

Progetto C.E.M.-19

C.E.M.-19 (Covid Emergency Mask-2019): Mascherina per Emergenza Covid-2019.



Data l'attuale emergenza e la necessità di utilizzare mascherine in ambienti chiusi e/o in prossimità di persone con cui non sempre è possibile tenere una adeguata distanza di sicurezza; dato il costo delle singole mascherine, il problema dello smaltimento, la difficoltà di reperibilità e il periodo di emergenza non ancora ben definito ma sicuramente non a breve termine, avere ognuno di noi la possibilità di realizzare dispositivi di sicurezza interpersonale è senz'altro una risorsa non trascurabile.

Nasce così il progetto CEM-19 con l'idea di contribuire all'emergenza coronavirus progettando e realizzando una mascherina da realizzare in casa tramite la stampante 3D. La mascherina dovrà essere riutilizzabile (non monouso), facilmente sanificabile, semplice e comoda per l'utilizzo quotidiano; dovrà essere dotata di uno o più filtri e il filtro potrà essere ricavato tagliando sezioni circolari dalle mascherine chirurgiche in commercio. Con un diametro di circa 4 centimetri, da ogni mascherina sarà possibile ricavare circa 8/10 filtri. I filtri potranno essere sovrapposti creando più strati con possibilità di aumentarne la capacità di filtraggio rispetto la mascherina originale. Ogni mascherina potrà essere modellata seguendo la fisionomia del viso di chi la indossa, creando così modelli personalizzati e più comodi. Il contenitore del filtro (cartuccia) dovrà essere facilmente rimovibile e facilmente igienizzabile.

Grazie allo sviluppo tecnologico nel settore della modellazione e stampa in 3D e grazie alla diffusione sempre maggiore delle stampanti 3D, oggi sono sempre di più le persone che hanno la possibilità di stamparsi in casa gli oggetti più svariati con vari materiali e a costi contenuti. Così il Dipartimento di Psicologia Generale di Padova desidera condividere con chi fosse interessato, i modelli di mascherina non monouso, appositamente realizzati come contributo all'emergenza, insieme alle relative informazioni per poter essere facilmente stampati da chiunque abbia a disposizione una stampante 3D e uno dei filamenti più diffusi, economici e naturali attualmente in commercio, cioè il PLA (acido polilattico).

Mascherine chirurgiche

Questo tipo di mascherina, a meno che non sia diversamente specificato, si riferisce al genere monouso approvate dal Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali per uso come dispositivi medici in base alla normativa nazionale e comunitaria (Direttiva sui Dispositivi Medici 93/42/CEE per le mascherine igieniche; norma europea EN 14683:2005 per le maschere chirurgiche destinate a limitare la trasmissione di agenti infettivi dal personale ai pazienti e viceversa, in determinate situazioni durante le procedure chirurgiche nei blocchi operatori e altri ambienti medici con requisiti simili). *Con questo termine però si comprendono articoli con caratteristiche diverse per quanto riguarda materiali e disegno; in generale si assicurano al viso mediante lacci o elastici da passare dietro le orecchie o legare dietro la nuca; alcuni modelli sono dotati di un ferretto flessibile per una migliore aderenza alla sella nasale Le mascherine forniscono una protezione nei confronti della diffusione dell'influenza sia bloccando le goccioline di secrezioni respiratorie emesse dalle persone che le indossano, sia impedendo che le medesime goccioline o spruzzi di secrezioni o altri fluidi biologici raggiungano le mucose di naso e bocca.*

Mascherine comunitarie

La CEM-19, nonostante abbia caratteristiche simili alle mascherine chirurgiche e nonostante possa utilizzare filtri ritagliati dalle mascherine chirurgiche, rientra nella categoria delle mascherine comunitarie, utilizzabili nella maggior parte dei luoghi tranne nelle strutture pubbliche se espressamente prescritto l'utilizzo di mascherine certificate, chirurgiche o di altro tipo.

Prototipo

I materiali presi in considerazione per realizzare il primo prototipo sono stati per il momento tre: PLA, TPU e PETG. Attualmente sono stati realizzati prototipi con PLA e PETG. Il test con TPU è ancora in fase di test.

Breve descrizione dei materiali

PLA

IL PLA (acido polilattico) è il polimero dell'acido lattico totalmente biodegradabile, biocompatibile, non tossico (odora di mais) ed è idoneo al contatto con alimenti. È un materiale naturale derivato dall'amido di mais, dai cereali o dalla barbabietola da zucchero. Gli oggetti realizzati in PLA sono resistenti ma hanno la tendenza a scheggiarsi e a rompersi se sottoposti a urti. Ha una bassa resistenza termica: si deforma già a 60°C. È economico, facilmente stampabile anche senza piano di stampa riscaldato e data la sua caratteristica di deformarsi già a 60 gradi, scaldandolo è possibile adattarlo alla conformazione soggettiva del viso. Sanificazione: detergente e acqua calda con temperatura non superiore ai 50 gradi oppure soluzioni idroalcoliche.

PETG

Il PET-G (copoliestere di polietilene tereftalato), è un materiale estremamente resistente che permette di ottenere stampe robuste e durature. È un filamento idrorepellente (non assorbe l'acqua), resistente anche a diversi acidi e sostanze alcaline e idoneo al contatto con gli alimenti. abbastanza flessibile e gode di alta resistenza termica. Sanificazione: acqua bollente, detergente e soluzioni idroalcoliche.

TPU

TPU (Poliuretano Termoplastico) ha notevoli proprietà tra cui l'elasticità, la trasparenza e la resistenza a olio, grasso e abrasioni ed è considerato sicuro poiché non contiene materie prime tossiche. Simile alla gomma, gode di alta resistenza termica. Sanificazione: acqua bollente, detergente e soluzioni idroalcoliche.

Dalla ricerca condotta fino a questo momento, il materiale più vantaggioso per poter realizzare la CEM-19 (o mascherine simili), è risultato il PLA, che grazie alla capacità di essere deformato già a 60 gradi, consente l'adattamento di un unico modello alla fisionomia di più volti (di più persone) riducendo notevolmente i tempi di produzione, soprattutto in termini di modellazione (progettazione della mascherina in 3 dimensioni). Questo materiale inoltre ha un basso costo e può essere stampato con facilità anche con stampanti non professionali, con o senza piatto riscaldato. Dato l'arrivo dell'estate, in caso la mascherina sia utilizzata in luoghi molto caldi o sia lasciata spesso in auto parcheggiata al sole, considerando che le componenti della cartuccia del filtro (vite e tappo) sono molto sottili, sarebbe opportuno stamparli con PETG, così da evitare deformazioni.

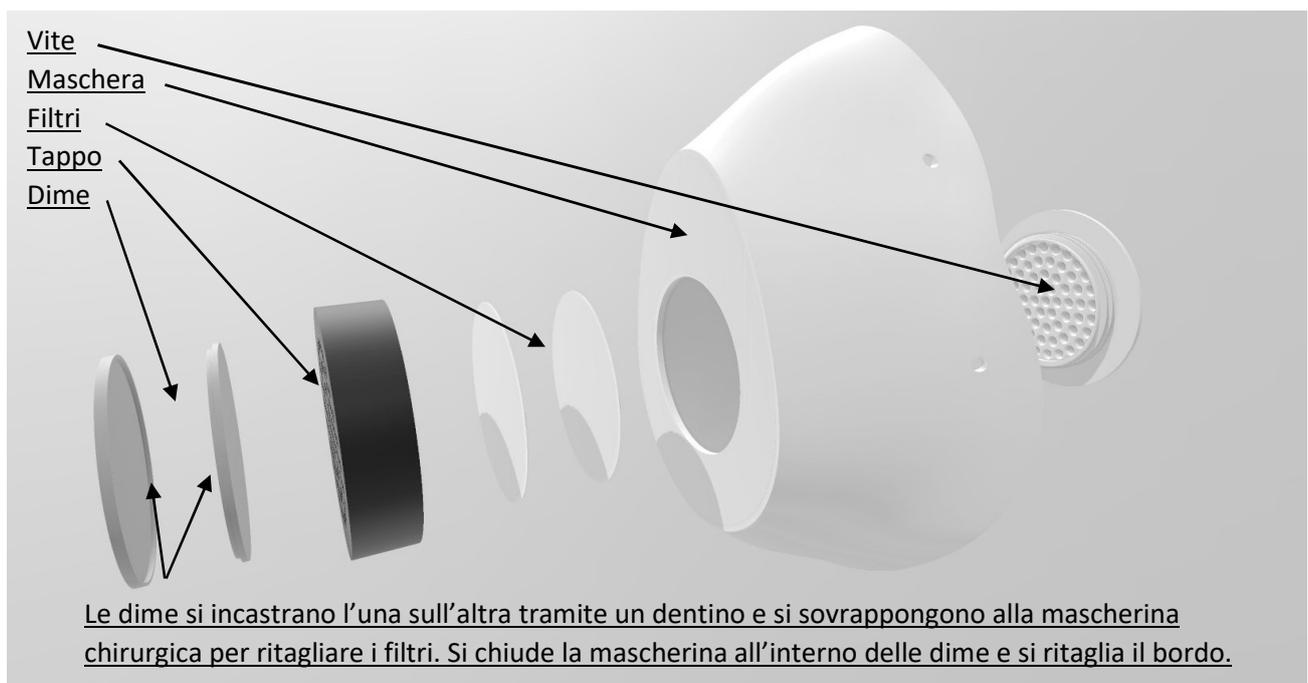


Figura 1. Mascherina prototipo. Nella figura si vedono tutti i componenti della mascherina “esplosi”.

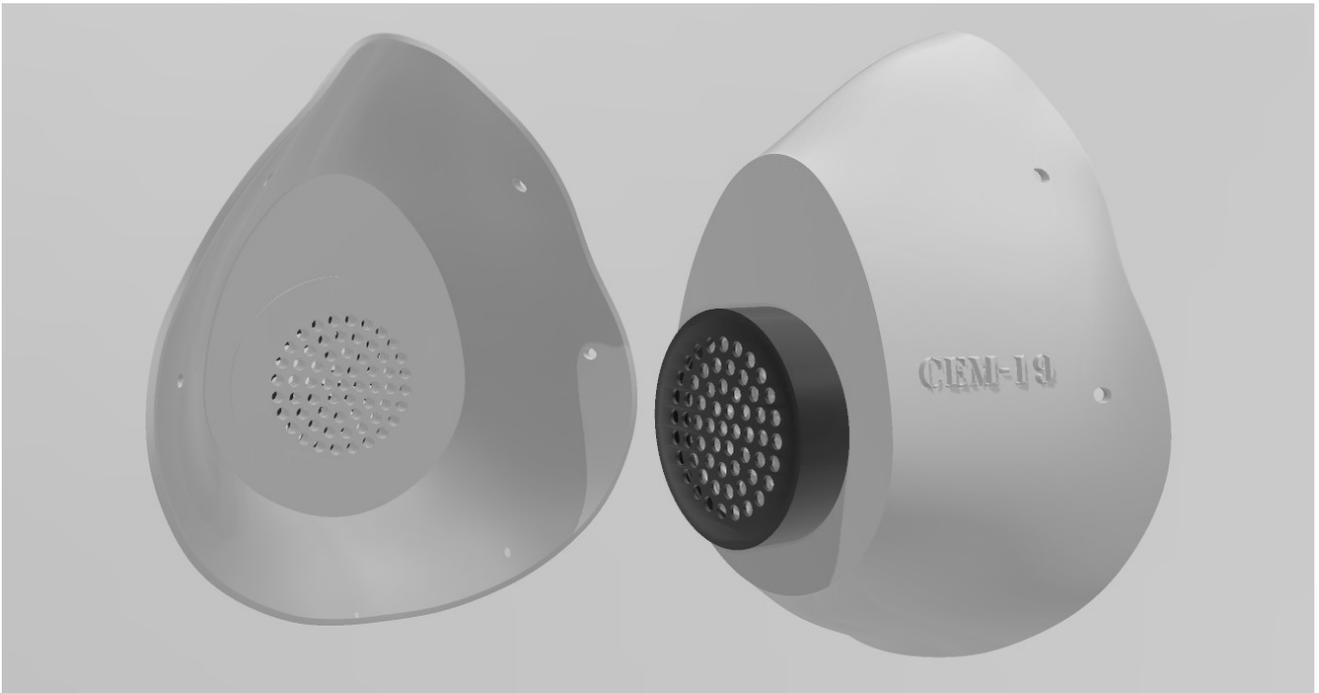


Figura 2. CEM-19. Vista laterale e posteriore della mascherina definitiva con tutti i componenti assemblati.



Figura 3. CEM-19. Visualizzazione dell'adattamento della mascherina alla conformazione del viso.

Materiale scaricabile dal sito del DPG

Nell cartella CEM-19_STL sono contenute 5 sottocartelle:

CEM-19 Large (mascherina per altezza morfologica della faccia da circa 128 mm a circa 135 mm).

Cem-19 M-L (Medium-Large: mascherina per altezza morfologica della faccia da circa 122 mm a circa 130 mm)

Cem-19 Medium (mascherina per altezza morfologica della faccia da circa 117 mm a circa 125 mm).

Cem-19 S-M (Small- Medium: mascherina per altezza morfologica della faccia da circa 112 mm a circa 120 mm).

CEM-19_Completa (trattato di seguito).

Nelle prime 4 cartelle ci sono tutti i componenti della mascherina ridimensionati proporzionalmente in base all'altezza morfologica della faccia (distanza nasion-gnation).

Principali misure craniometriche

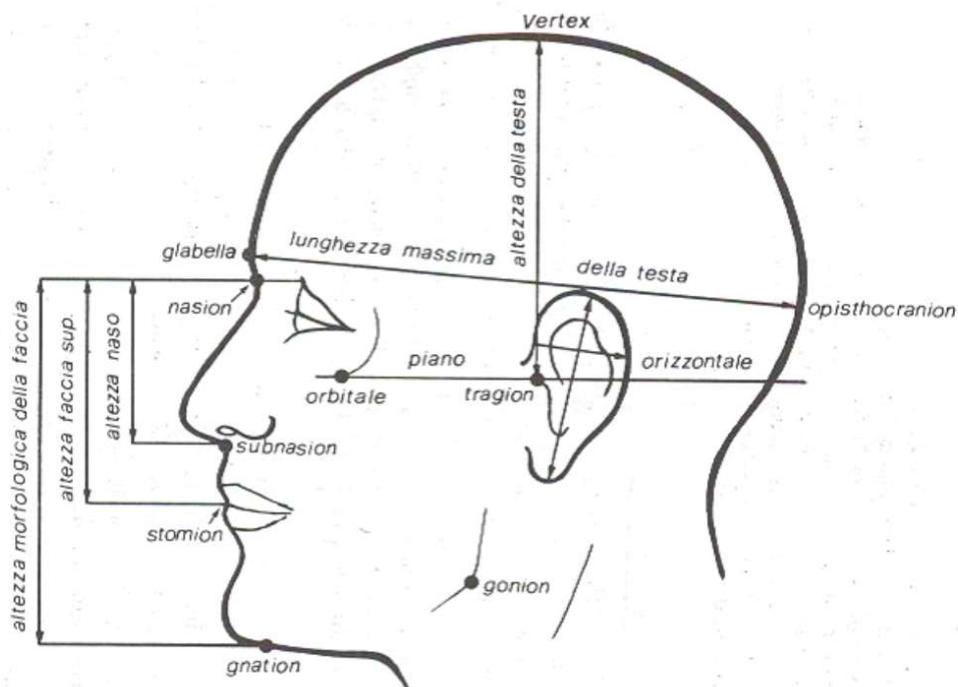


Figura 4. Principali misure craniometriche.

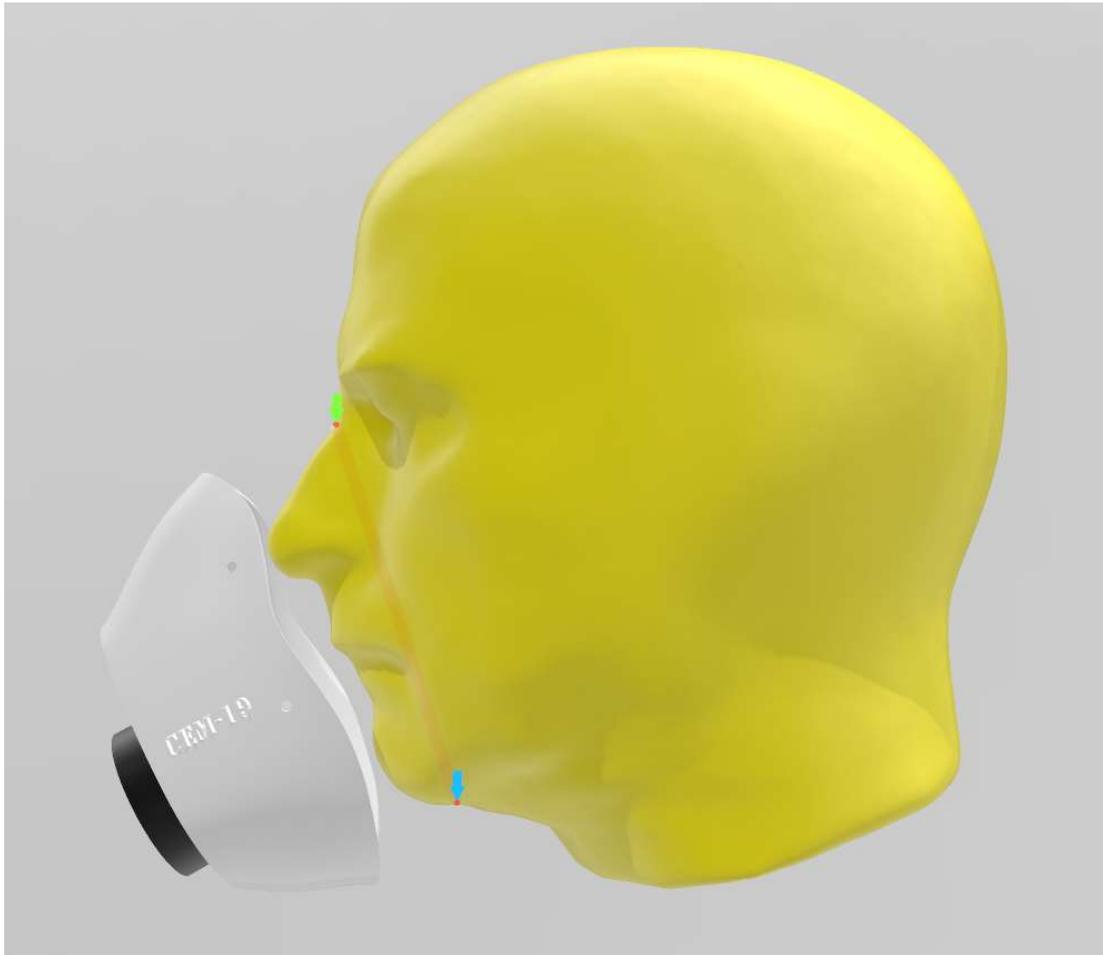


Figura 5. Altezza morfologica della faccia: distanza nasion-gnathion sul volto.

Per rendere la mascherina più confortevole è preferibile selezionare il modello con distanza nasion-gnation della mascherina maggiore rispetto quella morfologica del viso (fino a un massimo di circa 5-8 mm). Poi in caso non aderisca perfettamente ad alcune parti del viso è possibile adattarla utilizzando aria o acqua calda.

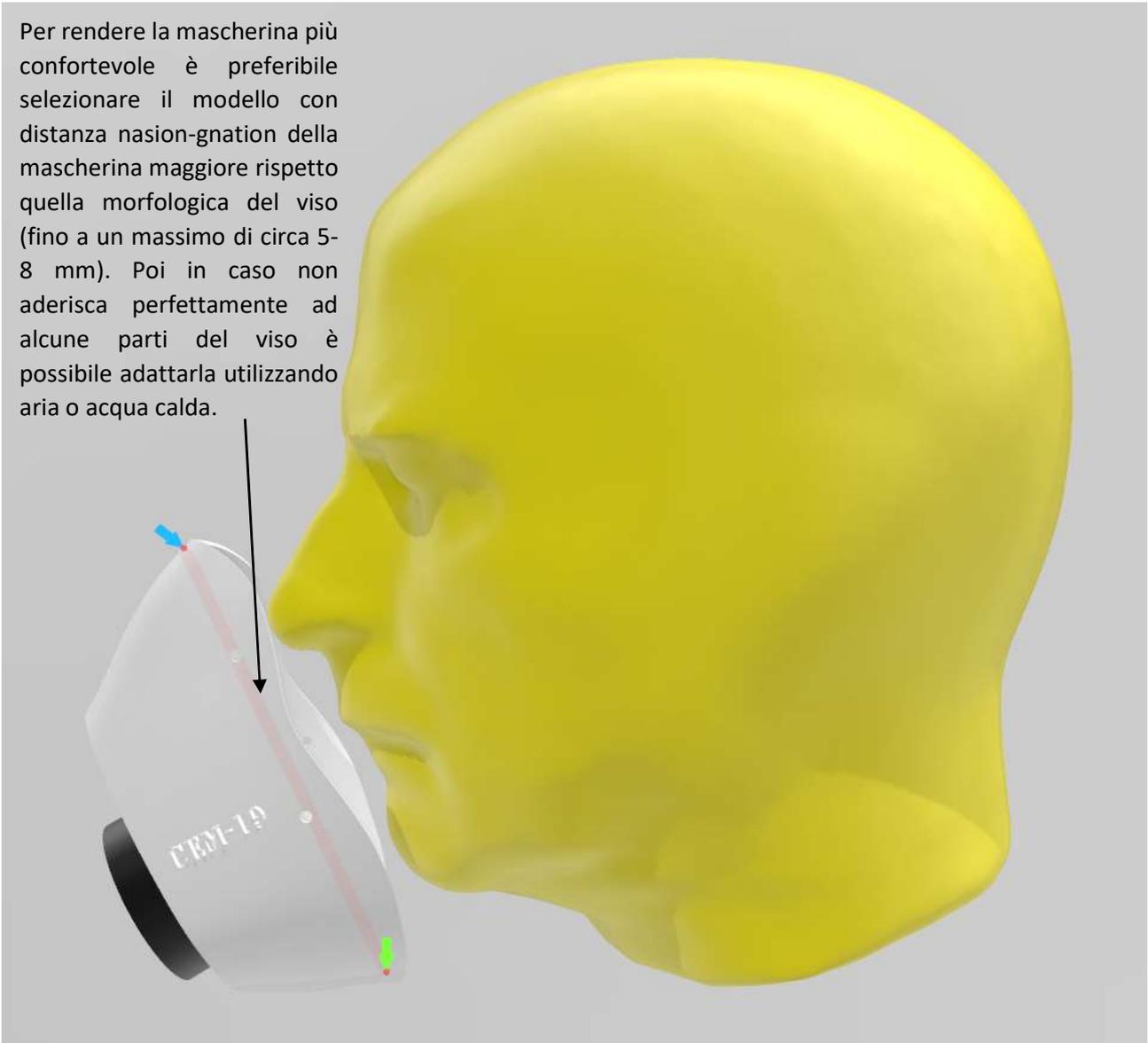


Figura 6. Distanza nasion-gnathion sulla mascherina.

Tutti i componenti sono in formato STL (*STereo Lithography interface format*). e sono i seguenti:
mascherina, tappo, vite e dime.

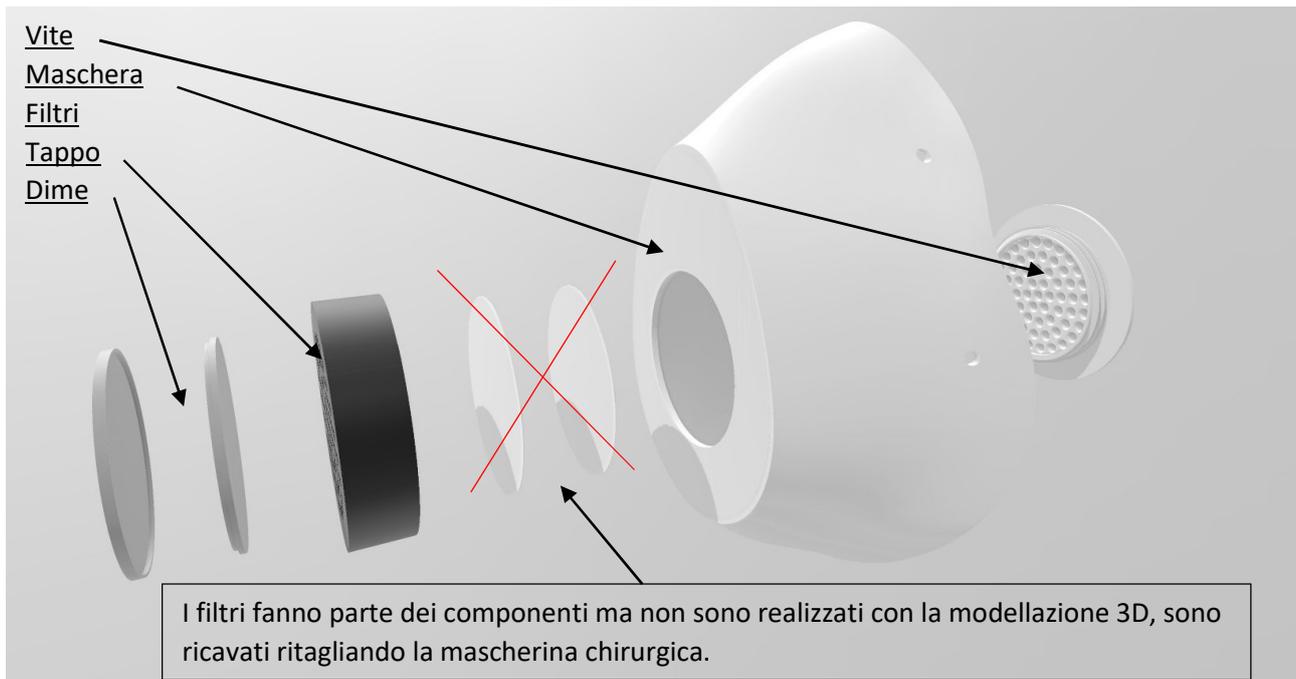


Figura 7. Componenti della mascherina.

In base alla superficie del piatto di stampa, i componenti possono essere stampati tutti insieme oppure uno o più di uno alla volta. Il consiglio è di stamparne uno alla volta in posizione centrale, dove il piatto risente meno dei problemi di livellamento. Per stampare i vari componenti bisogna caricare il file [.stl] del modello all'interno del programma fornito con la stampante. Il modello è già posizionato correttamente per essere stampato senza l'ausilio dei supporti che ne comprometterebbero la qualità. In genere in ogni programma esiste la possibilità di selezionare un profilo base (con parametri preimpostati) ed uno avanzato. In ogni profilo c'è inoltre la possibilità di stampare con diverse qualità e il consiglio è di scegliere il profilo base e la qualità di stampa media o standard (in cui solitamente l'altezza dei singoli strati può variare in base alla stampante e al programma da 0,15 mm a 0,20 mm). Non selezionare o deselezionare eventuali adesioni al piatto di stampa (in genere Brim o Raft) e selezionare o lasciare selezionato lo Skirt (Skirt in Inglese è la gonna o l'orlo ma nessuna di queste due parole dà l'immagine dell'elemento del quale si sta parlando, che in realtà è una linea che circonda il bordo del primo strato del modello cioè l'area di appoggio del modello. Può essere utile per la pulizia dell'estrusore dai residui di materiale plastico colato in seguito al suo riscaldamento prima di raggiungere la giusta temperatura di estrusione).

Parametri principali di stampa

Selezionare la configurazione base e il profilo standard (normale) e lasciare la configurazione di default controllando i seguenti parametri:

-altezza dello strato: un valore basso, dà un risultato migliore ma anche tempi di stampa maggiori.

In genere varia tra 0,15 e 0,20 e 0,18 è un ottimo compromesso.

-densità di riempimento: varia tra 10 % e 20 %. 15% è un ottimo compromesso.

-configurazione di riempimento: lasciare il valore di default o selezionare strutture a griglia o a rombo che anche a bassa percentuale di riempimento rendono l'oggetto piuttosto robusto.

-temperatura di stampa: per il PLA può variare tra 190 e 220. Lasciare il valore di default. Un ottimo compromesso può essere 205 gradi.

-temperatura del piatto di stampa: non occorre un piatto riscaldato. Se presente settare la temperatura a 50 gradi. In caso contrario e se il piatto non facilita l'adesione, utilizzare la lacca o la colla appositata (può andar bene anche il classico stick di colla bianca per la carta).

-velocità di stampa: 60 mm /sec.

-velocità della ventola: 100% e se il programma lo consente, impostare a 0 solo per il primo strato.

-adesione al piano di stampa: Skirt o nessuno.

-supporti: nessuno.

Adattamento della mascherina alla fisionomia del viso tramite calore

Il PLA è un materiale termosensibile che incomincia a deformarsi intorno ai 60 gradi. Questa caratteristica che potrebbe sembrare un limite, è in realtà un vantaggio, perché consente un adattamento soggettivo dello stesso modello di mascherina al viso di chi la indossa semplicemente scaldandola con phon o immergendola in acqua calda (circa 60 gradi, quindi si può usare tranquillamente l'acqua calda del rubinetto). In genere le parti che possono essere più critiche e necessitano di adattamento sono quelle relative alla sella nasale, il mento e le parti a contatto con le guance, che possono essere leggermente allargate o strette.



Figura 8. Quattro mascherine con dimensioni differenti (S-M, M, M-L, L). Le dimensioni possono essere ulteriormente variate tramite un qualsiasi programma di modellazione 3D e in più ogni mascherina può essere adattata soggettivamente scaldandola con phon o acqua calda a circa 60 gradi.

Oltre alla manipolazione delle stampe tramite il calore, modifica che viene fatto dopo aver stampato l'oggetto, i modelli salvati in formato [.stl] possono essere caricati con programmi di modellazione 3D ed adattati alla fisionomia del volto ancora prima di essere stampati.

A tale proposito nella cartella CEM-19_Completa, c'è il file [.stl] con all'interno tutte le parti della mascherina (vite, dime, maschera e tappo) raggruppate tra loro in modo da formare un unico oggetto. Basta caricare il file con qualsiasi programma di modellazione 3D e selezionare la funzione di ridimensionamento proporzionale (attivando cioè la modalità "vincola le proporzioni" presente in ogni programma). A questo punto, modificando la distanza nasion-gnation (asse y) sulla mascherina, automaticamente saranno ricalcolate e modificate proporzionalmente tutte le altre dimensioni (asse x,y e z) della mascherina e di tutti gli altri componenti. Basta poi separare gli oggetti raggruppati e salvarli singolarmente per renderli disponibili per la stampa. Oppure tutti gli oggetti raggruppati possono essere importati all'interno del programma fornito con la stampante, selezionati e separati per essere stampati contemporaneamente o uno alla volta.

Aumentando o diminuendo la dimensione **Y** (freccie in rosso) aumentano e diminuiscono rispettivamente tutte le altre dimensioni (x,y e z) di tutti i componenti.

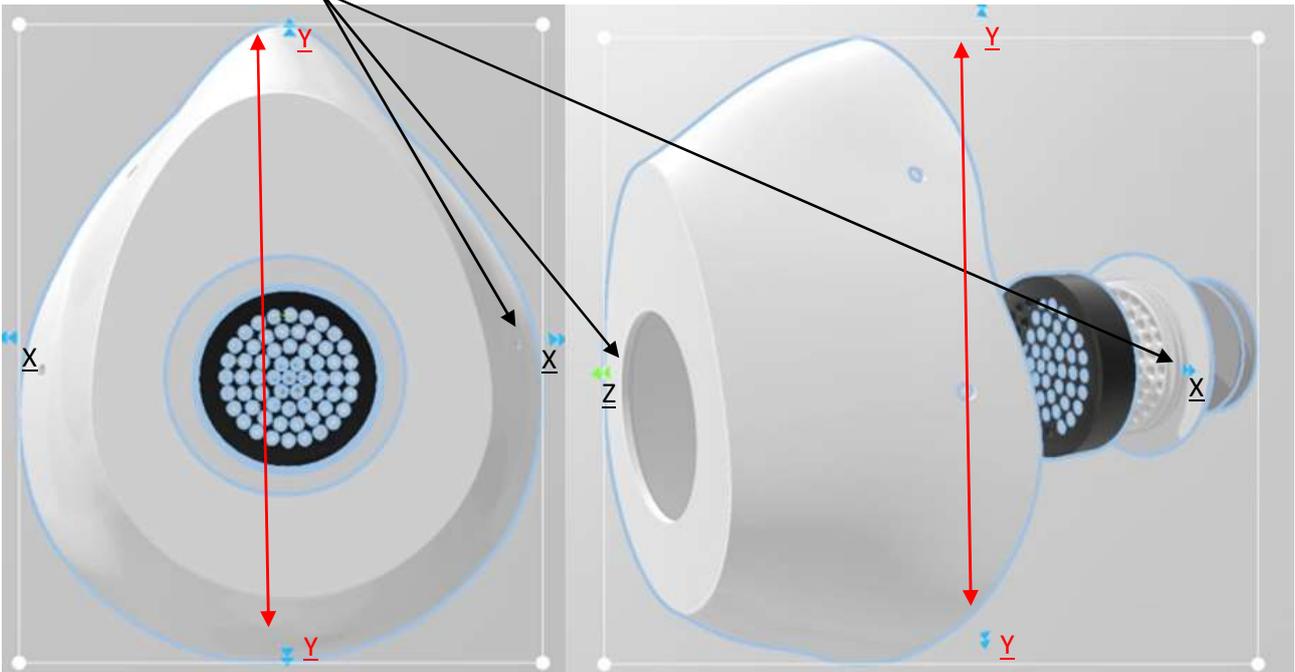


Figura 9. A sinistra: visione frontale della mascherina selezionata insieme a tutti i componenti. A destra: visione laterale con tutti i componenti selezionati visibili.

Preparazione del filtro

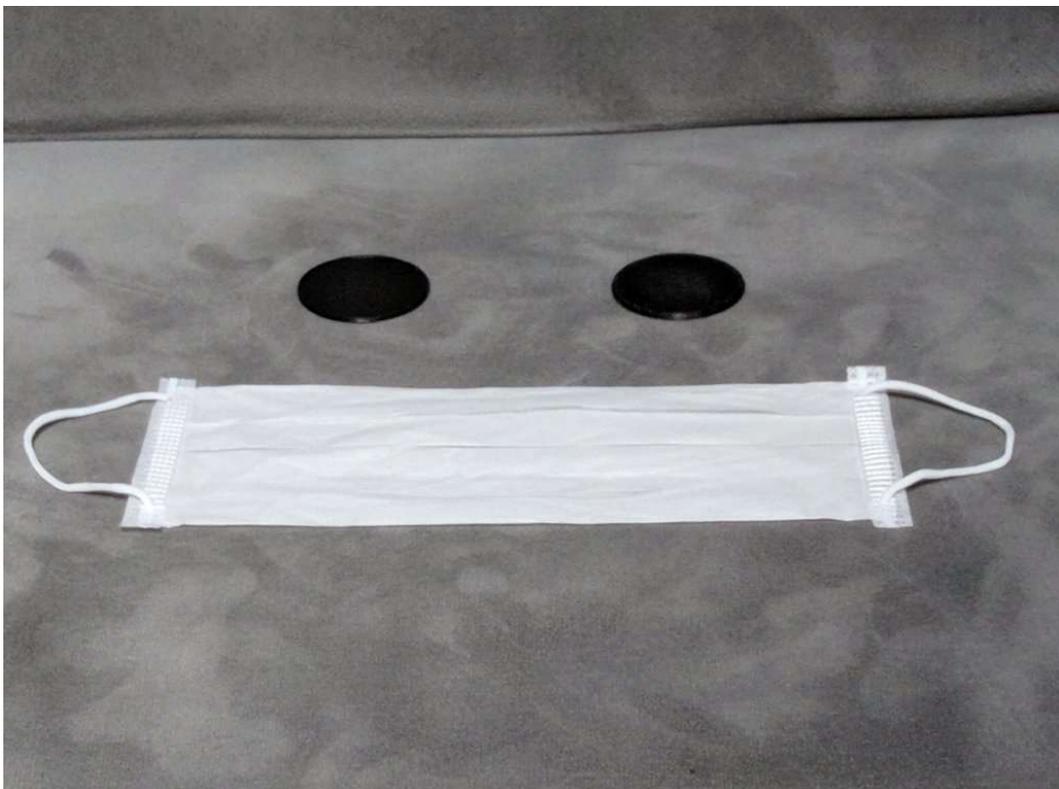


Fig. 10. Materiale occorrente per preparare il filtro (mascherina e dime).

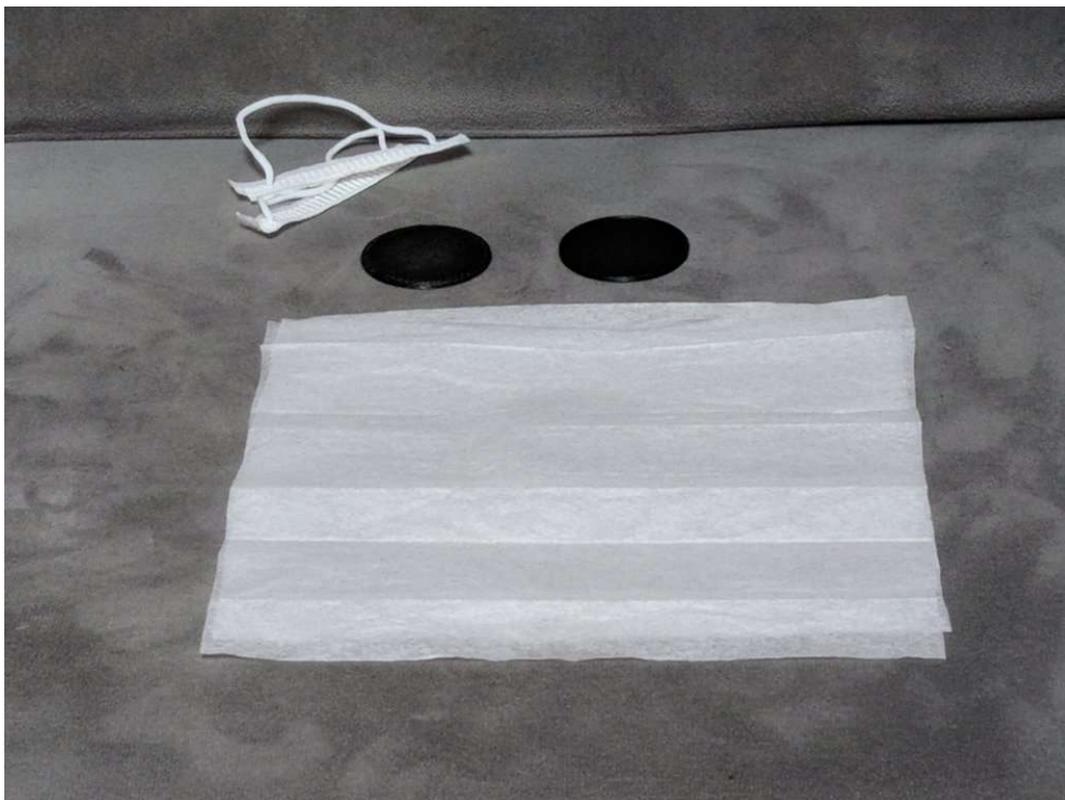


Fig. 11. Rimuovere i bordi e distendere la mascherina.

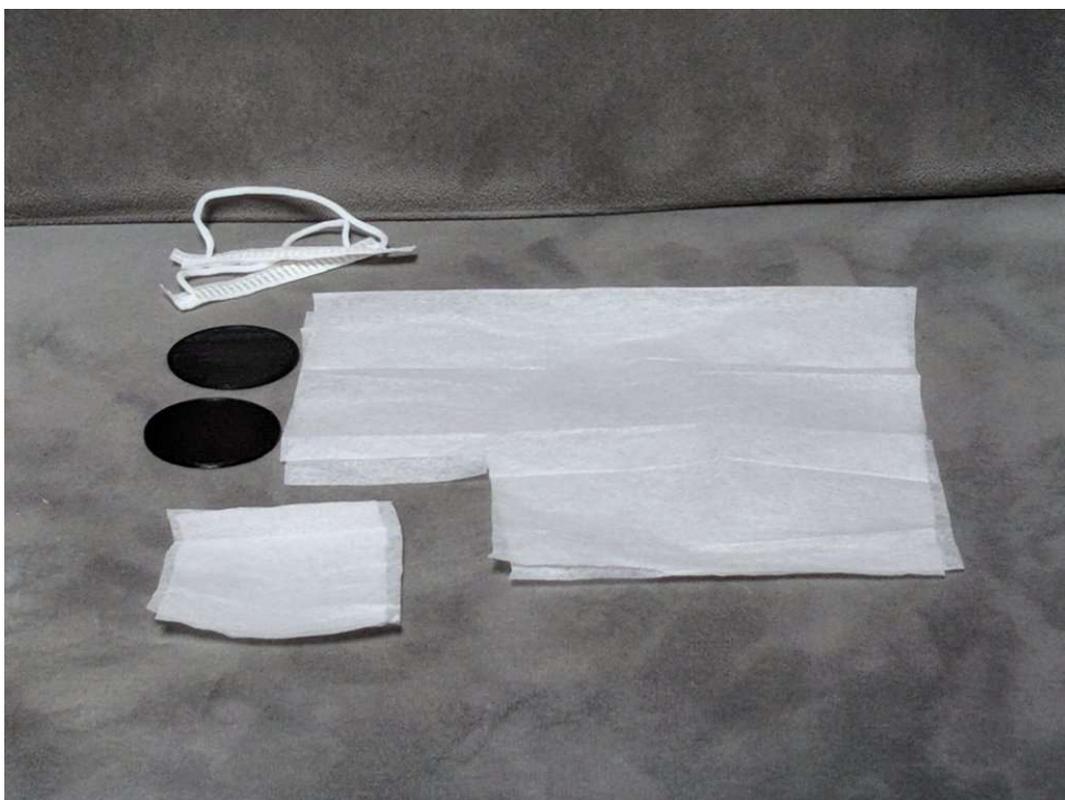


Fig. 12. Ritagliare una piccola porzione di forma quadrata.

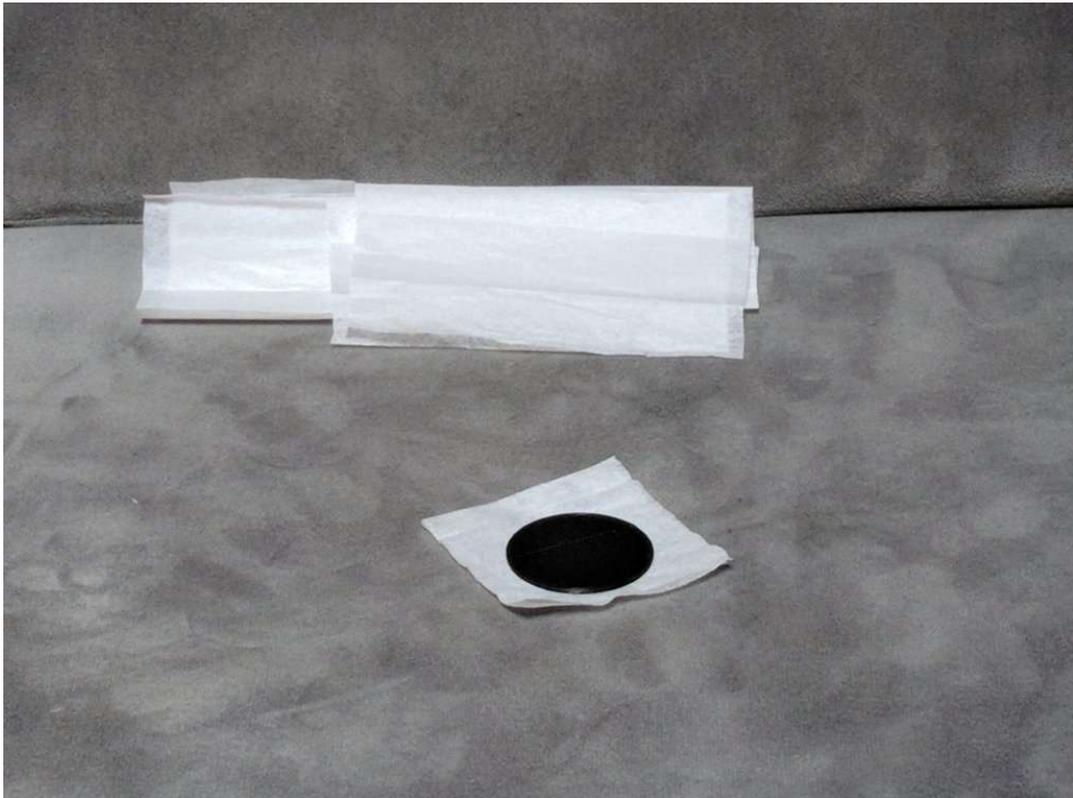


Fig. 13. Inserire la porzione all'interno delle dime.

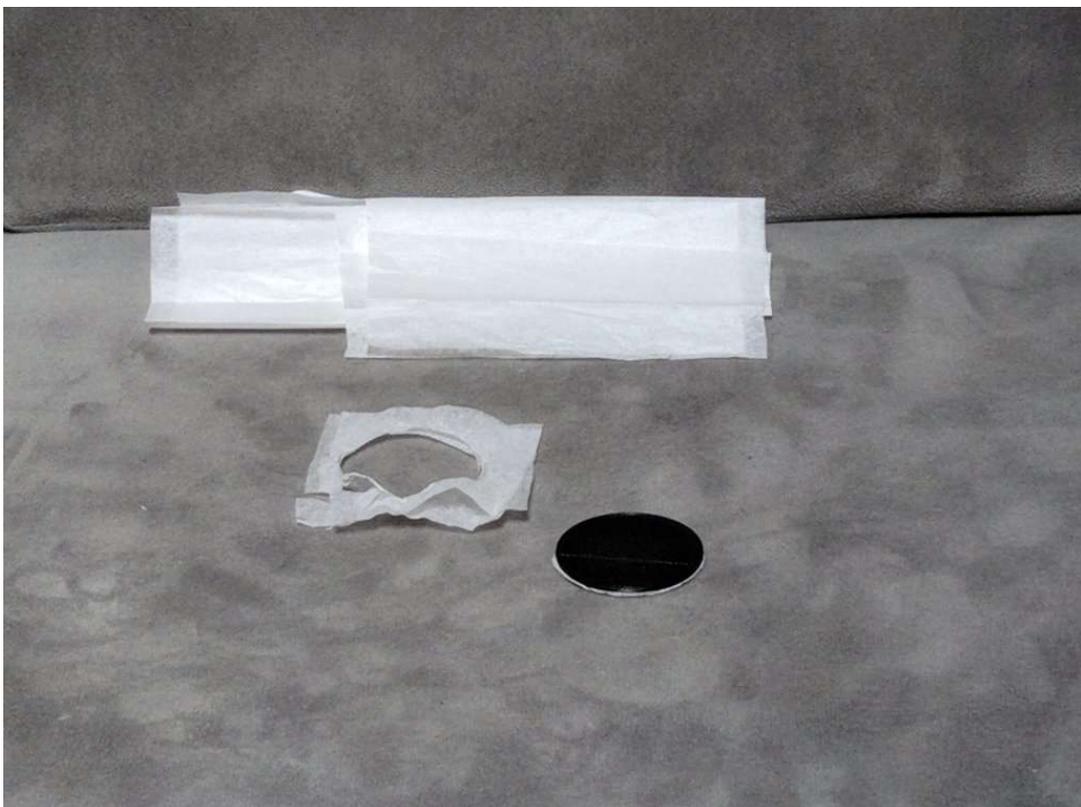


Fig. 14. Ritagliare il bordo con le forbici.

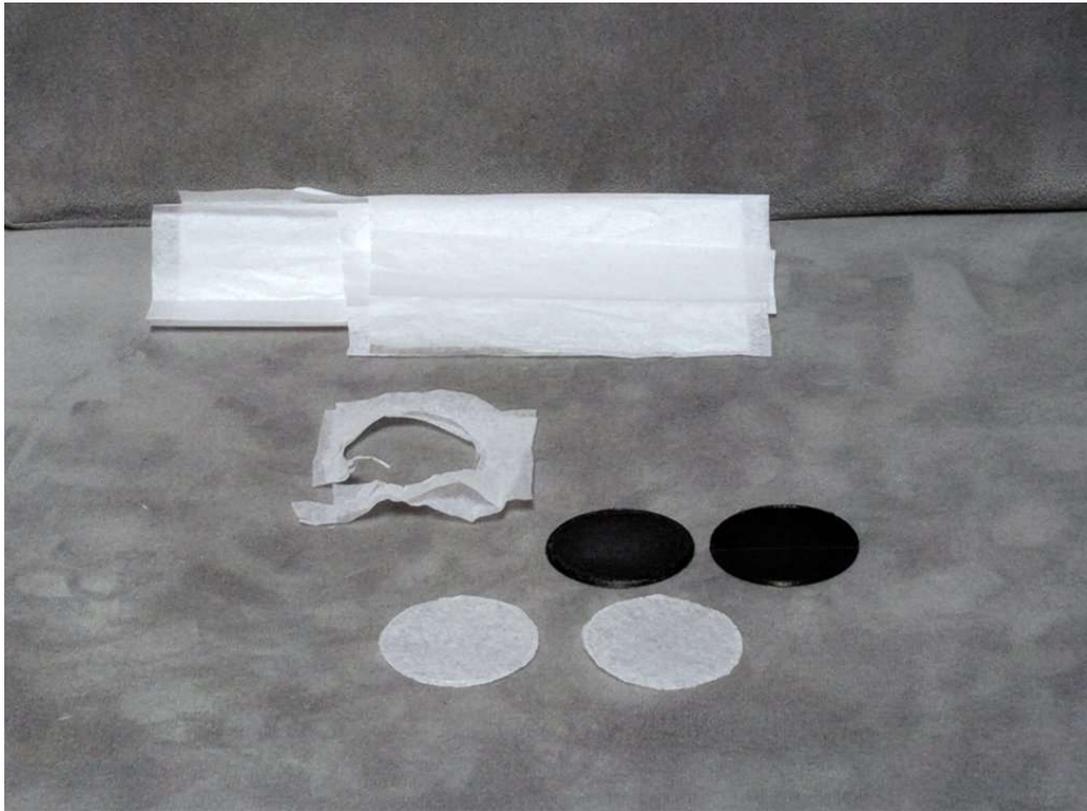


Fig. 15. Coppia di filtri dopo il ritaglio con le forbici utilizzando le dime.



Fig. 16. Inserire i filtri all'interno del tappo.



Fig. 17. Assemblare la mascherina con la cartuccia del filtro (introdurre la vite all'interno della mascherina ed avvitare il tappo con i filtri sulla parte che fuoriesce dal foro).



Fig. 18. Inserimento degli elastici. Metodo 1: far passare l'elastico all'interno dei fori a destra (o a sinistra) e successivamente dalla parte opposta in modo che formi una sorta di forma ad otto e annodare i due estremi (in rosso il percorso degli elastici all'interno della mascherina). Con questo metodo un elastico passa dietro la testa sotto le orecchie e l'altro dietro la testa sopra le orecchie. È comodo per coloro che lamentano fastidio dietro le orecchie con il sistema di cablaggio più classico dove la mascherina è sorretta con gli elastici che passano dietro le orecchie. Questo metodo consente facilmente di appendere la mascherina al collo semplicemente facendo scivolare gli elastici sotto le orecchie (fig.19 A), o rimuovendo quello superiore (sopra le orecchie) e poi tirando la mascherina verso il basso (fig. 19 B).



Fig. 19. A sinistra la mascherina appesa al collo con entrambi gli elastici (A) e a destra la mascherina appesa al collo togliendo l'elastico che passa sopra le orecchie (B).



Fig. 20. Inserimento degli elastici. Metodo 2 (classico). Far passare l'elastico dentro i fori a destra (o a sinistra) e annodarlo. Ripetere l'operazione dall'altro lato. Con questo metodo la mascherina è sorretta tramite le orecchie. Una variazione è aggiungere un elastico di lunghezza di circa 40 - 50 cm e annodarne un estremo sull'elastico di destra (o di sinistra) e l'altro estremo sull'altro elastico (linea rossa sulla figura). Ciò consente di appendere la mascherina al collo semplicemente rimuovendo gli elastici da dietro le orecchie.

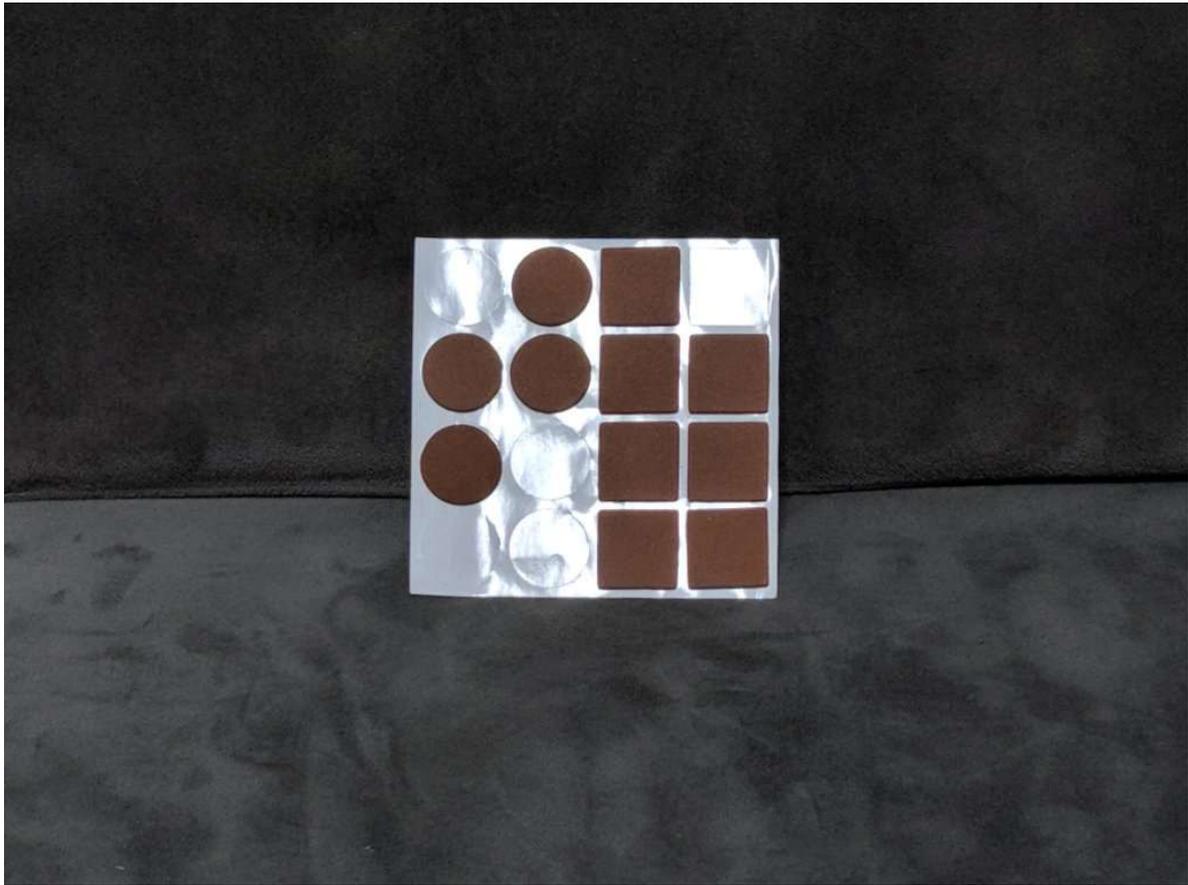


Fig. 21. Gommini. Dopo aver stampato la mascherina si consiglia di arrotondare leggermente i bordi con carta vetrata o lima, in particolare quelli a contatto con il naso e con il mento. In caso di fastidio, è possibile applicare dei gommini nelle zone di contatto soggettivamente poco gradevoli.

Sanificazione

Immergere i filtri in soluzione idroalcolica 70% o superiore (alcol alimentare facilmente reperibile e non tossico, diluito con acqua possibilmente distillata). Lavare le parti in plastica con acqua calda e sapone e/o usare un vaporizzatore manuale per sanificare con soluzione idroalcolica al 70% o superiore.



Fig. 22. I filtri sono immersi in un piccolo contenitore con soluzione idroalcolica e lasciati asciugare su carta assorbente.

In sintesi:

Caratteristiche della mascherina

- **Basso costo.**
- **Possibilità di realizzare mascherine adattandole alla fisionomia individuale del volto.**
- **Possibilità di creare mascherine adattabili a tutte le fasce di età dai minori agli adulti.**
- **Possibilità di utilizzare vari materiali non tossici e con caratteristiche differenti.**
- **Possibilità di sanificazione utilizzando normale detergente e acqua o soluzioni idroalcoliche.**
- **Possibilità di inserimento di uno o più filtri in base alla necessità di utilizzo.**
- **Possibilità di variare il diametro di filtraggio (in fase progettuale) in caso di utilizzo durante attività fisica o motoria (maggiore aerazione).**
- **Possibilità di sanificare (riutilizzare) i filtri immergendoli in soluzioni idroalcoliche.**

Aspetti critici da considerare:

- **Rigidità rispetto alle mascherine in cotone o carta.**
- **Maggior tempo di produzione rispetto alle mascherine tradizionali.**
- **Possibile deformazione di alcune parti se sottoposte a fonti di calore (solo se realizzata integralmente in PLA).**
- **Sanificazione sotto la responsabilità e il buon senso di chi la indossa (al contrario delle mascherine tradizionali la cui usura è ben visibile nonostante poche ore di utilizzo, queste mascherine non sono soggette a deterioramento e potrebbero dare l'illusoria impressione di non dover essere sanificate). Contrariamente vanno sanificate rispettando le normative vigenti (Dpcm 26 aprile 2020).**

Per qualsiasi approfondimento o informazione è possibile contattare l'autore del progetto Stefano Massaccesi all'indirizzo email stefano.massaccesi@unipd.it oppure telefonicamente al numero 0498276945.