

Capítulo 3: BANCO DE ENSAYOS

Para poder ensayar correctamente la CVT, se necesita medir par y velocidades de rotación. Para ello se usarán unos aparatos de medida llamados torsímetros.

Para probar la CVT, se colocan unos acoplamientos elásticos en las uniones del motor y el freno con la CVT, como puede verse en la figura 3.1:

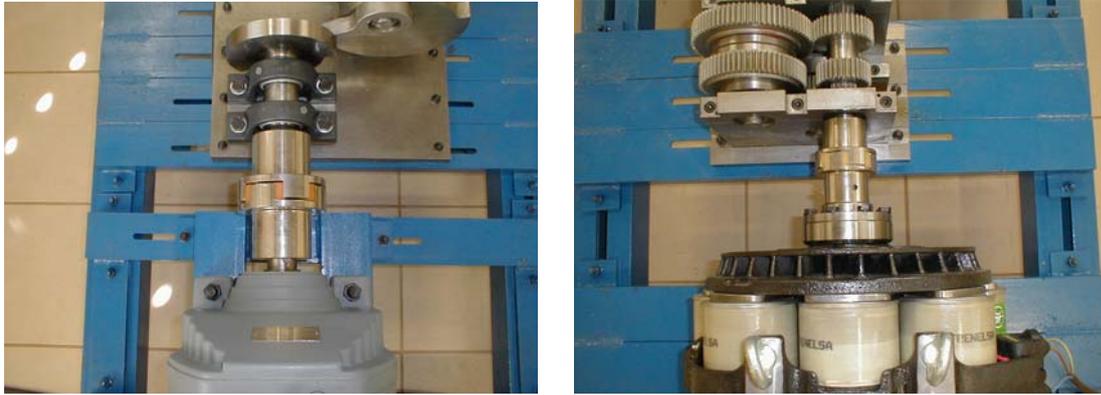


Figura 3.1: Acoplamientos elásticos

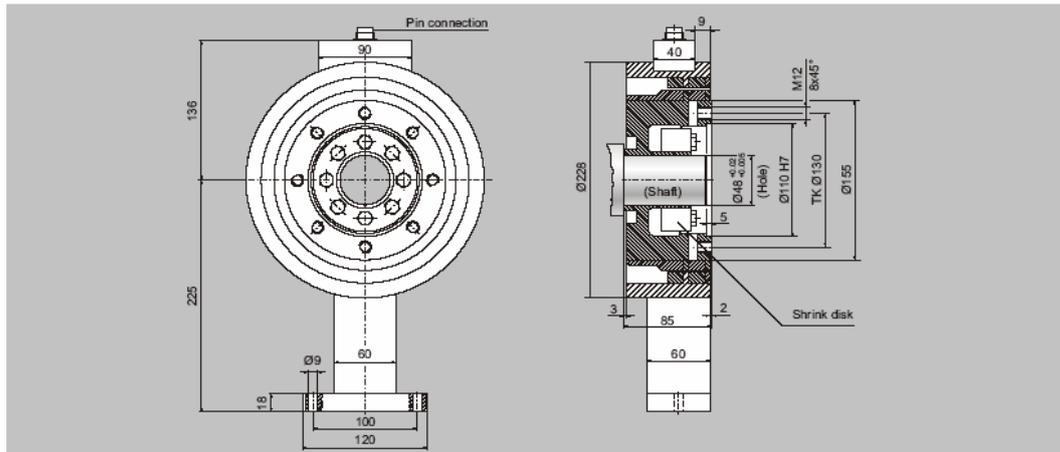
Los torsímetros se colocarán en la posición que ocupan los acoplamientos elásticos. Para poder medir par y revoluciones tanto a la entrada como a la salida de la CVT. Se prescindir de los acoplamientos elásticos ya que pueden falsear las medidas que vayamos a tomar con los torsímetros.

3.1.-) TORSÍMETROS

Se pondrán dos torsímetros diferentes, uno de par máximo 2000 Nm que se colocará a la salida del motor (entrada del sistema de transmisión) y otro unido al freno (salida del sistema de transmisión) de par máximo 500 Nm. Esto es debido a que se diseñó el banco de ensayo con un par de entrada máximo de 600 Nm y un par máximo de salida de 200 Nm, y a que, de un banco de ensayo anterior se tienen calibrados los elementos de medida para un torsímetro de 2000 Nm y otro de 500 Nm pudiendo utilizarse estos mismos elementos para el nuevo banco de ensayo.

Los torsímetros constan de una parte fija, el estator, y de una móvil, el rotor, que gira en el interior del estator y entre las cuales no debe haber contacto. El rotor va unido al eje mediante una brida en un extremo, y mediante un casquillo de apriete a un determinado diámetro en el otro. Las dimensiones dadas por el fabricante pueden verse en la figura 3.2:

■ Size 2: 500 Nm; 1,000 Nm



■ Size 3: 1,000 Nm; 2,000 Nm; 4,000 Nm

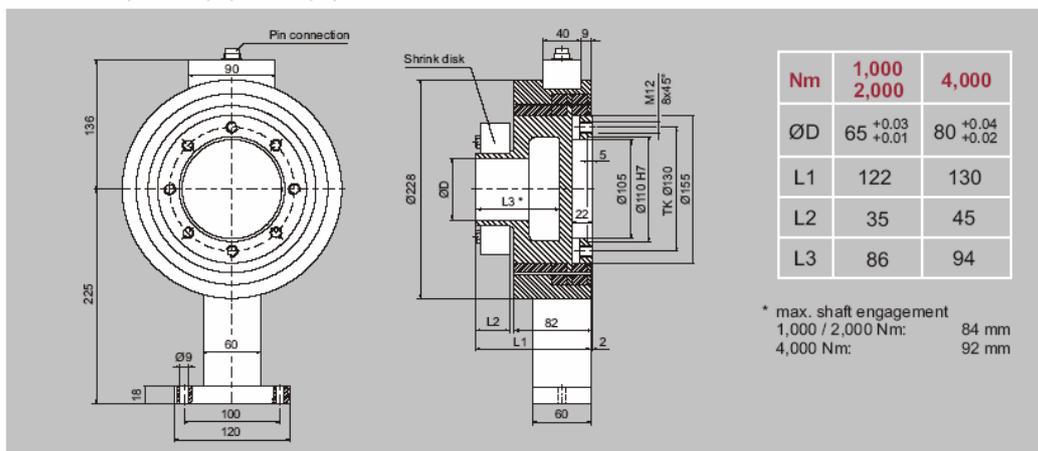


Figura 3.2: Características de los torsímetros

3.2.-) CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS

El fabricante de los torsímetros ofrece varias posibilidades de conexión de los mismos. La elegida es la que se muestra en la figura 3.3, en la que el rotor se conecta directamente al motor (y al freno), y mediante una junta cardan al elemento a ensayar, en este caso la CVT. El estator irá montado sobre uno de los travesaños del banco de ensayos. Con esta configuración se consigue un montaje más simple ahorrándose el tener que colocar una pareja de rodamientos soportes.

■ Examples of application

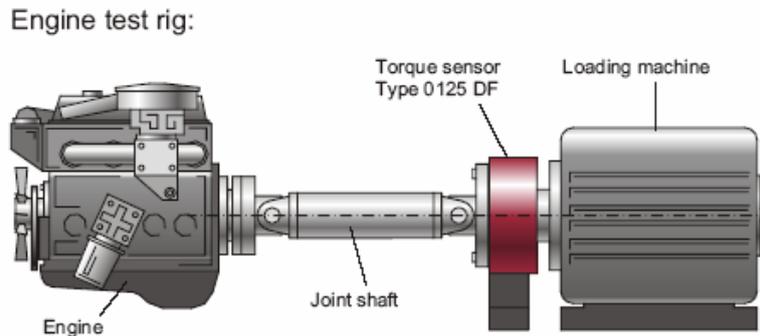


Figura 3.3: Conexión de los torsímetros

El rotor de los torsímetros tiene un tipo de conexión en cada cara. En una de ellas posee unos taladros roscados para conectar una brida, y en el otro tiene un casquillo de apriete. A continuación se detallan las posibles configuraciones de conexión.

3.2.1.-)MOTOR

Como se ha dicho anteriormente, a la salida del motor se colocará el torsímetro de 2000 Nm. Este elemento consta de las siguientes conexiones:

- Brida de diámetro 130 mm. Con 8 agujeros roscados M12.
- Casquillo de apriete de diámetro 65 mm.

Se tienen dos posibilidades de conexión: conectar el eje de salida del motor a la brida o al casquillo de apriete.

a.-) **Conexión del eje de salida de motor con el casquillo de apriete**

El casquillo de apriete del torsímetro de 2000 Nm es de 65 mm. de diámetro, en cambio, el eje de salida del motor es de 50 mm. Para poder conectar ambos se necesitaría una especie de casquillo hembra-macho, donde entre el eje del motor, y salga un eje de diámetro 65 mm. con la longitud necesaria para que entre completamente en el apriete.

Por el otro lado, habría que construir una brida, para conectar la junta cardan con el torsímetro. Según los esfuerzos y la velocidad a la que se ve sometido, se necesita una unión de como mínimo 32 mm de diámetro.(Las características de las uniones cardan están en el capítulo de anexos)

Una vez unido todo el conjunto, habría que diseñar un casquillo para unirlo con el eje de entrada de la CVT.

b.-) Conexión del eje de salida del motor con una brida

Para este caso, habría que diseñar una brida que una el eje de salida del motor con el torsímetro. Por el otro lado se puede intentar encontrar una cardan que pueda entrar directamente en el torsímetro sin necesidad de construir ningún elemento intermedio. Examinando los catálogos de uniones universales disponibles, no se encuentra una que tenga diámetro 65 mm por lo que se toma la más próxima, de diámetro 72 mm. y mecanizar uno de sus extremos para que entre en el apriete. Tomando las dimensiones de esta unión, se ve que puede ser mecanizable, como mínimo, unos 44 mm del extremo, distancia suficiente para que se produzca el apriete, por lo que sería una buena solución.

Con esto sólo quedaría construir un casquillo que una el conjunto con el eje de entrada de la CVT.

Analizando las dos posibles soluciones se decide escoger la **b**, unir el eje de salida del motor con el torsímetro mediante una brida, ya que se tendrán que diseñar y construir un menor número de piezas.

Un esquema del conjunto a la entrada sería:

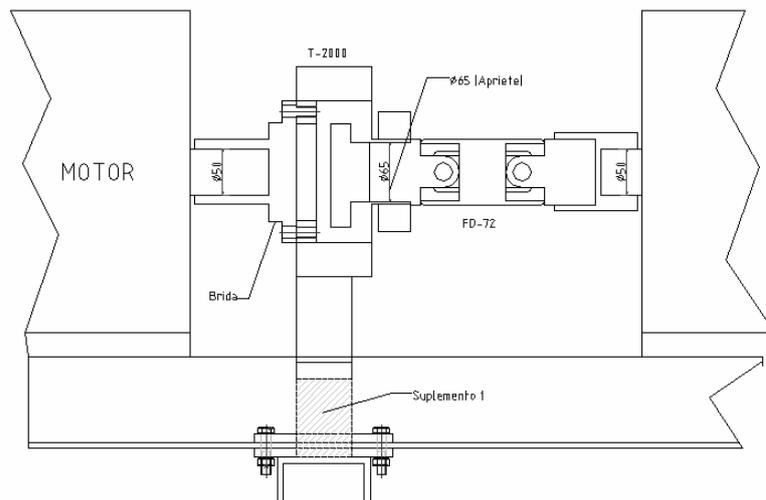


Figura 3.4: Esquema de conexión de entrada

3.2.2.-)FRENO

A la entrada del freno se colocará el torsímetro de 500 Nm. Este consta de:

- Brida de diámetro 130 mm. Con 8 agujeros roscados M12.
- Casquillo de apriete de diámetro 48 mm.

a.-) Conexión de la brida del freno con la brida del torsímetro

Una posibilidad es una conexión parecida a la anterior, es decir, colocar la junta cardan en el apriete, y unir el torsímetro al freno mediante una doble brida. Buscando en el catálogo de uniones universales se puede ver que existe una doble

cardan de diámetro 50 mm que puede ser mecanizable al diámetro requerido. El problema es que en este torsímetro, necesitamos unos 80 mm. de longitud para poder realizar bien el apriete, y esta cardan, que es la más grande que se puede conseguir según nuestras necesidades (alta velocidad), apenas nos da una longitud para el apriete de 30 mm. Totalmente insuficiente, por lo que esta posibilidad queda descartada.

b.-) Conexión de la brida del freno con el apriete

Para esta solución, se necesita diseñar una brida para unirla al freno, de la que salga un eje, de longitud por lo menos 80 mm. y diámetro 48 mm. que conectará el freno con el torsímetro. Por el otro lado, habrá que construir una brida para unirlo con la junta cardan, que en este caso será una XD-32 fabricada por Rótulas y Articulaciones, S.L. (32 mm de diámetro), según los cálculos de esfuerzos dados por el fabricante (las características dadas por el fabricante pueden verse en el apartado 9.4). Aparte, al ser el elemento más débil del conjunto servirá de fusible mecánico.

Esta junta cardan se unirá al eje de salida de la CVT mediante un casquillo. Un esquema del montaje es:

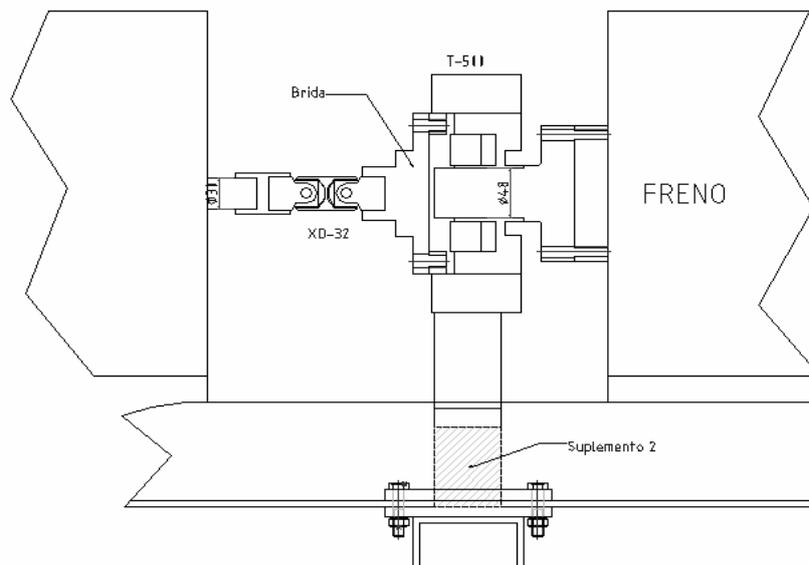


Figura 3.5: Esquema de conexión de salida

3.3.-) DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE CONEXIÓN

Una vez decidido como va a ser el montaje, se procede a diseñar cada uno de los elementos necesarios para llevarlo a cabo.

3.3.1.-)BRIDA PARA EL EJE DE SALIDA DEL MOTOR

Esta brida será la encargada de conectar el motor con el primer torsímetro, el de 2000 Nm. Por un lado se tendrá un casquillo en el que ha de entrar el eje de salida del motor. Por el otro, una serie de agujeros donde atornillará el torsímetro. Sabiendo que el eje de salida tiene 50 mm de diámetro, y una chaveta DIN 6885 A, y conociendo las

características del torsímetro dada por el fabricante, la brida queda como puede verse en la figura 3.6:

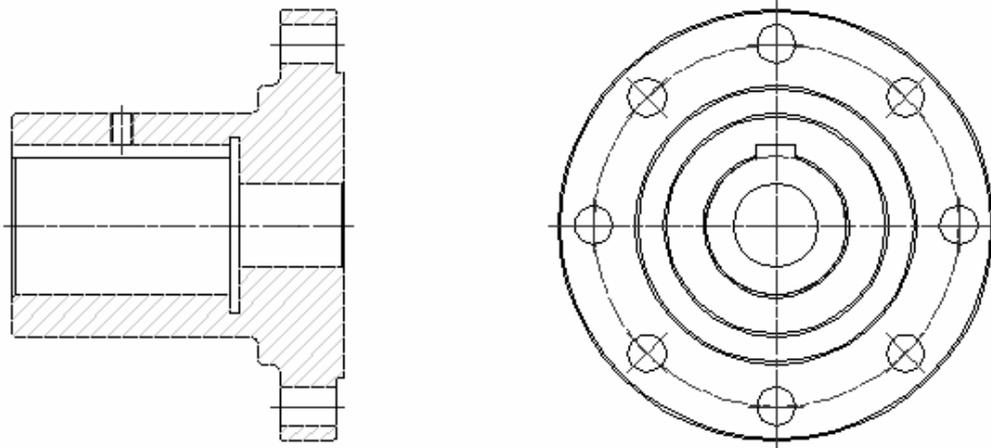


Figura 3.6: Brida para el eje de salida del motor

El hueco de diámetro 50 mm donde entrará el eje, con un chavetero y tornillo de ajuste. También se observa una pequeña ranura de diámetro mayor al final del hueco donde encaja el eje del motor. Este hueco es para facilitar la fabricación del chavetero, permitiendo entrar la herramienta completamente. El vaciado de diámetro menor es para que salga el aire al colocarla, y, de paso, se reduce su peso.

3.3.2.-) CASQUILLO DE ENTRADA A CVT

Este casquillo es el encargado de conectar la unión cardan FD-72 fabricada por Rótulas y Articulaciones, S.L. con la entrada de la CVT. Se tendrá por un lado un diámetro interior de 72 mm donde entrará al cardan y por el otro lado uno de 50 mm donde irá el eje de entrada de la CVT. Se dejará un hueco en medio para que no se toquen el eje y la cardan. (Ver figura 3.7)

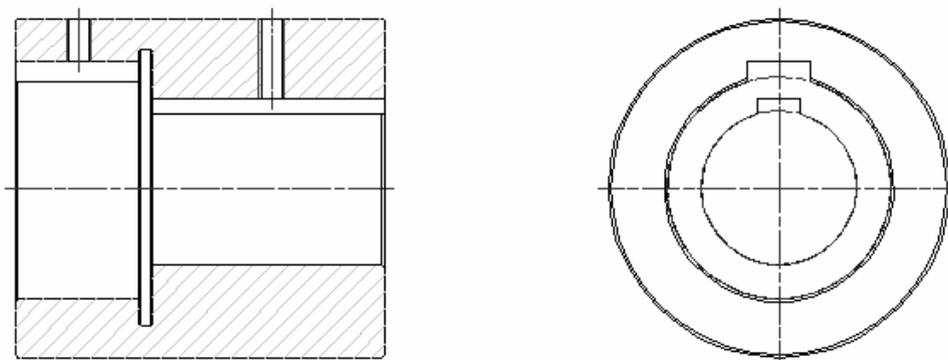


Figura 3.7: Casquillo de entrada a CVT

3.3.3.-) CASQUILLO DE SALIDA DE CVT

Este casquillo es parecido al de entrada, salvo que ahora el diámetro del eje de salida es de 30 mm. Para simplificarlo, se ha decidido rebajar uno de los extremos de la cardan XD-32 a diámetro 30 mm. para tener un casquillo pasante. Esto puede verse en la figura 3.8.

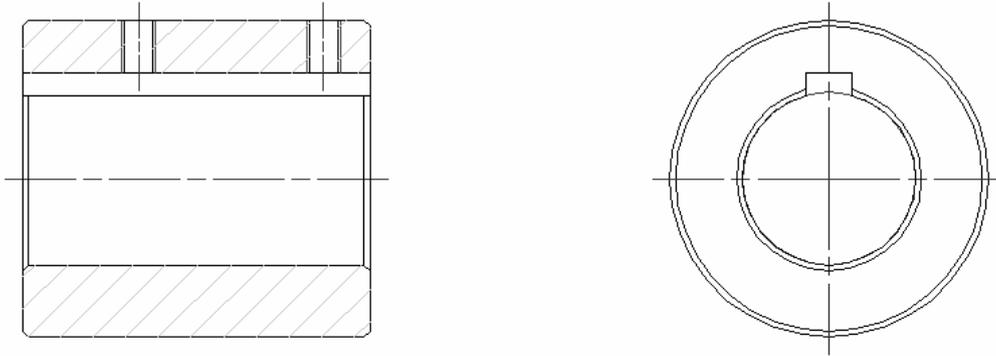


Figura 3.8: Casquillo de salida de CVT

3.3.4.-) BRIDA PARA TORSÍMETRO DE 500 NM

Esta brida es similar a la primera, pero adaptada a las nuevas características, un vaciado a 32 mm de diámetro y la profundidad que permite la cardan XD-32, y un plato con una serie de agujeros que coincidan con el torsímetro. (Ver figura 3.9)

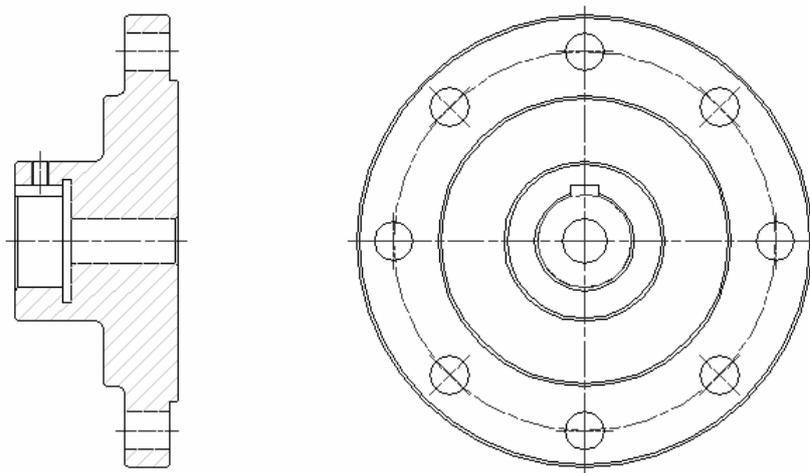


Figura 3.9: Brida para torsímetro de 500 Nm

3.3.5.-)BRIDA PARA LA CONEXIÓN FRENO-TORSÍMETRO

Esta brida consiste en un plato que enganche con la brida del freno, el cual se hará siguiendo las recomendaciones del fabricante, y un eje de diámetro 48 mm y longitud suficiente que será el que entre en el apriete del torsímetro. La brida se muestra en la figura 3.10.

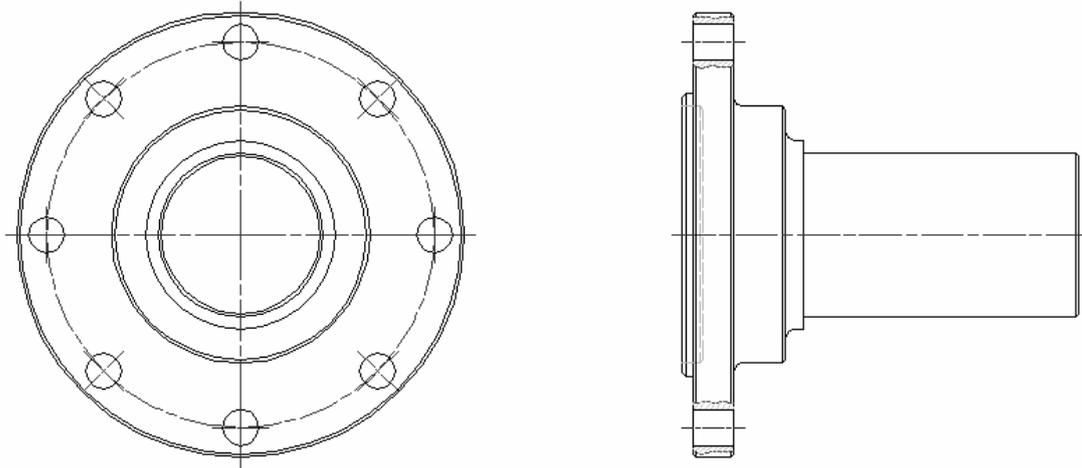


Figura 3.10: Brida para la conexión freno-torsímetro

Puede verse un pequeño vaciado en el extremo izquierdo de la brida, éste es para evitar que se toque con una tuerca que tiene el freno en esa zona.

3.3.6.-)MECANIZADO DE LAS CARDANS

Para poder montarlas en el conjunto, es necesario mecanizar los extremos de las uniones cardan.

a.-) **FD-72:**

Un extremo de ésta debe ser reducido a diámetro 65 mm. para que pueda entrar en el apriete del torsímetro. En el otro extremo habrá que hacer un chavetero para poder introducirla en el casquillo de entrada de la CVT. En la figura 3.11 se puede apreciar en detalle el trabajo a realizar:

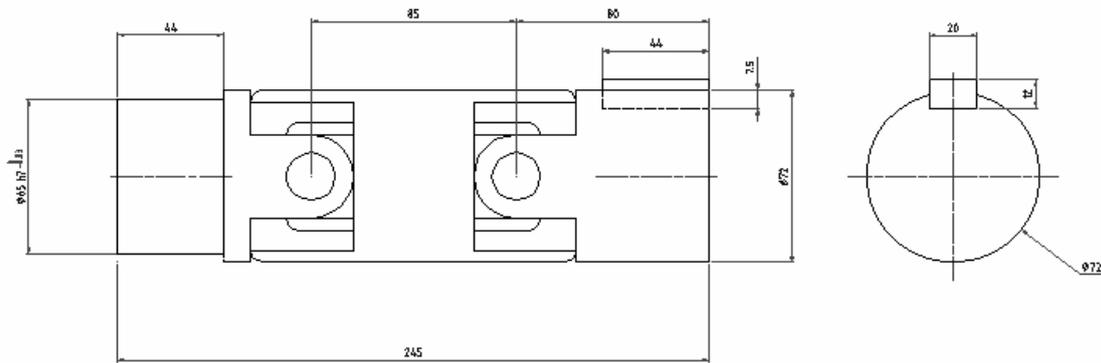


Figura 3.11: Mecanizado de cardan FD-72

b.-) XD-32:

Uno de los extremos se ha reducido a diámetro 30 mm para que el casquillo de salida de la CVT sea un casquillo pasante. Además de realizar los correspondientes chaveteros en los dos extremos. Un esquema de lo necesario se ve en al figura 3.12:

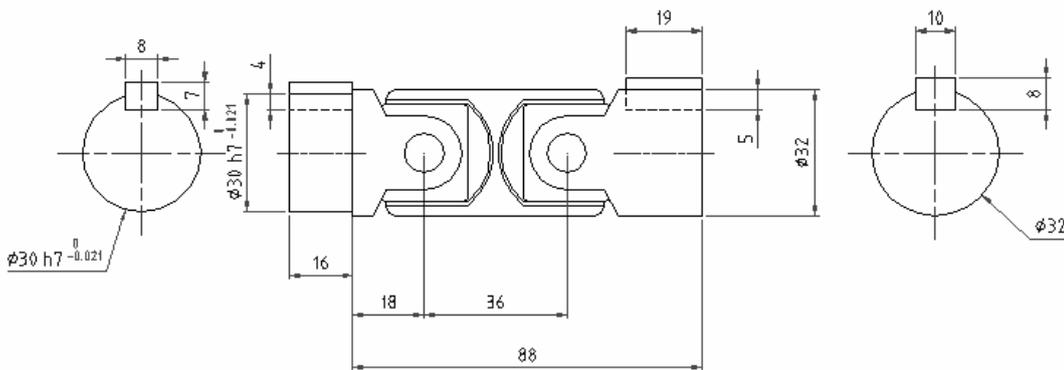


Figura 3.12: Mecanizado de cardan XD-32

Todos los planos de fabricación de estos elementos se encuentran en la sección de planos de fabricación de este proyecto (Capítulo 8).

3.3.7.-) FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONEXIÓN

Los planos descritos en el apartado anterior son llevados a un taller para su fabricación. En las siguientes imágenes se muestra el proceso de fabricación de alguna de las piezas:

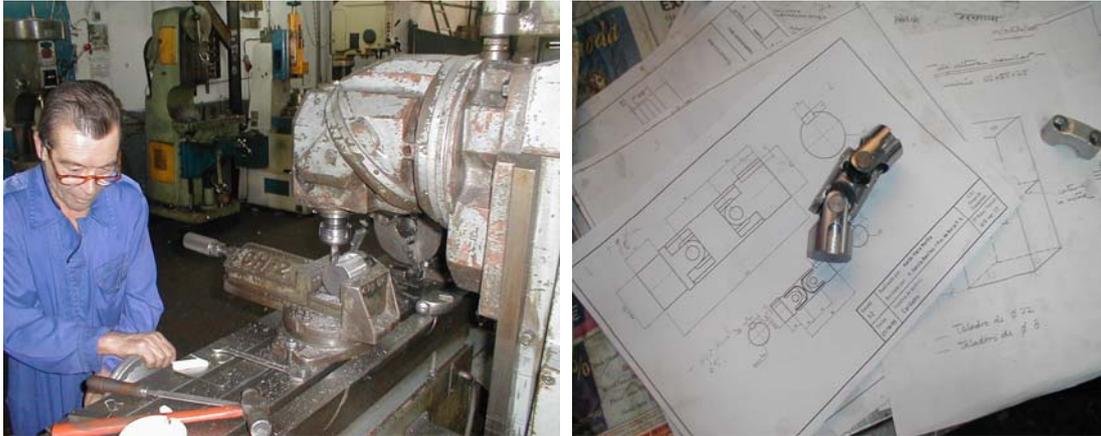


Figura 3.13: a.-)Fabricación de la chaveta de la cardan FD-72. b.-)cardan XD-32 completa

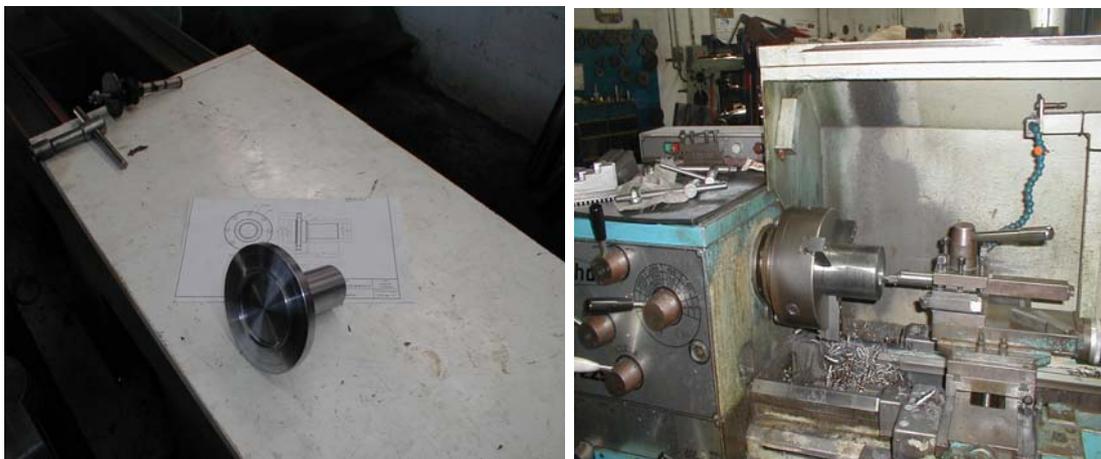


Figura 3.14: a.-)Brida del freno después de salir del torno b.-)Casquillo de entrada a CVT en el torno



Figura 3.15: a.-) Cortado de material en bruto para las bridas del torsímetro b.-)Casquillo de entrada a CVT en el torno



Figura 3.16: a.-) Casquillo de entrada a CVT y cardan FD-72 completos b.-) Roscado de las fijas de los casquillos



Figura 3.17: a.-)Brida para torsímetro de 500 Nm completa b.-) Conjunto de todas las piezas completas

3.3.8.-) TRAVESAÑOS SOPORTE DE LOS TORSÍMETROS

Según los esquemas de montaje anteriores, el soporte de los torsímetros en la bancada se realiza por la guía de abajo, dado que la longitud de los mismos no nos permitía realizarlo por la guía de arriba.

Esto complica su montaje, ya que se tendrá que hacer que no coincida la situación de los torsímetros con la posición de las ruedas, que están soldadas en esa zona.

Un esquema de cómo pueden quedar colocados los torsímetros en la bancada puede verse en la figura 3.18:

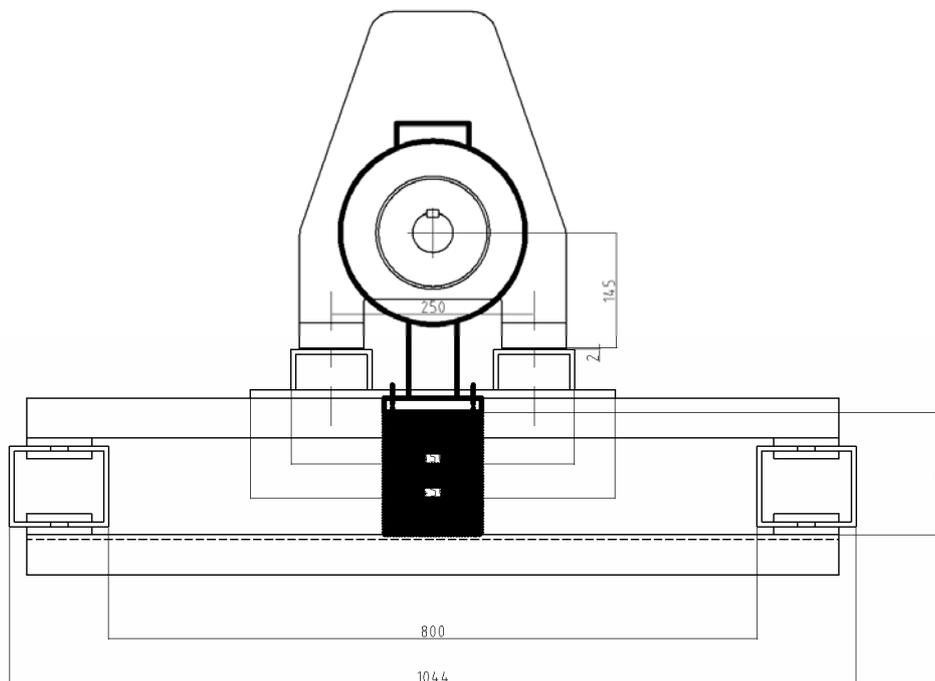
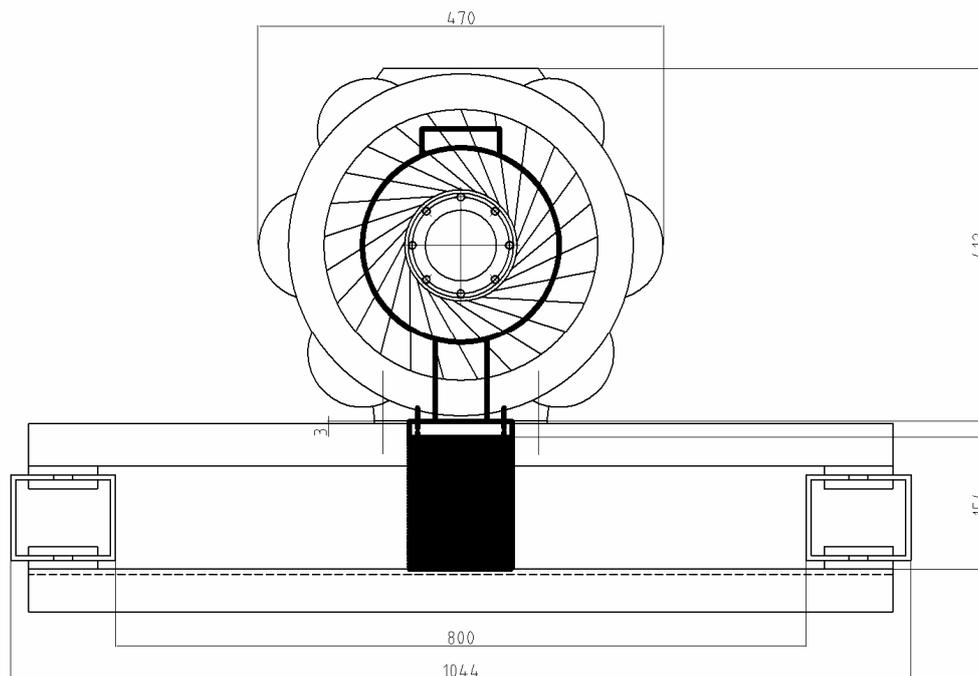


Figura 3.18: Esquemas de posición de los torsímetros

Los soportes de los torsímetros estarán constituidos por un perfil UPN-100 que hará de travesaño, al cual se soldarán unas pletinas de 10x80 mm donde irán atornilladas otras pletinas iguales haciendo el conjunto la función de guía del travesaño. En la figura 3.19 se puede ver un esquema:

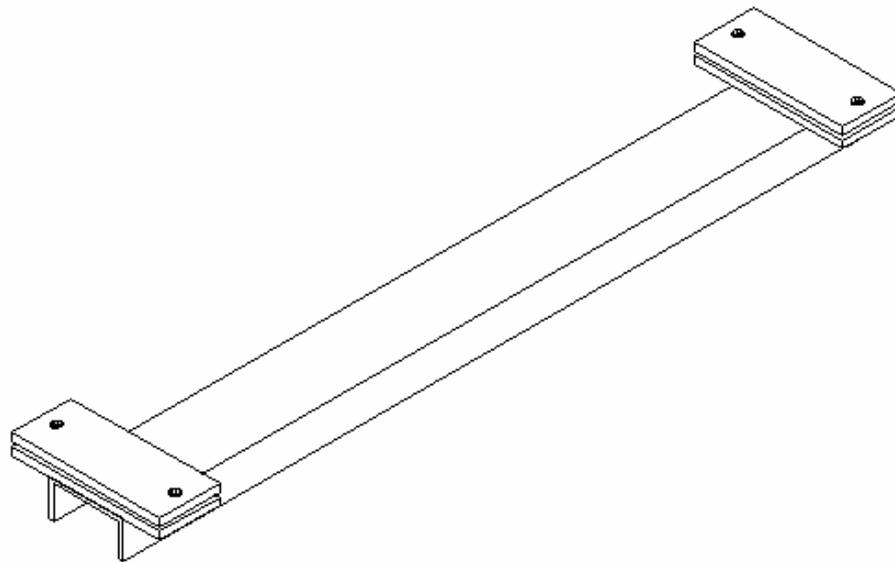
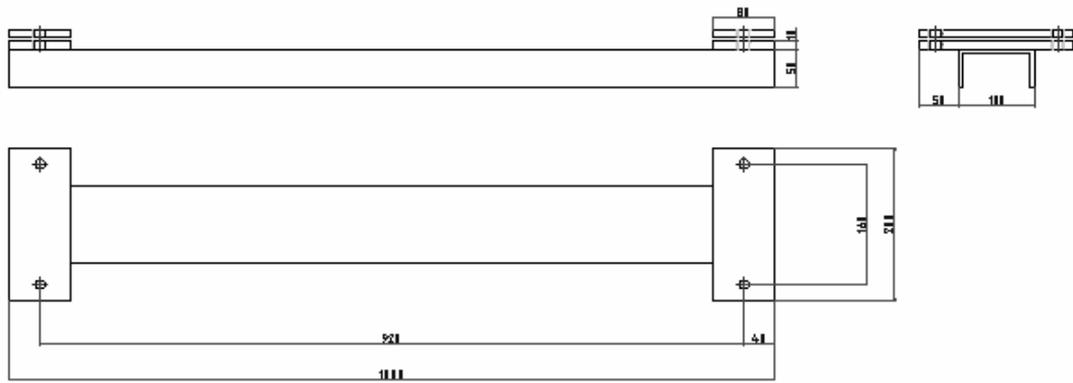


Figura 3.19: Travesaños

Los travesaños están formados por un UPN-100 de un metro de longitud y 4 pletinas de 200 mm de longitud. Se construyen dos travesaños, uno para cada torsímetro.



Figura 3.20: Componentes de los travesaños

Se repasan los bordes de las pletinas para evitar accidentes, como cortes al manejarlas, y realizar los agujeros a las pletinas. Se tiene que hacer unos taladros de diámetro 13 mm.:



Figura 3.21: Rectificado y agujeros en las pletinas

Las pletinas debían emparejarse para que coincidieran exactamente los agujeros y no tener problemas en el montaje posterior. Para ello se marcaron dos a dos y se realizaron los agujeros usando una de ellas como “plantilla”:



Figura 3.22: Agujeros en las pletinas

Una vez realizados los taladros, se hizo un pequeño avellanado en el borde de los agujeros para evitar cortes al tocarlos. Con esto se tienen las pletinas listas para soldarlas.



Figura 3.23: Avellanado de los agujeros

Para soldar las pletinas a los UPNs se llevaron todas las piezas al banco, se montó el conjunto en uno de los extremos del mismo y el maestro de taller se encargó de dar unos puntos de soldadura para después en el taller hacer el cordón de soldadura completo y pintar todo el conjunto:



Figura 3.24: Soldando las pletinas a los UPNs

Para elevar los torsímetros a la altura de los ejes, que es distinta en cada caso, se necesitan unos pedestales. En la figura 3.25 se puede ver un esquema de los mismos. En la figura 3.18 se observa que las alturas son 152 mm para el torsímetro que conecta con el motor y 154 mm para el que conecta con el freno. Los soportes estarán formados por dos pletinas de 100x120x20 mm soldadas a un perfil estructural #80.4 (hueco cuadrado de lado 80 mm y espesor 4 mm). En las pletinas se realizarán unos taladros roscados donde se unirán a los torsímetros y a los travesaños. Se ha tenido especial cuidado en que los planos de apoyo de los soportes sean paralelos y los taladros concéntricos para no tener ningún problema a la hora de colocar los torsímetros, debido a la precisión que deben llevar. En la figura 3.25 se muestra un esquema: (los planos constructivos se encuentran en el capítulo dedicado a los planos de fabricación [Capítulo 8])

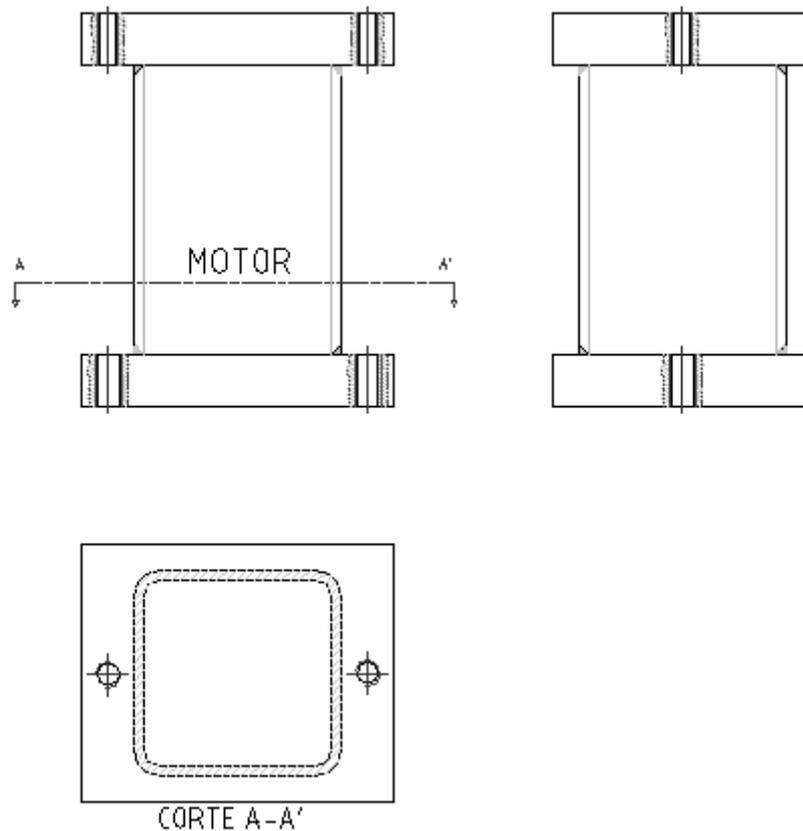


Figura 3.25: Soportes para los torsímetros

3.4.-) MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE UNIÓN

Una vez se tienen todos los elementos se pasa al montaje de los mismos en la bancada.

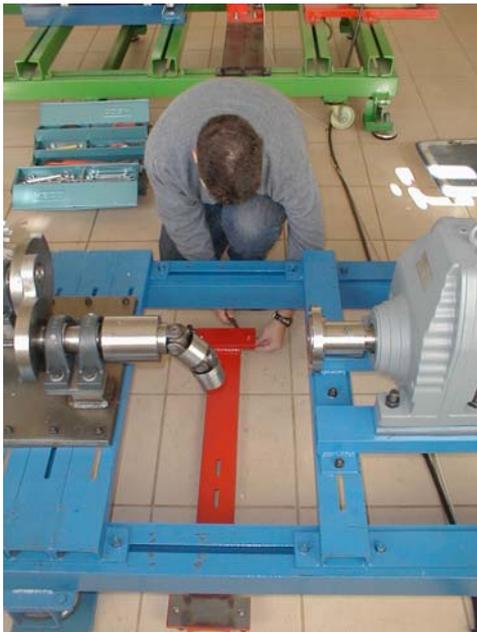


Figura 3.26: a.-) Colocando los travesaños b.-) Apretando las bridas



Figura 3.27: a.-) Casquillo de entrada y brida del motor ya colocados b.-) Apretando el casquillo de entrada a CVT



Figura 3.28: a.-) Casquillo de salida y brida del torsímetro colocadas b.-) Banco completo

3.5.-) MONTAJE DE LOS TORSÍMETROS

3.5.1.-) TORSÍMETRO DE SALIDA

Una vez colocados los travesaños y las bridas en el freno y en la cardan, se procede a la conexión de los torsímetros. Primero se coloca el rotor. Éste irá solidario al freno unido mediante un apriete con anillo cónico con el eje que sale de la brida.



Figura 3.29: Torsímetro de salida

Cuando se coloca el torsímetro se aprecia que al golpear levemente el freno en su parte superior, se produce una vibración que hace que exista contacto entre el estator y el rotor del torsímetro, lo que puede llegar a inutilizarlos. Así que se comienza a buscar soluciones para rigidizar el freno. Aunque aún falta por colocarle las cadenas en la parte superior del mismo, se estudian varias posibilidades por si ésto no fuera suficiente, como por ejemplo construir una nueva bancada donde apoyar el freno, o, como último recurso, hacer la conexión del torsímetro con el freno mediante una cardan, solución que ya se sabe que funciona, ya que se usó en la bancada anterior a esta.

Primero se quita la goma sobre la que está apoyado el freno, por si la escasa rigidez de la misma es la que provoca las vibraciones no deseadas, y, posteriormente, se mecanizan los travesaños para que apoye lo mejor posible. Para ello se desmonta el freno y se llevan los travesaños a mecanizar.



Figura 3.30: Mecanizado de los travesaños

Para poder hacer un buen plano donde apoyar el freno, primero se mecaniza la base de los travesaños para tener un buen apoyo en la fresadora.



Figura 3.31: Mecanizado de los travesaños

Una vez hecho ésto se prueba de nuevo y se observa que el problema no se ha solucionado en absoluto. Surge ahora la idea de que en realidad no se sabe qué es exactamente lo que vibra, si son los travesaños, el propio freno, o unión de ambos. Para comprobarlo se realiza un experimento: Se desmonta el conjunto del freno y se apoya sobre la bancada verde tal y como se ve en la figura 3.32.

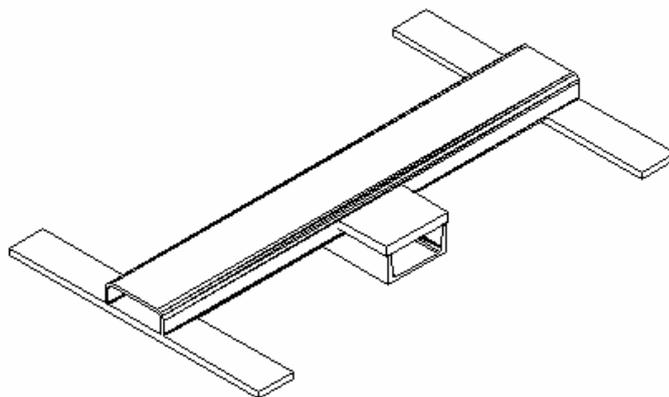


Figura 3.32: Prueba de vibración

Al hacer ésto se observa que se reducen los desplazamientos verticales en el rotor del torsímetro, pero no lo suficiente como para que deje de ser peligroso para la integridad de los mismos. Por tanto se aportan varias soluciones, como realizar una nueva bancada más rígida donde apoyar el freno. Algunos diseños son:

a.-)Diseño 1

Este primer diseño consiste en sustituir los dos UPNs por un perfil hueco rectangular que le dé mayor rigidez al conjunto. El torsímetro iría apoyado en un saliente soldado al travesaño, que podría estar compuesto por un perfil UPN o por una pletina gruesa, que sería la opción mas adecuada. En los bocetos se ve una idea de como quedaría el conjunto:



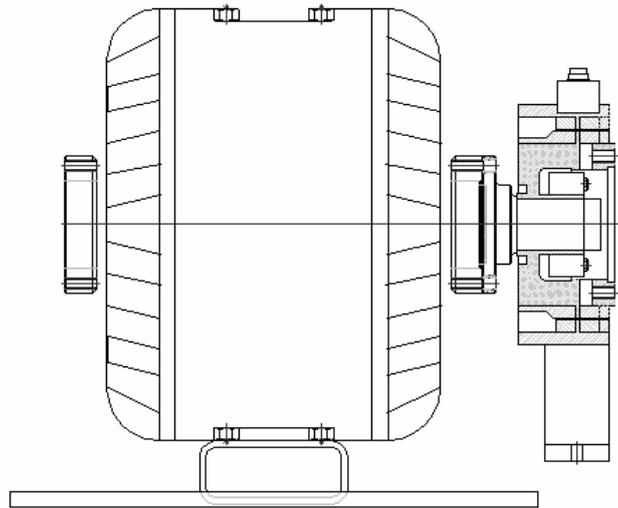
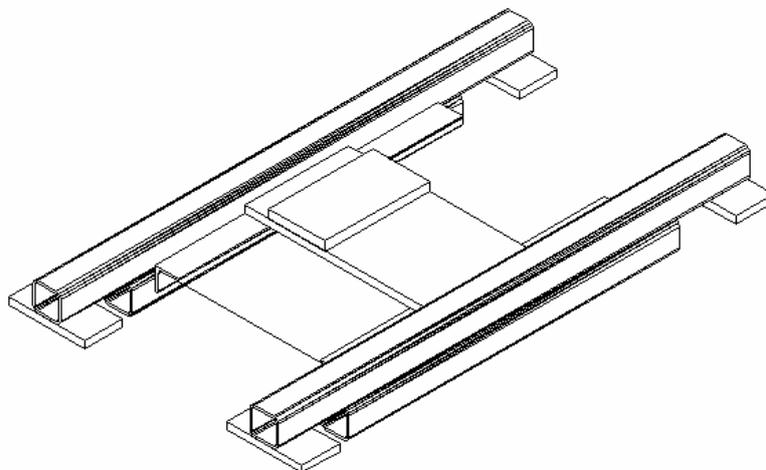


Figura 3.33: Diseño 1

Analizando más detenidamente el diseño se puede ver que la distancia entre los apoyos del freno y el torsímetro es demasiado amplia para colocar una pletina, ya que cabe la posibilidad de que ésta flecte. Y la solución de usar un UPN no es muy buena ya que normalmente éstos no vienen con unas medidas fijas y habría que rectificar los extremos complicándose el diseño en exceso.

b.-) Diseño 2

En este diseño se usan dos perfiles huecos como apoyos de una pletina central donde irán colocados el freno y el torsímetro colocados cada uno a su altura correspondiente, siendo éstas fácilmente ajustadas con la fresadora. Un esquema del conjunto puede verse en la figura 3.34:



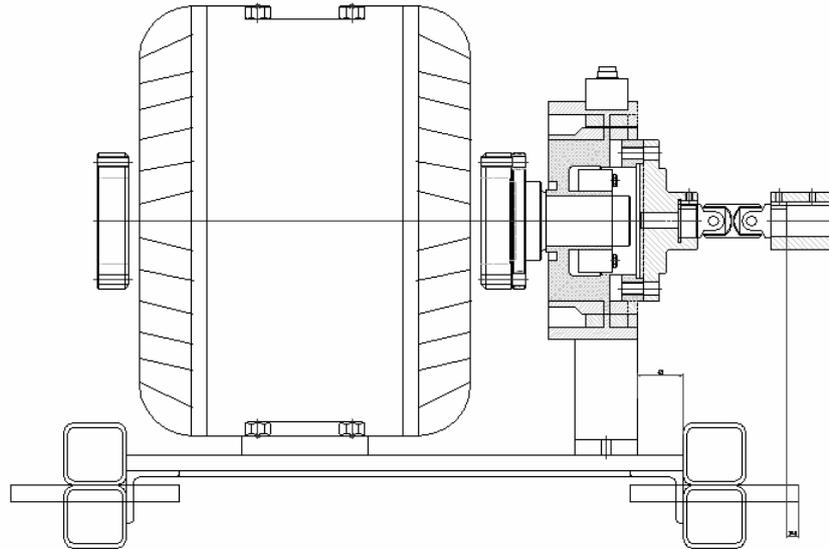


Figura 3.34: Diseño 2

Una vez hecho el esquema del montaje se ve que surge un problema, existiría colisión entre esta bancada y la que soporta la CVT. Este problema podría resolverse usando una cardan más larga (incluso una telescópica), lo que supondría también tener que diseñar una nueva brida y un nuevo casquillo. Por tanto dejaremos este diseño por ahora.

Se intenta buscar una solución menos complicada, para ello se colocan las cadenas en el freno para ver si con eso es suficiente y no se tiene que construir nada nuevo. Para ello se fabrican 8 pletinas de 80x80 mm donde se insertan las argollas para enganchar la cadena. Además se construye una pletina que se apoyará sobre el freno y será donde se conecten las cadenas:





Figura 3.35: Montaje de las cadenas del freno

Una vez apretadas las cadenas, se observa que el conjunto funciona correctamente. Las vibraciones en el freno no provocan desplazamientos en el rotor, ya que las fuerzas se equilibran haciendo que no exista el movimiento perjudicial para el torsímetro, como puede verse en la figura 3.36. Con este problema resuelto solo se tiene que colocar el estator.

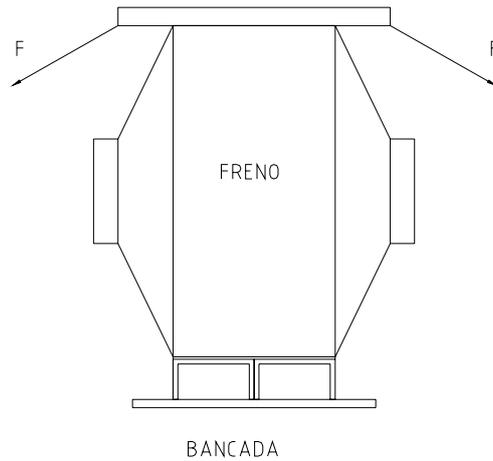


Figura 3.36: Equilibrio de fuerzas con cadenas

Cuando se coloca el estator, se comprueba que el plano en la UPN donde se apoya está ligeramente inclinado con respecto al plano donde apoya el freno. Se tiene que rectificar 2 mm en uno de los extremos del mismo. Para ello se lleva el travesaño al taller donde se realiza ese plano inclinado con la fresadora.



Figura 3.37: Torsimetro de salida

Una vez hecho esto se observa que haría falta bajar unas 4 décimas de milímetro el estator para que quede bien alineado con el rotor. A continuación se aproxima la CVT al conjunto para unirlo todo. Para ello se colocan 4 argollas en la bancada donde apoya la CVT para poder elevarla y moverla con la grúa.



Figura 3.38: Aproximando la CVT al torsímetro

Cuando se consiguen conectar todos los elementos se observa que, después de rectificar el apoyo del freno y del torsímetro, y retirar el neopreno donde apoyaba, todo el conjunto ha descendido con respecto al eje de salida de la CVT, quedando la cardan demasiado inclinada como para trabajar en sus mejores condiciones.

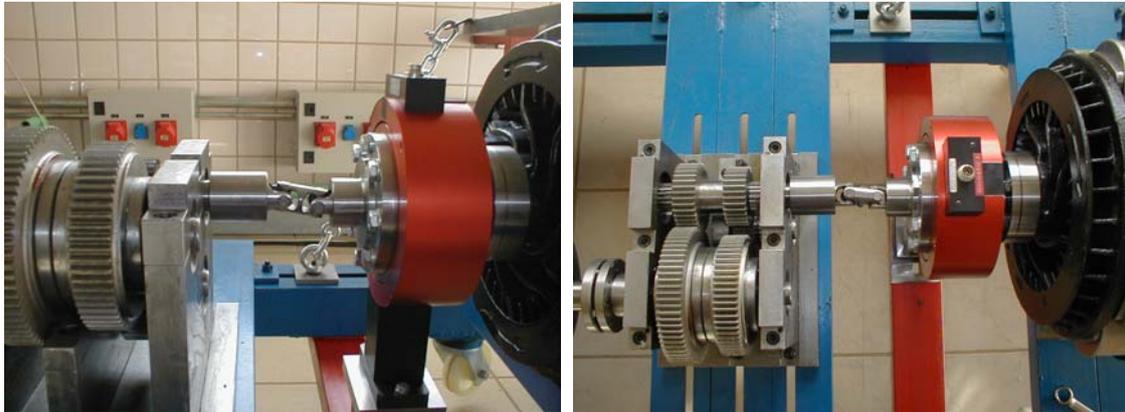


Figura 3.39: Conexión de salida

Para solventarlo, se toman medidas del desnivel y se diseñan unas pletinas sobre las que apoyará el freno y el torsímetro, dejando una diferencia entre ambas de 0,4 mm para que queden concéntricos rotor y estator del torsímetro como se dijo anteriormente. Las pletinas deberán tener 5,6 y 5,2 mm de espesor para el freno y el torsímetro respectivamente. Un esquema de las mismas se puede ver en las figuras 3.40 y 3.41.

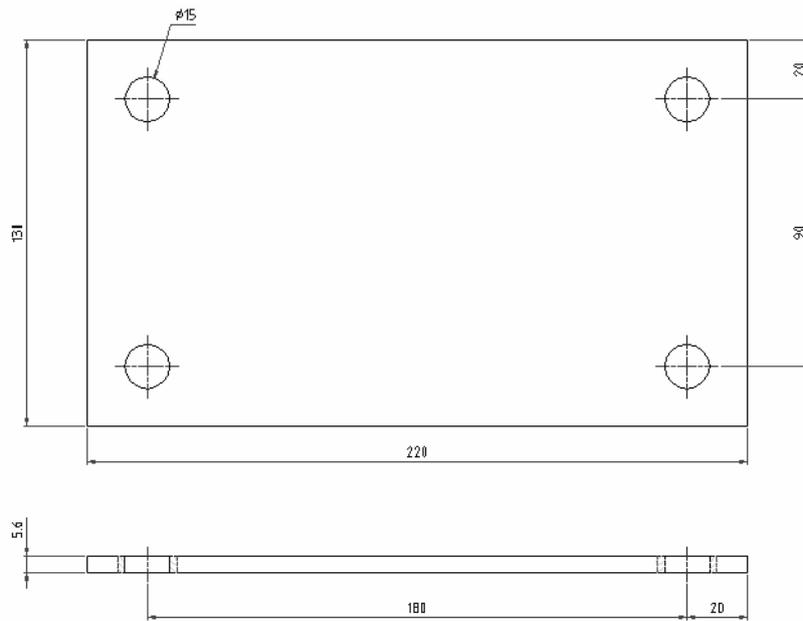


Figura 3.40: Pletina del freno

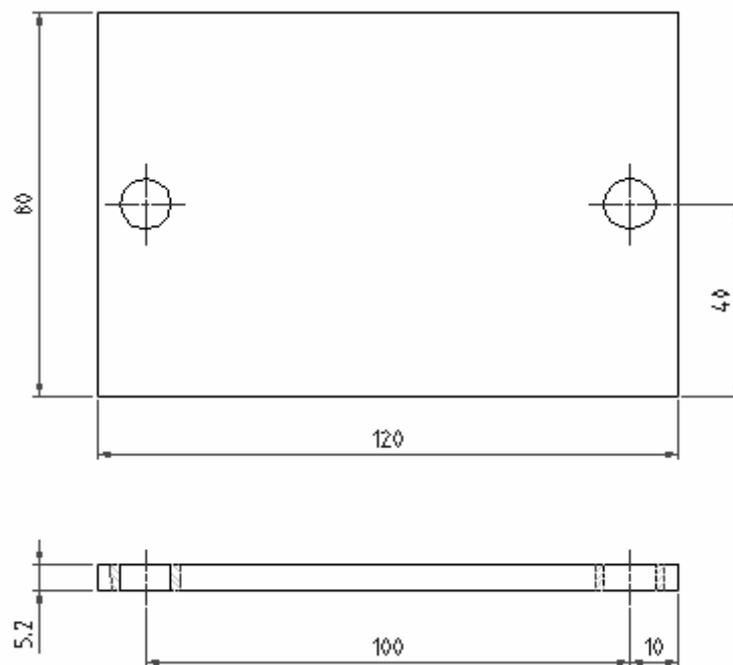


Figura 3.41: Pletina del torsímetro

Como surgieron problemas al mecanizar la pletina del freno, ya que ésta era muy grande y difícil de agarrar con las mordazas de la fresadora se decidió hacer dos pletinas más pequeñas, una para cada extremo del freno quedando finalmente:

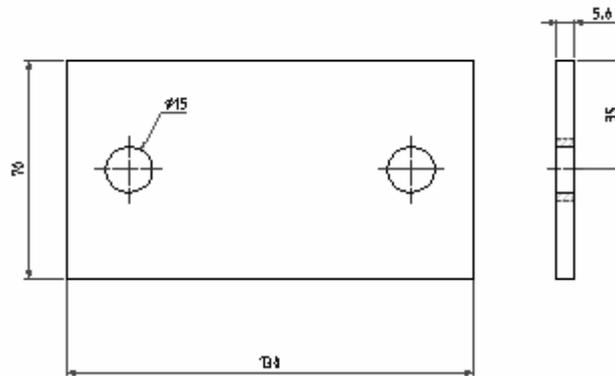


Figura 3.42: Pletinas definitivas para el freno

3.5.2.-) TORSÍMETRO DE ENTRADA

El torsímetro de entrada va solidariamente unido al eje de salida del motor mediante la brida anteriormente diseñada, y se conecta con la CVT mediante la cardan FD-72 fabricada por Rótulas y Articulaciones, S.L. (En el apartado 9.4 puede verse sus características).

Lo primero es desmontar el torsímetro de la bancada verde y llevarlo a la bancada azul. Luego se conecta el rotor al eje de salida del motor y se coloca el estator para ver si todo está bien. Se observa que no están alineados, con lo que se tiene que suplementar algo más el estator. Se necesitan alrededor de 6 mm más de altura. Por tanto se diseña una pletina de 6,5 mm de espesor a la que después se rebajara lo necesario para que queden concéntricos estator y rotor. Aparte de esto, como en caso anterior el plano de la UPN está inclinado con respecto al del motor, con lo que se hace lo mismo que con el otro, se lleva el travesaño al taller para que se le haga un plano inclinado, en este caso, con 1 mm en uno de los extremos se tiene suficiente.





Figura 3.43: Montaje del torsímetro de entrada

Una vez que se tiene el estator colocado, hay que aproximar el motor a la CVT para conectar la cardan al rotor del torsímetro. Surge ahora un problema debido a que las cogidas del motor donde se engancha a la grúa no nos permite un movimiento delicado del mismo para aproximar y conectar el torsímetro con la cardan. Para solucionarlo, lo primero que se hace es colocar unas argollas en la bancada del motor, al igual que hicimos con la CVT, para moverla, pero no funciona bien, debido a que no se consigue un buen equilibrado de los pesos (ya que el motor no está centrado en la bancada) lo que hace que solo se levante uno de los lados haciendo difícil trasladarlo.

Se prueba otra solución que es levantar el motor con una correa. Para aproximarlos se usan las cadenas y los tensores de cadenas conectadas en las argollas que teníamos en la CVT y en el Motor. El resultado no podía ser mejor, se consigue una aproximación lenta y precisa que permite conectar el torsímetro con suavidad y sin problemas como puede verse en las fotos.



Figura 3.44: Aproximación de la CVT al torsímetro de entrada

Una vez conectado el rotor en sus dos extremos, se comprueba que hay que suplementar el estator unos 6 mm para que quede bien. Como existe alta dificultad para medir exactamente la altura del suplemento necesario se decide dar un suplemento de 0.5 mm. para un ajuste posterior mediante mecanizado. (Ver figura 3.45)

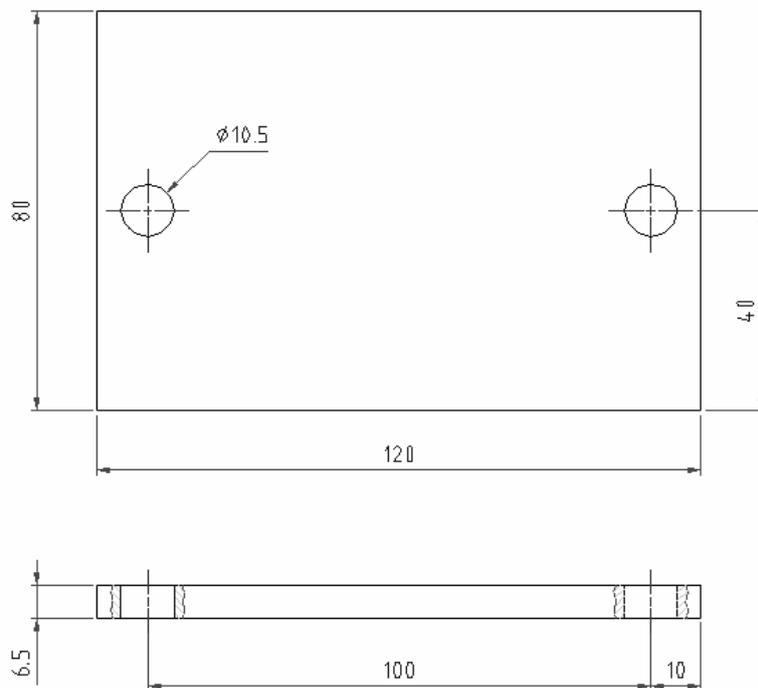


Figura 3.45: Suplemento del torsímetro de entrada

Ya se tiene completo el banco de ensayo y listo para tomar medidas del mismo. Al tratarse de un sistema de transmisión no lineal, existe el problema de que, al trabajar a velocidad constante, (que es lo que nos da el motor) el par medido a la entrada fluctúa rápidamente y no se puede tomar la medida directamente del display, con lo que se tendrá que crear un sistema de adquisición de datos que se conectará a los torsímetros y de donde se obtendrá una medida más precisa de velocidad de giro y par tanto a la entrada como a la salida de la CVT. En la siguiente figura se muestran imágenes de todos los elementos.

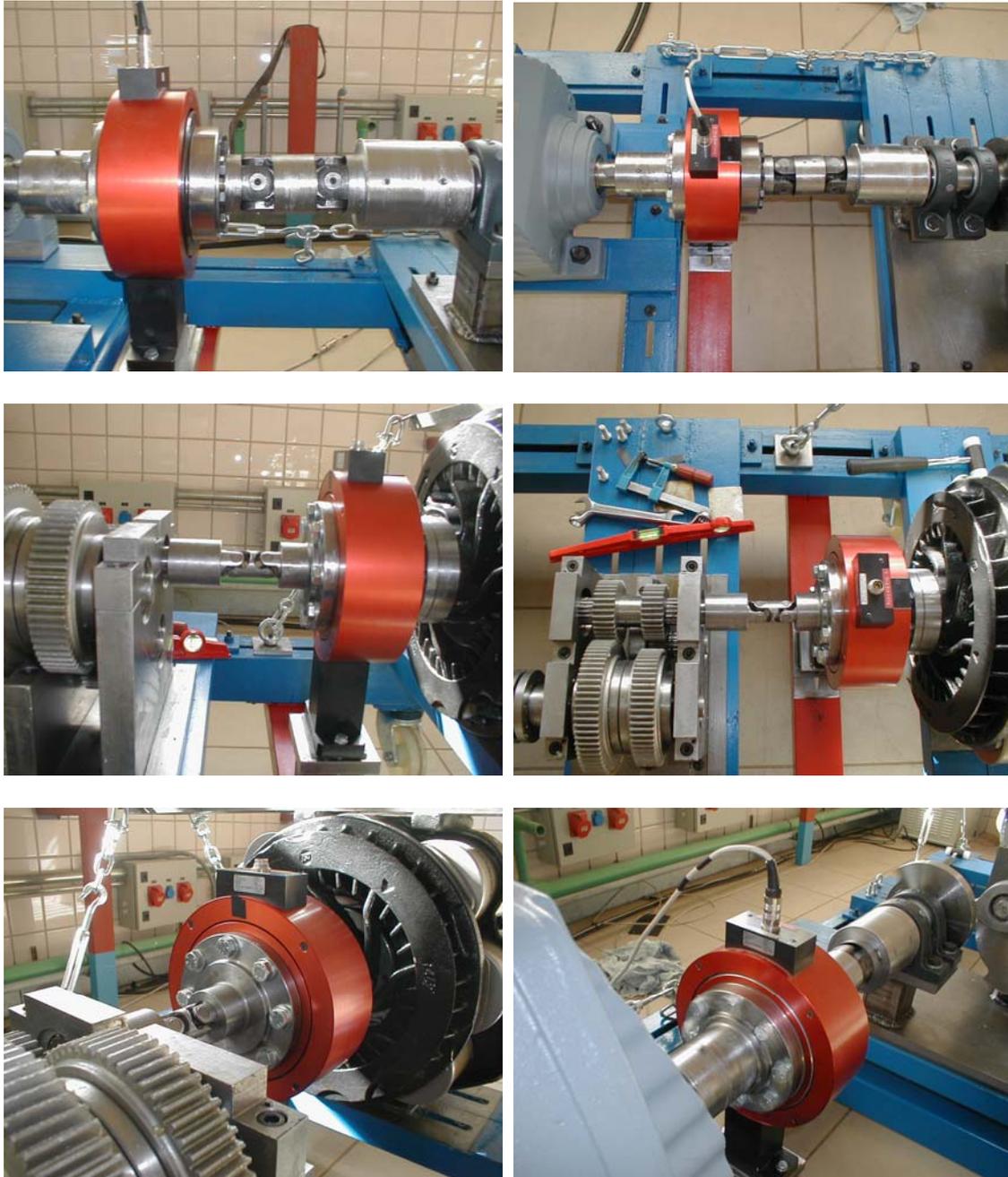


Figura 3.46: Elementos del banco de ensayos



Figura 3.47: Banco de ensayos completo

3.6.-) MODIFICACIÓN DEL CASQUILLO DE SALIDA DE LA CVT

Como se comenta en el apartado 3.2.2, la junta cardan que une la salida de la CVT con el freno, se ha diseñado para que sea el elemento más débil del conjunto y que actúe así como fusible mecánico. Para facilitar la sustitución de la misma, se ha diseñado un acoplamiento rígido desmontable mediante tornillos (ver figura 3.48). De esta forma, reemplazar la cardan es una tarea sencilla de realizar, y que no implica tener que ajustar de nuevo los torsímetros.

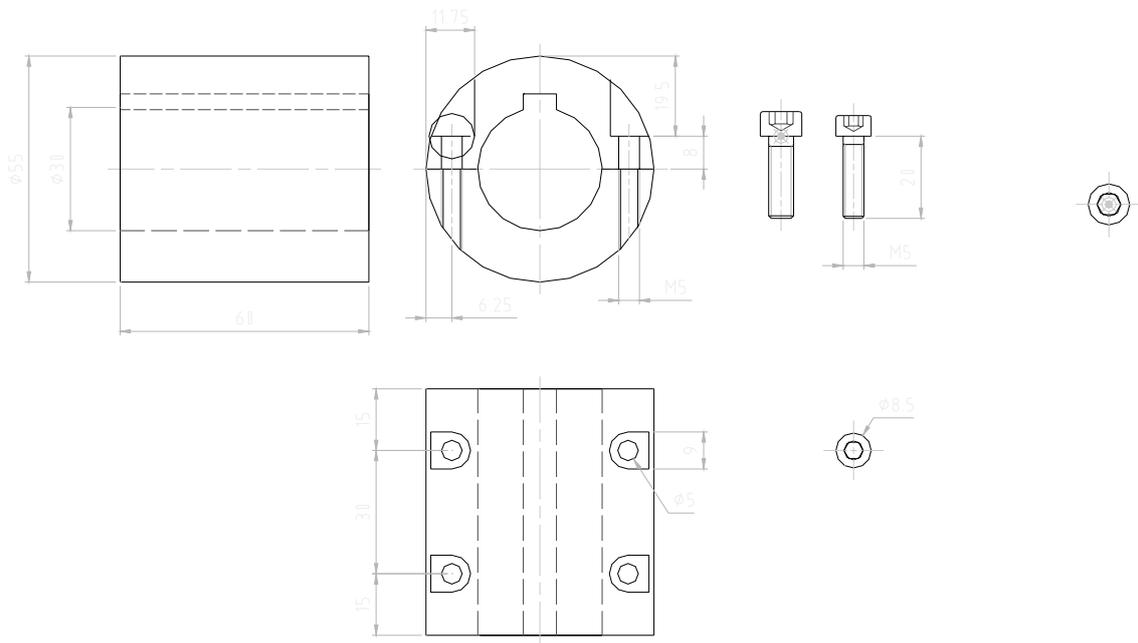


Figura 3.48: Esquema del casquillo partido

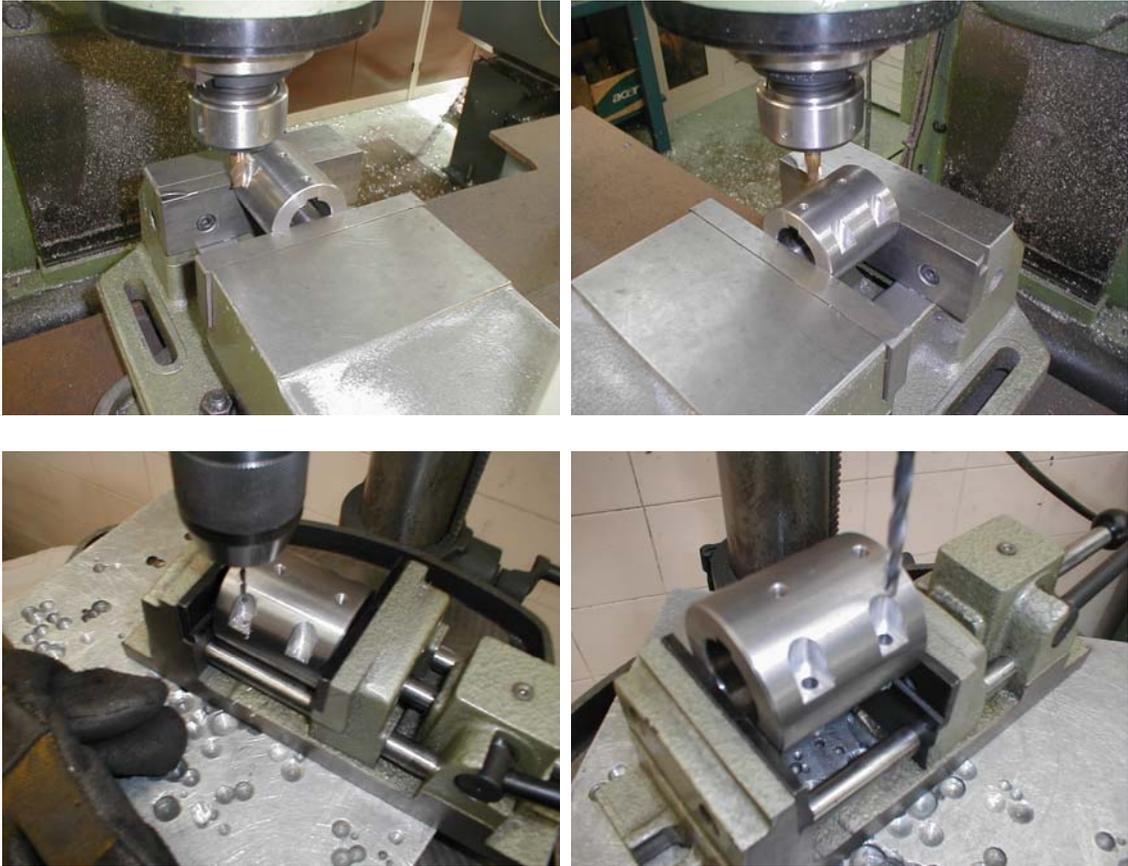


Figura 3.49: Fabricación del casquillo

El resultado final puede verse en la figura 3.50:

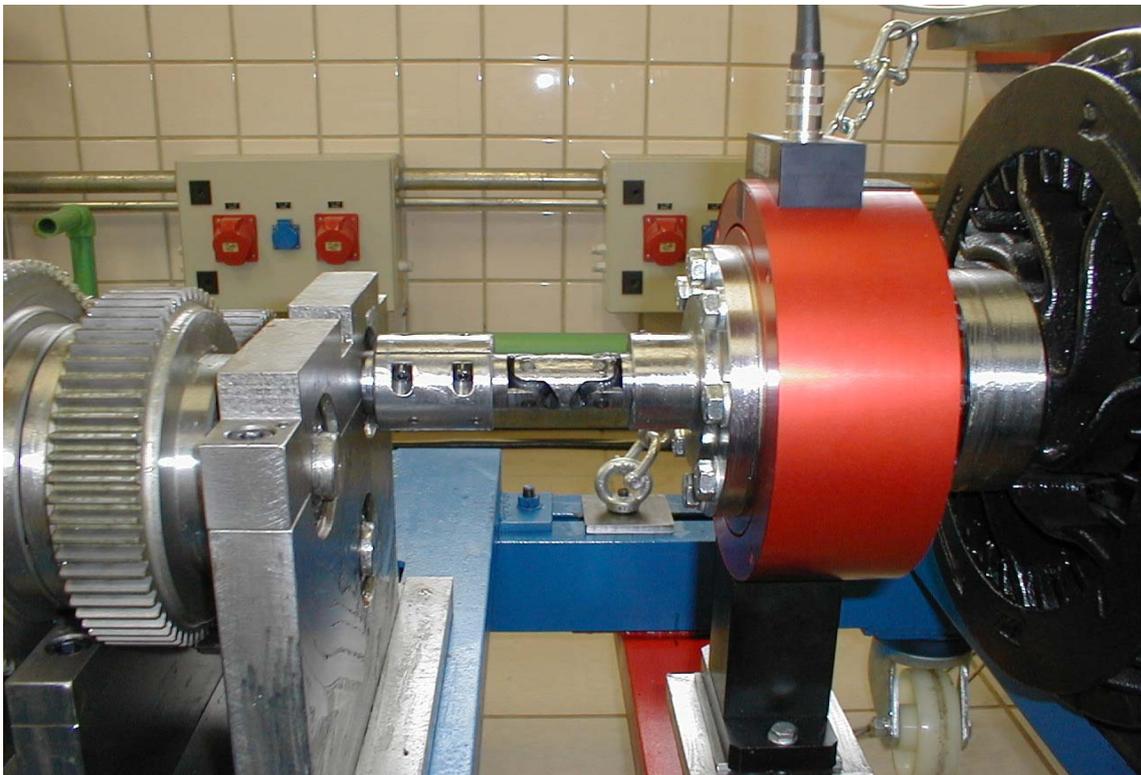


Figura 3.50: Casquillo colocado

3.7.-) PROTECCIÓN DE LA CVT

Para evitar que, ante una posible rotura de alguno de los componentes de la CVT, sobre todo cuando se ensaya a alta velocidad, causara algún daño a alguno de los componentes del equipo al salir despedida, se dispone una protección sobre la CVT.

Para poder apreciar lo que ocurre, se usó una chapa perforada para la caja de protección. Ésta ocupará desde la salida del torsímetro de entrada hasta la entrada del torsímetro de salida, cubriendo así la CVT y las cardan de entrada y salida. Un modelo del mismo puede verse en la figura 3.51:

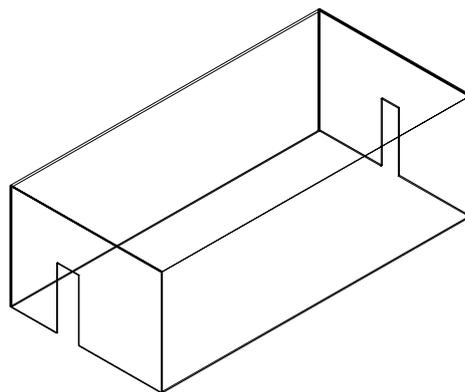
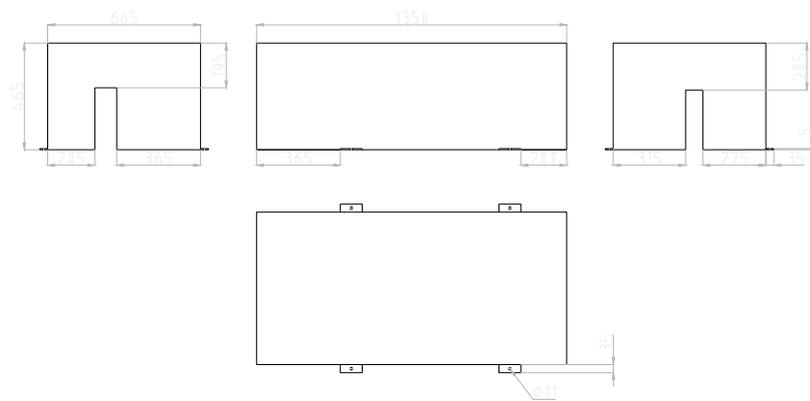


Figura 3.51: Protección de CVT

Con este modelo, se procedió a la construcción y colocación de la misma, como puede verse en las siguientes fotografías:



Figura 3.52: Montaje de la protección

El resultado final puede verse en al figura 3.53:

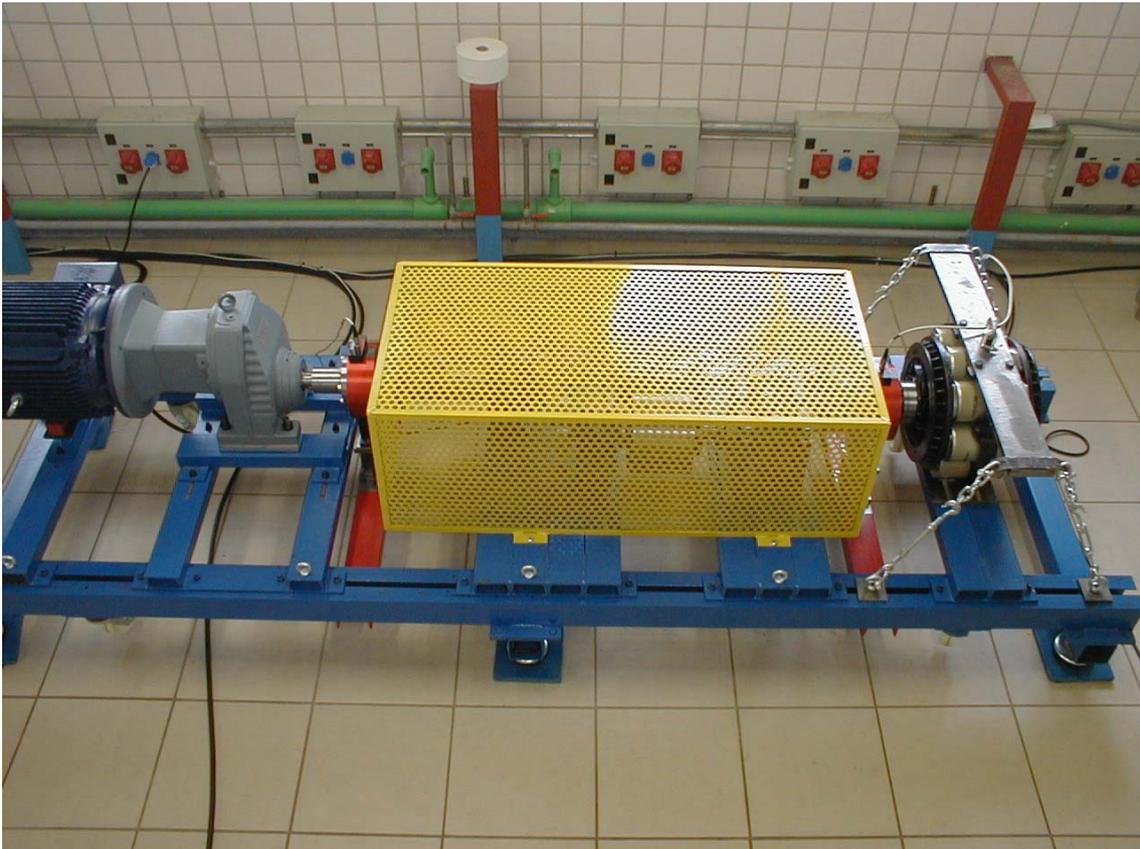


Figura 3.53