

**Ventilación de la membrana del receptor en
el radiotelescopio RAEGE de Yebes.**

C. Albo, J. Fernández, J.M^a Yagüe
Informe Técnico IT-CDT-2015-12



Los desarrollos descritos en este informe técnico han sido cofinanciados por el Programa Operativo Fondo Tecnológico FEDER de la UE bajo el convenio IGN-MINECO denominado "Radiotelescopio de VLBI geodésico y astrométrico para su integración en la red VGOS (VGOSYEBES)"

Indice

1	Introducción.....	2
2	Ventilación de la membrana del receptor.....	2
2.1	Soplador.....	4
2.2	Conducción de aire.....	5
2.3	Tobera de salida.....	6
2.4	Instalación eléctrica.....	9
Anexo I.	Lista de materiales.....	11
Anexo II.	Planos.....	12

1 Introducción.

Durante el año 2013 se ha llevado a cabo la construcción del radiotelescopio de 13 metros de diámetro del proyecto RAEGE en el Observatorio de Yebes. Tras la entrega del radiotelescopio, el IGN empezó los trabajos de equipamiento del radiotelescopio para la realización de las observaciones.

Las membranas del receptor y del tubo cónico son factibles de sufrir condensación de agua. De producirse la señal que llega a las bocinas sería atenuada. Para evitar la condensación se ha instalado un sistema de ventilación que genera una corriente forzada de aire entre ambas membranas, evitando así la condensación de agua en sus superficies.

La instalación de la ventilación de la membrana se tiene que realizar con el receptor sin instalar en el tubo. Los trabajos se realizaron antes de la instalación del receptor, instalando un ventilador en línea modelo TD-160/100N SILENT de SOLER&PALAU, con un caudal de 140 m³/h. Tras algunas dudas sobre la efectividad de su flujo y sobre su capacidad de funcionar 24h/365d, se modificó el diseño en el presente año para poder utilizar un modelo industrial más potente, que se describe en el apartado 2.1.

2 Ventilación de la membrana del receptor.

La misión del sistema consiste básicamente en coger aire de la cabina de elevación y expulsarlo con cierta presión entre la membrana del receptor y la del tubo cónico del radiotelescopio.

El sistema consiste básicamente en un soplador industrial situado en la cabina al principio del tubo. El soplador aspira aire de la cabina y lo introduce en un conducto que comunica la salida del soplador con una tobera cuya boca está situada entre ambas membranas. El aire se expulsa por la parte superior de la brida del tubo, circulando entre las membranas y saliendo por los espacios existentes entre la brida del tubo cónico y el frontal del carro en la parte izquierda e inferior.

Al estar la cabina climatizada, el aire aspirado también ayuda a estabilizar la temperatura en la zona del receptor. El conducto y la tobera se han diseñado para no interferir con el carro del receptor durante su recorrido a lo largo de los raíles, ni molestar para el acceso del personal dentro del tubo.

La Figura 1 muestra un corte del tubo con el sistema de ventilación y el carro con el receptor instalado. El sistema se puede dividir en tres partes; el soplador, el conducto y la tobera, que se describen a continuación.

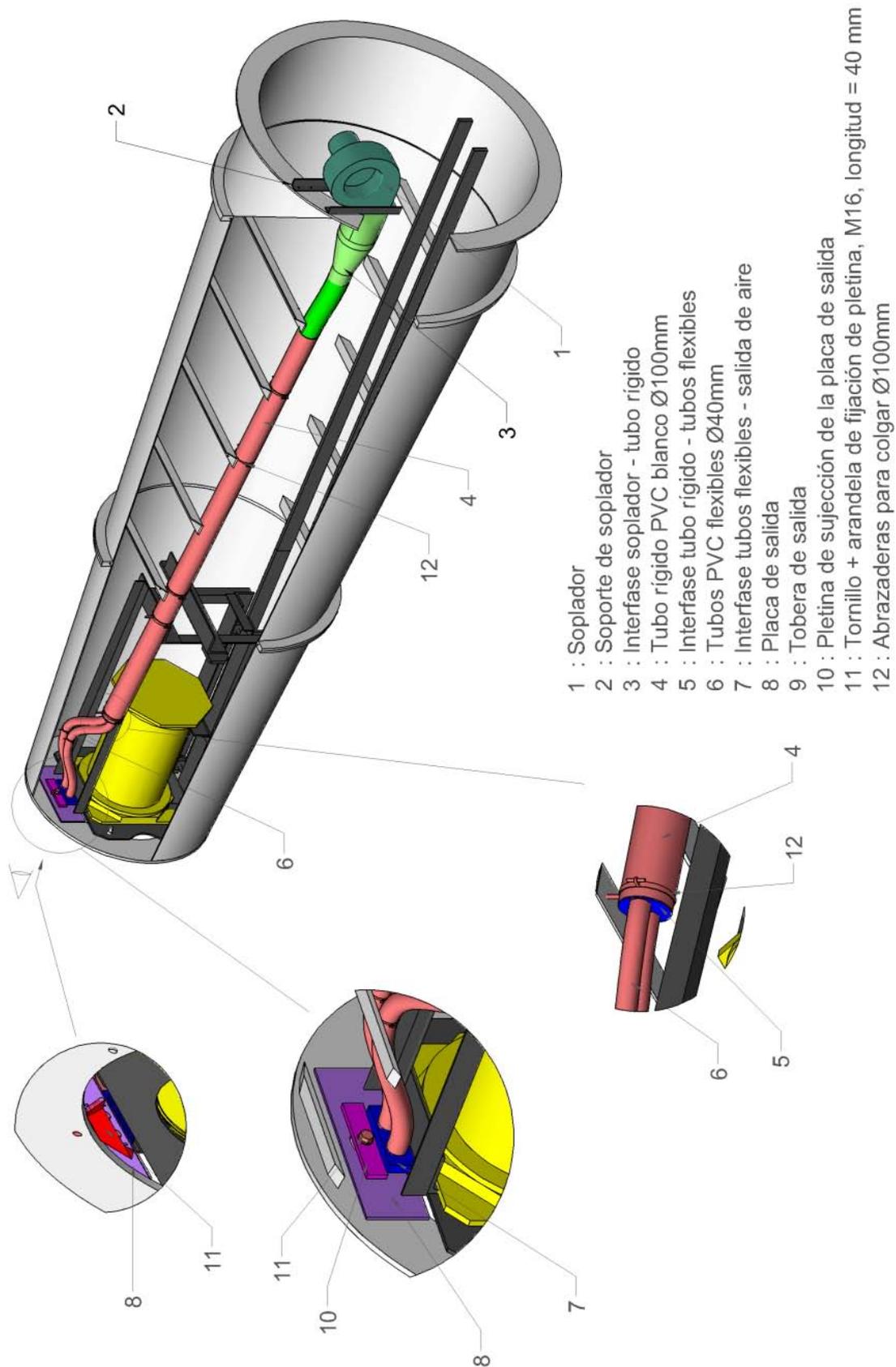


Figura 1. Ventilación de la membrana del receptor.

2.1 Soplador.

El soplador debe de poder estar funcionando las 24h durante los 365 días del año. El flujo de aire debe ser alto y la velocidad de giro pequeña para disponer de mayor vida útil. La alimentación debe ser monofásica para aprovechar el cable disponible en la cabina. El soplador elegido es el modelo CMB/4-180-075 de S&P. Las principales características del ventilador son:

- Ventilador centrífugo monofásico de 4 polos.
- Velocidad de giro de 1.400 rpm.
- Caudal de aire de 1.030 m³/h.
- Potencia útil de 180 W.
- Máximo consumo de 1,45 A.

Un caudal de 1.030 m³/h implica una recirculación completa del aire de la cabina cada 100 segundos. Esta recirculación parece suficiente para, además de evitar la condensación de agua en las membranas, homogenizar la temperatura lo máximo posible en toda la cabina, incluyendo el tubo.

Por su tamaño, el soplador se ha instalado fuera del tubo. Se ha sujetado a la estructura inicial del tubo mediante un soporte fabricado a medida. Se puede instalar en dos posiciones: con el motor a la izquierda y la aspiración a la derecha o con el motor a la derecha y la aspiración a la izquierda. Se ha optado la primera opción (ver Figura 2), de forma que interfiera lo menos posible a la hora de acceder al tubo. En cualquiera de las dos posiciones no se interfiere con el carro del receptor durante su deslizamiento por los raíles en las operaciones de instalación o desinstalación.

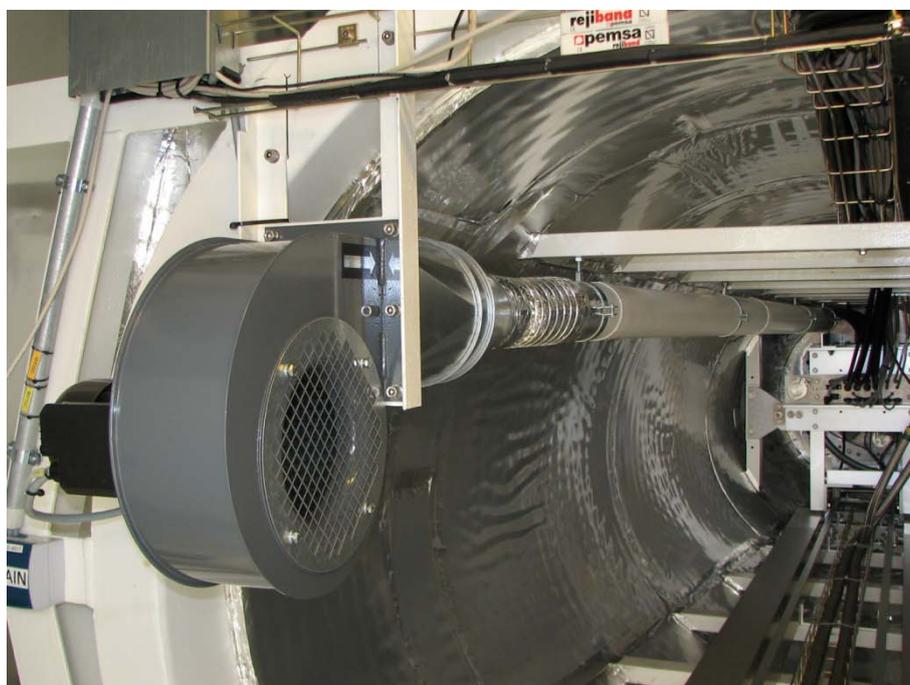


Figura 2. Soplador instalado.

La salida del soplador es rectangular. Para su acoplamiento al tubo de 100 mm de diámetro se han instalado una transición a tubo de 175 mm de diámetro y a continuación

un reductor circular de 175 a 100 mm de diámetro. El acoplamiento al tubo rígido se ha realizado con tubo flexible de aluminio de 100 mm de diámetro, que se ha sujetado con cinta de aluminio en ambos extremos.

En la aspiración se ha colocado una defensa para evitar accidentes y la entrada de objetos que puedan perjudicar al soplador.

2.2 Conducción de aire.

El conducto guía el aire desde el ventilador hasta la tobera de salida. Se divide en un tramo rígido de $\phi 100$ mm y otro tramo flexible compuesto por dos tubos de $\phi 40$ mm. El tramo rígido llega hasta el penúltimo travesaño del tubo. A partir de ahí no se puede seguir con él. Por un lado deja de haber espacio disponible entre el carro y el tubo cónico (que cada vez es más estrecho). Por otro lado hay que conducir el aire hasta la entrada de la tobera, situada en un plano distinto. Los tubos flexibles permiten la conexión con la tobera sin problemas. El motivo de colocar dos tubos de dicho diámetro es para aprovechar al máximo el espacio disponible a la entrada de la tobera permitiendo el máximo caudal posible.

El conducto rígido se sujeta a los travesaños mediante abrazaderas para tubo de $\phi 100$ mm. Cada abrazadera se acopla a una varilla de M10 que permiten ajustar la distancia del tubo al travesaño. Al final del conducto se encuentran dos piezas para pasar a los dos tubos flexibles de 40mm de diámetro. La primera pieza consiste en una transición suave de un conducto de 100 mm a dos conductos de 40 mm. La pieza se ha realizado en una impresora 3D al no disponer de centro de fresado adecuado para su mecanizado. La Figura 3 muestra la pieza instalada en el tubo.

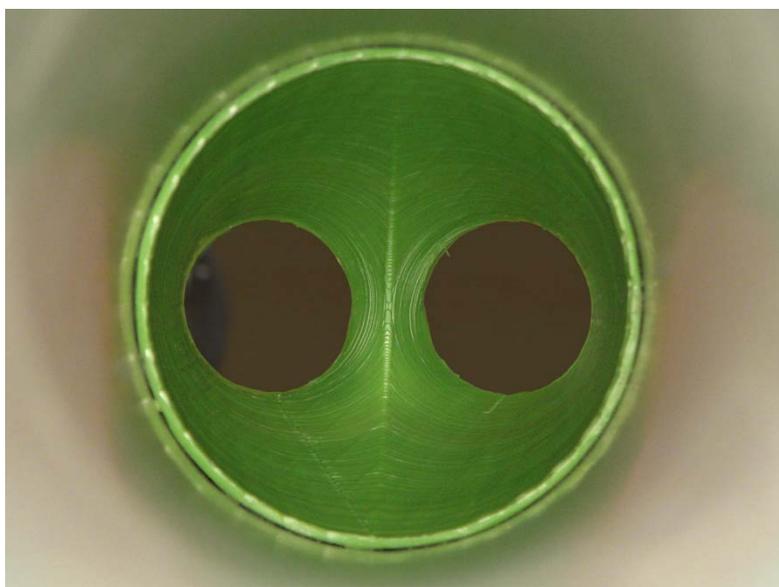


Figura 3. Transición de aire $\phi 100$ mm a los dos tubos de $\phi 40$ mm.

Para la sujeción de los dos tubos de $\phi 40$ mm, se ha fabricado una pieza de PVC según el plano CDT-RAEGE-03-005 (página 17). Esta pieza se fija al tubo rígido mediante dos tornillos M3. Los tubos flexibles entran ajustados en los orificios correspondientes, y la profundidad que se insertan debe ser algo menor del espesor de la pieza (27 mm). Dicha profundidad queda limitada con sendas abrazaderas que se colocan a modo de tope.

La transición de aire ha quedado algo deformada en su base debido al enfriamiento del material según se imprime, perdiendo su planicidad inicial. La superficie de contacto entre ambas piezas no es buena, por lo que ambas piezas se han pegado con masilla reparadora de plásticos, tapando los huecos que quedan entre ellas.

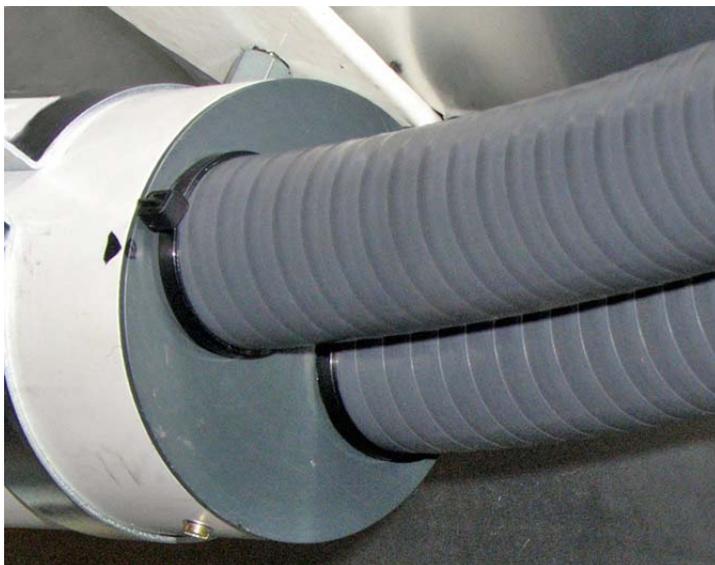


Figura 4. Transición de tubo $\phi 100$ mm a los dos tubos de $\phi 40$ mm.

2.3 Tobera de salida.

En la Figura 5 se observa el espacio disponible para conducir el aire entre las membranas del receptor y del tubo cónico. Se trata de una sección circular de 650 mm de diámetro y 55 mm de altura. Es el espacio libre que queda entre la brida del tubo cónico y el frontal del carro (cuyo perímetro se encuentra marcado en el aislamiento de la brida).

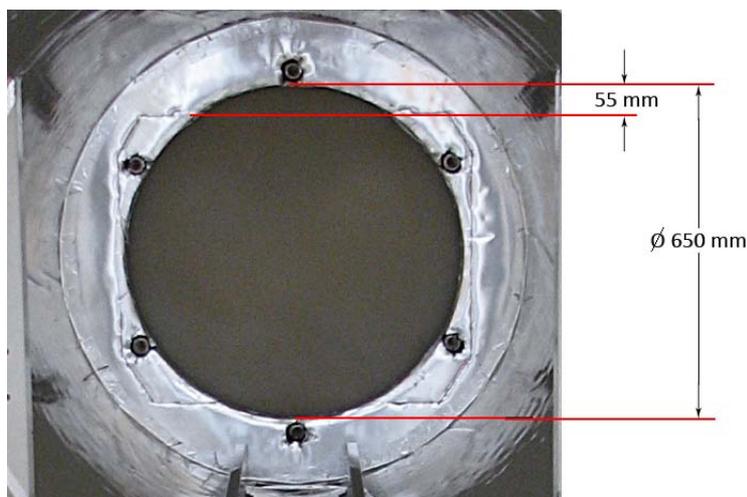


Figura 5. Espacio disponible para la tobera

La tobera debe poder entrar en dicho espacio sin interferir con el carro. La forma de aprovechar mejor el espacio como entrada de aire es a través de dos conductos de $\phi 40$ mm, como se muestra en la Figura 6-0. A la salida de los conductos se coloca la tobera de salida para dirigir el aire hacia abajo, expandiendo la corriente para que abarque toda la membrana del receptor (Figura 6-0).

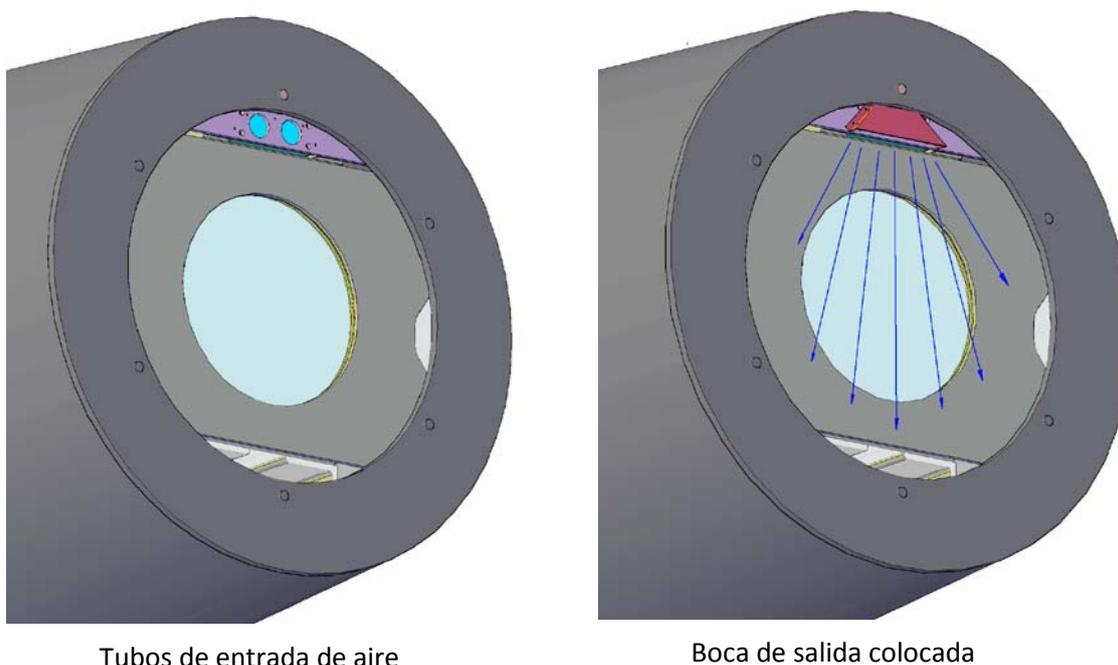


Figura 6. Entrada y salida de aire por la tobera.

La boca de salida está formada por un total de tres piezas; la placa principal, el acoplamiento de los tubos y la tobera de salida.

La tobera, es la pieza que expulsa el aire hacia las membranas. Está fabricada a partir de una lámina de aluminio flexible de 1 mm de espesor a partir de dos piezas cuyas dimensiones se encuentran en el plano CDT-RAEGE-03-003 (página 15). Una pieza es el perímetro y otra pieza es el frontal. Las piezas se recortan según dicho plano, se pliegan y se unen mediante tornillos o pegamento.

El acoplamiento de los tubos es una pieza de PVC donde terminan los tubos flexibles del conducto de aire. Está fabricada según el plano CDT-RAEGE-03-004 (página 16). Los tubos flexibles entran ajustados en los orificios correspondientes, y la profundidad que se insertan debe ser algo menor del espesor de la pieza (20 mm). Dicha profundidad queda limitada con sendas abrazaderas que se colocan a modo de tope.

Por último, la placa principal es la pieza a la que se ensamblan las otras dos y que se fija a la brida del tubo cónico. Está fabricada según el plano CDT-RAEGE-03-001 (página 13). La placa se sujeta a la brida del tubo mediante la pieza de sujeción (plano CDT-RAEGE-03-002, página 14).

La Figura 7 muestra el montaje de la boca de salida. Primero se fija la pieza de acoplamiento de los tubos a la placa principal mediante los tornillos con cabeza avellanada T1. La cabeza de los tornillos debe quedar embutida en la placa principal para no interferir con la tobera de salida. Posteriormente se fija la tobera a la placa principal mediante los tornillos T2. Existe un agujero en la tobera para poder colocar el tornillo superior central, agujero que hay que tapar con cinta de aluminio o similar para evitar pérdidas de aire. La placa principal se fija a la brida del tubo cónico con la placa de sujeción y el tornillo T3. Este tornillo se rosca en el agujero roscado correspondiente al

pin de alineamiento superior de la brida, que no se utiliza para el alineamiento del carro. El pin y su arandela deben ser quitados previamente a la instalación.

El aislante de la brida ha sido rajado siguiendo el contorno de la placa principal, sin quitar material. De esta forma se facilita su adaptación a la presión que ejerce la placa cuando se aprieta T3. Antes de apretar T3 hay que ajustar la posición de la tobera. La posición final ha sido lo más alto posible, limitado por el contacto de la parte superior de la boca de salida con la brida del tubo cónico.

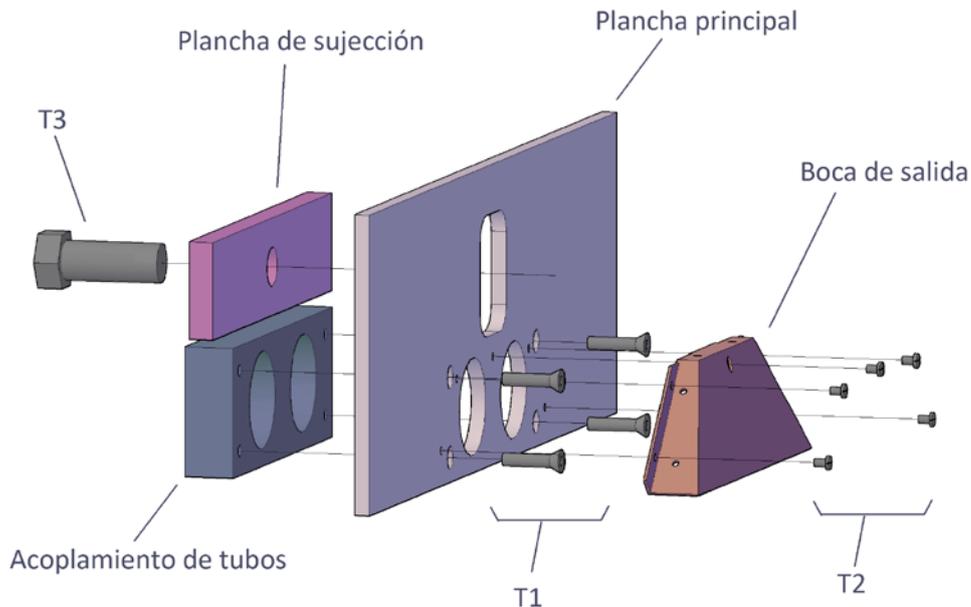


Figura 7. Montaje de la tobera de salida.

La siguiente imagen muestra la tobera ya instalada en el Observatorio de Yebes. La plancha principal instalada corresponde a una versión anterior a la definitiva, diseñada para ser fijada al travesaño superior del tubo cónico en lugar de a la brida. Sin embargo esta opción se desechó en favor de la sujeción a la brida. El diseño indicado en el presente informe, mostrado en la figura anterior, es la versión modificada para el resto de radiotelescopios.

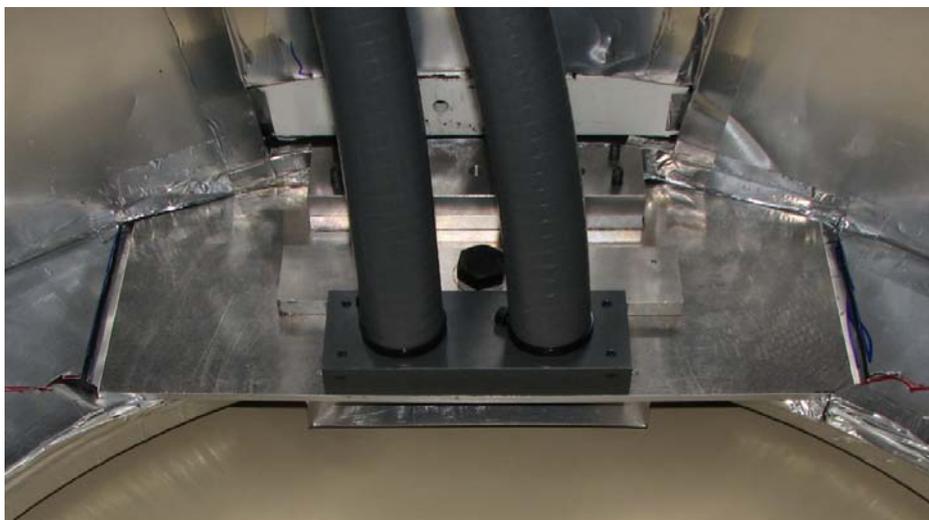


Figura 8. Tobera montada en el Observatorio de Yebes.

Tras el montaje del carro, se comprobó que el espacio entre la tobera y el carro es de pocos milímetros, como se observa en la siguiente imagen.

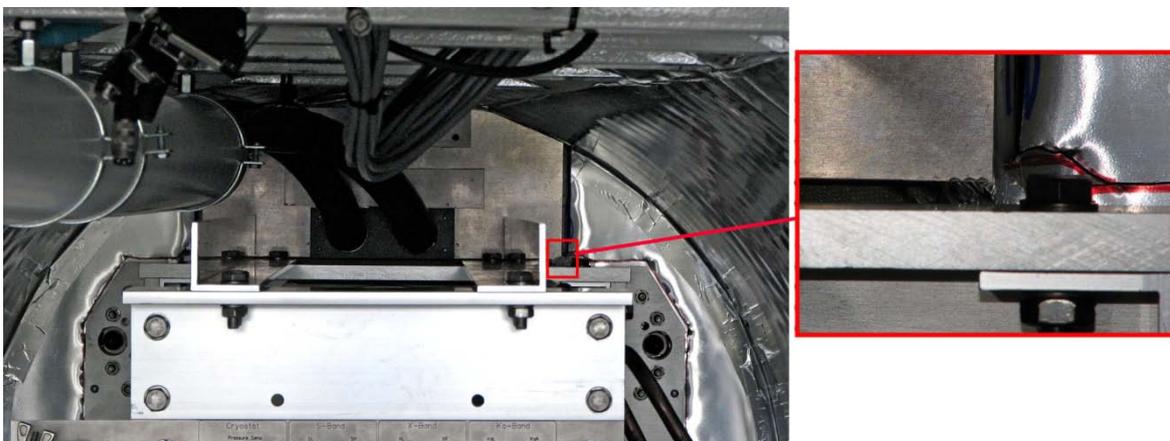


Figura 9. Tobera y carro del receptor montados.

2.4 Instalación eléctrica.

Hasta la canaleta de MT existente a la entrada al tubo cónico hay preinstalado un cable (WP24) para dar alimentación al receptor (ver plano VLBI-DWG-4000-001/+P2/pag.18). Este cable finalmente no se ha utilizado para dicho fin y se ha aprovechado para alimentar al ventilador del sistema. El ventilador queda protegido por el interruptor automático FL24 del cuadro eléctrico +P2.

El motor admite dos sentidos de giro. El sentido deseado se configura mediante una conexión de pletinas en el bornero de conexiones. La Figura 10 muestra las dos formas de conectar el soplador (esta figura está presente en la tapa del bornero del motor). El sentido de giro está indicado bajo el esquema eléctrico, representando al motor del soplador visto desde arriba. La conexión adecuada es la de la derecha, que es la que viene por defecto.

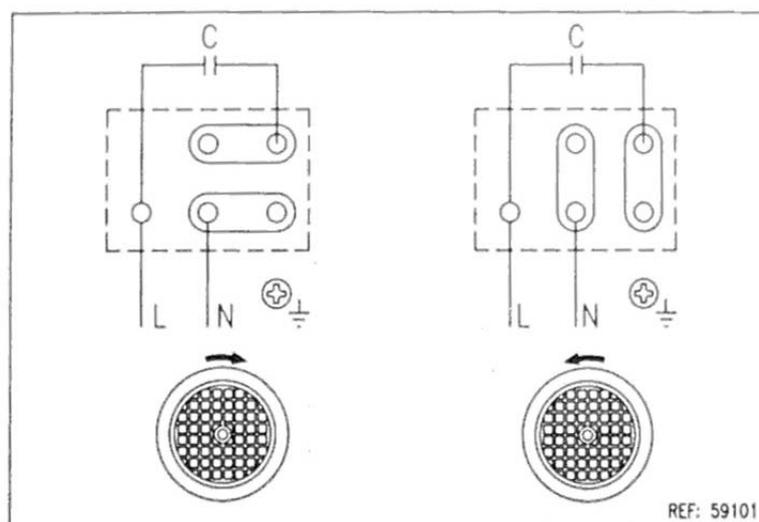


Figura 10. Bornas de conexión del soplador.

La siguiente tabla muestra cómo hacer la conexión.

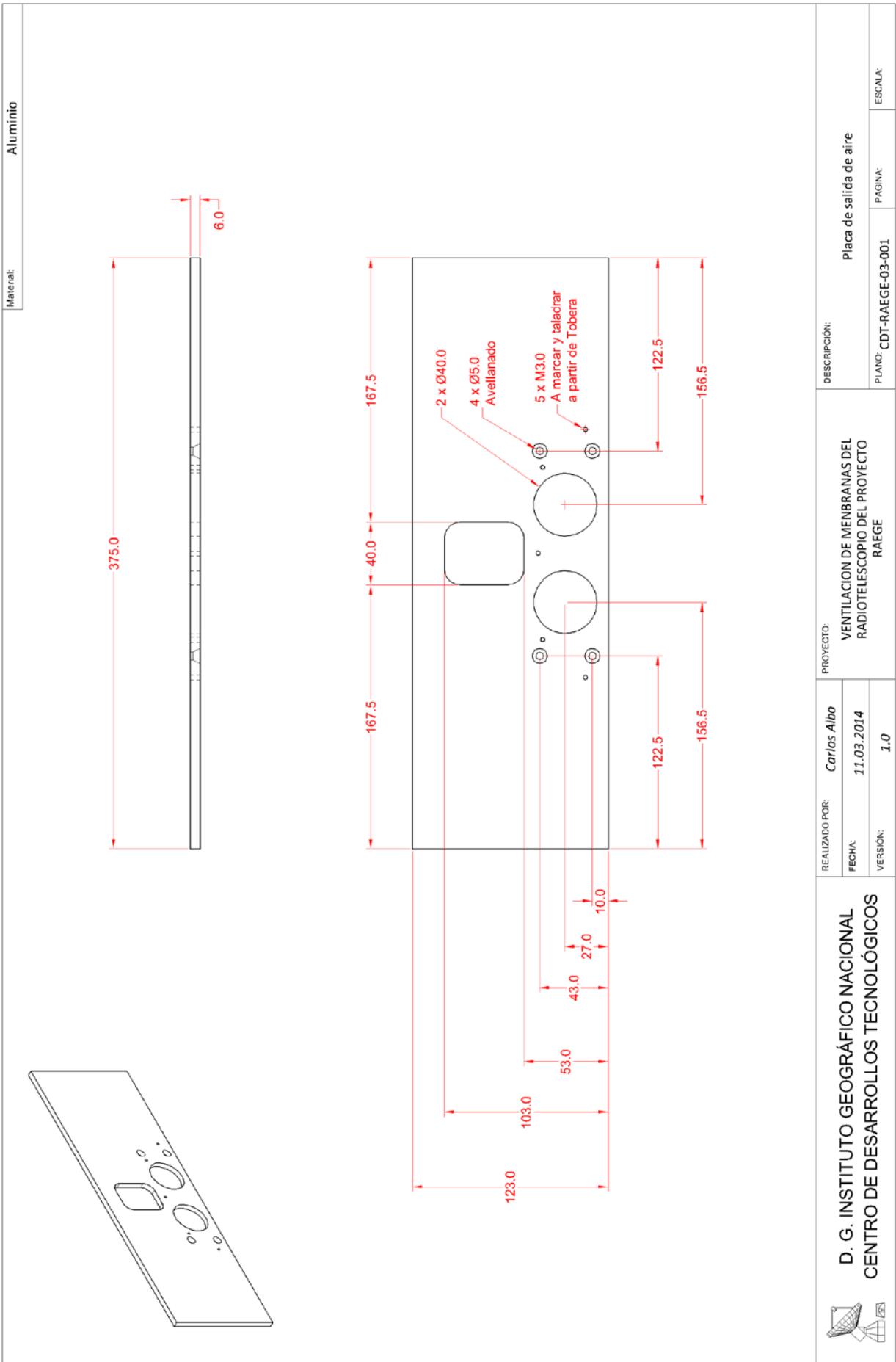
Bornero en motor	WP24
LB	1
N	2
Tierra	PE

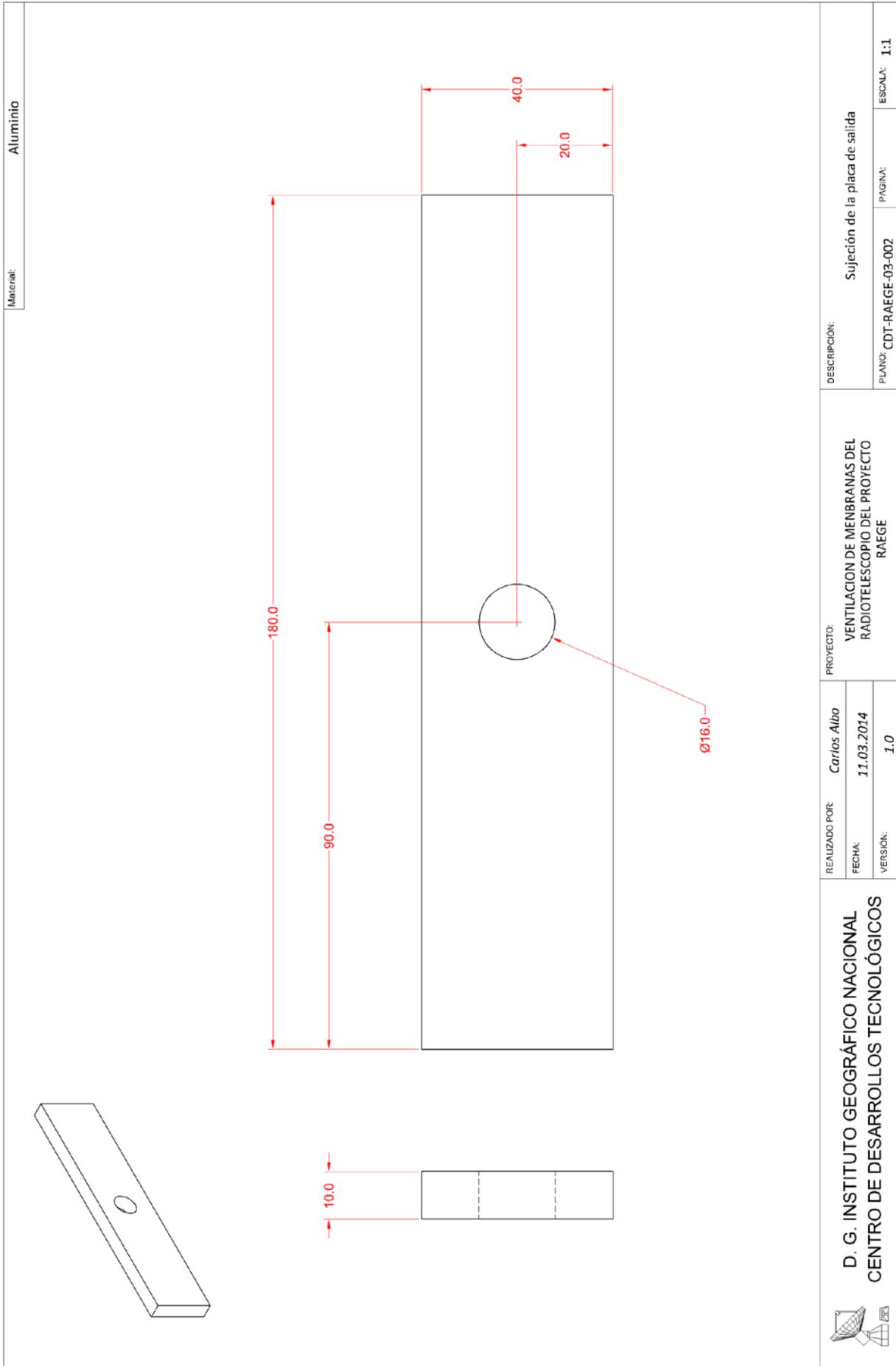
Anexo I. Lista de materiales.

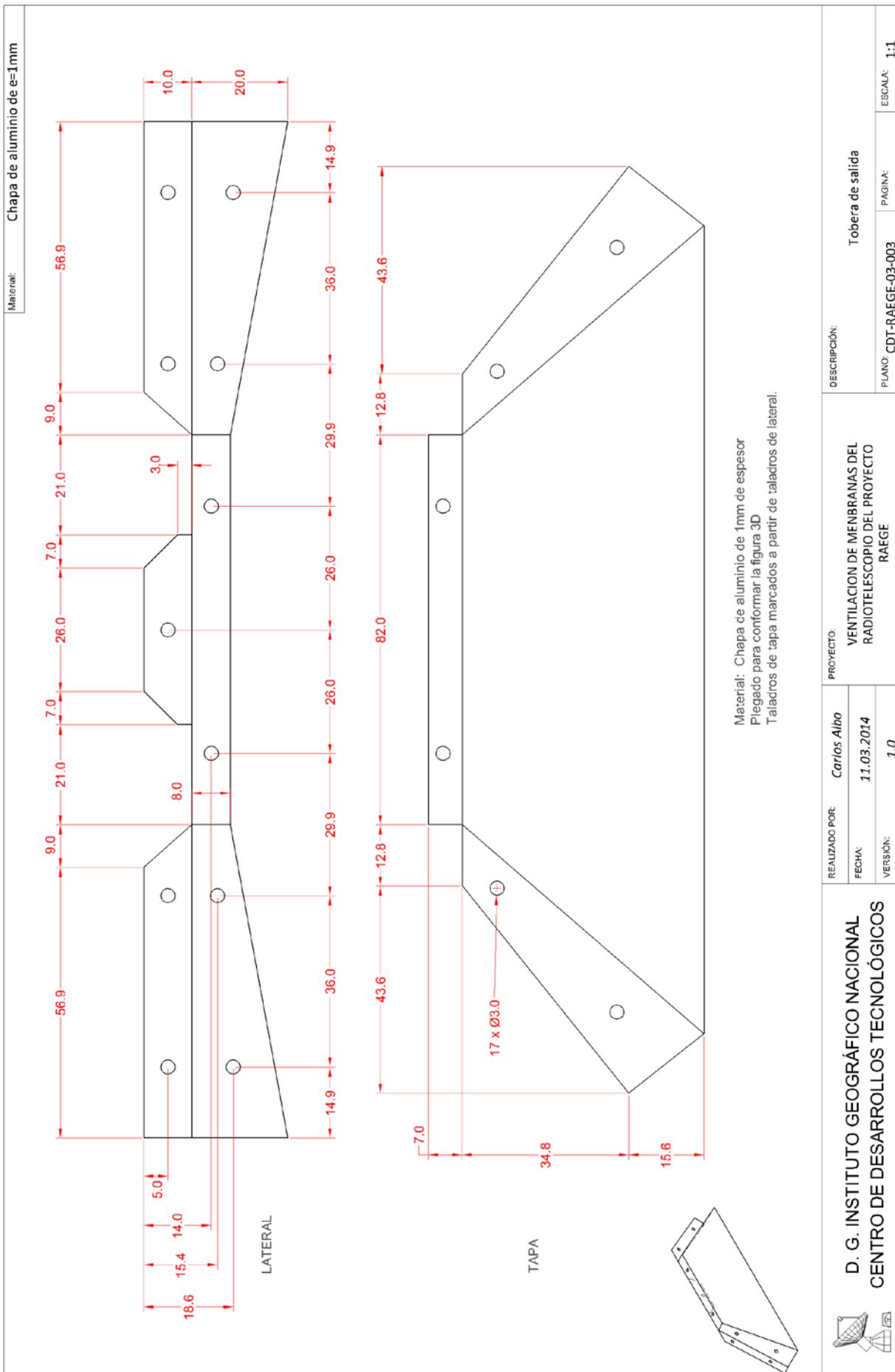
Cantidad	Descripción	Uso
1	S&P CMB/4-180/075	Soplador
1	S&P KRJ-180	Defensa de aspiración
1	S&P KMBI-180	Acoplamiento de descarga rectangular-circular
1	Manguito Redu. Helic simple 175-100	Reducción de $\phi 175$ a $\phi 100$
2	Tubo s/humos redondo 100x1,5	Tubo rígido de aire
3 m	Tubo PVC flexible 40mm	Tubo flexible de aire
1	Empalme pared redondo s/humos pvc	Empalme para tubo rígido
4	Abrazadera isofonica ref M8+M10 90 mm	Sujeción de tubo rígido
2	Anclaje clavo noke M6 40mm	Sujeción de tubo flexible
1	S&P Rejilla MRJ-250-350 S	Rejilla de entrada de aire
1	Varilla roscada M8	Sujeción de abrazaderas de tubo rígido
1	Varilla roscada M6	Sujeción de abrazaderas de tubo flexible
1	Tornillo M16 40mm	Sujeción de tobera
4	Tornillo Allen M5 20mm	Sujeción de ventilador
4	Tornillo avellanado M5 25mm	Montaje de tobera
5	Tornillos plano M3 5mm	Montaje de tobera
1	Arandela $\phi 16$	Montaje de tobera
15	Arandela $\phi 5$	Montaje de ventilador.
8	Tuerca M8	Montaje de abrazaderas tubo rígido
4	Tuerca M6	Montaje anclaje tubo flexible

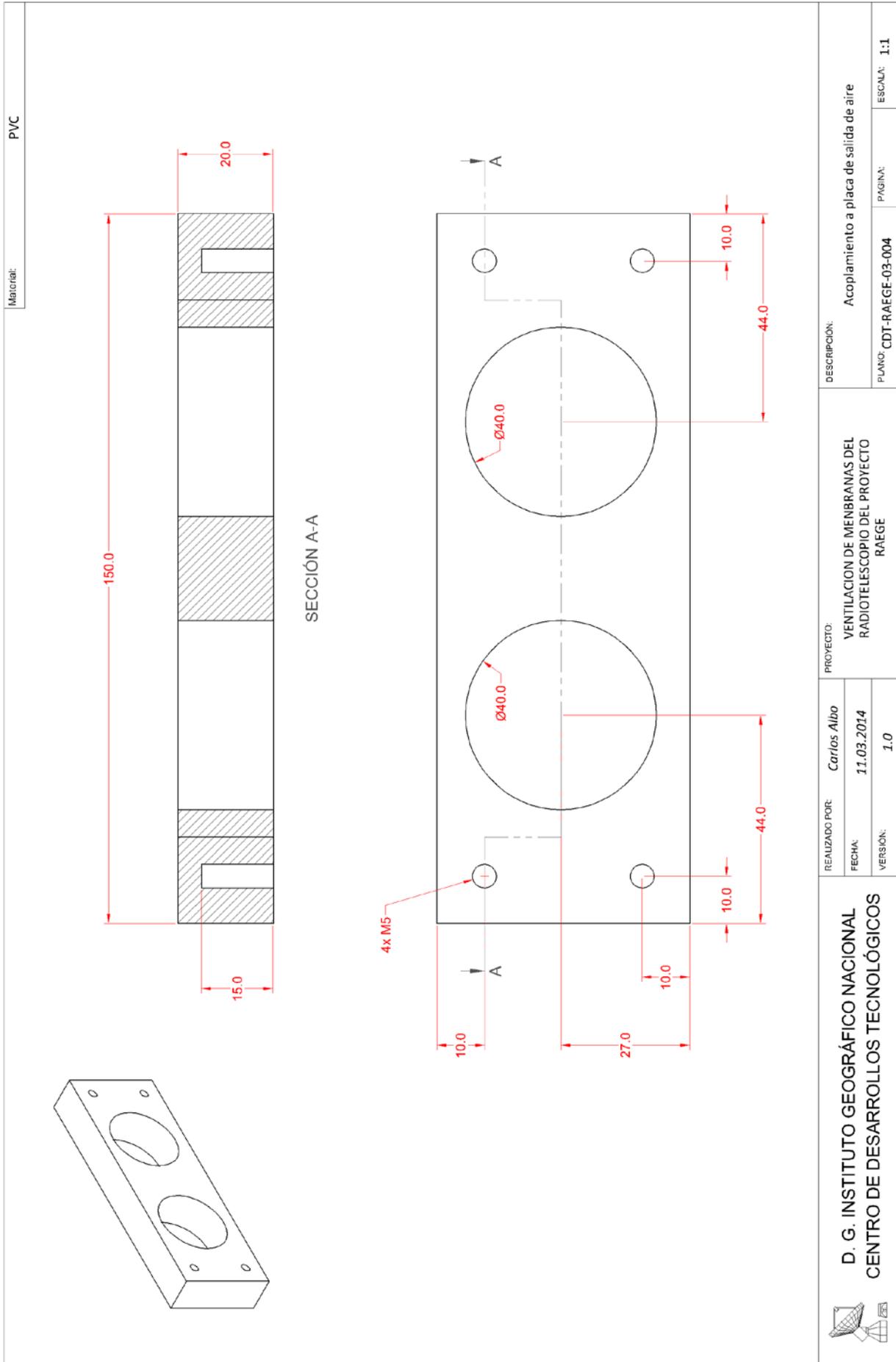
Anexo II. Planos.

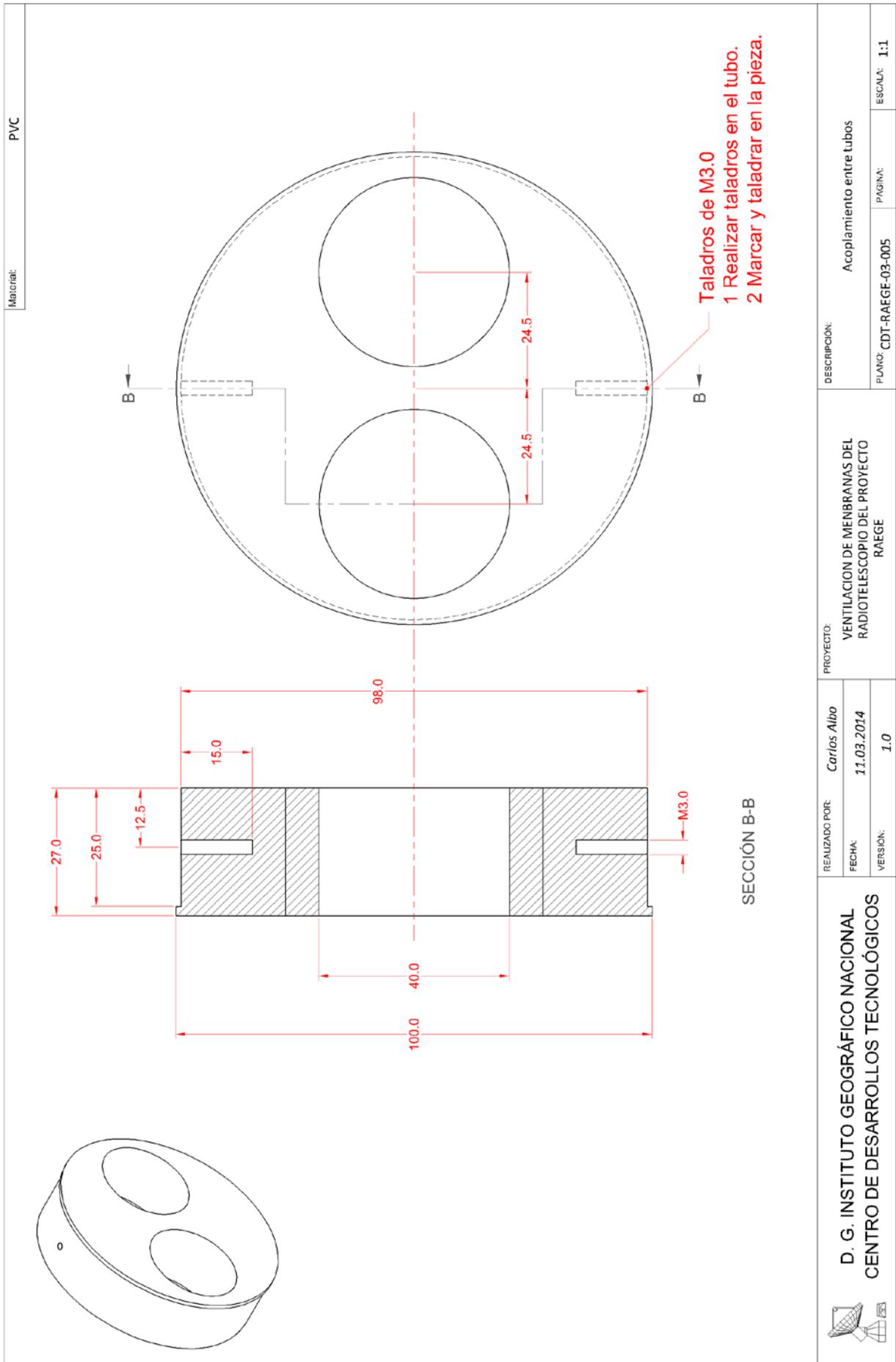
CDT-RAEGE-03-001..... Placa principal	13
CDT-RAEGE-03-002..... Sujeción de placa.....	14
CDT-RAEGE-03-003..... Tobera de salida	15
CDT-RAEGE-03-004..... Acoplamiento a placa de salida de aire	16
CDT-RAEGE-03-005..... Acoplamiento entre tubos	17
CDT-RAEGE-03-006..... Transición de aire	18
CDT-RAEGE-03-007..... Soporte de soplador	19

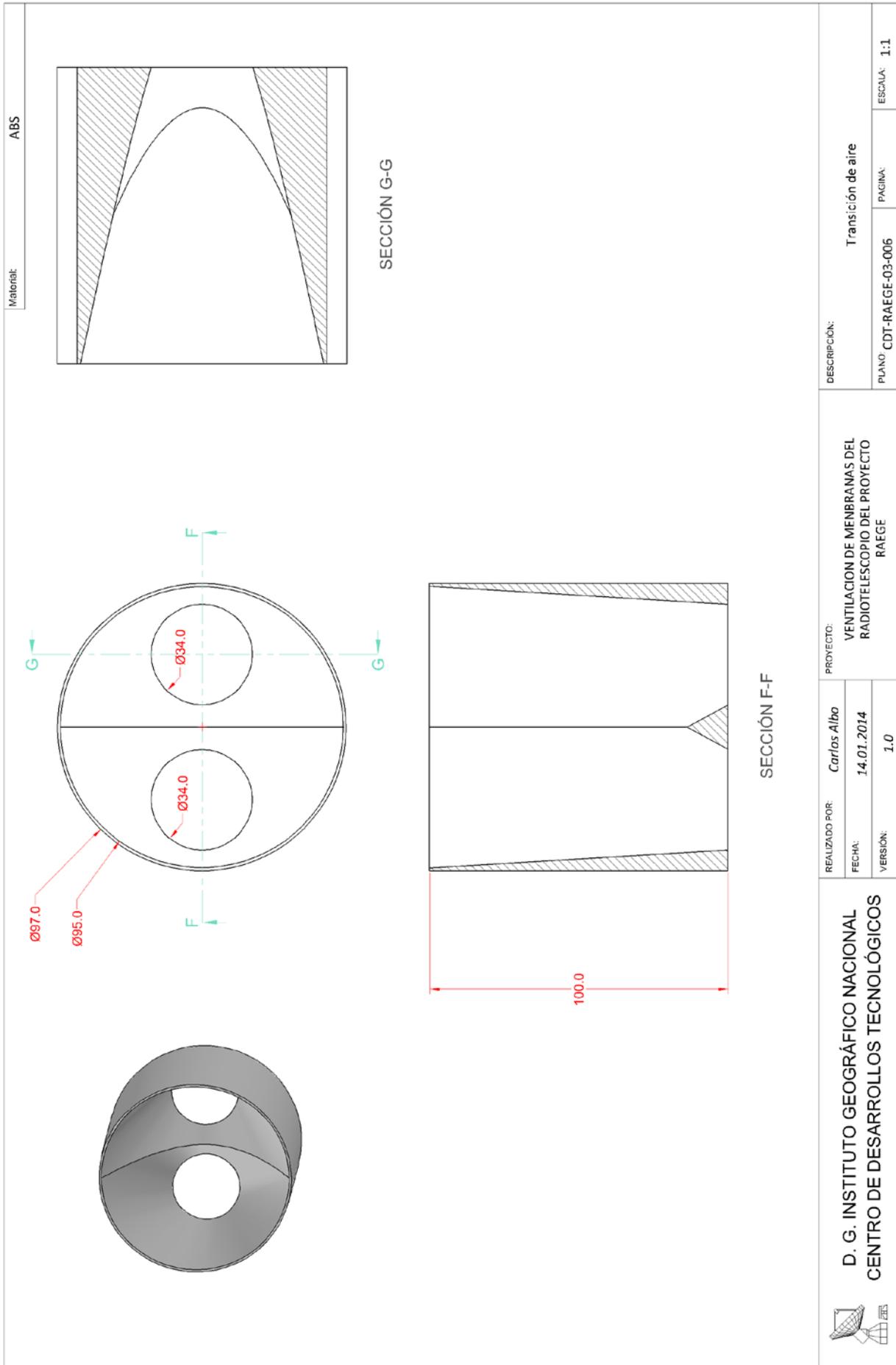


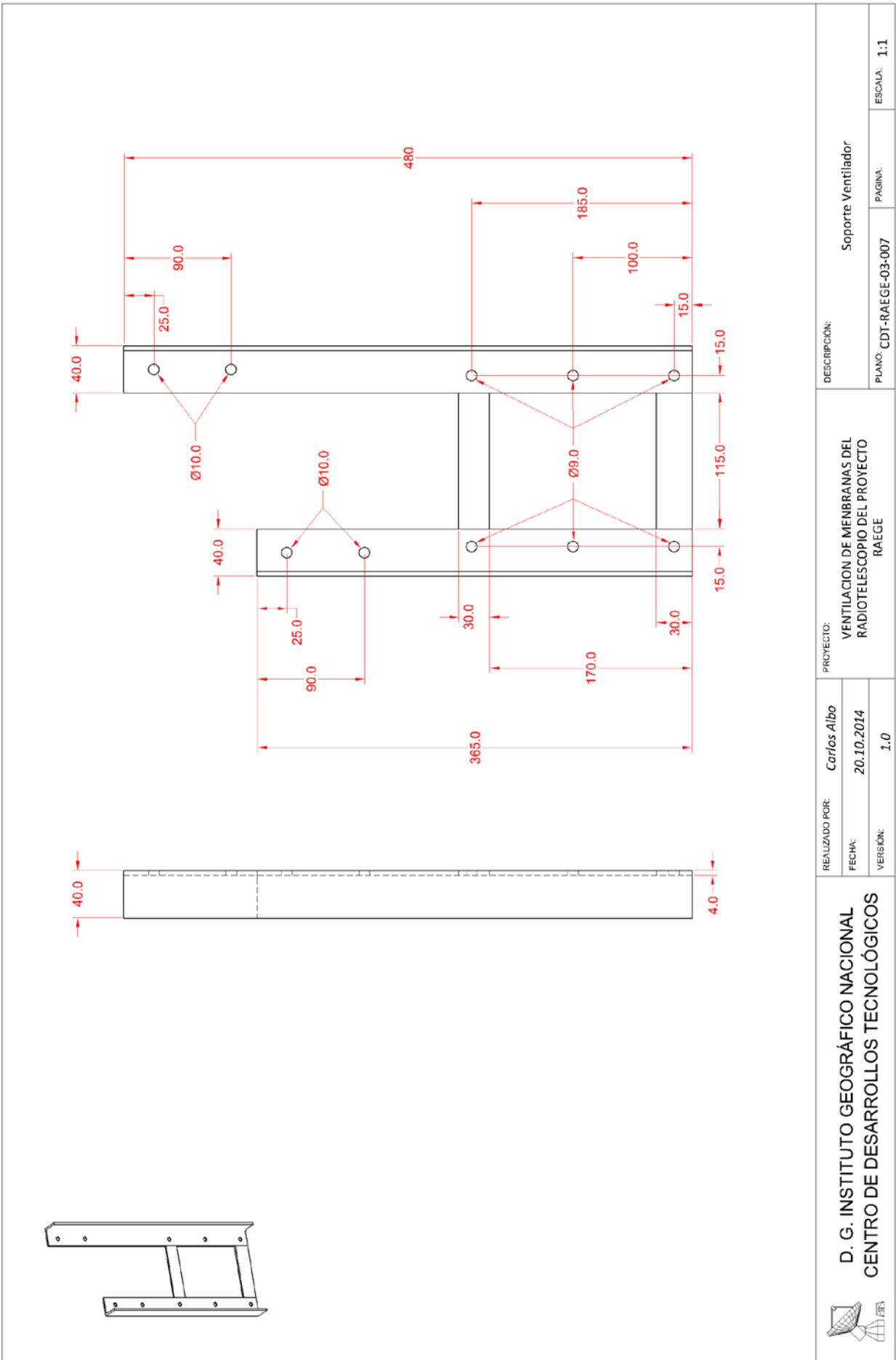












D. G. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL CENTRO DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS	REALIZADO POR: <i>Carlos Albo</i>	DESCRIPCIÓN: Soporte Ventilador
	FECHA: 20.10.2014	PLANO: CDT-RAEGE-03-007
VERSION: 1.0	PROYECTO: VENTILACION DE MEMBRANAS DEL RADIOTELESCOPIO DEL PROYECTO RAEGE	PAGINA:
		ESCALA: 1:1