOf-rbt-sen-ir01-p258659.html?PRO-VID=2814&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAz8GuBhCxArisAOpzk8wkF5FQkZGjDNfcmY8jrrM-yzR6rdgRMVIOC-SZ3jyOhrKb2uLVDcZMaAmVJEAALw_wcB

- https://www.mouser.it/ProductDetail/CUI-Devices/CMT-1285C-035?qs=qCwxlXJ4fnxNA%252BSLJf80bg%3D%3D&mgh=1&vip=1&gad_source=1

- https://it.rs-online.com/web/p/interruttori-a-pulsante/4980786?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_IT_IT_iPMA-X_2U_-_-4980786&matchtype=&&gad_source=1&gclid=CjwKCAiArfauBhApEiwAeoB7qC6Qf7B1tVibnvC-xCyl-VLd4m0tnuy_ZX4ozOe2DwrqZO9gZcTafAhoCe4gQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

- https://it.rs-online.com/web/p/teste-per-pulsante/8172721?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_IT_IT_iPMA-X_2U_-_-8172721&matchtype=&&gad_source=1&gclid=CjwKCAiArfauBhApEiwAeoB7qCLGMRLFKpl7XsE54w-VMm0WgRjRo10Ko6GQI2IYHS_gYGxNUUVO53xoCdyEQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

- <https://www.conrad.it/it/p/renata-icp303450pa-batteria-ricaricabile-speciale-prismatica-con-cavo-li-po-3-7-v-500-mah-1214020.html>

- <https://www.conrad.it/it/p/reely-batteria-ricaricabile-lipo-3-7-v-220-mah-numero-di-celle-1-spina-piatta-2269652.html>

- https://www.mouser.it/ProductDetail/Lumileds/L2C5-30801208E1500?qs=VPy2d4TTPFHqx8siJRQCQ%3D%3D&mgh=1&vip=1&utm_id=20390293344&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAxaCvBhBaEiwAvsLmWNRcGkgHEYqIAeA-Qt-HOAdEJVVVW5fkLvGMXkxlfpayuRuS1kuxXBoCqSEQAvD_BwE

Scenario di Ricerca

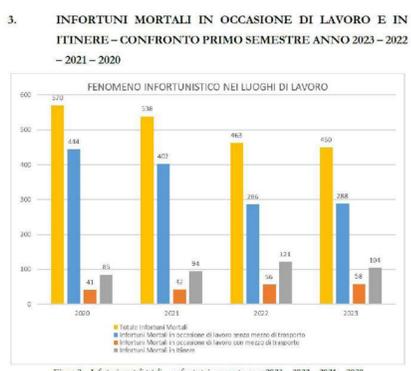
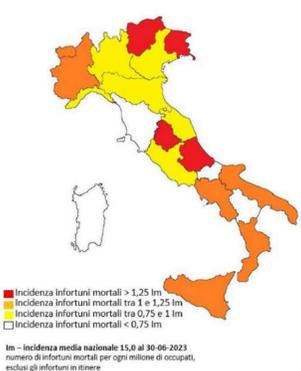
La Sicurezza sul Lavoro

La sicurezza è una condizione che rende e fa sentire di essere esente da pericoli, o che dà la possibilità di prevenire, eliminare o rendere meno gravi danni, rischi, difficoltà, evenienze spiacevoli, e simili. Viene raggiunta attraverso l'adozione di:

- **Prevenzione:** "Il complesso delle misure necessarie per evitare o diminuire i rischi professionali nel rispetto della salute della popolazione e dell'integrità dell'ambiente esterno".
- **Protezione:** Difesa contro ciò che potrebbe recare danno. È l'elemento che si interpone tra chi può subire un danno e ciò che lo può causare. Può essere attiva e passiva.
- **Informazione:** "Il complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi in ambiente di lavoro".
- **Formazione:** "Processo educativo attraverso il quale il datore di lavoro fornisce una formazione sufficiente ed adeguata sulla sicurezza sul lavoro individuale e collettiva all'interno dell'ambiente di lavoro". (art. 37, D.Lgs. 81/08)

Gli infortuni sul lavoro

L'Inail rilascia ogni anno dei **Report** utili a capire l'andamento, le cause e l'incidenza di tali infortuni. I dati sugli infortuni pubblicati dall'INAIL riscontrano che da gennaio a luglio 2023 il bilancio delle morti sul lavoro è ancora drammatico: sono 559 le vittime, di cui 430 in occasione di lavoro e 129 in itinere, con una media di 80 decessi al mese.



Settori economici	n° casi	% sul totale
Non determinato	123	21,9%
Trasporto e magazzinaggio	80	14,3%
Costruzioni	39	7,0%
Attività manifatturiere	37	6,6%
Commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	27	4,8%
Alloggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	17	3,0%
Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	15	2,7%
Estrazione di minerali da cave e miniere	7	1,3%
Attività professionali, scientifiche e tecniche	6	1,1%
Servizi e assistenza sociale	6	1,1%
Manutenzione e riparazione di autoveicoli, attività di gestione dei rifiuti e smaltimento	5	0,9%
Servizi di informazione e comunicazione	3	0,5%
Agricoltura, silvicoltura e pesca	3	0,5%
Amministrazione pubblica e difesa, assicurazione sociale obbligatoria	2	0,4%
Attività finanziarie e assicurative	2	0,4%
Istruzione	2	0,4%
Altre attività di servizi	2	0,4%
Organizzazioni ed organismi extraterritoriali	1	0,2%
Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	1	0,2%
Attività amministrative	0	0,0%
Produzione di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	0	0,0%
Attività di famiglia e convivenze come datore di lavoro per personale domestico, produzione di beni e servizi non finalizzati per uso proprio di parte di famiglia o convivenza	0	0,0%
Totale	346	

Fonte: INAIL, elaborazioni a cura dell'Osservatorio Nazionale sul Lavoro e dell'INAIL "Vita e Sicurezza"

Infortuni in Italia, periodo Gennaio - Luglio 2023

559 vittime sul lavoro

430 in occasione di lavoro → **+4,4%** rispetto a luglio 2022 (430 contro 412);

129 in itinere → **-17,8%** rispetto a luglio 2022 (129 contro 157).

80 decessi medi al mese.

Decessi per Settore economico

Trasporti e Magazzinaggio: **61**

Costruzioni: **58**

Attività Manifatturiere: **51**

Commercio: **32**

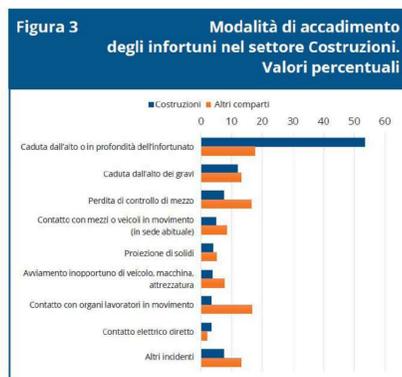
Denunce

- 21,9% denunce rispetto allo stesso periodo 2022.

Infortuni in Edilizia

Il Settore delle Costruzioni è uno dei settori economici con un livello di rischio superiore rispetto alla media. Secondo il Report "Infor.Mo - Infortuni in Edilizia: caratteristiche, fattori causali, misure preventive", rilasciato dall'ente Inail nel 2022, **tra il 2014 ed il 2018** sono stati riconosciuti mediamente **32 mila infortuni in occasione di lavoro all'anno** (cioè il 10% dei casi), con un trend del periodo lievemente decrescente, ma che nonostante ciò rimane elevato.

Le tipologie di incidenti più frequenti sono le **cadute di lavoratori dall'alto**, modalità che da sola raggruppa oltre la metà degli infortuni (54%), le **cadute dall'alto di oggetti e carichi su lavoratori** (12%), le **perdite di controllo durante la conduzione di mezzi** (7%).



Infortuni per Caduta dall'Alto in Edilizia

I fattori determinanti di accadimento sono:

- **Errate modalità operative**, per 2/3 dovute a errore di procedura: es. transito su superfici non calpestabili, perdita di equilibrio da parti fisse dell'edificio o da ponteggi;
- **Mancato/scorretto uso dei DPI** necessari;
- **Fattore ambientale**: es. carenza di segnalazioni, mancanza di protezioni fisse; assenza di punti di ancoraggio delle linee vita.

Il Ponteggio

I ponteggi sono strutture provvisorie, reticolari e multipiano, impiegate per la realizzazione, la manutenzione e il recupero di opere edilizie, ad altezze superiori ai 2 metri. Vengono classificati in base alle Classi di Carico, ovvero in base al carico sostenuto.

Le tipologie di ponteggio esistenti sono:

Classe di carico	Carico suddiviso in kN/m	Carico concentrato su 500 x 500 mm in kN/m	Carico parziale di area in kN/m
1	0,75	1,50	
2	1,50	1,50	
3	2,00	1,50	
4	3,00	3,00	5,00
5	4,50	3,00	7,50
6	6,00	5,00	10,00

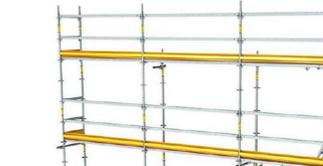
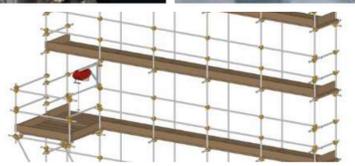
• Ponteggio a tubi e giunti;



• Ponteggio a telai prefabbricati;



• Ponteggio a montanti e traversi prefabbricati, o "multidirezionali".



Rischi di caduta dall'alto legati al ponteggio

- Installazione errata delle componenti del Ponteggio;
- Manipolazione Inadeguata degli elementi del ponteggio;
- Superficie di Lavoro Instabile;
- Errato livellamento della struttura;
- Materiali non conformi;
- Condizioni Meteorologiche;
- Dimenticanza della Chiusura della Botola;
- Equipaggiamento di Sicurezza mancante o inadeguato;
- Sovraccarico del Ponteggio;
- Conoscenza delle Procedure di Sicurezza;
- Presenza di ostacoli;
- Utilizzo improprio di attrezzature;
- Mancata manutenzione.

Caso Studio

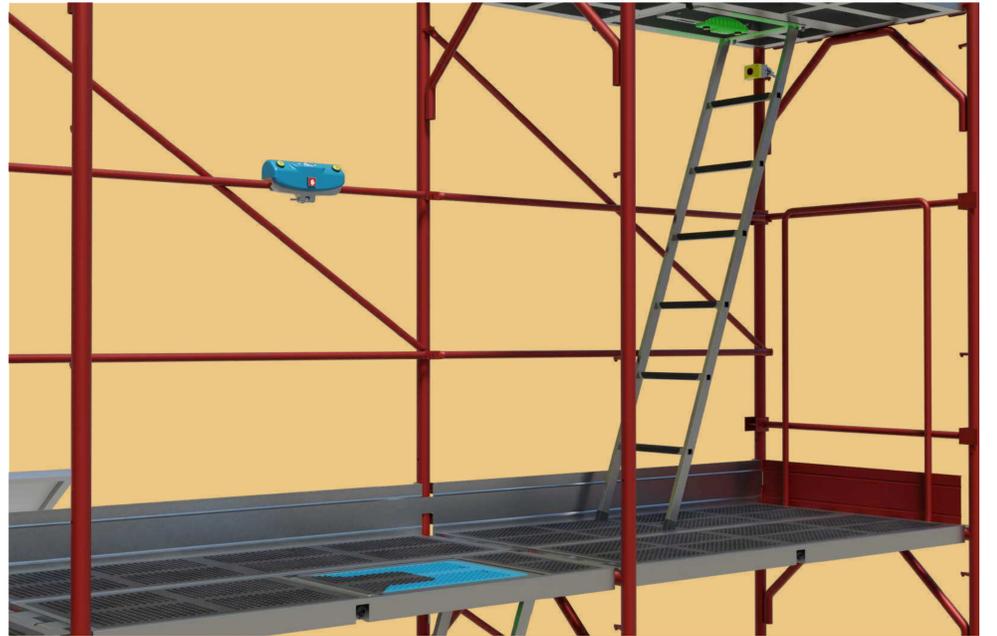
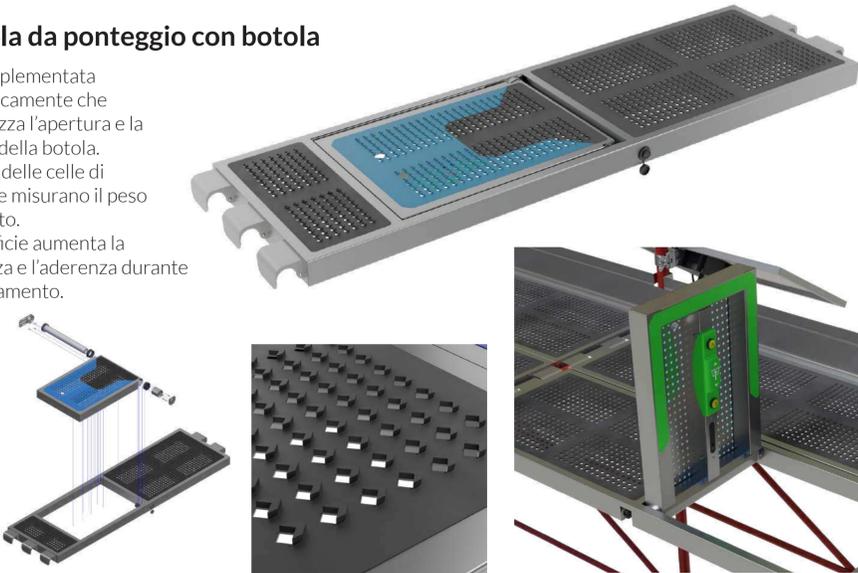
Obiettivi

-  1. Miglioramento delle condizioni ambientali
-  2. Monitoraggio dell'Ambiente
-  3. Flessibilità dell'Implementazione
-  4. Avvertimento tempestivo in caso di pericolo
-  5. Interventi mirati
-  6. Guidare la corretta Interazione del lavoratore
-  7. Evitare comportamenti scorretti
-  8. Rispondere attivamente all'errore umano

Ipotesi Progettuale

• Tavola da ponteggio con botola

Tavola implementata tecnologicamente che automatizza l'apertura e la chiusura della botola. Possiede delle celle di carico che misurano il peso sopportato. La superficie aumenta la leggerezza e l'aderenza durante il calpestamento.



• Tavola da ponteggio

Tavola di supporto, dispone di celle di carico per la misurazione del peso sopportato. La superficie forata e rivestita in gomma aumenta la leggerezza della tavola e l'aderenza durante il calpestamento.



• Pulsantiera per l'apertura della Botola

Pulsantiera per l'apertura e chiusura delle botole di passaggio. L'apertura deve essere azionata dal lavoratore con un'azione su due livelli; questo evita aperture accidentali e non volontarie.

Le due pulsantiere sono distinte cromaticamente per guidare l'interazione tramite un codice visivo (ciano per la discesa, verde per la salita). Entrambe dispongono di un pulsante di emergenza che permette di movimentare manualmente le botole.



• Dispositivo per il monitoraggio del livellamento

Dispositivo applicabile alla struttura del ponteggio che permette la misurazione autonoma del livellamento, ed avverte i lavoratori in caso di livellamento errato.

Può essere applicata in modo flessibile nei punti significativi della struttura.



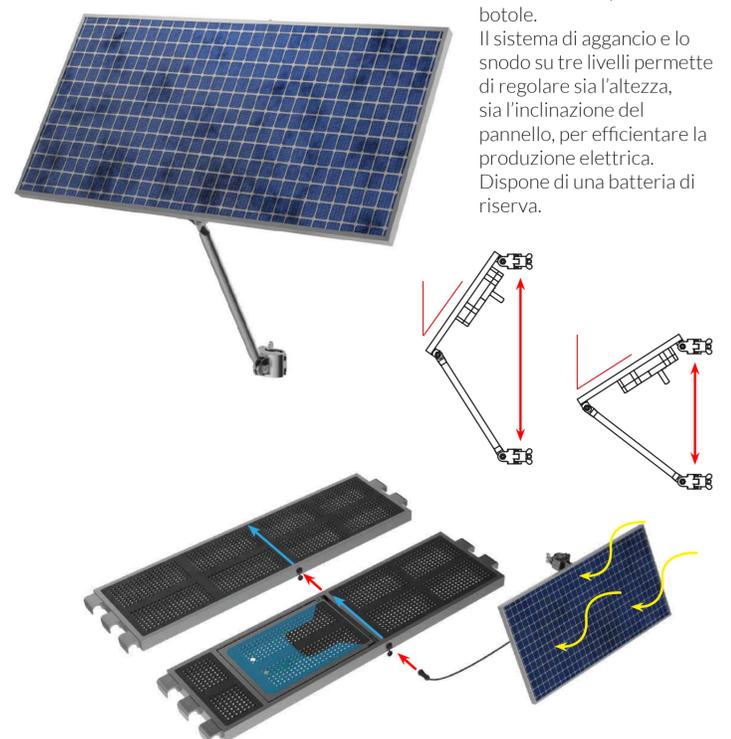
• Scala

Scala per la salita e discesa, che si integra alle tavole con botola. La scala è munita di un rivestimento su ogni piolo per aumentare l'aderenza durante l'utilizzo, e di agganci di sicurezza che garantiscono la stabilità.



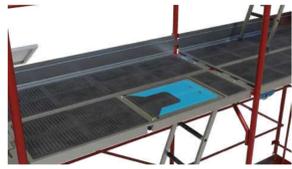
• Pannello fotovoltaico per l'alimentazione

Pannello fotovoltaico applicabile alla struttura del Ponteggio, che garantisce l'alimentazione per le botole. Il sistema di aggancio e lo snodo su tre livelli permette di regolare sia l'altezza, sia l'inclinazione del pannello, per efficientare la produzione elettrica. Dispone di una batteria di riserva.



Interazione

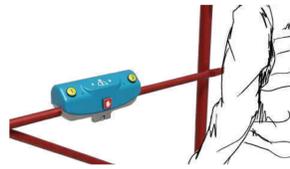
Salita e Discesa del Lavoratore



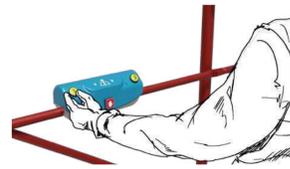
1) La botola è normalmente chiusa.



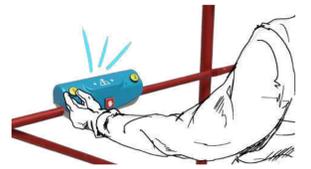
2) Il lavoratore ha l'esigenza di scendere.



3) Il lavoratore si dirige verso la Pulsantiera Blu, che apre la botola da sopra.



4) Il lavoratore preme il pulsante 1 della pulsantiera blu.



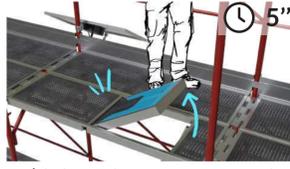
5) La pulsantiera emette un suono di conferma per far capire al lavoratore che il pulsante 1 è attivo.



6) Il lavoratore tiene premuto il tasto 1, e intanto preme anche il tasto 2.



7.A) Se la botola avverte ostacoli sopra di essa, tramite la misurazione del peso, l'apertura non è permessa, e la tavola emette un suono per la segnalazione.



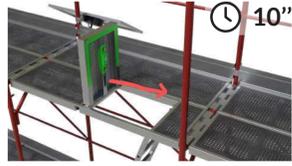
7.B) Se la botola non avverte ostacoli, il motore viene attivato, e la tavola si apre, raggiungendo l'apertura completa in 5 secondi.



8) Il lavoratore scende.



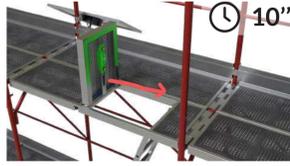
9) Il sensore di distanza avverte il passaggio del lavoratore e quindi l'avvenuto utilizzo della botola.



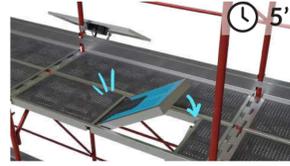
10) Quando il sensore non rileva più la presenza del lavoratore, parte un timer che fa aspettare 10 secondi.



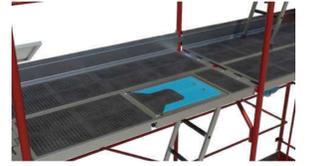
11.A) Se in questi 10 secondi il sensore rileva il passaggio di un altro lavoratore, il timer si ferma. Quando il sensore non rileva più la presenza del lavoratore, il timer riparte.



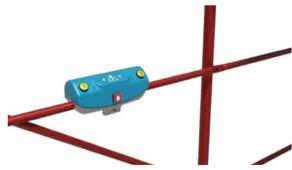
11.B) Se in questi 10 secondi il sensore non rileva alcuna presenza, viene avviato il motore per la chiusura della botola.



12) La botola si chiude con una movimentazione che dura 5 secondi.



13) La botola torna normalmente chiusa.



14) Dopo ogni utilizzo, la pulsantiera monitora il proprio livello di carica.



15.A) Se la carica è sufficiente, la pulsantiera torna in modalità stand-by. Il preposto può anche controllare il livello di carica tramite l'App.

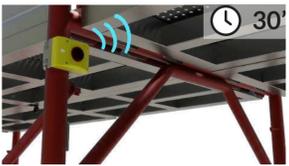


15.B) Se il livello di carica non è sufficiente, il preposto viene avvertito tramite l'App per la sostituzione della batteria.

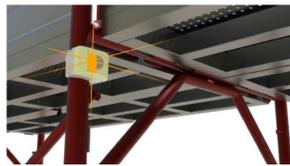
Monitoraggio del Livellamento



1) Il dispositivo per il monitoraggio del livellamento è normalmente in modalità stand-by.



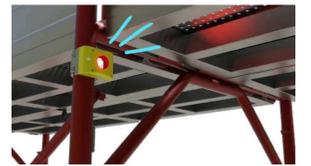
2) Ogni 30 minuti, il dispositivo si accende in maniera automatica.



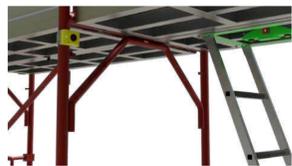
3) Il dispositivo rileva il livellamento del ponteggio in quello specifico punto, mappando la sua posizione nello spazio.



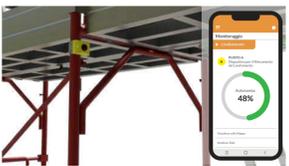
4.A) Se il dispositivo non rileva modifiche della sua posizione nello spazio, ritorna automaticamente in modalità stand-by.



4.B) Se il dispositivo rileva modifiche, avverte tempestivamente i lavoratori accendendo la luce di emergenza, ed emettendo un apposito suono di avvertimento. Il preposto deve avviare la manutenzione per ristabilire il corretto livellamento.



5) Dopo ogni utilizzo, la pulsantiera monitora il proprio livello di carica.

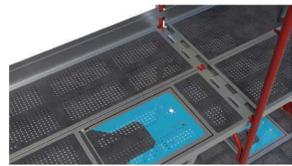


6.A) Se la carica è sufficiente, la pulsantiera torna in modalità stand-by. Il preposto può anche controllare il livello di carica tramite l'App.

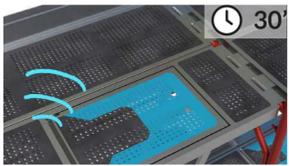


6.B) Se il livello di carica non è sufficiente, il preposto viene avvertito tramite l'App per la sostituzione della batteria.

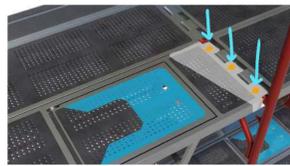
Monitoraggio del Carico



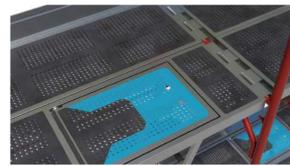
1) Le celle di carico all'interno degli ancoraggi delle tavole sono normalmente in modalità stand-by.



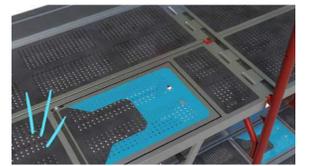
2) Ogni 30 minuti, le celle vengono attivate in maniera automatica.



3) Le celle rilevano il carico complessivo che grava su quella specifica tavola.



4.A) Se il carico rilevato è inferiore rispetto a quello sopportato dalla tavola, le celle di carico tornano in modalità stand-by.



4.B) Se il carico rilevato si avvicina alla soglia limite sopportabile, la tavola emette un suono per segnalare l'emergenza.



5) Il carico in eccesso deve essere rimosso dalla tavola in questione.



6) Una volta che il carico rilevato ritorna al di sotto di quello sopportato dalla tavola, le celle tornano in modalità stand-by.

Sicurezza sul Ponteggio Edile

Caso Studio:
Interazione con le Botole di
passaggio e Monitoraggio della
struttura

Sistema di prodotti per
l'implementazione tecnologica del
Ponteggio edile, con lo scopo di
trasformarlo in un **Ambiente attivo
consapevole e preventivo dei rischi.**



Il sistema è composto da elementi che si integrano alle differenti tipologie di Ponteggio, e sono:
una **Tavola da ponteggio con Botola**, una **Tavola da ponteggio**, due **Pulsantieri per l'apertura della botola**, un **Dispositivo per il monitoraggio del livellamento**, una **Scala** da integrare alle tavole, e infine un **Pannello fotovoltaico** per l'alimentazione autonoma.

Questo ambiente ha lo scopo di **monitorare il livellamento della struttura** e il **carico sopportato** in determinati punti strategici, di **avvertire tempestivamente i lavoratori in caso di pericolo**, e di **guidare la giusta interazione del lavoratore con le botole di passaggio**, per evitare errori che potrebbero favorire il rischio di caduta.