

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Zoraida Goicoechea Triana

Tomás Ballesteros Egües

Tudela, 23 de junio de 2014

Agradecimientos

En primer lugar, quiero dar las gracias a mi tutor del proyecto Tomás Ballesteros por guiarme y ayudarme a enfocar correctamente el proyecto. A Ángel Jaraba por toda la ayuda recibida en todo el proceso de fabricación del modelo y el dispositivo. A los becarios Aitor Arano e Iñaki Elizalde por la ayuda recibida en el proceso de fabricación del dispositivo de silicona. Quiero agradecer también a Carmelo Puyo y a José Ramón Alfaro por la ayuda recibida con el manejo de SolidWorks a la hora de realizar moldes y a Pilar Ruiz por guiarme a la hora de elegir el material con el que se fabricará el dispositivo. A Mitxelko Sánchez por realizar el escaneo de la cara.

Quiero agradecer también a Jose Ignacio Niubo (médico) y a Vicente de Vera (médico y anestésista) por aportarme sus opiniones y orientación. También a Protección Civil Tudela por proporcionarme información sobre los materiales de los que se disponen en las ambulancias. Y por último a Mercedes Murillo por prestarme el balón de ventilación.

Resumen

En el siguiente trabajo fin de grado se ha realizado el diseño de un dispositivo que une la cánula de Guedel con un respirador automático. Este dispositivo, a la vez de unir estos elementos, sella la boca por dentro impidiendo que el aire salga. Está enfocado para utilizarlo en ambulancias. La ventaja que tiene este dispositivo respecto a las mascarillas que se utilizan actualmente es que el personal de ambulancia no tiene que estar realizando presión en la boca del paciente para garantizar un buen sellado.

Para poder probar el dispositivo que se ha diseñado, se ha creado un modelo mediante ingeniería inversa. En este trabajo se ha explicado el proceso entero de realizar un modelo mediante este método.

Índice

1. Objetivo	5
2. Aparato respiratorio.....	6
3. RCP	9
4. Dispositivos de apoyo.....	11
4.1. Balón de ventilación (AMBU)	11
4.2. Aspirador de secreciones	11
4.3. Respirador automático.....	12
5. Intubación no invasiva.....	14
5.1. Cánula orofaríngea de Guedel	14
5.2. Otras.....	15
5.2.1. La cánula de Berman	15
5.2.2. Otras.....	16
6. Intubación invasiva.....	17
6.1. Intubación endotraqueal.....	17
6.1.1. Intubación orotraqueal	17
6.1.2. Intubación nasotraqueal	19
6.2. Combitubo.....	19
6.3. Máscara laríngea	20
7. Ventilación mecánica no invasiva (VMNI).....	22
7.1. Mascarilla nasal	22
7.2. Mascarilla oronasal	22
7.3. Facial total	22
7.4. Helmet.....	23
8. Primeros bocetos	24
9. Material	28
9.1. Materiales para tetinas de chupetes y biberones.....	28
9.2. Ácido Hialurónico 0,025%	28
9.3. Materiales para protectores bucales	28
9.4. Material que se empleará: Silicona.....	29
10. Elaboración del modelo.....	30
10.1. Modelo con la boca cerrada.....	30
10.1.1. Primera cara de silicona	30
10.1.2. Segunda cara de silicona	40

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

10.1.3. Tercera cara de silicona.....	41
10.1.4. Cara interior	44
10.2. Modelo con la boca abierta	48
11. Construcción del prototipo del dispositivo	57
12. Bibliografía	63
ANEXO I	65
ANEXO II	67

1. Objetivo

El propósito de este trabajo fin de grado es diseñar un dispositivo que una la cánula de Guedel con un respirador automático. Este dispositivo además de unir ambos instrumentos debe de sellar la boca para evitar que el aire salga fuera. El dispositivo está enfocado para utilizarse en ambulancias.

El material que disponen en las ambulancias para insuflar aire a los pacientes son el balón de ventilación y el respirador automático como se muestra en las siguientes figuras.



Fig. 1.a y 1.b tomadas en Protección Civil Tudela

La razón por la que se ha pensado en un proyecto así es el siguiente: En caso de que una persona sufra una parada cardiorespiratoria los médicos tienen capacidad para intubar, sin embargo, pero el personal de ambulancia no. El personal de ambulancia suele utilizar la cánula de Guedel para abrir la vía aérea y mediante el balón de ventilación van suministrándole aire a los pulmones. El problema está en que a la vez que insuflan aire al paciente tienen que estar realizando las maniobras de reanimación cardíacas. Por tanto, el reanimador tiene que dejar de hacer estas maniobras para inyectar oxígeno al paciente. Además, otro inconveniente es que, para hacer respirar al paciente, el reanimador tiene que estar haciendo presión sobre la mascarilla para garantizar que todo el oxígeno que sale del balón de ventilación vaya a los pulmones.



Fig. 2.a y 2.b

Mediante un dispositivo como el que se quiere conseguir se evitarían estos problemas. El reanimador podría conectar el respirador automático al dispositivo y se podría centrar en realizar al paciente las maniobras cardíacas.

El principal problema que encontramos es que al meter todo el oxígeno por la boca, este podría salir por la nariz, pero eso podría solucionarse poniendo unas pinzas nasales. Por otro lado, interesa utilizar el aspirador de secreciones para limpiar la boca de cuerpos o flujos que pudieran obstruir la vía aérea.

2. Aparato respiratorio

Antes de todo es importante saber unos conceptos básicos del funcionamiento del sistema respiratorio.

El funcionamiento del aparato respiratorio consiste en suministrar oxígeno a los tejidos del organismo y eliminar el carbono dióxido de la sangre. El proceso comienza en la boca y la nariz con la exhalación del oxígeno. El aire penetra al interior del cuerpo atravesando la faringe y la laringe. En la entrada de la laringe hay un tejido muscular llamado epiglotis que se cierra en el momento de la ingesta de alimentos. De esta manera impide que se introduzcan trozos de alimentos u otras sustancias sólidas en los pulmones. Una vez atravesada la laringe, el aire penetra en la tráquea, esta se divide en dos ramas llamadas bronquios que a su vez se dividen numerosas ramas llamadas bronquiolos. En los extremos de cada bronquiolo se encuentran cavidades llenas de aire llamados alveolos.

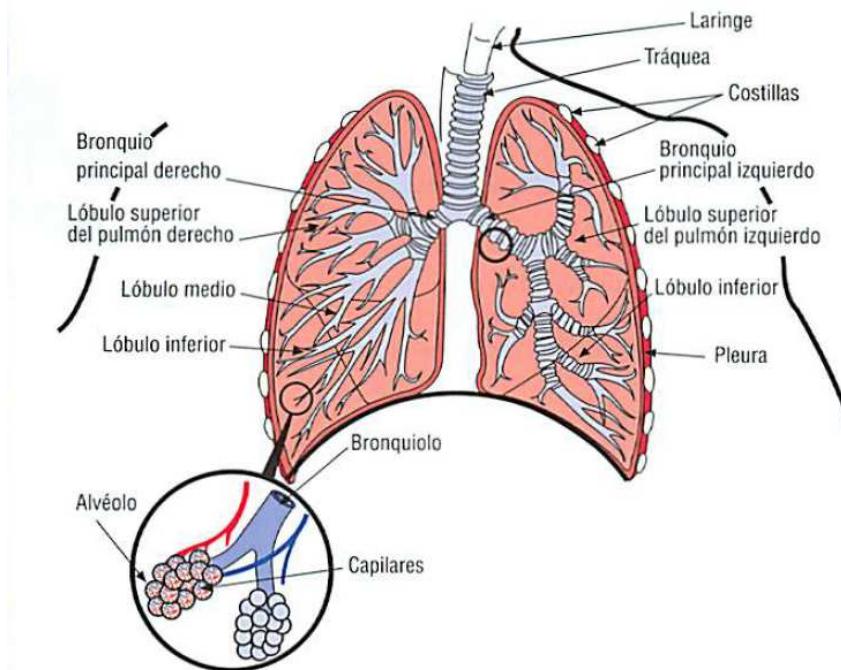


Fig. 3 recuperado de (1)

Cada pulmón contiene millones de alveolos y son estos los que intercambian el oxígeno y el dióxido de carbono. Los alveolos están rodeados por pequeños vasos sanguíneos llamados capilares. Las paredes alveolares son extremadamente finas, lo cual permite el intercambio entre el oxígeno, que pasa de los alveolos a la sangre de los capilares, y del dióxido de carbono, que pasa de la sangre de los capilares al interior de los alveolos para posteriormente ser expulsado. De los capilares el oxígeno circula por la sangre hasta llegar al corazón.¹

El corazón funcionalmente está formado por dos bombas separadas por un tabique. La bomba derecha recibe la sangre desoxigenada del cuerpo y la envía a los pulmones. La bomba izquierda recibe la sangre oxigenada de los pulmones y la envía hacia el cuerpo. Cada bomba está formada por una aurícula y un ventrículo separados por una válvula. Esto se muestra en el siguiente esquema:

Las aurículas de paredes delgadas reciben la sangre que llega al corazón, mientras que los ventrículos con paredes relativamente gruesas bombean la sangre fuera del corazón. Es necesaria más fuerza para bombear la sangre a través del cuerpo que a través de los pulmones, por lo que la pared muscular del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del derecho.²

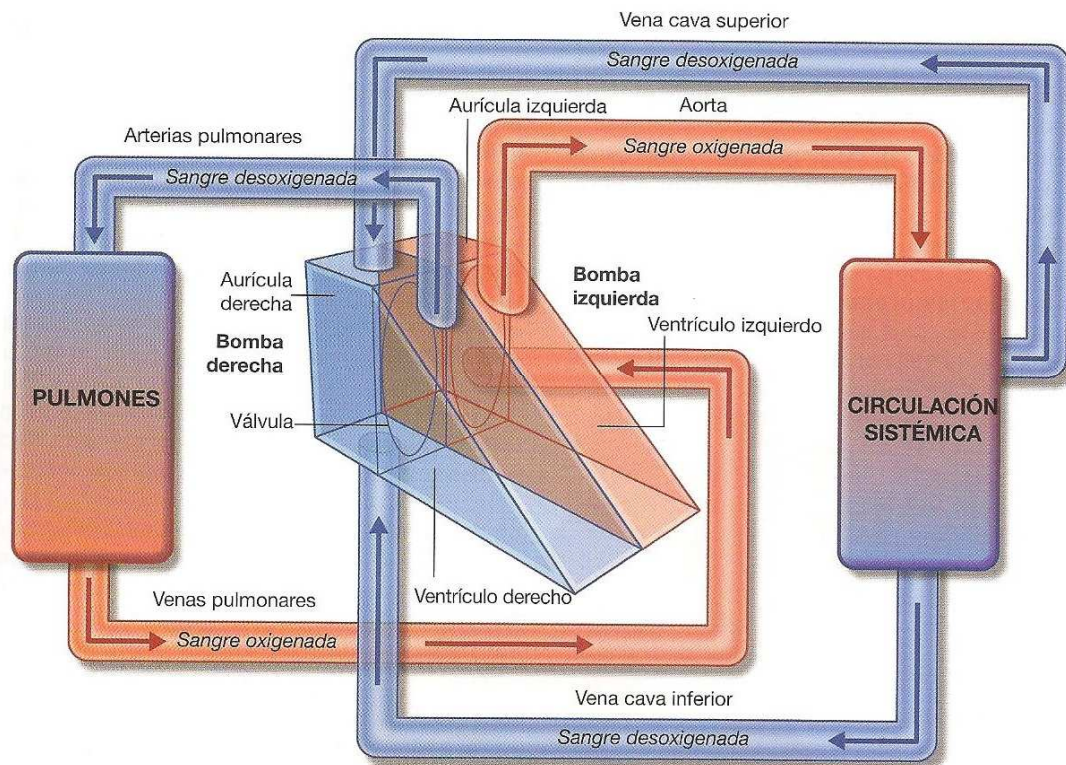


Fig. 4 recuperado de (2)

Hay unos órganos sensores en las arterias aorta y carótida. Cuando aumenta el nivel de CO_2 el cerebro aumenta la frecuencia respiratoria. El centro respiratorio se encuentra en la parte inferior del cerebro.

Para el correcto funcionamiento del sistema respiratorio siempre tiene que haber un equilibrio entre el oxígeno suministrado y el carbono dióxido eliminado ya que si no se cumple la persona puede llegar a tener enfermedades respiratorias e incluso llegar a la muerte. Entre los síntomas de enfermedades respiratorias están:

- **Disnea:** sensación de ahogo y de dificultad para respirar. Provoca que el paciente tenga una respiración acelerada
- **Hiperventilación:** suelen ser consecuencia de una lesión cerebral, causada por una hemorragia cerebral, un traumatismo u otra afección. Muchas personas tienen episodios durante los cuales experimentan una falta de aire y por ello respiran de manera superficial y rápida. Esto suele ser debido a la ansiedad.
- **Respiración sibilante:** es un sonido parecido a un silbido y es consecuente de la obstrucción parcial de las vías respiratorias.
- **Dolor torácico:** las causas son:
 - Irritación de la pleura.
 - Derrame pleural.
 - Absceso o tumor pulmonar.
 - Lesiones de la pared del tórax.
 - Tumor que crece dentro de la pared torácica.
- **Cianosis.** Es la oxigenación insuficiente de la sangre. Esto provoca que la sangre que circula por los vasos de la piel sea azul ya que es el color que adquiere la sangre cuando está sucia.
- **Hemoptisis:** esputo con sangre que proviene del tracto respiratorio. No siempre es grave, pero cuando la expectoración de sangre es abundante requiere atención médica.

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

- Estridor: es un ruido respiratorio que se produce al inspirar. Suele ser causa de la obstrucción parcial de la faringe, de la laringe o de la tráquea.

La frecuencia respiratoria normal de las personas es la siguiente:

	Frecuencia respiratoria/min
Lactante	20-40
Niño	15-20
Adulto	10-15

Tabla 1 recuperado de (1)

Cuando la persona respira por debajo de las frecuencias mostradas anteriormente sufre una insuficiencia respiratoria. Esta insuficiencia respiratoria consiste en una reducción de la presión parcial del O_2 en la sangre arterial y esto se da en los siguientes casos:

- Hipoxia: cuando la presión de O_2 es baja.
- Hipercapnia: cuando la presión de CO_2 es alta.¹

Una parada cardiorespiratoria (PCR) es un cese súbito, inesperado y potencialmente reversible de la respiración y circulación espontánea. Como resultado, se produce una interrupción brusca del transporte de oxígeno a los órganos vitales que hemos mencionado anteriormente. Esta situación representa la muerte clínica y de no ser rápidamente revertida, llevaría en pocos minutos a la muerte biológica. Por tanto, es de vital importancia actuar.

En la siguiente gráfica se puede ver el daño cerebral producido por una parada cardiorespiratoria. El daño producido es irreversible a partir del décimo minuto.

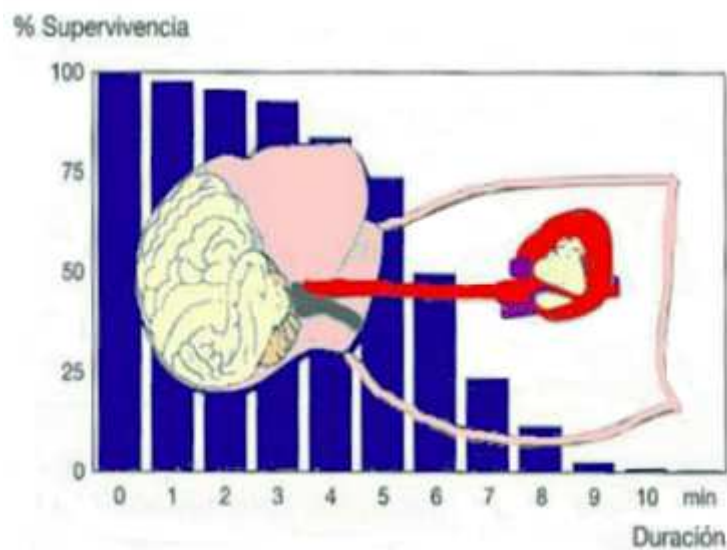


Gráfico 1 recuperado de (3)

Los equipos de emergencia no pueden estar siempre cerca por lo que es importante saber cómo actuar cuando una persona sufre una parada cardiorespiratoria.³

3. RCP

Como se ha explicado al final del anterior apartado, una parada cardiorrespiratoria es un cese del latido cardíaco y de la respiración. Es de vital importancia actuar con rapidez ante un caso así y para ello se emplean las maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP).

El procedimiento que se suele seguir es el siguiente:

1. En primer lugar se debe comprobar si el paciente está consciente o no.
2. Se comprueba la apertura de la vía aérea del paciente mediante los pasos: ver, oír y sentir durante 10 segundos.
3. Si el paciente no respira, se debe avisar a los equipos de emergencia. Se debe llamar al 112.
4. Si se tienen conocimientos de cómo realizar un RCP se procede a ello. El RCP consiste en realizarle al paciente dos maniobras: deprimir el tórax 5-6 cm a un ritmo de 100-120/min y realizarle insuflaciones de 1 segundo. Estas dos maniobras se alternan. Se hacen 30 compresiones y dos insuflaciones periódicamente.³ Para realizar las insuflaciones primero hay que proceder a la apertura de la vía aérea y hay dos maniobras principales:
 - Maniobra frente-mentón: se aplica cuando no hay sospecha de que el paciente haya sufrido lesión de la columna cervical. En los lactantes se aplica en posición neutra. Se pretende conseguir una hiperextensión del cuello que conlleve a una apertura de la vía mediante la movilización anterior de la base de la lengua.

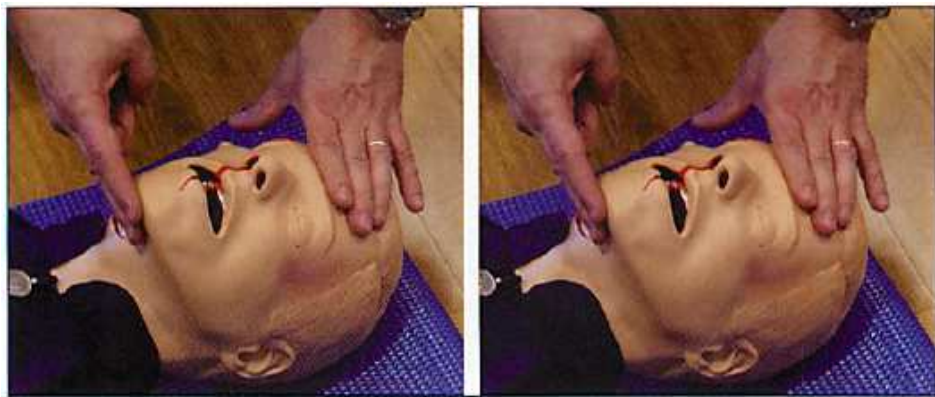


Fig. 5.a y 5.b recuperados de (1)

- Elevación mandibular: se aplica cuando se sospecha que el paciente tenga lesión cervical. Se busca que la lengua no se vaya hacia atrás, pero a través de una elevación de la mandíbula y sin mover el cuello.¹



Fig. 6 recuperado de (1)

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

5. Si se dispone de DESA (Desfibrilación Externa Semi Automática) se utiliza siguiendo las instrucciones. Esto se emplea para la reanimación cardiaca del paciente.

Las maniobras de RCP se realizan hasta que lleguen los servicios de emergencia o hasta que la víctima se recupere.³

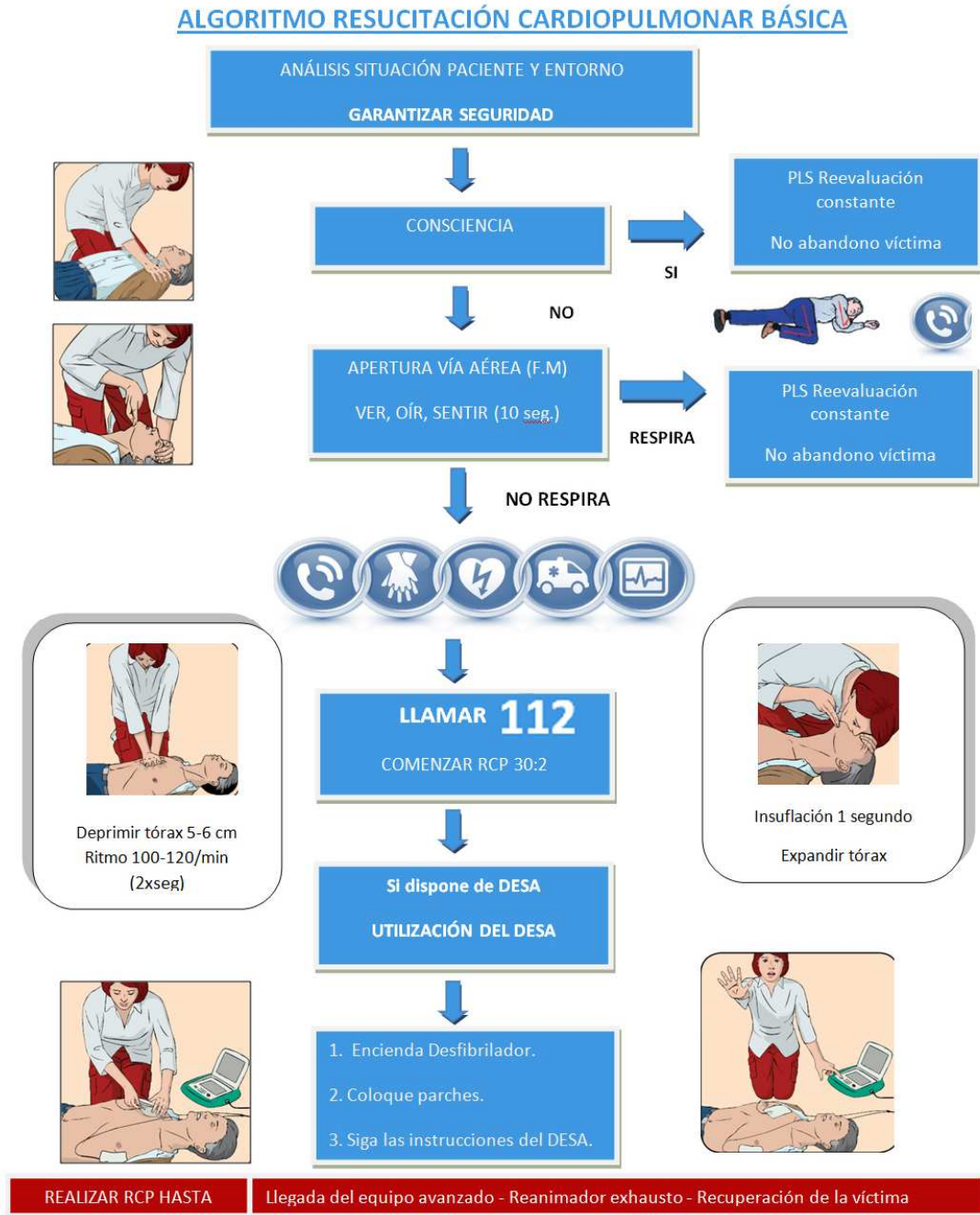


Fig. 7 recuperado de (3)

4. Dispositivos de apoyo

Existen algunos instrumentos que facilitan el trabajo a la hora de reanimar a un paciente. A continuación se nombrarán los que se emplearán en este trabajo fin de grado.

4.1. Balón de ventilación (AMBU)

Este dispositivo se utiliza para reanimar a pacientes que no presentan ventilación autónoma. De esta forma se evita realizar el boca a boca y se incrementa la concentración de oxígeno a un 21%. El balón de ventilación consta de tres partes: la cámara de aire, la máscara facial y la válvula. Además, cuenta con una conexión para aumentar la concentración de oxígeno suministrado a un 40%. También cuenta con una bolsa de reserva que si se conecta a un flujo se logra una concentración de oxígeno del 90%.⁵

El funcionamiento consiste en exprimir la bolsa y el aire es forzado a través de la válvula y la máscara a los pulmones del paciente. Luego la bolsa es liberada y la cámara de aire se autoinfla mientras el paciente expulsa el aire.⁶



Fig. 8.a tomada en Protección Civil Tudela y 8.b recuperado de (5)

El inconveniente que presenta la utilización del balón de ventilación es que al introducir el aire a presión el aire puede entrar por el esófago. Esto puede ser peligroso si el paciente está recién comido ya que favorece el riesgo a que este vomite y los alimentos entren en los pulmones pudiendo producir una neumonía. Otro inconveniente es que el aumento de presión que ejerce en el torax, al hiperventilarlo, ocasiona hipotensión arterial.⁵

Por lo citado anteriormente, se recomienda realizar una ventilación cada 5-6 segundos para un adulto y una ventilación cada 2-3 segundo para un niño.⁶ Al ventilar la fuerza que se aplica al apretar el balón debe ser proporcional a la expansión normal del torax del paciente.⁵

4.2. Aspirador de secreciones

La aspiración de secreciones es una técnica que tiene como objetivo mantener la vía aérea permeable, retirando del árbol bronquial las secreciones que el paciente no puede eliminar de forma espontánea, facilitando la respiración del paciente y su correcta oxigenación. Suelen emplear una fuerza de compresión.⁷

En el proyecto se introducirá el aspirador de secreciones para evitar que el paciente trague sangre u otras sustancias que hagan que se la vía aérea se obstruya. En la siguiente imagen se muestra el aspirador de secreciones que se suele utilizar en las ambulancias.



Fig. 9 tomada en Protección Civil Tudela

4.3. Respirador automático

En ambulancias el respirador automático que más se utiliza es el respirador Dräger Oxylog 1000. Funciona con un sistema estrictamente neumático, que le libera de la dependencia de la alimentación eléctrica o baterías adicionales. Dispone de unas alarmas acústicas y ópticas que avisan en caso de ser desconectadas o de baja presión de alimentación. Permite limitar la presión de las vías respiratorias con los ajustes de P_{max} . Una vez alcanzado este límite, la ventilación de presión limitada con volumen variable continúa durante el tiempo de inspiración. Tiene incorporado un modo RCP.³⁸



Fig. 10

Las características técnicas del respirador son las que se muestran a continuación:

Características técnicas	
Oxylog 1000, ventilador de emergencias con ciclos de tiempo, volumen controlado y presión limitada para la ventilación controlada de pacientes desde 7,5 kg de peso	
Medidas (An x Al x F)	215 x 90 x 215 mm (sin asa)
Peso	3,15 kg
Gas propulsor	
O ₂ médico o, excepcionalmente, aire comprimido	
Presión de suministro	2,7 a 6 bar
Características de rendimiento	
Forma de ventilación	IPPV
Ventilación PEEP	con válvula PEEP opcional
Principio de funcionamiento	Regulador de flujo
Control	Ciclos de tiempo, volumen constante
Frecuencia de ventilación, regulable gradualmente	4 a 54 l/min
Volumen minuto, regulable gradualmente	3 a 20 l/min
Relación de inspiración/expiración (fija)	1 : 1,5
Presión de vías respiratorias máx. (P _{máx}), regulable gradualmente	25 a 55 mbar
Concentración de O₂ en el gas de ventilación cuando funciona mediante O₂	
Interruptor en "Air Mix"	aprox. 60% por vol. O ₂
Interruptor en "No Air Mix"	100% por vol. O ₂
Consumo de gas del control	aprox. 1,0 l/min
Volumen de espacio muerto	aprox. 12 ml
Comportamiento del aparato	aprox. 1 ml/mbar
Presión inicial de la válvula de seguridad	80 mbar
Indicador de presión	-10 a +80 mbar
Funciones de alarma	
Presión de suministro baja (P _{supply})	La presión de suministro desciende por debajo de 2,7 bar
Presión de vías respiratorias alta (P _{aw} alta)	El valor real sobrepasa el valor configurado (P _{max})
Presión de vías respiratorias baja (P _{aw} baja)	Durante la inspiración no se sobrepasa una presión de 10 mbar
Las alarmas son ópticas y acústicas. Disponen totalmente de componentes neumáticos y no necesitan alimentación eléctrica.	
Condiciones de funcionamiento	
Rango de temperatura	-18 °C a +50 °C
Humedad relativa	15% a 95% de humedad relativa
Presión atmosférica	700 a 1100 h Pa
Vibración controlada	según MIL STD 810 F, método 514.5
Apto para transporte aéreo	según RTCA DO-160 D, sección 8
Clasificación según la directiva comunitaria 93/42/EEC	Clase IIb
Código UMDNS	18-098
Tiempo de funcionamiento normal con botellas de 2,5 l/200 bar, MV = 10 l/min en posición "No Air Mix": aprox. 45 min., en posición "Air Mix": aprox. 90 min.	

Tabla 2 recuperado de (38)

5. Intubación no invasiva

A continuación vamos a ver los diferentes instrumentos que se utilizan para la intubación no invasiva. La intubación no invasiva implica la presencia de una cánula que va desde los labios hasta la faringe sin llegar a la laringe ni a la tráquea.

5.1. Cánula orofaríngea de Guedel

Este tipo de cánula es la más comercial y la que más se emplean en ambulancias para la apertura de la vía aérea. Es la que tendremos en cuenta al realizar los diseños del dispositivo.

La cánula de Guedel es un tubo de plástico curvo, con una pestaña reforzada en el extremo oral, de forma aplanada para asegurar que encaje perfectamente entre la lengua y el paladar duro.⁸ Mantiene abierta la vía aérea, impidiendo que la lengua y la musculatura faríngea obstruyan el paso del aire. Es un elemento imprescindible en pacientes inconscientes, ya que ayuda a evitar las graves lesiones que se producen por la ausencia prolongada de oxígeno.⁹ Hay dos tipos de modelos: los opacos que están fabricados con HDPE y los transparentes que están fabricados con PVC. Poseen un refuerzo en color de nylon para identificar y evitar su obstrucción. Ninguno de los dos modelos contiene látex.¹⁰



Fig. 11 recuperado de (8)

Es muy importante la colocación de la cánula. Los pasos que hay que seguir son los siguientes: se debe realizar una maniobra frente-mentón. Después se introduce en la boca rotada 180°. Se gira progresivamente según se va introduciendo en la boca. Debe ir invertida hasta la unión entre el paladar duro y el paladar blando. Después se gira. De este modo se evita que la lengua vaya hacia atrás.



Fig. 12.a y 12.b recuperado de (11)

Una vez colocada, el reanimador deberá comprobar su permeabilidad, realizando insuflaciones y comprobando si se desplaza el tórax de la víctima. De esta forma, podemos garantizar que la vía aérea de la víctima es permeable, es decir, que deja pasar el aire.

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Hay diferentes medidas debido a que la cánula debe coincidir con la distancia que hay entre la comisura de la boca y el ángulo de la mandíbula.⁹ Las dimensiones y medidas de las cánulas son las siguientes según los colores:

Nombre	Largo(mm)	Color	Anchura boquilla (mm)
000	40	Rosa	25
00	50	Azul	28
0	60	Negro	30
1	70	Blanco	38
2	90	Verde	41
3	100	Naranja	42
4	110	Rojo	42
5	120	Amarillo	44

Tabla 3 recuperado de (10)



Fig. 13 recuperado de (10)

5.2. Otras

Varias cánulas orofaríngeas se utilizan para abrir la vía aérea para posteriormente realizar una intubación. Entre estas cánulas destaca la cánula de Berman.

5.2.1. La cánula de Berman

Es un dispositivo de material plástico que, introducido en la boca de la víctima, evita la caída de la lengua y la consiguiente obstrucción del paso del aire. Dispone de dos estrias laterales comunicadas por cinco agujeros entre sí por las que pasa el fibroscopio o el tubo endotraqueal. Están fabricados en plástico HDPE y no contiene látex en su composición. Existen de diferentes tamaños.¹⁰

Medidas	Longitud (mm)	Anchura boquilla (mm)
1	70	25
1.5	80	30
2	90	38
3	100	38
4	110	41
5	120	45

Tabla 4 recuperado de (10)

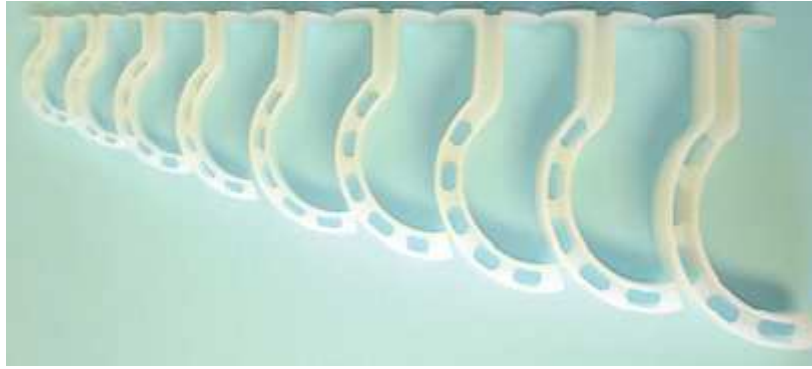


Fig. 14 recuperado de (10)

5.2.2. Otras

Existen otro tipo de cánulas que se emplean sobre todo para intubaciones con fibroscópio. Estas cánulas son:

- Cánula de Ovassapian (Fig 15.a)
- Cánula de Williams (Fig 15.b)
- Cánula vama (Fig 15.c)
- Guedel modificado (Fig 15.d)

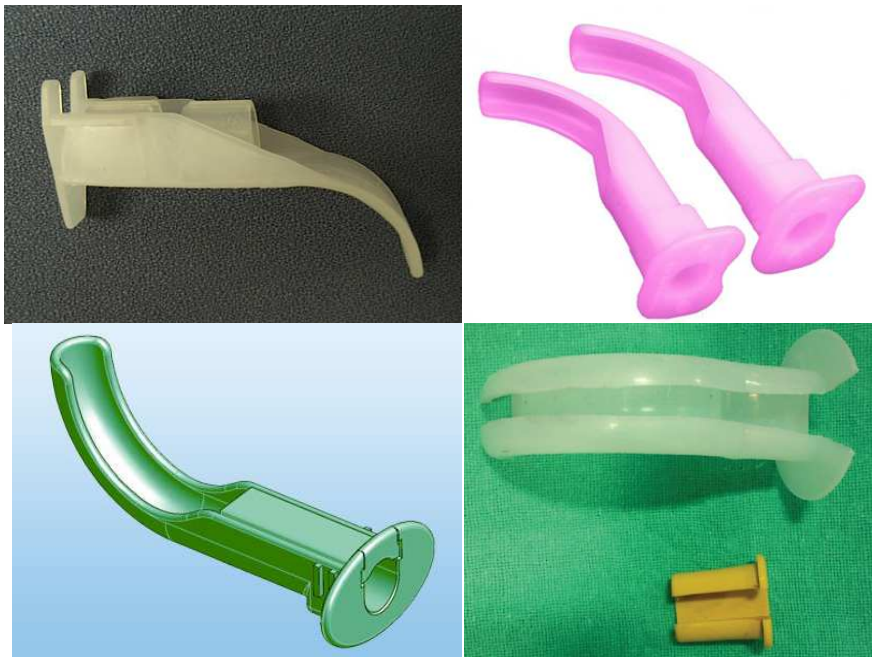


Fig. 15.a recuperado de (12), 15.b recuperado de (13), 15.c recuperado de (14) y 15.d recuperado de (15)

6. Intubación invasiva

6.1. Intubación endotraqueal

Este tipo de intubaciones implica la presencia de un tubo en la tráquea. Existen dos maneras de hacer una intubación endotraqueal.

- Por la boca: intubación orotraqueal
- Por la nariz: intubación naseotraqueal.¹⁶

6.1.1. Intubación orotraqueal

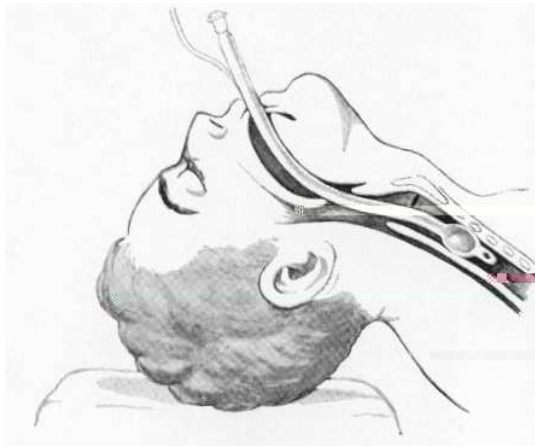


Fig. 16 recuperado de (4)

Los instrumentos para realizar una intubación orotraqueal son los siguientes:¹⁷

- Laringoscopio: se utiliza para visualizar la laringe, concretamente la glotis, para realizar la intubación.¹⁸ Tiene dos partes: el mango y la hoja con una fuente de luz colocada en el tercio distal.¹⁷ Existen cuatro tamaños diferentes y tres tipo de hojas:
 - La hoja de Macintosh
 - La hoja recta Jackson-Winsconsin
 - La hoja recta con punta curva Miller.



Fig. 17 recuperado de (18)

Una intubación con laringoscopio se realizaría de la siguiente manera:¹⁸



Fig. 18 recuperado de (4)

- Tubo endotraqueal: dispone de un adaptador universal de 15 mm el que se ajustan los dispositivos de ventilación con presión positiva. Tiene un balón de neumotaponamiento en el extremo distal que debe de ser de baja presión y alto volumen.

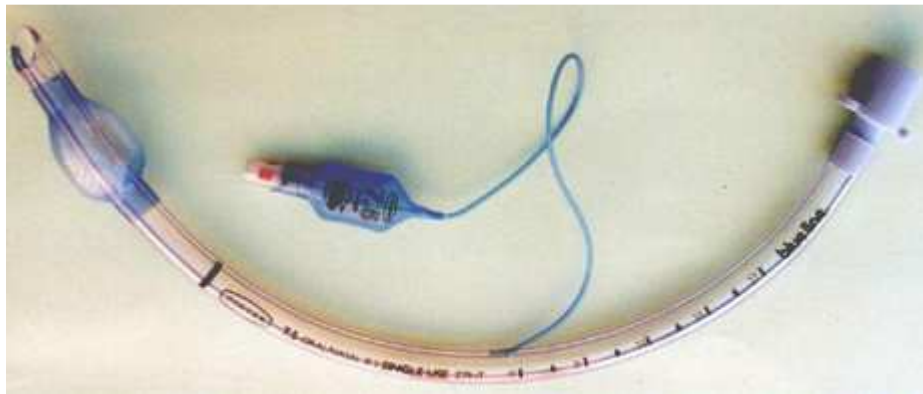


Fig. 19 recuperado de (19)

- Fiador: varilla maleable. Se utiliza para introducirla en el interior del tubo endotraqueal en caso de que la intubación sea complicada.¹⁷

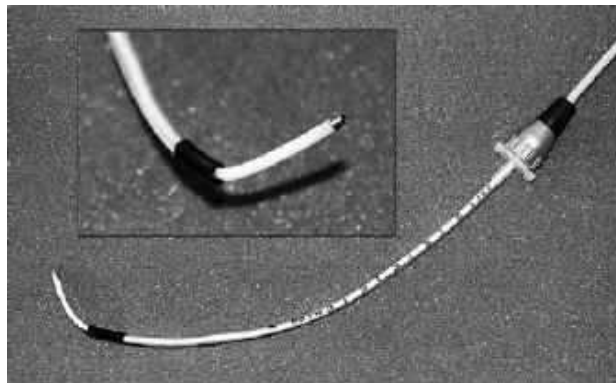


Fig. 20 recuperado de (20)

6.1.2. Intubación nasotraqueal

Es similar a la intubación orotraqueal, pero en este caso, consiste en introducir una sonda en la vía aérea a través de uno de los orificios nasales.²¹ Para la intubación nasotraqueal se aplica un vasconstrictor para aumentar el diámetro de la narina y disminuir la aparición de sangrado. Se escoge una narina y por esta se hace avanzar suavemente el tubo endotraqueal lubricado hasta llegar a la faringe, en este momento se usa el laringoscopio de forma similar a la técnica mencionada anteriormente para la intubación orotraqueal. El tubo se avanza por la glotis con las pinzas de Magill. En las siguientes imágenes se muestran las pinzas de Magill y la intubación nasotraqueal.²²

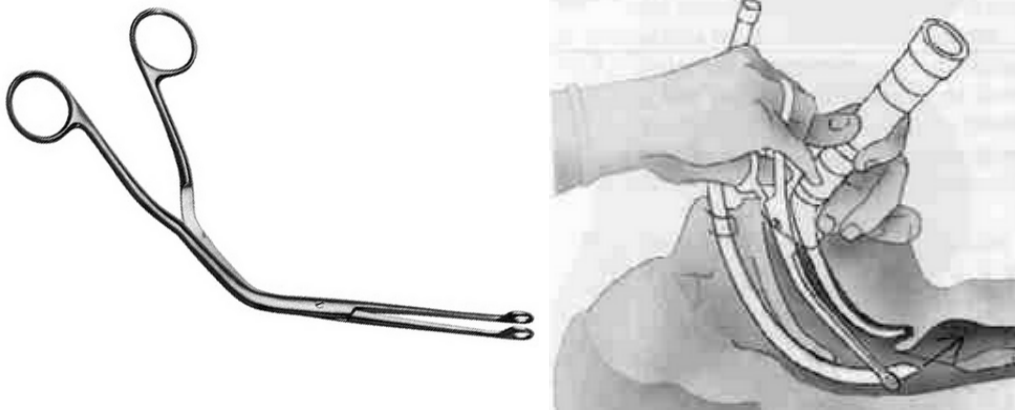


Fig. 21.a recuperado de (23) y 21.b recuperado de (24)

6.2. Combitubo

Es un dispositivo que se ha diseñado para la intubación en situaciones difíciles y la reanimación cardiopulmonar realizados por personal no especialista. Puede ser insertado tanto en la tráquea como en el esófago. El Combitubo es un tubo de material plástico con doble luz y dos balones. Cada una de estas luces tiene una conexión proximal y una apertura distal, uno de ellos tiene de salida por debajo del balón más distal y el otro se abre por 8 orificios existentes entre ambos balones. De los dos balones, el proximal (40-100 cc) se queda alojado en hipofaringe y al ser hinchado impide el reflujo de aire durante la ventilación, y el distal (40-85 cc) que normalmente queda alojado en esófago y al inflarse impide el paso de contenido gástrico a la vía aérea, pudiéndose introducir una sonda gástrica. Por el contrario, si se aloja en la tráquea produce un aislamiento de la misma, pudiéndose ventilar a través de sí.²⁵

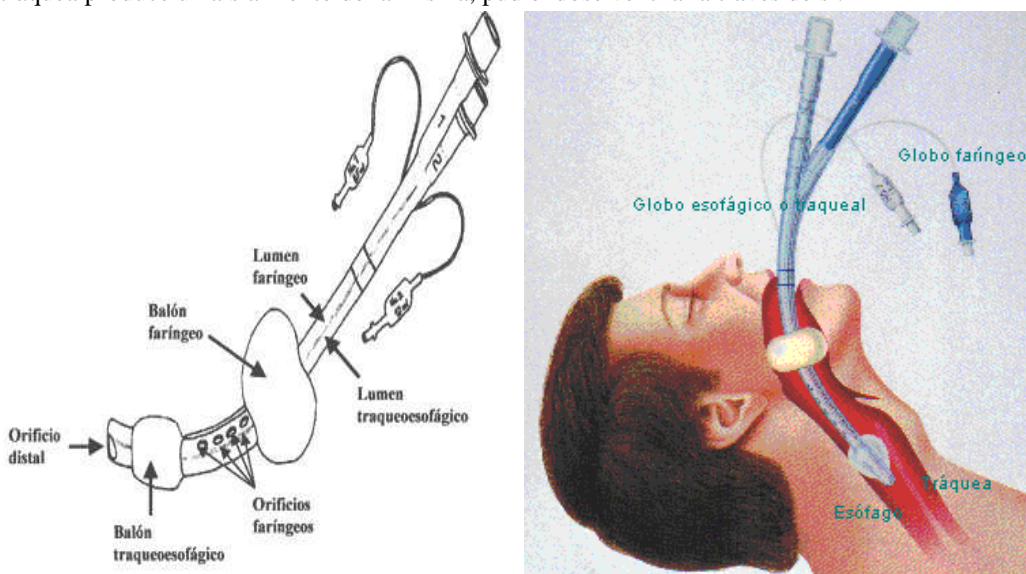


Fig. 22.a recuperado de (25) y 22.b recuperado de (26)

6.3. Mascarilla laríngea

Esta mascarilla se coloca en la orofaringe. Cubre la apertura glótica en su totalidad y es fácil de colocar. Se puede utilizar en casos en los que la intubación endotraqueal es fallida. Sin embargo, tiene una serie de problemas como que no previene la insuflación de estómago con aire, ni la posible regurgitación por broncoaspiración y neumonitis química.²⁷

Es un plástico conectado a una silicona formando un ángulo de 30° a una máscara con un globo de caucho de forma ovalada inflable. Después de la colocación, la máscara se infla a través de un globo piloto, proporcionando un sello sobre la apertura laríngea. No contiene latex.²⁸



Fig. 23

Existen diferentes tamaños.

Tamaño	Rango	Volumen del balón (ml)
1	<5 kg (infantes)	<4
1 ^{1/2}	5-10 kg (infantes)	<7
2	10-20 kg (niños)	<10
2 ^{1/2}	20-30 kg (niños)	<14
3	30-50 kg (niños)	<20
4	50-70 kg (adultos)	<30
5	70-100 kg (adultos)	<40
6	>100 kg (adultos)	<50

Tabla 5 Recuperado de (18)

Se debe anestesiarse al paciente antes de colocarle la mascarilla y esta debe estar completamente desinflada. Se aplica lubricante sólo a la superficie posterior de la máscara. El paciente debe ser colocado en posición frente-mentón y se debe mantener en esta posición en el momento de la inserción de la máscara. La mandíbula se tira hacia abajo y la máscara se inserta en la cavidad oral contra el paladar duro con el dedo índice en la mano derecha. La máscara debe ser guiada alrededor de la curvatura de la faringe posterior e hipofaringe manteniendo una presión hasta sentir la resistencia que hace la punta de la máscara al entrar en contacto con el esfínter esofágico superior. El manguito se infla con aire.

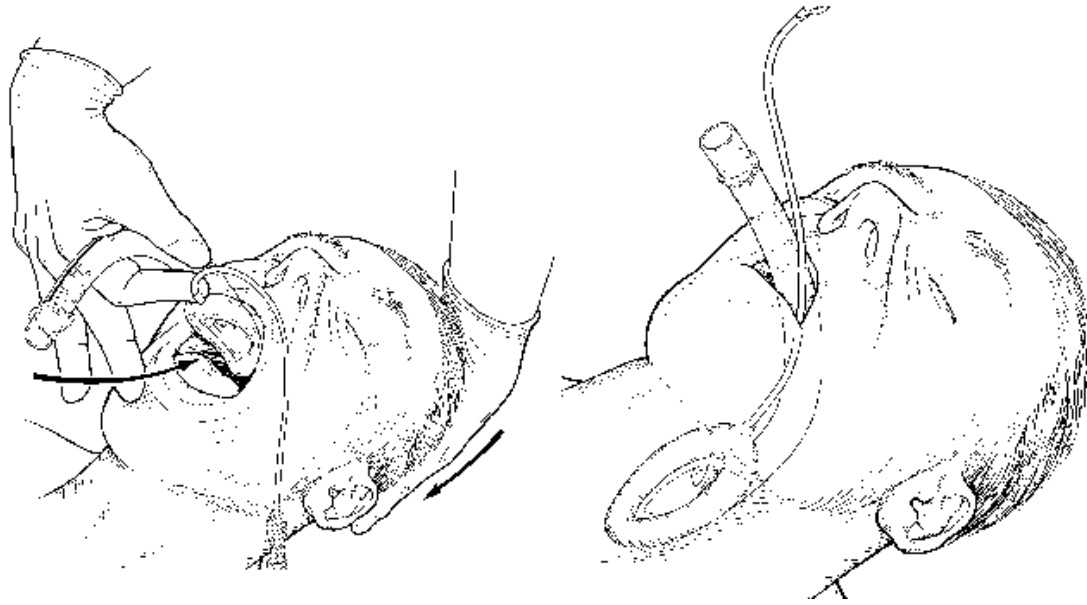


Fig. 24.a y 24.b recuperados de (27)

La máscara puede salir de la boca alrededor de 1 cm. La marca negra que corre a lo largo del tubo debe estar alineado con el centro del labio superior y el espacio entre los dos incisivos centrales.¹⁸

7. Ventilación mecánica no invasiva (VMNI)

La ventilación mecánica no invasiva se define como cualquier forma de soporte ventilatorio administrado sin necesidad de intubación endotraqueal. Se caracteriza por ser un tipo de ventilación en la que el paciente puede estar consciente. Es más confortable ya que el paciente puede comunicarse, comer y beber, expectorar y evita la necesidad de sedación profunda.²⁹

El principal inconveniente que tiene este tipo de ventilación es que, al no ser invasiva, hay que realizar presión sobre el la zona de contacto de la mascarilla con el paciente para garantizar un buen sellado. Esto no es posible realizarlo si el paciente tiene un trauma o lesión en la cara o en las vía aérea. El dispositivo que diseñaremos ofrece esta ventaja, no será necesario realizar presión sobre la cara del paciente para garantizar un buen sellado.

A continuación se explicará brevemente las características de los diferentes tipos de mascarillas.

7.1. Mascarilla nasal

Se debe iniciar con la más pequeña posible. Es la mejor tolerada y la más tolerable. Suele disminuir la sensación de claustrofobia y permite la comunicación verbal e ingesta. Hay menor espacio muerto (< 105 ml). Permite la fácil eliminación de las secreciones, pero hay peor control sobre la ventilación por minuto y sobre la retención del CO₂. Al añadirse solo en los orificios nasales hay una pérdida de la parte bucal que disminuye la eficacia del VMNI.



Fig. 25 recuperado de (31)

7.2. Mascarilla oronasal

Consta de un cuerpo rígido transparente, una puerta espiratoria, una válvula antiasfixia y un sistema antipánico. Se les suele aplicar a los pacientes agudos. Hay mayor ventilación por minuto y menor retención del CO₂, pero hay posibilidad de broncoaspiración. No es posible expulsar secreciones y tiene mayor espacio muerto.



Fig. 26 recuperado de (32)

7.3. Facial total

Las características son similares a la mascarilla oronasal. Permite una amplia superficie de apoyo minimizando las lesiones cutáneas. Es indicado en situaciones agudas y tratamientos prolongados de VMNI que no han tolerado otro tipo de interfase o presentan lesiones por presión.



Fig. 27 recuperado de (33)

7.4. Helmet

Minimiza las fugas por lo que prolonga el tratamiento. Permite la comunicación, ingesta y lectura. Suele ser bien aceptado por el paciente. Las lesiones cutáneas son muy escasas con este tipo de mascarilla. La capacidad de aplicación es independientemente del contorno facial del paciente y permite presiones positivas elevadas.³⁰



Fig. 28 recuperado de (34)

8. Primeros bocetos

Con toda la información que se tiene se han realizado los primeros bocetos:

1. El dispositivo estaría hecho de un material flexible que se colocaría ente los dientes y los labios sellando así la boca. La cánula de Guedel se introduciría por el orificio grande y el aspirador de secreciones por el orificio menor. Haría falta diseñar una especie de adaptador que una la cánula de Guedel con el respirador.

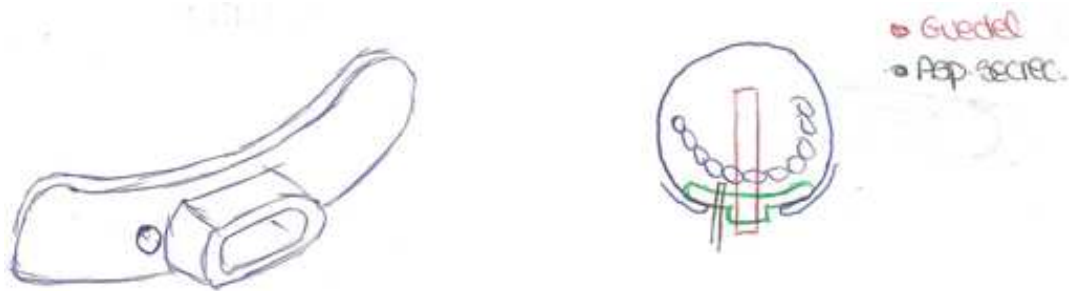


Fig. 29

Esta idea se descarta ya que no se ha tenido en cuenta que para la colocación de la cánula no hay espacio suficiente. Por otro lado, los músculos que cubren los dientes pueden tender a abrirse a la hora de inyectar el aire por lo que no se garantiza un buen sellado de la boca. Además, en caso que la idea funcionase se tardaría un tiempo en socorrer a un paciente ya que habría que ponerle después la cánula, el dispositivo, el aspirado de secreciones, el adaptador, unir el adaptador con el respirador y finalmente se le pondrían las pinzas en la nariz.

2. Esta idea es similar a la anterior, pero en este caso el dispositivo se sujetaría con los labios. La cánula se introduciría por el orificio central y el aspirador de secreciones por un orificio que llevaría a un lado. En este caso también habría que hacer un adaptador para unir el respirador con la cánula.

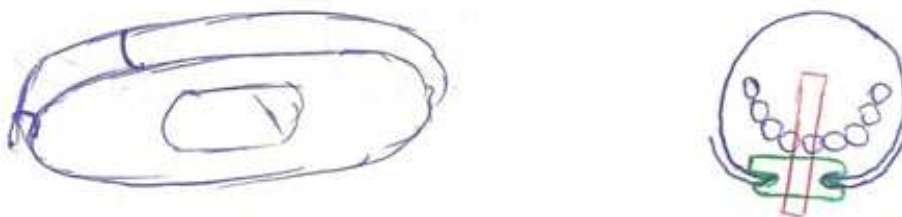


Fig. 30

Esta idea también es rechazada por los mismos motivos que la anterior.

3. En este caso, la idea consistiría en equipar en la misma cánula una especie de globo que se hincharía con una jeringuilla una vez colocada la cánula. Al hinchar el globo, este tomaría la forma del paladar y sellaría la boca. Haría que fabricar un adaptador.

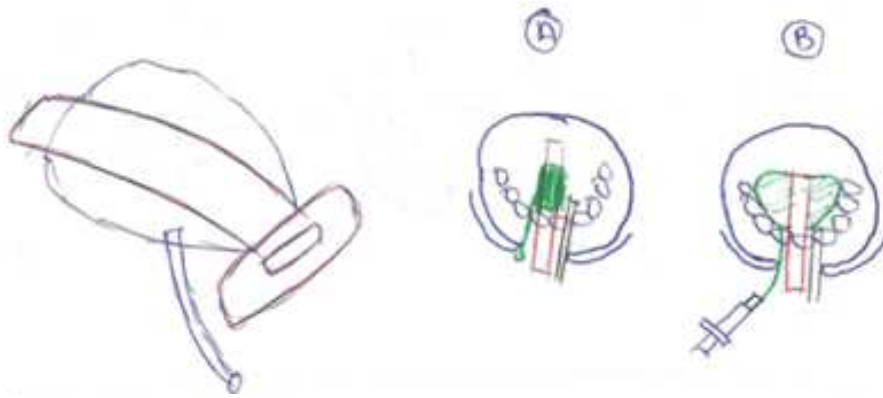


Fig. 31

Se descarta porque el dispositivo iría unido a la cánula y lo que interesa es que vaya aparte para introducirlo una vez esté colocada la cánula.

4. La siguiente idea consiste en una anilla unida a la cánula mediante un material plástico. Esta anilla sería de un material que se adhiriera a la boca una vez colocada la cánula. Habría que hacer un adaptador aparte para unir la cánula con el respirador o ambú.

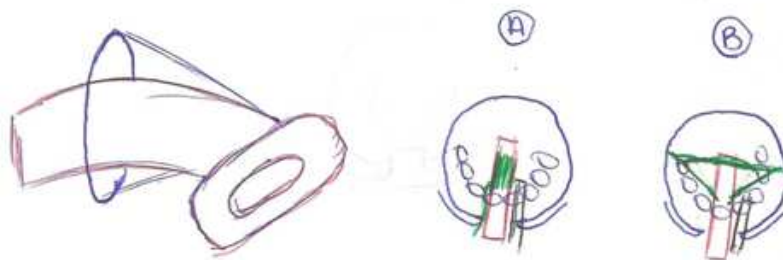


Fig. 32

Esta idea se rechaza porque resulta complicado encontrar un material que pueda adherirse a la boca sin realizar presión, que selle bien y que al retirar la cánula se despegue de la boca.

5. En esta idea la cánula lleva incorporada una bolsa alrededor de la boquilla que se hincha una vez colocada la cánula y la parte inflada se coloca entre los labios y los dientes. El adaptador que une la cánula con el respirador iría aparte.

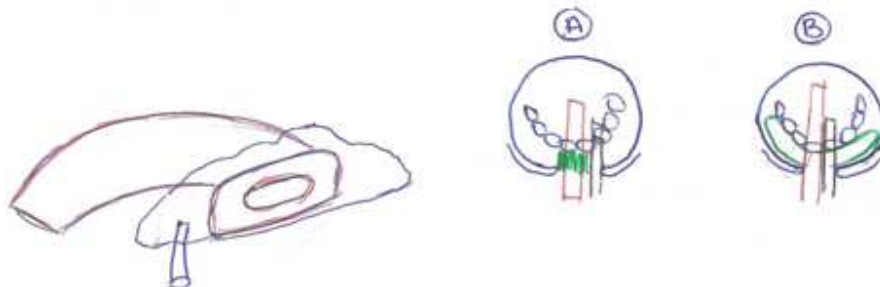


Fig. 33

Esta idea también se rechaza por la misma razón que la primera y la tercera.

6. En este caso se haría una boquilla con un agujero en el centro para introducir la cánula y un agujero a un lado para introducir el aspirador de secreciones. En las partes superior e inferior llevaría unas pestañas cubiertas de un material con memoria de forma que se encajarían en los dientes para garantizar una buena sujeción y, por tanto, un buen sellado de la boca. El adaptador iría aparte.

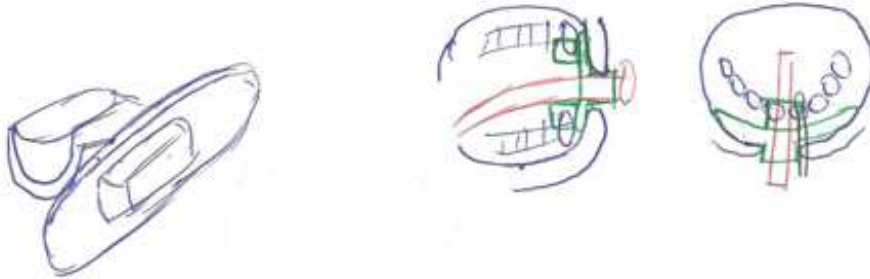


Fig. 34

Esta idea se rechaza porque resulta complicado encajar la boquilla con los dientes y después introducir la cánula. No hay espacio suficiente para introducir los dos dispositivos.

7. La boquilla en este caso se colocaría por fuera de la boca. Se adheriría a la boca con un material que creara vacío entre la boca y la boquilla. Esta boquilla tendría un agujero para introducir la cánula y otro más pequeño para el aspirador de secreciones. El adaptador iría aparte.

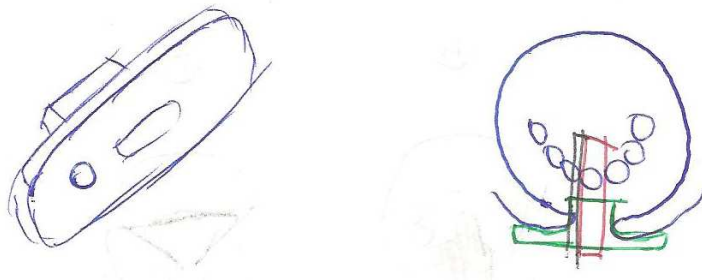


Fig. 35

Esta idea no se considera correcta ya que se busca algo que selle la boca desde dentro para evitar hacerle presión en la boca al paciente. Por otro lado, sería difícil colocar un dispositivo desde fuera y que se mantuviera fijo. También no se considera una idea acertada por la misma razón que las anteriores: no hay espacio suficiente para colocar la cánula.

8. En este caso, la cánula se coloca en la boca y una vez colocada se añadiría el dispositivo que tendría forma de campana. Este dispositivo contiene incorporado el adaptador que se uniría al respirador. El adaptador estaría unido a un material plástico con forma de campana y este estaría unido a una especie de donuts desinflado. El perímetro del donuts sería superior al de la boquilla de la cánula por tanto se colocaría envolviendo la cánula. Una vez colocado, se inflaría el donuts y este se adaptaría a la cánula de modo que la boca quedaría sellada. Todo el aire que entrase por el adaptador se introduciría a través de la cánula.



Fig. 36

Esta idea en un principio podría servir. Se pondrá a prueba más adelante.

9. En este caso la idea consiste en que el adaptador y el dispositivo fueran unidos como en el caso anterior, pero se elimina el donuts por un material elástico que una vez colocado se queda adaptado a la cánula y de este modo sellaría para que el aire no se escape. Al inyectar aire, el mismo aire que entra a través del adaptador haría inflar la bolsa que está unida a la cánula y esta sellaría la boca y a la vez este mismo aire entraría a través de la cánula.

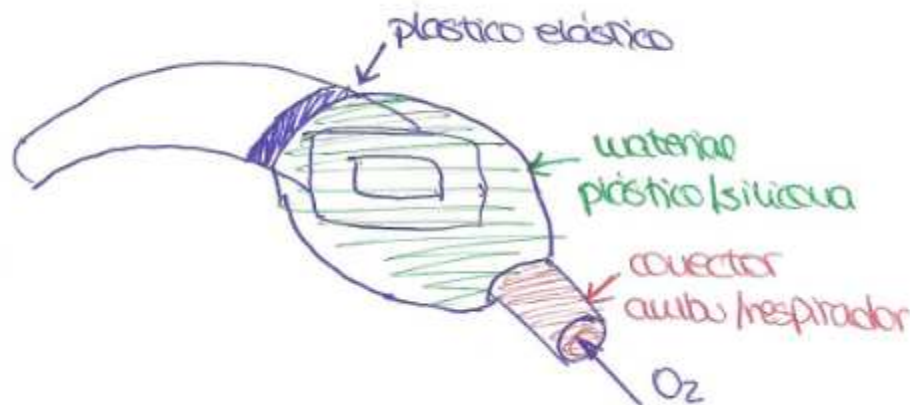


Fig. 37

En este caso habría que estar metiendo los dedos dentro de la boca del paciente para poder colocar el dispositivo. Si este paciente tuviera la boca llena de heridas o con sangre no sería muy agradable estar metiéndole los dedos dentro de la boca. Además, si se emplea un material plástico elástico para cubrir la cánula al estar tendería a abrirse al aplicar presión para introducir el oxígeno

Los bocetos que no se descartan hay que probarlos para ver qué tipo de ventajas o inconvenientes presentan, pero primero habría que plantearse de qué material se podrían realizar. Por otro lado, hará falta un modelo para poder realizar las pruebas.

9. Material

En este caso es muy importante saber que material se va a utilizar para fabricar el dispositivo ya que se va a introducir en la boca. Tiene que ser un material blando, flexible, no tóxico y que no produzca alergias. Para ello, podemos empezar observando los tipos de materiales que se utilizan para fabricar productos que después se van a meter en la boca.

9.1. Materiales para tetinas de chupetes y biberones

El material que se busca podría asemejarse a los materiales que se utilizan para fabricar las tetillas de los chupetes y los biberones. Estos materiales son blandos y cumplen unos requisitos mínimos para ser introducidos en la boca de un bebe durante meses. Se ha preguntado en farmacias sobre tipos de materiales flexibles que sean aptos para introducirlos en la boca y el círculo se ha reducido a dos tipos de materiales: el caucho y la silicona.

Se ha contactado con la empresa Suavinex para darnos información sobre las características de los materiales utilizados. Esta información se puede encontrar también en internet. Las características de las tetinas de la silicona y del látex son:³⁵

Látex	Silicona
Resistente, blando y elástico	Blando (menos que el látex) y elástico
Con el tiempo absorbe olores	No absorbe olores ni sabores
Con el tiempo pierde forma	Forma inalterable

Tabla 6 recuperado de (35)

El problema del látex es que algunos de los pacientes pueden ser alérgicos a este tipo de material, por tanto, queda descartado como posible opción.

9.2. Ácido Hialurónico 0,025%

Preguntando en farmacias, se ha sabido que el ácido hialurónico se emplea para favorecer la cicatrización de las heridas que se crean dentro de la boca. Es un producto que te das en la zona herida y esta actúa de parche acelerando su cicatrización. Sin embargo, este tipo de material no sirve ya que se necesita algo sólido. Además, según la información que nos han proporcionado, es costoso.

9.3. Materiales para protectores bucales

En cuanto a los protectores bucales, reúnen las siguientes cualidades:

- Permitir la respiración oral y la deglución de saliva
- Retención y comodidad
- Facilidad de palabra
- Dimensionalmente estable
- Flexible e impermeable
- Atóxico y antialérgico
- Inodoro e insípido
- Resistencia al desgarramiento
- Protección de dientes, encías y labios
- Ser fácil de poner y quitar

Por tanto, los materiales que se utilizan podrían interesarnos. Los protectores bucales se clasifican en tres variedades:

Surtido	Semiadaptables	Personalizables
<ul style="list-style-type: none">•Goma•Plástico	<ul style="list-style-type: none">•Acrílico autop.•Silicona•Vinilo plástico (PVC)	<ul style="list-style-type: none">•Caucho vulcanizado•Goma latex•Resina acrílica•Plástico vinílico (PVC)•Goma EVA

- Protectores bucales de surtido: Son prefabricados, en goma o plástico, y se venden en las tiendas de artículos de deporte. Suelen quedar holgados, ya que se supone que se adaptan a todas las bocas. Para conservarlos en su sitio es necesario mantener la boca cerrada y los dientes de ambos maxilares en contacto. No cumplen casi ninguno de los requisitos requeridos y se deberían rechazar ya que el deportista cree que está protegido y se expone más a los traumatismos.
- Protectores semiadaptables: Consiste en una especie de cubeta, o bien una gruesa concha externa de goma dura o plástico, en forma de herradura y en un contorno interior elástico que se ajusta a los dientes y que puede ser termopolimerizable o autopolimerizable. La cubeta se llena con el material elástico ablandado y se inserta en los dientes superiores. El atleta cierra, chupa y traga para la adaptación lingual y oclusal mientras que el dentista oprime los labios para obtener el reborde labial. Una vez obtenido en la boca el endurecimiento del material, recortamos los excesos con tijeras.
- Protectores personalizados: Son construido individualmente sobre moldes de yeso obtenido de impresiones de alginato de la boca del deportista. La mayor ventaja del protector hecho a medida es que se puede individualizar el diseño de acuerdo con la anatomía actual de la boca y el tipo de deporte que practica el atleta.³⁶

De las variedades que se presentan nos interesarían materiales que se utilizan para los protectores semiadaptables ya que interesa que sea adaptable a la persona, pero no que haya falta hacer un molde diferente para cada uno. De los materiales que se presentan nos decantamos por la silicona ya que es un material que cumple las características que se buscan y es económica.

9.4. Material que se empleará: Silicona

La silicona según la ficha técnica de Raholin SRL:

Es un derivado de la roca, cuarzo o arena. Mediante su estructura química rígida se logran unos resultados técnicos y estéticos especiales difíciles de obtener con los productos tradicionales. Puede ser esterilizada por Oxido de Etileno, radiación y repetidos procesos de autoclave. Sus principales características son:

- Resistente a temperaturas extremas (-60° a 250°C)
- Resistente a la intemperie, ozono, radiación y humedad
- Buen aislador eléctrico
- Larga vida útil
- Gran resistencia a la deformación por compresión
- Apto para uso alimenticio y sanitario⁴⁴

Entre las siliconas podemos encontrar una amplia variedad dependiendo de las densidades. La silicona que emplearemos para el proyecto será una silicona médica. Sin embargo, no disponemos de ese tipo de siliconas y para la realización Una vez decidido el material con el que se podría fabricar el prototipo, realizaremos las pruebas de los bocetos realizados, pero antes se necesitará un modelo.

10. Elaboración del modelo

Para poder demostrar el funcionamiento del producto que queremos conseguir se precisa de un modelo. Desde el departamento de fisioterapia, nos han prestado un muñeco que se emplea para realizar simulaciones de RCP. Sin embargo, no nos es útil ya que el interior de la boca es muy pequeño para que entre la cánula y el dispositivo. Dado que no se ha conseguido obtener un modelo se ha realizado uno nuevo.

10.1. Modelo con la boca cerrada

El modelo que vamos a crear tendrá dos cabezas: una exterior y otra interior. La cara exterior será una capa fina de silicona. Lo hacemos de silicona porque nos interesa que sea blanda como la cara de una persona. En el ANEXO I se incluye la ficha técnica de la silicona empleada para el proceso de fabricación del modelo. A la cabeza interior se le vacía la parte de la boca dándole la forma del interior de una boca humana. Juntando los dos rostros tenemos el modelo que buscamos con el espacio suficiente dentro de la boca para realizar las pruebas.

10.1.1. Primera cara de silicona

Primero empezaremos con la cara de silicona. Haremos un molde negativo de silicona y se le echará silicona para crear la cara exterior. El molde se meterá en el horno para que se cure y se le echará desmoldeante para evitar que el molde se pegue con la pieza. El procedimiento que vamos a seguir es el siguiente: primero se escaneará la cabeza, se eliminarán las partes que sobren y se mecanizarán en una máquina de mecanizado. Después se lijará y masillará para evitar que la pieza tenga porosidades. Después realizamos el molde de silicona y de ahí obtendremos la cabeza.

En la Universidad disponemos del escáner NON-CONTACT 3D DIGITIZER VIVID VI-910. Con este se realizará el escaneado del rostro.



Fig. 38.a y 38.b

Para poder escanear se utiliza el programa Polygon Editing Tool. El escáner no reconoce partes oscuras o sombras por lo que me he tenido que recoger el pelo con una goma para que no me tape la cara. Con este programa, se han realizado tres tomas diferentes del rostro. Podrían realizarse tantas tomas como se

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

quisieran, pero hay que tener en cuenta que después hay que unir las. Al unir varias tomas se puede perder precisión de la figura escaneada. Por esa razón se ha decidido hacer sólo tres tomas.

Toma frontal:

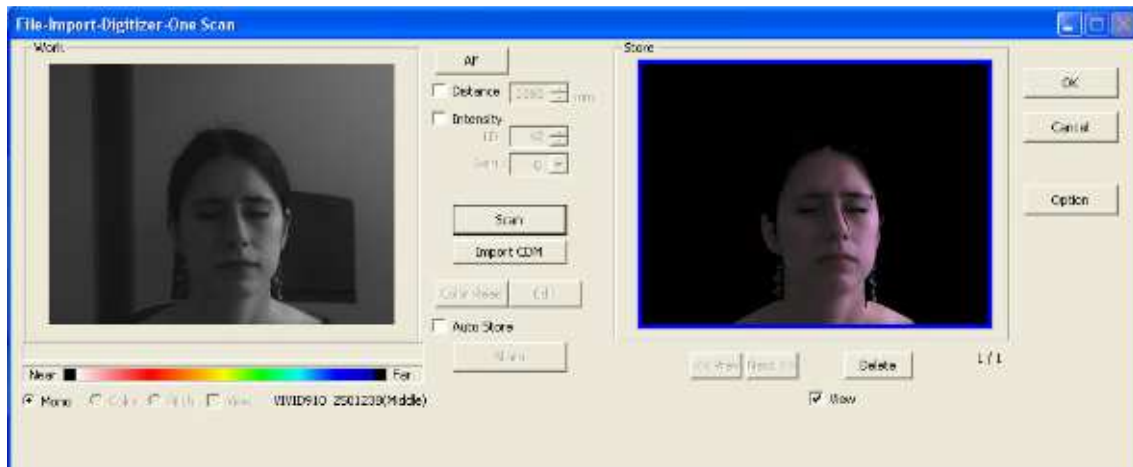


Fig. 39

Por cada toma, el programa muestra cuatro vistas diferentes:

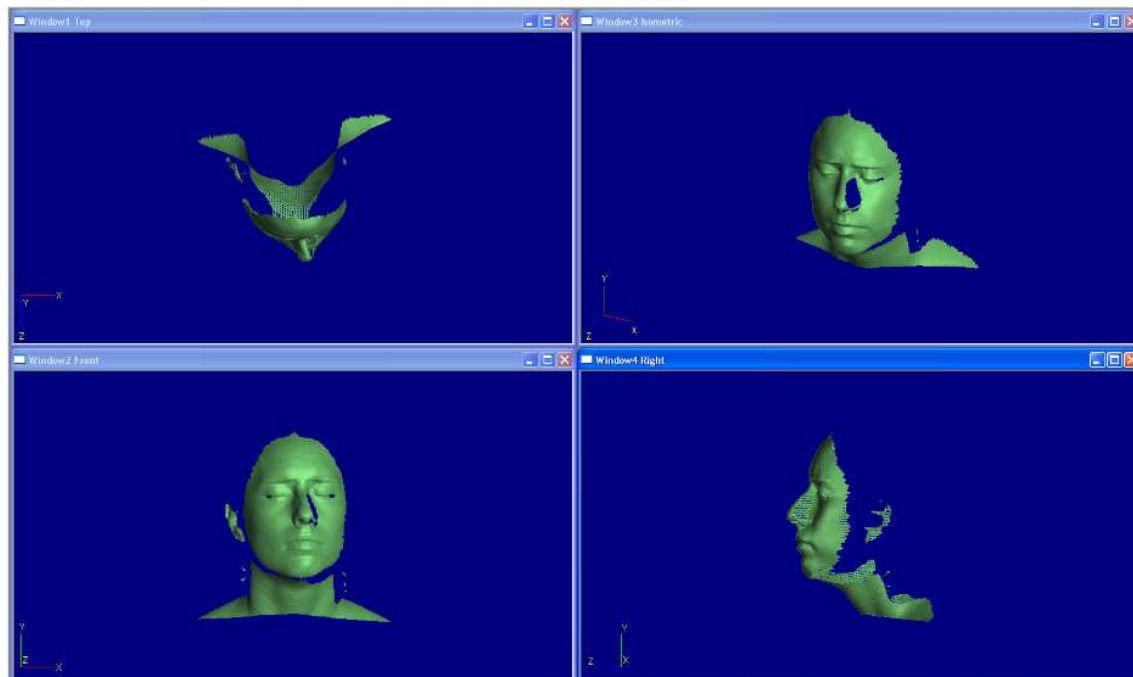


Fig. 40

Toma del lateral derecho:

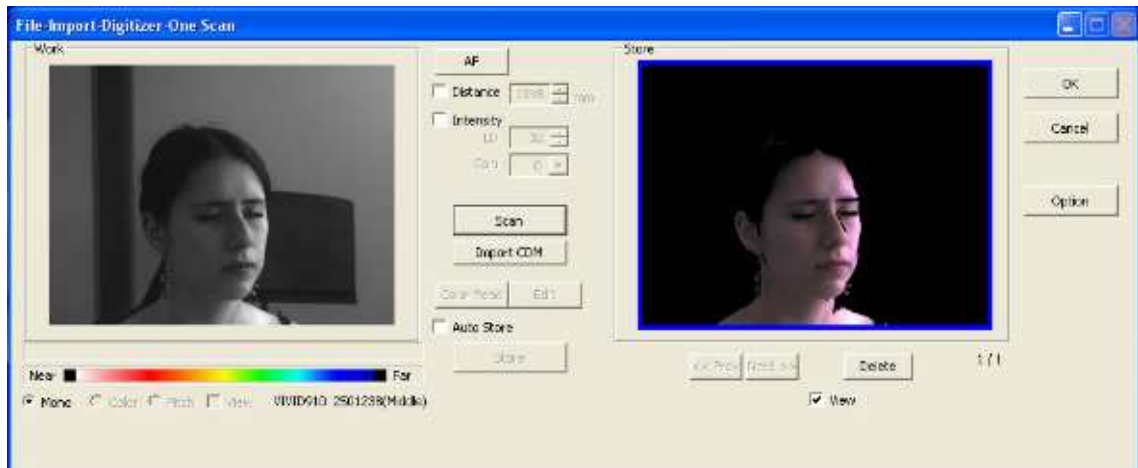


Fig. 41

Las vistas se van recopilando como vemos a continuación:

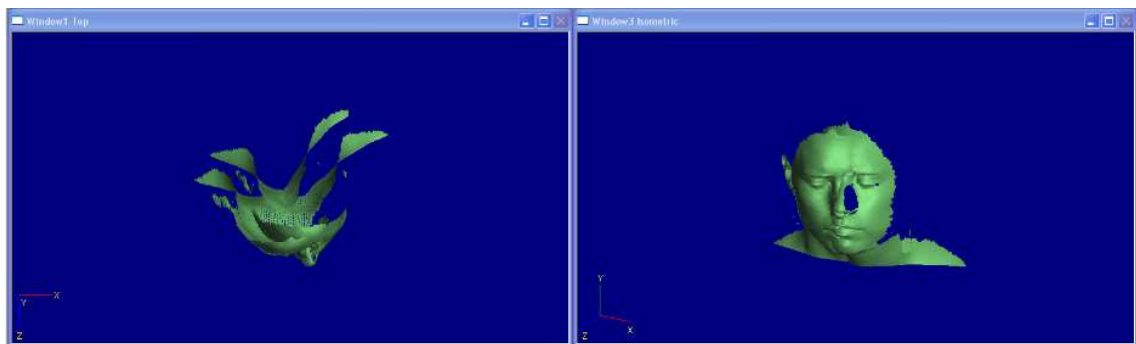


Fig. 42

Toma del lateral izquierdo:

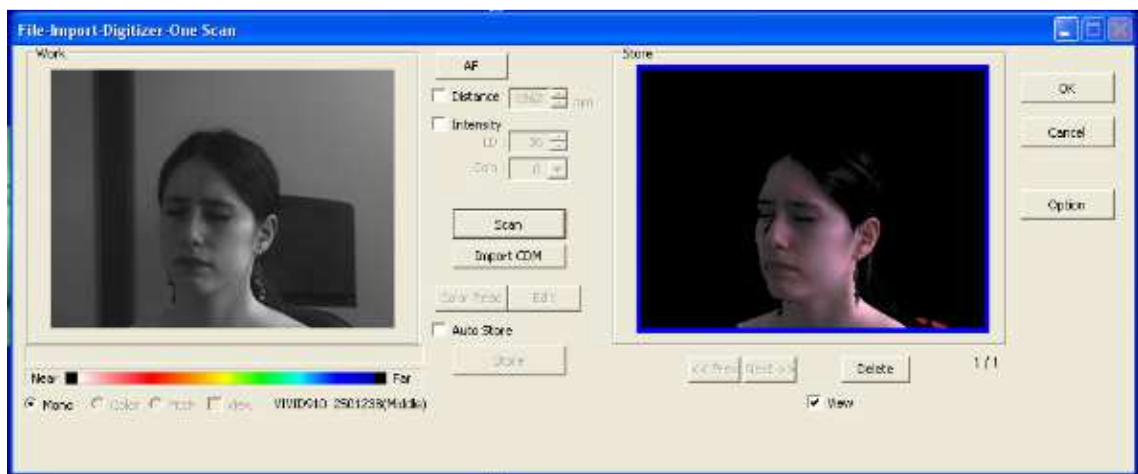


Fig. 43

Las tres tomas juntas quedan de la siguiente manera.

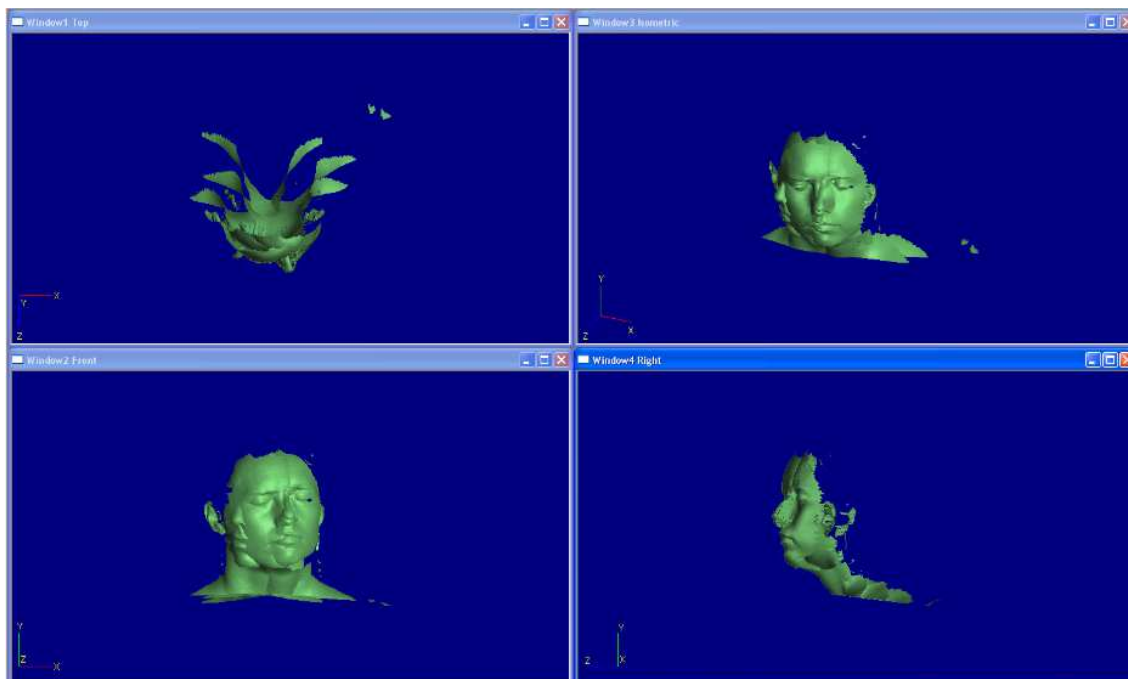


Fig. 44

Para obtener la cara completa habrá que coser las tres tomas Para hacer el cosido hay que seleccionar dos tomas y seleccionar la siguiente opción:

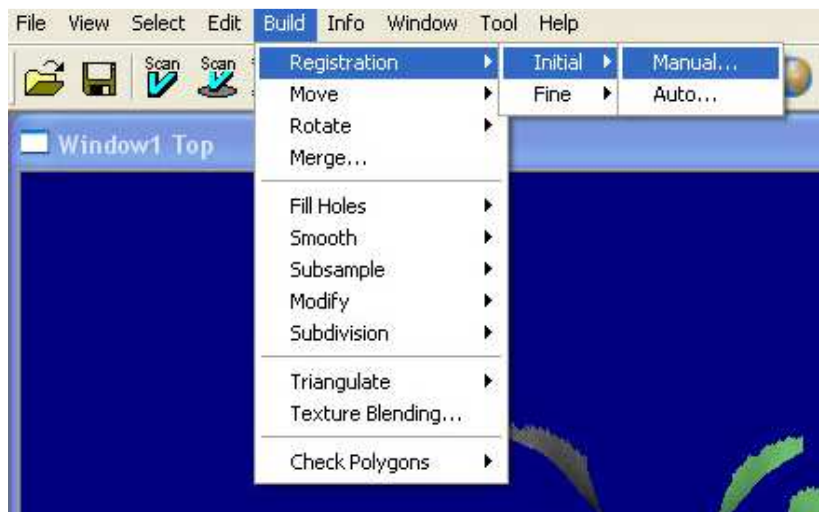


Fig. 45

Después se elige sobre cuál de las dos tomas realizadas se quiere realizar el cosido:

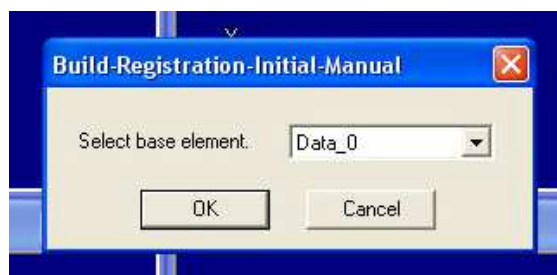


Fig. 46

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

En la pantalla saldrán los dos rostros que se quieren coser. Se le da a la opción orbital, que se señala en rojo en la siguiente imagen, para mover las dos tomas para obtener una mejor visión y después se le da a la tecla Esc. Se seleccionan tres puntos en común que tienen los dos rostros escaneados como se muestra en la siguiente figura en color azul, rosa y amarillo.

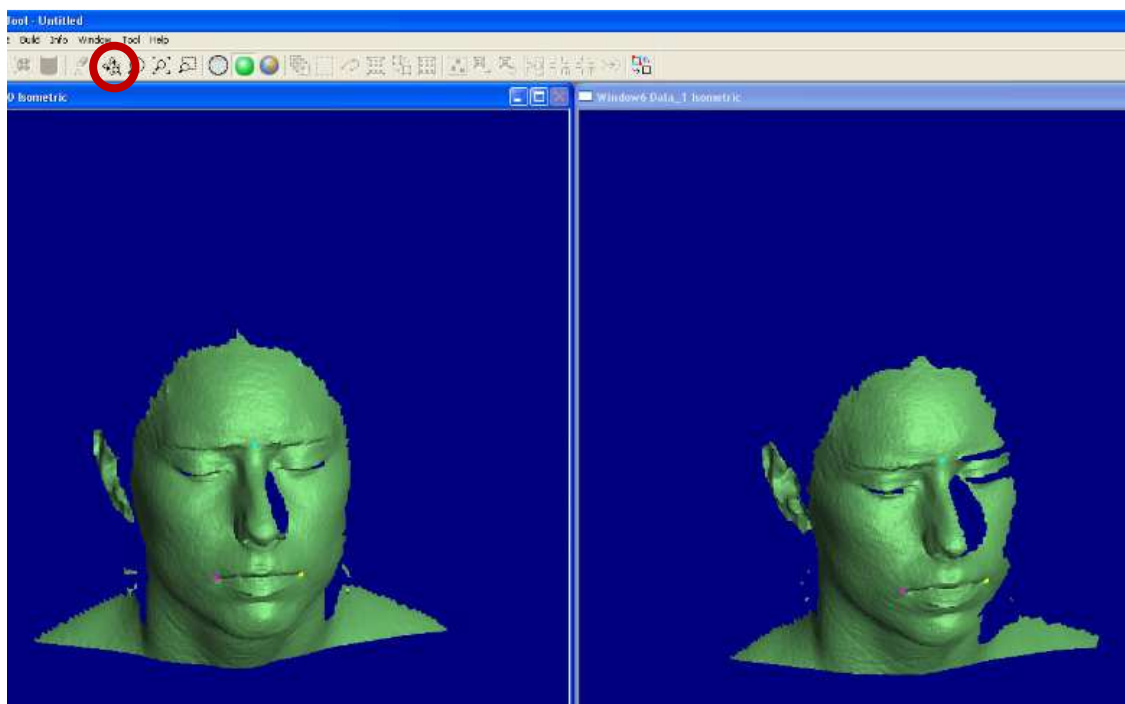


Fig. 47

Se han seleccionado tres puntos porque es el mínimo que pide, pero es posible seleccionar más. El problema de esto es que cuantos más puntos se seleccionen el cosido será menos preciso. El programa realiza el cosido de la siguiente manera:

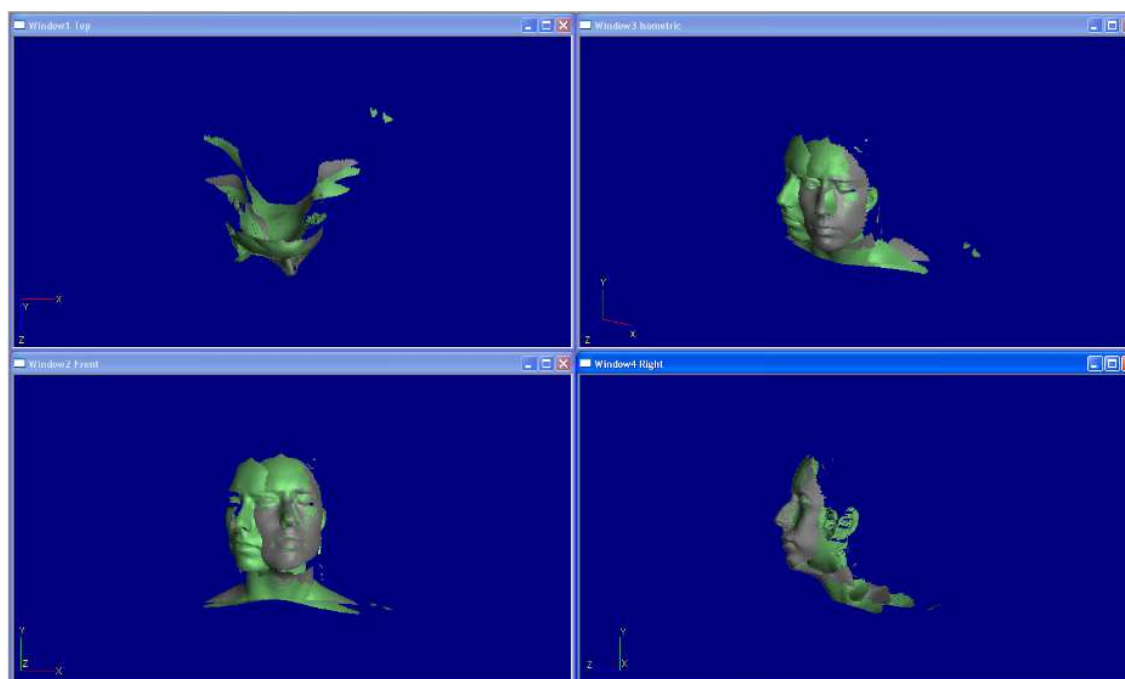


Fig. 48

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Se repite el mismo proceso para coser la toma que falta y obtenemos la cabeza:

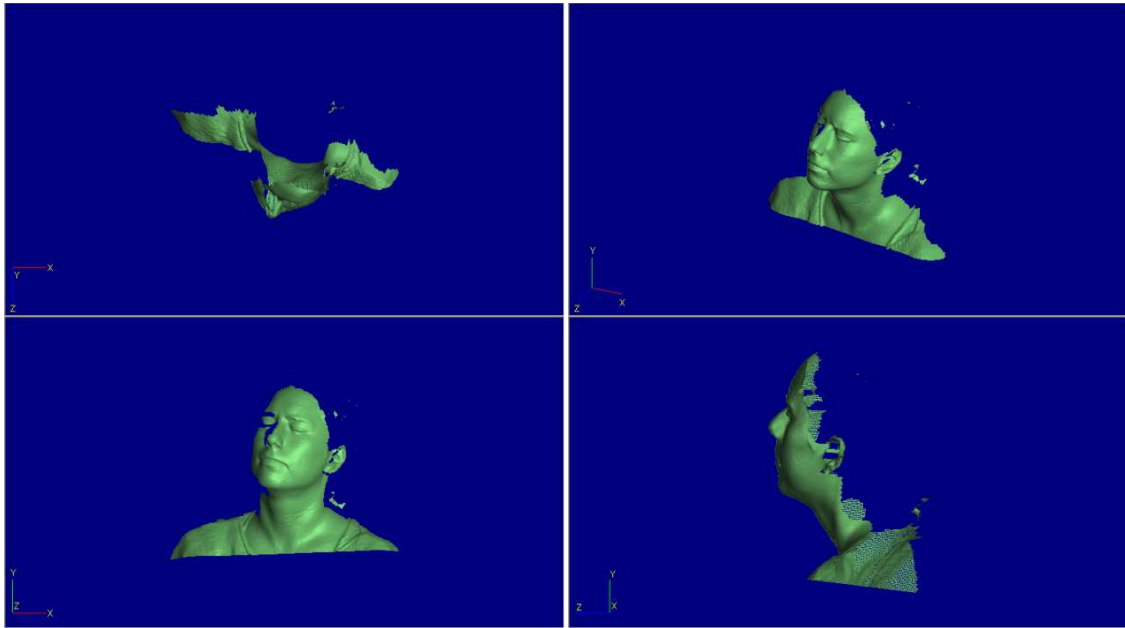


Fig. 49

Una vez escaneada la cabeza se ha exportado al programa rapidform2006. Ahí el rostro se convierte en una superficie para después poder exportarlo a programas CAD.

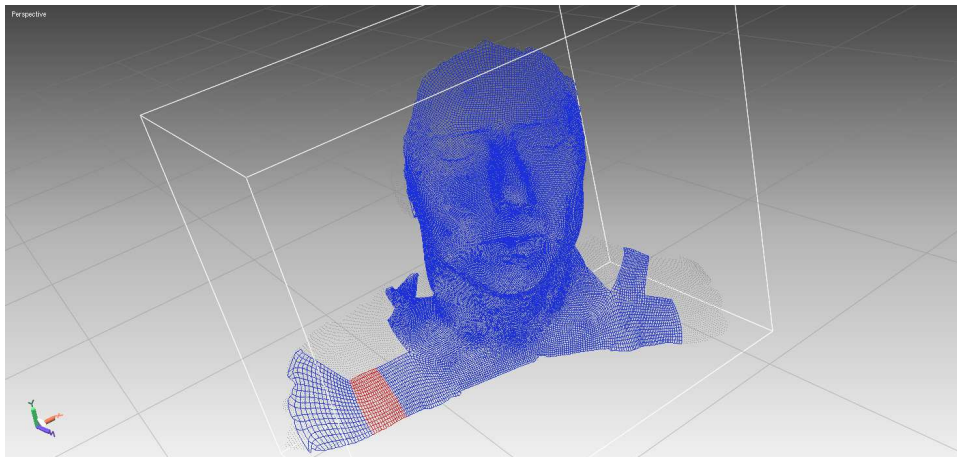


Fig. 50

Mediante SolidWorks se han eliminado las partes que no se necesitaban. Se ha tenido en cuenta que posteriormente se va a mecanizar la pieza. La máquina de mecanizado utiliza unas fresas cuya altura son de 85 mm. Es decir, en la superficie no puede haber un pico superior a 85 mm ya que la máquina no lo mecanizaría correctamente.

La cara nos queda de la siguiente manera:

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

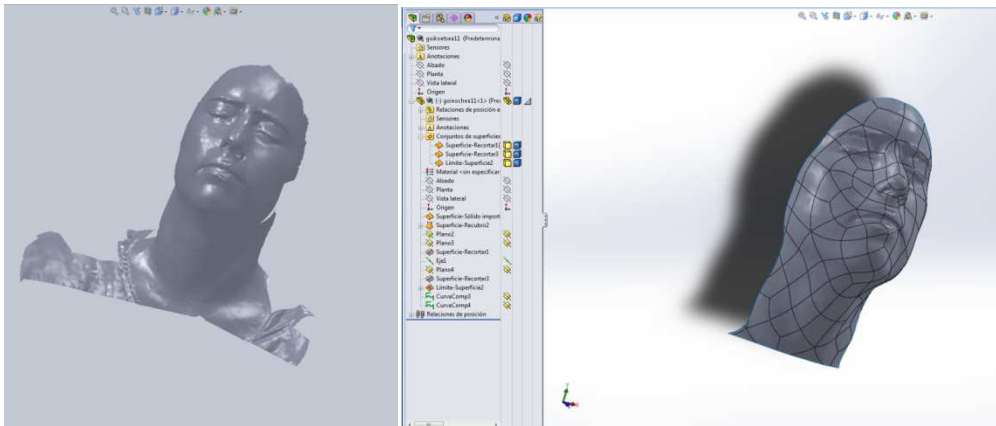


Fig. 51.a y 51.b

Una vez que se han obtenido los modelos 3D de la cara, se guarda en formato stl para posteriormente mecanizarlo en una máquina de mecanizado 3D Millenium AXYZ.

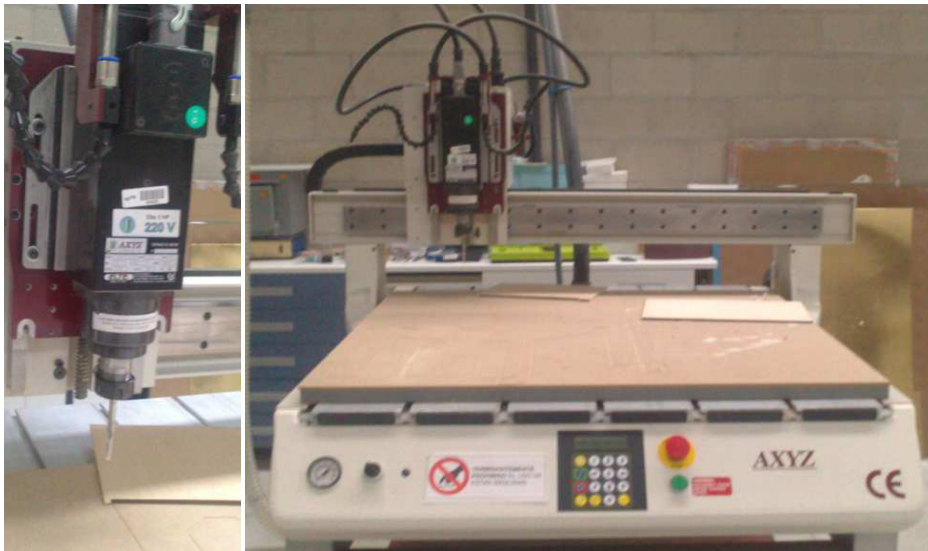


Fig. 52.a y 52.b

El programa que se utiliza para el mecanizado es el VisualMILL. En el programa se simula la operación que realizará la máquina. Una vez elegida la operación se procede a mecanizar.

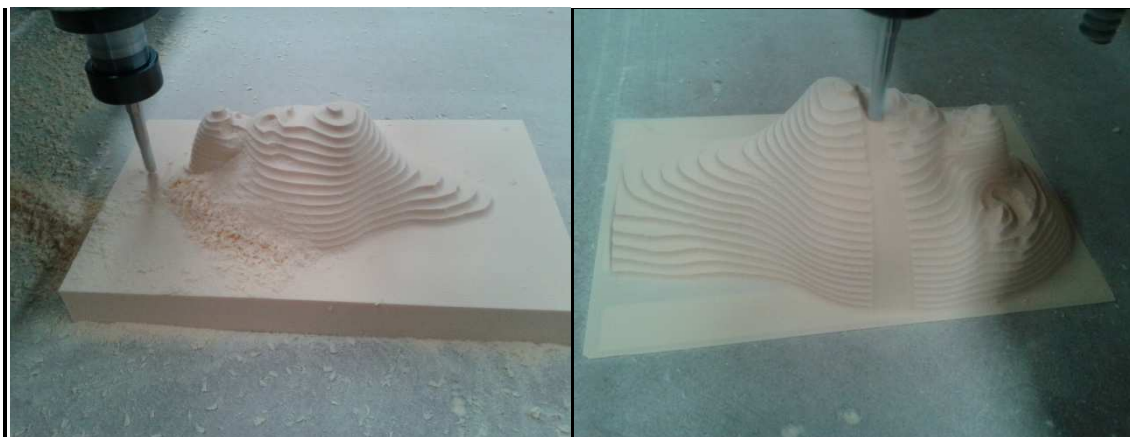


Fig. 53.a y 53.b

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

La cara mecanizada que nos queda es la siguiente:



Fig. 54

Aunque la pieza que obtenemos tiene la forma de la cara el acabado es muy rugoso. Tiene varios poros que si no se tapan se transmitirán al molde que vamos a realizar. Por esa razón primero se lija y después se le aplica masilla con una pistola de gravedad. El masillado lo que hace es tapar todos los poros que tiene la pieza dejando la superficie fina, La masilla es un tapa poros de poliuretano con catalizador. Se aplica con pistola de gravedad ya que es mucho más cómodo y rápido, pero también podría aplicarse a mano.

Después, se pega la pieza en una tabla mediante cinta de doble cara y se le rodea con metacrilato formando una barrera. Esta barrera se hace para posteriormente verter la silicona encima de la pieza y que no se derrame por toda la mesa. Se vierte la silicona y se deja secar entre 24 horas.

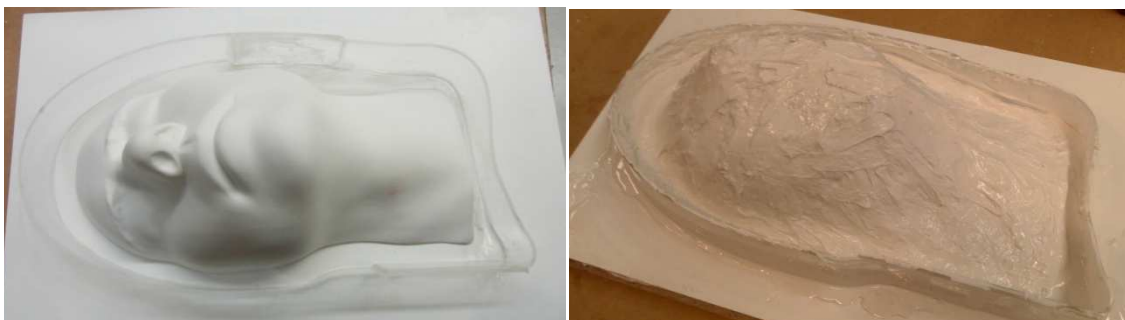


Fig. 55.a y 55.b

Al molde de silicona que obtendremos se le dará la vuelta posteriormente para realizar el molde definitivo. Por tanto hacemos un apoyadero de escayola.

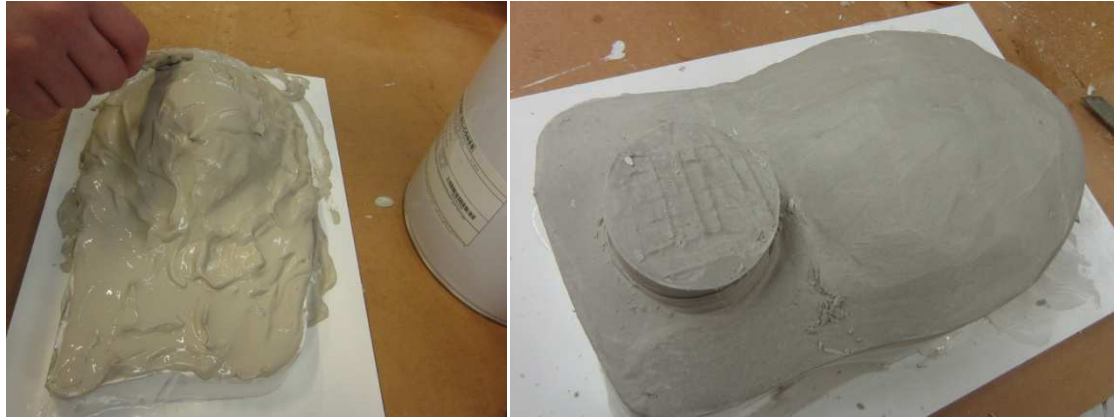


Fig. 56.a y 56.b

El molde que obtenemos es el siguiente



Fig. 57.a y 57.b

Por motivos de mantenimiento no se pudo meter el molde dentro del horno para que curase, así que vertimos la nueva silicona para obtener la cara final. Con un gato de cocina fuimos esparciendo la silicona por toda la cara y la dejamos secar durante 24 horas. El inconveniente que ha tenido este método es que el molde negativo y la pieza final son del mismo material. Aun echándole desmoldeante, la cara que se quiere obtener se agarra a la silicona del molde y la pieza sale con desperfectos. Por tanto, el molde de silicona lo perdemos.

Cuando se quiere realizar un molde lo mejor es realizar un molde duro para finalmente obtener una pieza blanda o viceversa. Por tanto, cambiamos de método y decidimos volver a hacer el molde negativo, pero esta vez en escayola.

Primero, se colocan unos alambres en los puntos más altos de la pieza. Esto se hace para que cuando la escayola se seque por completo sea más fácil desmoldear la pieza de poliuretano.



Fig. 58

Rodeamos la pieza con un cartón que actuará como barrera y se le echa la escayola encima. Los alambres que se han colocado antes tienen que quedar más altos que el molde de escayola. Se deja secar durante más de un día y al se procede a desmoldear la pieza de poliuretano. Para ello, primero se quitarán los alambres que se pusieron y quedarán unos orificios en el molde. Con la ayuda de la pistola de gravedad se sopla a través de los orificios para retirar la pieza.



Fig. 59.a y 59.b

El molde nos queda de la siguiente manera:



Fig. 60

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Una vez obtenido el molde completamente seco, se vierte la silicona intentando que el grosor sea uniforme en todo el rostro. Sin embargo eso es complicado ya que la forma de la cara no es lisa y la silicona por gravedad cae y cubre las partes más bajas. Por tanto, la cara de silicona que se obtiene no tiene el mismo grosor en toda la superficie y no sirve para el modelo. El rostro queda muy grueso y hay que hacerle fuerza para poder abrir la boca. Al hacerle el agujero de la boca, nos hemos pasado y se le ha comido parte del labio.



Fig. 61.a y 61.b

10.1.2. Segunda cara de silicona

Para evitar volver a hacer una cara cuyo grosor no sea uniforme se ha propuesto hacer dos rostros: esta segunda tendrá una escala inferior a la original. Después se verterá la silicona entre los dos rostros (uno positivo y el otro negativo) y se obtendrá una cara con un grosor uniforme.

Por intentar optimizar el tiempo, hemos mecanizado la segunda cara de silicona engañando a la máquina de mecanizado. En el programa VisualMILL se ha seleccionado una fresa de 8 mm de diámetro, pero en realidad hemos utilizado una de 14 mm. De este modo la máquina comerá más material a los lados y se obtendría una cabeza menor.

Una vez obtenida la nueva cabeza, se ha lijado para eliminar rugosidades. Después se le vierte a la silicona al molde de escayola y con un pincel se va cubriendo toda la superficie y posteriormente se vierte el resto de la silicona y se coloca encima la cara mecanizada. La cara que obtenemos es la siguiente:



Fig. 62



Fig. 63.a y 63.b

La cara de silicona que obtenemos sigue sin ser válida ya que hay que realizar presión para mantener la boca abierta y el espesor sigue sin ser uniforme. Esto se debe a que al cambiar la fresa para realizar el mecanizado no se ha tenido en cuenta que las alturas no cambian. Por tanto, la cara que se ha mecanizado es más estrecha, pero igual de alta que la original.

10.1.3. Tercera cara de silicona

En este caso, decidimos cambiar el proceso para obtener la cara de silicona. Realizaremos los moldes de los rostros mediante termoconformado. La razón por la que se hará esto es porque se quiere conseguir un mejor acabado de la cara de silicona. Por tanto, el proceso que se seguirá en este caso será el siguiente: se mecanizará la nueva cara, se masillará y se termoconformará obteniendo el molde positivo de la cara inferior. Termoconformaremos también el molde negativo de la cabeza original y finalmente se verterá la silicona entre los dos moldes para obtener la cara.

Para solucionar el problema que hemos tenido en el caso anterior, se utilizará el programa Magics. Se le dejará a la pieza un espesor del 5% del espesor total de la cara. Tenemos que tener en cuenta, que al realizar el termoconformado perderemos un espesor debido a las láminas. Se calcula que el espesor que pueden ocupar las láminas es del 2% del total de la cara. Por tanto, se le dará un margen y se rescalara la cara a un tamaño 0,92 a la original: $1 - 0,05 - (2 \times 2) = 0,92$.

En la imagen vemos las medidas de las tres caras: la morada es la de tamaño real, la roja está rescalada a 0,94 y la verde a 0,92.

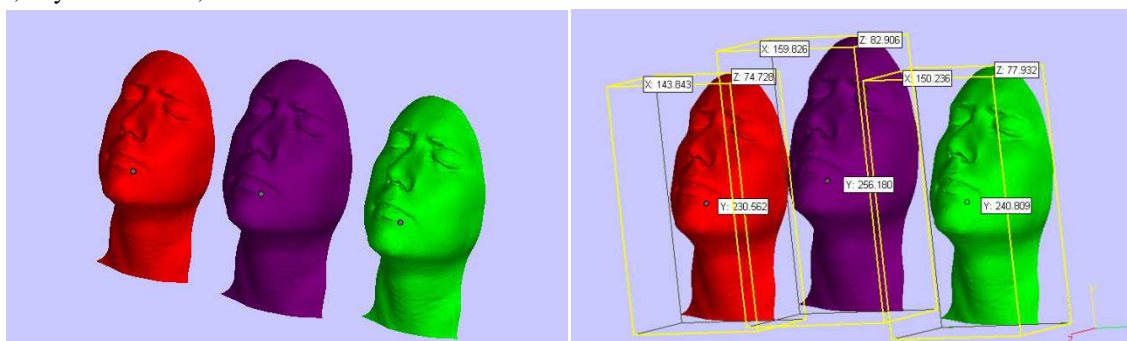


Fig. 64.a y 64.b

Posteriormente, el rostro de escala 0,92 se lleva a mecanizar y se masilla.



Fig. 65

El proceso de termoconformado se realiza en VACUUM FORMER1820.



Fig. 66.a y 66.b

En el proceso de termoconformado se coloca la pieza en la balda móvil que tiene la máquina (Fig. 66.b) y la plancha se sujeta en la parte superior. La máquina tiene una tapa que es la que proporciona calor a la plancha.



Fig. 67

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Se coloca la tapa encima a una temperatura de unos 60° C y se espera hasta que la lámina se caliente y quede blanda. El tiempo de espera depende del material y de lo caliente que esté la máquina. Después, se le quita la tapa y se sube la pieza. Una vez que la pieza está arriba se le aplica vacío y la plancha adquiere la forma de la pieza.



Fig. 68

Se le han realizado unos agujeros con la broca para que en el termoconformado al realizar el vaciado la lámina se adapte mejor a la pieza y coja mejor la forma.

Se ha hecho el termoconformado en negativo y en positivo. Hemos utilizado láminas de diferentes materiales para comprobar los diferentes acabados que se consiguen. Cuando un material no tiene porosidades brilla. Si utilizamos un molde con un acabado brillante, este brillo lo adquirirá la pieza. Por el contrario cuando tenemos un material con un acabado mate es porque tiene porosidades, aunque nuestros ojos no las puedan apreciar. Si utilizamos un molde la pieza que nos saldrá tendrá acabado mate.

Para poner esto en prueba hemos termoconformado dos veces la cara exterior: una en PVC y la otra en poliestireno para realizar dos cabezas de silicona. En las siguiente imágenes vemos los dos moldes termoconformados.



Fig. 69.a y 69.b



Fig. 70

Con los moldes obtenidos se realiza las dos cara de silicona. Primero se le aplica una capa de silicona al molde del rostro exterior. Después se vierte la silicona y se le pone el molde de la cara interior haciéndole presión. La cara que se ha realizado con el molde de PVC no ha salido ya que no se le ha introducido suficiente silicona y se ha tirado. El rostro de silicona de poliestireno si sale y tiene un acabado brillante como se muestra en la imagen. Sin embargo, el molde se rompe ya que la lámina lleva bastante tiempo en los talleres de la universidad. La cara que se obtiene es la siguiente:



Fig. 71.a y 71.b

Damos por terminada la cara exterior de silicona. Ahora falta hacer la cara interior con la boca vaciada.

10.1.4. Cara interior

La cara interior se vaciará dándole la forma de la boca por dentro. Interesa que se pueda ver el interior de la boca, tanto, la cabeza será un material transparente como el metacrilato. Para la realización de este rostro se seguirá el siguiente proceso: se vaciará la cara con el programa FreeForm Modeling, se mecanizará, se lijará y masillará y se termoconformará con una plancha de metacrilato.

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Para realizar la cara con la parte de la boca hueca se ha utilizado el programa FreeForm Modeling. Este programa tiene un brazo con el que se le da la forma al sólido. El vaciado se realiza de manera “manual”, por tanto, la forma del vaciado de la boca es aproximada.



Fig. 72

El vaciado nos queda de la siguiente manera:

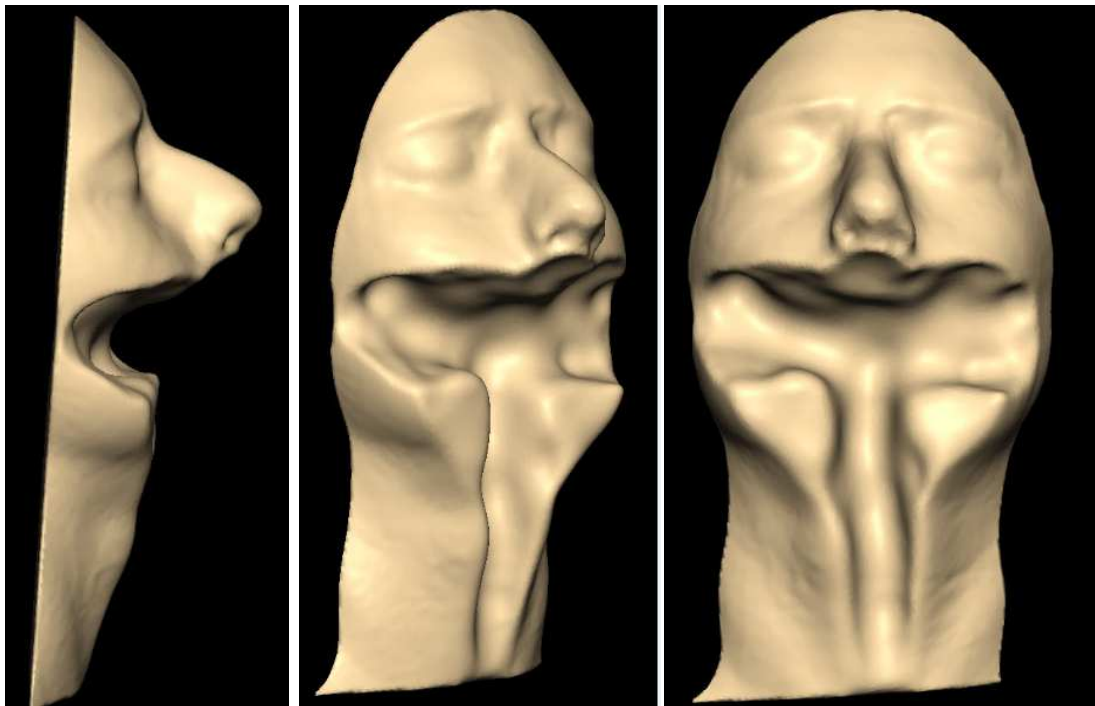


Fig. 73.a, 73.b y 73.c

Se ha mecanizado la cara vaciada y se ha masillado obteniendo lo siguiente:



Fig. 74.a y 74.b

Se termoconforma y nos queda de la siguiente manera:



Fig. 75.a y 75.b

Si colocamos la cara de silicona encima de la de metacrilato vemos que no encajan. Esto se debe a que el vaciado de la boca se ha realizado a la cara de escala real. Como la cara exterior tiene grosor, ambas caras no encajan. Habría que repetir el proceso, pero con la cara de escala 0,92.



Fig. 76

Por otro lado, al realizar el termoconformado la lámina tiene un grosor que no se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el vaciado de la cara. Si intentamos introducir la cánula entre el espacio que se ha dejado al vaciar la boca vemos que no entra bien.



Fig. 77

Habría que volver a realizar el vaciado de la boca teniendo en cuenta el espesor de la lámina de metacrilato.

El 18 de Mayo se fue a ver al Dr Vicente de Vera (anestesista). Se le comentó lo que se estaba realizando y se le enseñó el modelo que teníamos hasta ahora. Nos comentó que para que el modelo sea válido tiene que tener la boca abierta ya que cuando se va a utilizar la cánula de Guedel es imprescindible que la víctima mantenga la boca abierta.

Llegados a este punto, se decidió no seguir adelante con la cabeza con boca cerrada. Se repetirá todo el proceso con la cara con la boca abierta para que el modelo sea válido.

10.2. Modelo con la boca abierta

Por las razones que hemos dicho en el apartado anterior procedemos a realizar un modelo con la boca abierta. En este caso, para ahorrar tiempo no se va a realizar un molde negativo de escayola sino que se termoconformará directamente a la cara de poliuretano. Entonces, el procedimiento que seguiremos será el siguiente. Se escaneará de nuevo la cara con la boca abierta, se le eliminarán las partes sobrantes, se rescalará para conseguir la cara menor y esta misma se vaciará con el programa FreeForm Modeling para obtener la cara interior. Después, se mecanizarán las tres caras, se lijarán y masillarán. Se termoconformarán y se realizará la cara de silicona con los dos moldes de la cara sin vaciar.

Se ha realizado una segunda cabeza de silicona, pero esta vez con la boca abierta. Para ello, se ha repetido el proceso seguido hasta ahora. Se ha escaneado la cara con la boca abierta mediante el escáner 3D. Como se ha dicho antes, el escáner no reconoce las sombras o las partes oscuras, por tanto, no escaneaba correctamente la parte de los labios como se puede apreciar en la siguiente imagen.

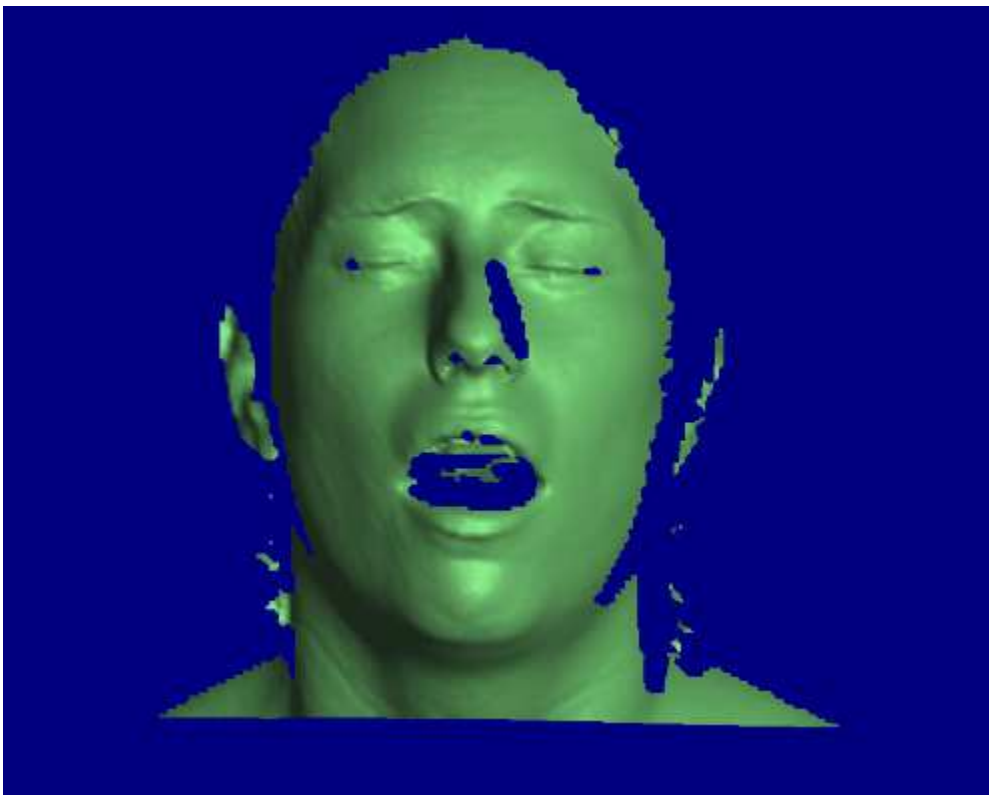


Fig. 78

Para evitar que esto ocurra se ha cortado un trozo de cartón blanco de forma ovalada para cubrir los dientes como se puede observar a continuación.

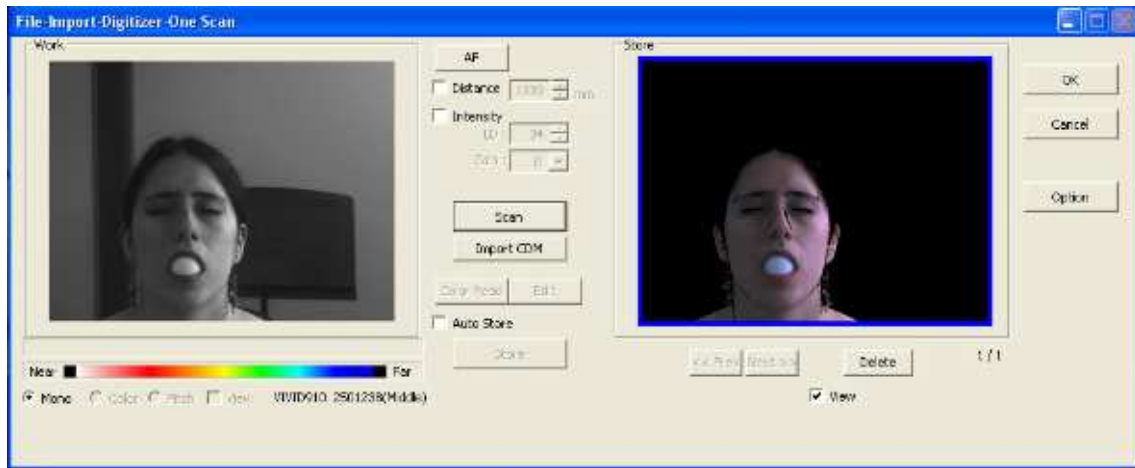


Fig. 79

Realizamos tres tomas desde diferentes ángulos y cosemos las imágenes para posteriormente obtener la siguiente cabeza:

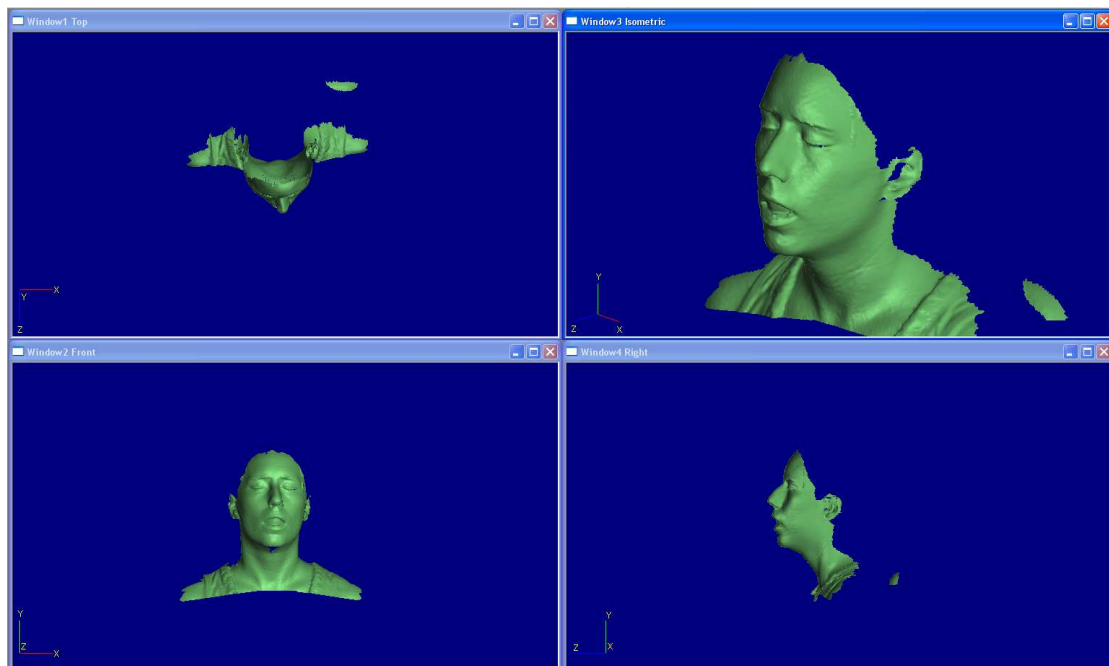


Fig. 80

En este caso no se ha utilizado SolidWorks para retocar las partes que sobraban, Esta vez se han eliminado mediante el programa FreeForm Modeling. Posteriormente en rapidform2006 se ha creado la malla de superficie.

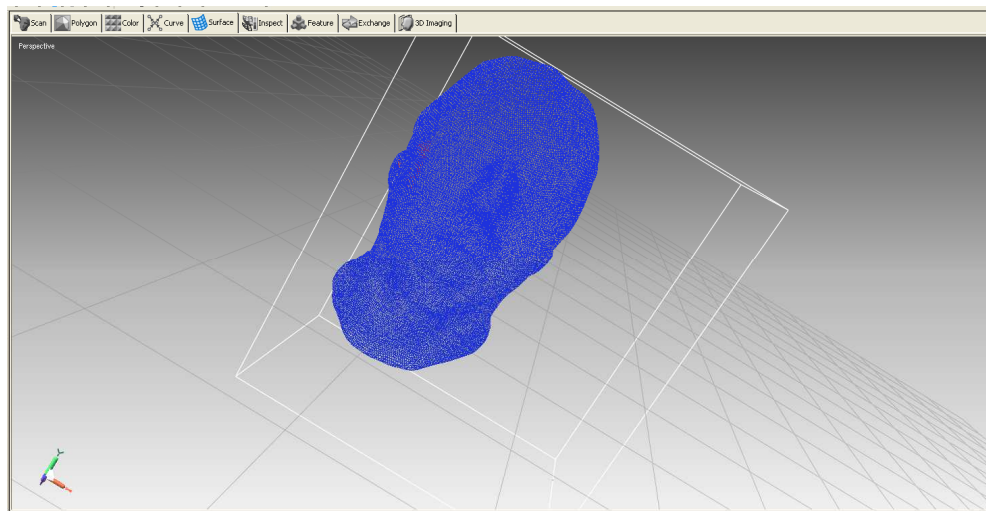


Fig. 81

En Magics se realiza el rescalado para obtener la cara de menor tamaño.

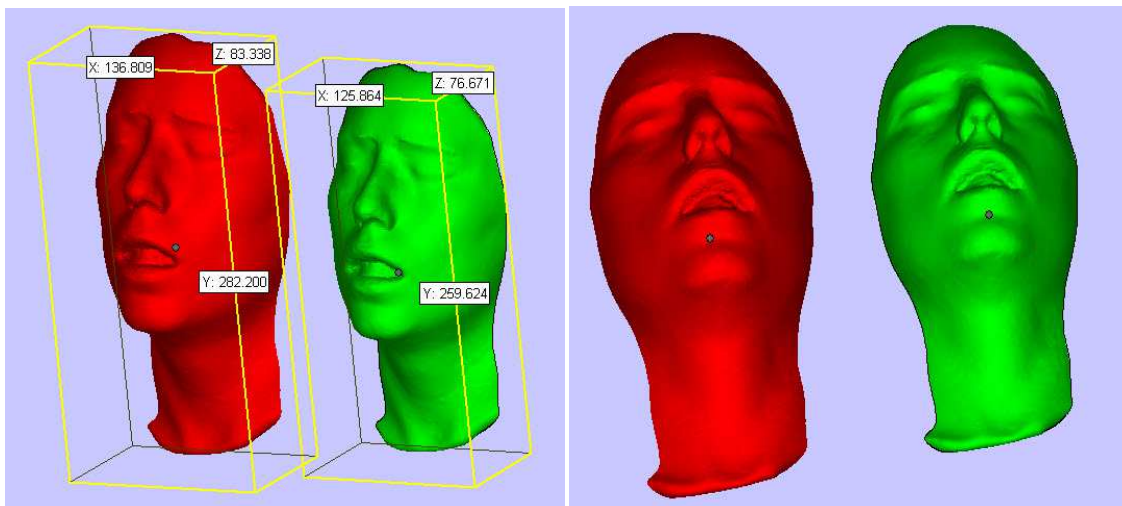


Fig. 82.a y 82.b

Para que la cara interior encaje con la exterior tiene que tener las mismas dimensiones que el rostro con escala de 0,92. Por tanto, la cara rescalada se vuelve a llevar a FreeForm Modeling para realizar el vaciado de la boca que queda de la siguiente manera. En este caso se le ha vaciado más teniendo en cuenta que al termoconformar la lámina le restará anchura a la apertura por donde tiene que pasar la cánula.



Fig. 83.a, 83.b y 83.c

Una vez que se tienen las tres caras se mecanizan en la máquina de mecanizado 3D Millenium XYZ:



Fig. 84.a y 84.b

Se lijan para eliminar porosidades y se les da una capa de masillado. En el caso de las dos cabezas con la boca abierta no se distingue bien donde termina el labio. Para solucionar esto se han retocado manualmente las bocas como se muestra a continuación:



Fig. 85

Se vuelven a masillar las caras con la pistola de gravedad para que las superficies de los rostros queden lo más lisas posible: Por falta de tiempo se decide no masillar la cara vaciada. Termoconformaremos directamente sobre la pieza de poliuretano. Se les realizan los agujeros para crear vacío al realizar el termoconformado y quedan de la siguiente manera:



Fig. 86.a y 86.b

Se termoconforman las tres cabezas. En el caso de la cara vaciada se termoconformará con una lámina de metacrilato transparente porque interesa que se vea el interior de la boca. El en resto de las cabeza se ha termoconformado con láminas de polipropileno. Termoconformado de la cara vaciada:



Fig. 87

La cara que se obtiene con el termoconformado es la cara interior definitiva. Esta se unirá con la cara de silicona posteriormente.

Termoconformado del rostro de tamaño real:



Fig. 88.a y 88.b

Termoconformado del rostro de escala 0.92:



Fig. 89.a y 89.b

Una vez obtenidos los moldes de polipropileno de las dos caras con la boca abierta se vierte la silicona entre ellos. Primero, se aplica una capa de silicona sobre la parte interior del molde del rostro mayor para que no haya zonas que se queden huecas. Se hace lo mismo con el molde de la cara menor, pero a esta se le aplica la capa de silicona por la parte de fuera. Después se vierte la silicona sobre el molde de la cara mayor y se le coloca encima el molde de la cara menor haciéndole presión.



Fig. 90

Se le ha puesto un objeto realizándole presión y se ha dejado secar durante 12 horas. Después se ha comprobado si la silicona había catalizado correctamente y como no había catalizado bien



Fig. 91.a y 91.b



Fig. 92

Hemos recortado la silicona que sobraba.

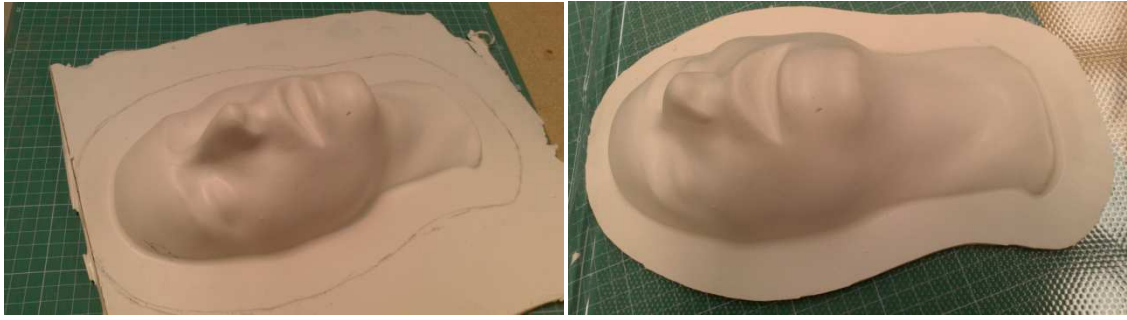


Fig. 93.a y 93.b

Se ha recortado la boca y la nariz:



Fig. 94

En un principio pretendíamos unir las dos cabezas con cinta de doble cara, pero no ha sido posible hacerlo ya que la cinta no pega bien en la silicona. Por tanto, hemos atornillado ambos rostros. Para garantizar un buen sellado se han cortado dos marcos de metacrilato mediante laser.



Fig. 95

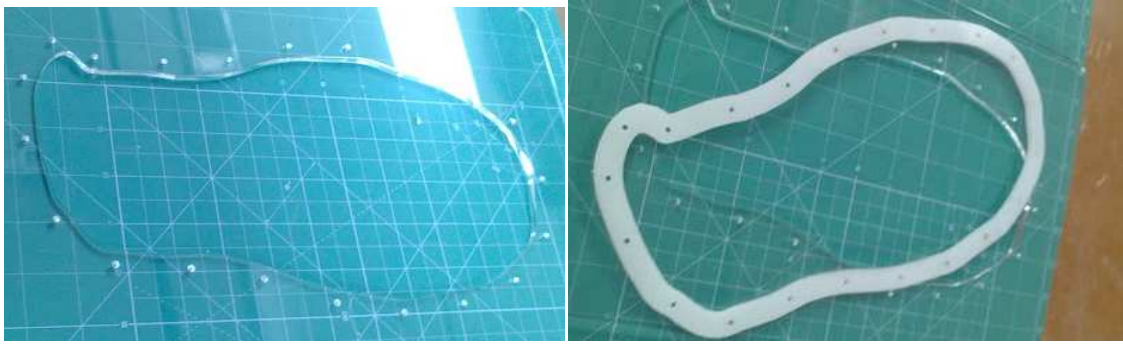


Fig. 96.a y 96.b

Atornillamos los marcos con los rostros y obtenemos el siguiente modelo:



Fig. 97.a y 97.b

11. Construcción del prototipo del dispositivo

Se ha construido un prototipo del dispositivo para realizar pruebas con el modelo construido. En primer lugar, hemos dibujado en SolidWorks el boceto 3D del dispositivo.

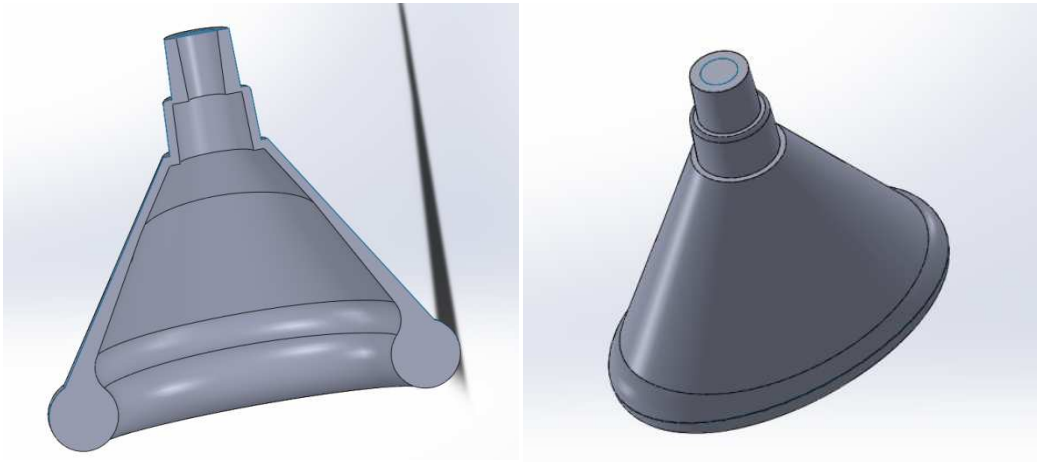


Fig. 98.a y 98.b

A partir del boceto que hemos construido se propuso realizar un dispositivo con una forma similar al que se ha prototipado, pero sin la parte hinchable. Realizaremos los dos prototipos y se comprobará cual de los dos funciona mejor. Las dimensiones de estas dos piezas aparecen en el ANEXO II.



Fig. 99.a y 99.b

Nos gustaría que el prototipo fuera lo más real posible, pero no se disponen los medios suficientes para crear un dispositivo real. Por tanto, nos basaremos en los materiales y medios que disponemos.

Vamos a realizar el dispositivo con silicona. Como es complicado fabricar la parte hinchable del dispositivo, lo haremos con silicona con la parte de dentro maciza. Para obtener la forma del dispositivo, primero se prototipará el molde de la pieza en un material rígido (poliamida de alta precisión) mediante la impresora 3D. Después se vertirá silicona sobre este para obtener la pieza final.

El SolidWorks realizamos los moldes de las dos piezas que vamos a realizar. A continuación se muestran los moldes macho y hembra de la pieza 1:

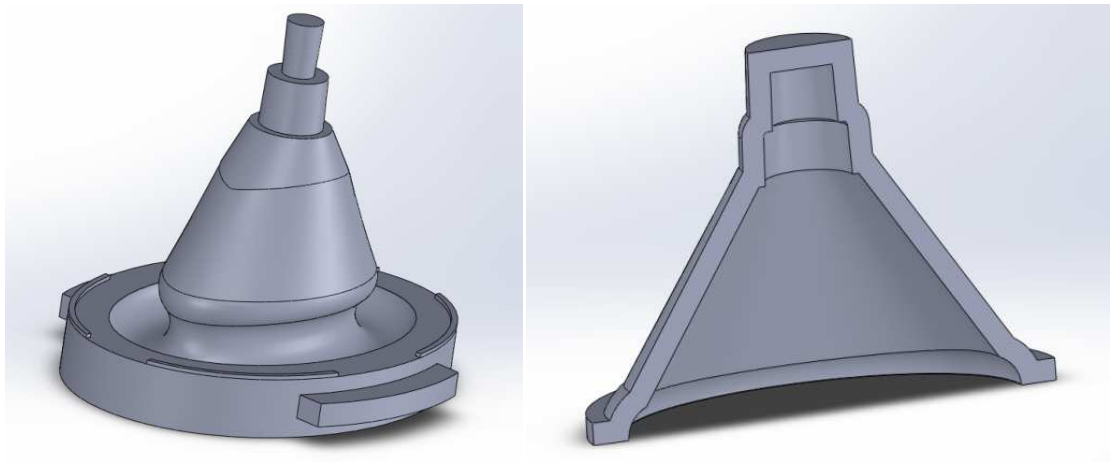


Fig. 100.a y 100.b

Para la segunda pieza se han realizado los siguientes macho y hembra:

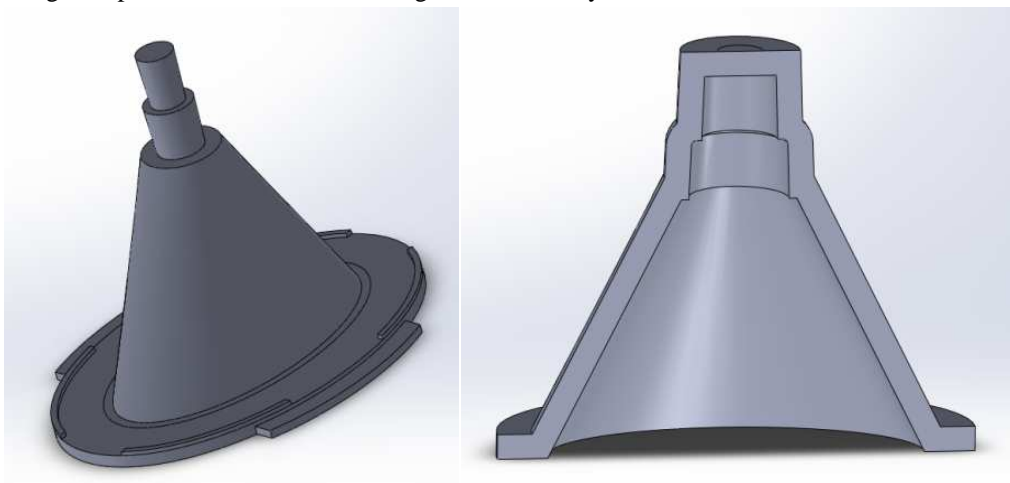


Fig. 101.a y 101.b

Los moldes los guardamos en formato stl para poder exportarlos a Magics. Desde Magics se han enviado a la máquina prototipadora.



Fig. 102.a y 102.b

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Los moldes que se obtienen son los siguientes:

- Moldes macho y hembra de la pieza 1.



Fig. 103.a y 103.b

- Moldes macho y hembra de la pieza 2.



Fig. 104

Una vez realizados los moldes se vierte la silicona en el interior y se sacan las piezas de silicona. Los primeros moldes que se han obtenido son los siguientes:



Fig. 105.a y 105.b



Fig. 106.a y 106.b

Como es evidente, las piezas no nos sirven y tenemos que repetir las piezas. Esta vez para lograr que la silicona llegue a todos los puntos del molde se le han realizado lo:

1. Se ha utilizado una base de poliuretano y se le han introducido los moldes hembra a presión. De este modo los moldes quedan fijos. Se pegan los moldes con un pegamento y se le añaden gomas para mantener presionados los dos moldes.
2. Se ha añadido plastilina a los moldes de la pieza 1 para garantizar que la silicona que se introduce en el interior no salga.
3. Se han realizado dos agujeros al molde macho de la pieza 1. Uno de los agujeros será más ancho que el otro. Sobre el orificio ancho se introducirá la silicona mediante una jeringuilla y por el otro irá saliendo el aire del interior del molde.



Fig. 107

Vertimos la silicona en el interior de los moldes:



Fig. 108

Dejamos secar la silicona durante 24 horas y obtenemos las piezas.

Se prueban en el modelo que hemos creado y hacemos la demostración con de que sellan correctamente.



Fig. 109

Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Sin embargo, obtenemos una especie de inconvenientes: como el modelo y la pieza son de silicona se produce una fuerza de fricción entre ambas piezas. Esto dificulta la colocación del dispositivo dentro de la boca del modelo. En un caso real esto no ocurriría. Otro inconveniente es que la boca aun estando abierta no es lo suficientemente grande lo cual dificulta la introducción del dispositivo. En un caso real, la boca permitiría abrirse más debido a los músculos, pero con el modelo eso no es posible.

12. Bibliografía

- (1) Ruis Madruga, M., Ayuso Baptisa, F. (2009). *Atención sanitaria inicial en situaciones de emergencia*. Madrid: ARAN.
- (2) Drake, R.L., Vogl, A.W., Mitchell, A.W.M. (2010) *Gray: Anatomía para estudiantes*. Barcelona: Elsevier.
- (3) Fernando Campos (2012, 21 Junio) “RCP básica en adultos”. Revisado el 9 de Junio de 2014 desde Internet: <http://formacionenemergencias.blogspot.com.es/2012/06/rcp-basica-en-adultos.html>
- (4) Lee Goldman, M.D., Andrew, I., Schafer, M.D. (2004) *Tratado de Medicina Interna*. Barcelona: Elsevier.
- (5) Felipe Hernández Jimenez. “¿Qué significa la palabra AMBU?” Salvando vidas. Revisado el 18 de Marzo de 2014 desde Internet: http://www.notiexposycongresos.com/dev2/img_base/notas/RCP_QUE_SIG_A_MBU.pdf
- (6) April Sanders “How does an Ambu bag work?” Traducido por Karolynne Gardim. Revisado el 18 de Marzo de 2014 desde Internet: http://www.ehowenespanol.com/funciona-bolsa-ambu-como_50684/
- (7) Gasmendi “Aspirador de secreciones”. Revisado el día 2 de Junio de 2014 desde Internet: <http://www.gasmedi.com/content.aspx?lang=es-ES&id=128>
- (8) Fernando Campos (2012, 19 Abril) “Cánula Orofaríngea (Guedel)” Revisado el día 11 de Marzo de 2014 desde Internet: <http://formacionenemergencias.blogspot.com.es/2012/04/canula-orofaringea-guedel.html>
- (9) Cristina García Muriel (2013, 7 Marzo) “¿Qué es una cánula o tubo de Guedel?” Revisado el día 11 de Marzo desde Internet: <http://www.dyaextremadura.com/index.php/noticias/81-formacion/219-que-es-una-canula-o-tubo-de-guedel>
- (10) Quirosa S.A. “Tubos de Guedel.” Revisado el día 11 de Marzo desde Internet: http://www.quirosa.com/products/11-guedels_es.pdf
- (11) Janet Fong (2010, Marzo) “Guedel airway.” Revisado el día 2 de Junio de 2014 desde Internet: <http://www.aic.cuhk.edu.hk/web8/Guedel%20airway.htm>
- (12) <http://www.ctva.com.br/quem-somos-equipe-dr-andranik-ovassapian-galeria-de-fotos.html>
- (13) <http://www.orsupply.com/product/Sun-Med-Williams-Oropharyngeal-Airway-Intubators/2208>
- (14) http://www.fedimed.com.ar/ficha_producto.php?idproducto=VMA
- (15) (2012, 4 Octubre) <http://www.joacp.org/article.asp?issn=0970-9185;year=2012;volume=28;issue=4;epage=542;epage=543;aulast=Rastogi>
- (16) Carlos A. Zamora Rodríguez. “Intubación endotraqueal” Revisado el día 17 de Marzo de 2014 desde Internet: <http://www.reeme.arizona.edu>
- (17) “Intubación orotraqueal” Revisado el día 17 de Marzo de 2014 desde Internet: <http://www.oc.lm.ehu.es/fundamentos/fundamentos/practicas/REANIMACION/INTUBACION/intubaci%C3%B3n-orotraqueal.htm>
- (18) Ecured “Laringoscopio” Revisado el día 22 de Mayo de 2014 desde Internet: <http://www.ecured.cu/index.php/Laringoscopio>
- (19) http://lnx.futuremedicos.com/IPQ/CD_IPQ/Ejemplos_cd/Intubacion_endotraqueal.htm
- (20) Weiss M (1998) The Pediatric Video-Optical Intubation Stylet. The Internet Journal of Anesthesiology. Revisado el 22 de Mayo de 2014 desde Internet: <http://ispub.com/journals/IJA/Vol2N4/vois.htm>

- (21) Rocío Rivas Martín. Ana Isabel del Burgo Sala. (2014, 26 Febrero) “Intubación endotraqueal” Revisado el 2 de Junio de 2014 desde Internet: <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/sccion5/capitulo69/capitulo69.htm>
- (22) Fernando Fierro Ávila, Fernando Álvarez López y Rafael García Gutiérrez. “Intubación nasotraqueal” Revisado el día 24 de Mayo de 2014 desde Internet: <http://www.sccp.org.co/plantilas/Libro%20SCCP/Lexias/trauma/aitp%20sccp/via%20aerea/nasotraqueal.htm>
- (23) <http://www.lifemexico.com/cargador.php?larreglo=PINZAS%20DE%20MAGILL>
- (24) (2012, 5 Abril) <http://www.aibarra.org/ucip/temas/tema06/tema06.html>
- (25) Agustín Míguez Burgos (2010, 25 Marzo) “Combitubo. Una alternativa a la intubación de la vía aérea” Anestesiología y Reanimación. Revisado el día 17 de Marzo desde Internet: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/2073/1/Combitubo-Una-alternativa-a-la-intubacion-de-la-via-aerea.html>
- (26) Luis F. Higgins G. (2001, 27 Mayo) “Vía Aérea de Doble Luz Esófago-traqueal o Combitubo” <http://www.elistas.net/lista/enfermeria/trauma/archivo/indice/381/msg/408/>
- (27) Jose Ramón Aguilar. “Vía Aérea con Mascarilla Laringea” Revisado el 8 de Abril de 2014 desde Internet: <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/mascarilla.htm>
- (28) Nora Hycela Hilasaca Zea (2012, 9 Mayo) “Mascarilla laríngea” Revisado el día 8 de Abril de 2014 desde Internet: <http://www.slideshare.net/norahz/mascarilla-laríngea>
- (29) D. del Castillo Otero, C. Cabrera Galán, M. Arenas Gordillo, F. Valenzuela Mateos. “Ventilación mecánica no invasiva” Revisado el día 7 de Abril de 2014 desde Internet: <http://www.neumosur.net/files/EB04-13%20VMNI.pdf>
- (30) Manuel Maroto, Alvaro Martín. Ventilación mecánica no invasiva.”Ventilación Mecánica No Invasiva” Revisado el día 24 de Mayo de 2014 desde Internet: http://www.urgenciasclinico.com/PDF/PONENCIAS_CURSO_2011/VMNI.pdf
- (31) <http://mexicali.olx.com.mx/mascarilla-nasal-easy-life-respironics-cpap-bipap-iiid-542460446>
- (32) http://www.melodiaimportaciones.com/index.php?main_page=product_info&products_id=1344
- (33) <http://www.cpapsupplyusa.com/Respironics-Respironics-Total-Face-Mask-302433.aspx>
- (34) <http://www.emergalia.com/articulo.php?i=1771>
- (35) Suavinex “El chupete, formas y materiales” Revisado el día 2 de Abril de 2014 desde Internet: <http://www.suavinex.com/consejos/para-padres/el-chupete-formas-y-materiales.html>
- (36) Baca García AP. “Realización de protectores bucales para el deporte”. Revisado el día 3 de Abril de 2014 desde Internet: <http://www.ugr.es/~pbaca/pl11/protector-esbucalparaeldporte/02e60099f4106cb22/prac11.pdf>
- (37) Raholin SRL “Los Productos. Tecnología en silicona” Revisado el día 5 de Mayo de 2014 desde Internet: <http://www.raholin.com/siliconas.htm>
- (38) Dräger (2006) “Oxylog 1000” Revisado el día 16 de Junio de 2014 desde Internet. <http://www.emergensa.es/media/8c99ed30e1580264ffff90f8ffff8709.pdf>

ANEXO I

INFORMACIÓN TÉCNICA ELASTOMERO RTV-801

El RTV-801 es un elastómero de silicona en dos componentes, que mezclados a temperatura ambiente, reticulan, obteniendo un producto final flexible, elástico, y de buenas propiedades mecánicas.

APLICACIONES

El elastómero RTV-801 se utiliza ampliamente en la elaboración de moldes para la reproducción de modelos de cera, cerámica, madera, metal, piedra, yeso, etc..., en materiales como resina de poliéster, poliuretano, piedra artificial, alabastro, yeso, etc.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	BASE RTV-801
+ ASPECTO	Pasta fluida
* COLOR	Blanco
* VISCOSIDAD a 25 °C, mPa.s	20.000
* DENSIDAD a 25 °C, g/cm ³	1,10

Estos datos no representan, en ningún caso, especificaciones técnicas de producto.

PROPIEDADES MECÁNICAS

* DUREZA (Shore A)	17
* RESISTENCIA A LA ROTURA Kg/cm ²	30
* RESISTENCIA ELONGACIÓN en %	250
* RESISTENCIA AL DESGARRO Kg/cm	17

*Propiedades máximas medidas a los siete días, a temperatura ambiente.

MODO DE EMPLEO

	BASE 801	CATALIZADOR 801
* DOSIFICACIÓN	100 Partes	5 Partes
* TIEMPO DE TRABAJO a 25 °C		2 horas
* TIEMPO DE DESMOLDEO a 25 °C		10 horas

ELASTOMERO RTV-801

APLICACIONES

1.-Utilizar un recipiente limpio y seco para mezclar íntimamente la base y el catalizador, con una agitación manual o mecánica, evitando incorporar aire a la mezcla.

2.-La obtención de moldes sin huecos internos, aconseja proceder a una desaireación de la mezcla. Para ello bastará con un vacío en campana entre 30 y 50 mm./Hg. durante unos minutos.

3.-El vertido de la mezcla debe realizarse con precaución para evitar la incorporación de aire, lo que daría lugar a la formación de burbujas.

ALMACENAMIENTO

El RTV 801 y su catalizador en sus envase de origen debidamente cerrados y almacenados a temperatura inferior a 25 °C. Se conservan durante 12 meses. Después de cada empleo se recomienda cerrar herméticamente los envases, por cuanto los productos son sensibles a la humedad. Después de largos periodos de almacenamiento, se recomienda agitar el producto antes de usarlo, sin que la eficacia del mismo se vea alterada.

PRESENTACIÓN

La base RTV-801 se presenta en envases de 1, 5, 25 y 200 Kgs.

El catalizador 801 se presenta en sus dosis correspondientes.

HIGIENE Y SEGURIDAD

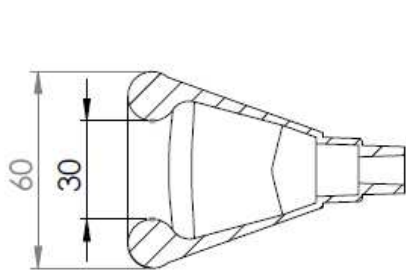
Los catalizadores contienen sales de estaño tóxicas, consecuencia en la manipulación de estos productos y su mezcla con el Elastomero, evitar el contacto con la piel y las proyecciones en los ojos.

En caso de contacto accidental, lavar inmediatamente con agua abundante y consultar al médico.

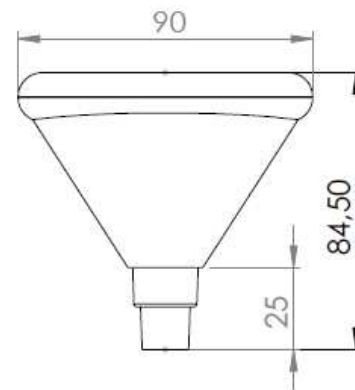
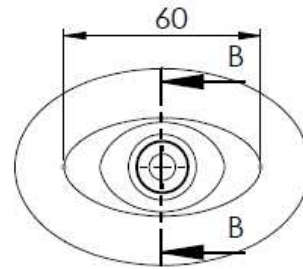
Aviso: La presente información técnica ha sido proporcionada por el fabricante del producto. Glaspol Composites S.L. no se hace responsable de la exactitud o inexactitud de la misma.

ANEXO II

Dimensiones del prototipo 1. Las medidas están en milímetros



SECCIÓN B-B



Diseño de dispositivo sustitutivo de mascarilla para inyectar oxígeno

Dimensiones del prototipo 2. Medidas en milímetros.

