BESO System
Activation and Deactivation

Sistema BESO
Activación y Desactivación

Stefan Kimeswenger

Institut für Astro- und Teilchenphysik
Leopold Franzens Universität Innsbruck

version July 30, 2026

Rolf Chini Cerro Murphy Observatory

1 Checklist for Shutdown / Resumen para el apagado

Case – Power failure:

1. Close vaccum / pump valves (see section 4)
2. Switch off turbomolecular pump (see section 4)
3. Switch off camera on its own power supply (see section 5)
4. Switch off main power of cumputer rack/shelf (see section 5)
5. Switch off external Chiller (see section 6)

Case – Planed shutdown:

1. Warmup camera with commands
   (only possible when BESOCam Server software is running - see section 4)
2. Switch off external Chiller.
3. Close vaccum / pump valves (see section 4)
4. Switch off turbomolecular pump (see section 4)
5. Shutdown BESOCam Server by commands.
   That powers off also calib unit, ThAr lamp and shutter electronics (see documentation to the command line interface `BESO_cli`).
6. **Wait > 2 hours**
7. Power off camera by commands (see section 5)
8. Shutdown PC / Computer by commands (see section 5)
9. Switch off camera on its own power supply (see section 5)
10. Switch off main power of computer rack/shelf (see section 5)

Corte de luz:

1. Cerrar las válvulas de vacío/bomba (sección 4)
2. Apagar la bomba turbomolecular (sección 4)
3. Apagar la cámara desde su propia fuente de alimentación (sección 5)
4. Desconectar la alimentación principal del rack de ordenadores (sección 5)
5. Apagar el enfriador externo (sección 6)

Apagado programado:

1. Calentar la cámara con comandos
   (solo es posible cuando el software BESOCam Server está en ejecución; sección 4)
2. Apagar el enfriador externo.
3. Cerrar las válvulas de vacío / de la bomba (sección 4)
4. Apagar la bomba turbomolecular (sección 4)
5. Apagar el servidor BESOCam mediante comandos.
   Esto también apaga la unidad de calibración, lámpara ThAr y la electrónica del obturador (documental de command line interface `BESO_cli`).
6. **Esperar > 2 horas**
7. Apagar la cámara mediante comandos (sección 5)
8. Apagar el PC / ordenador mediante comandos
9. Desconectar la cámara de su propia fuente de alimentación (sección 5)
10. Desconectar la alimentación principal del rack o estante del ordenador (sección 5)

2 Checklist for Startup / Lista de comprobación para empezar

1. Start pumping procedure (see section 4)
2. **Wait to get to at least down to 5×10^{-4} hPa (5e-4) with open "CAMERA VALVE"**
   This certainly will need at least 3–4 hours – depending on the level of initial conditions and thus the duration of the shutdown.
3. Switch ON external Chiller.
4. Switch ON main power of the PC rack.
5. Switch ON the PC
   (if it does not start automatically with the previous step as the BIOS is set to autostart).
6. Switch ON the camera power supply on its backside.
7. Start the BESOCam Server software with commands. Now on the Power distribution unit 3 Ports (camera, calib, shutter) should be ON (see leds) and the ThAr should be OFF.
8. Check with `BESO_cli` if the camera set temperature is set for cooling.
   If not give `SET CAMERA TEMPERATURE -75`.
9. Wait until cooled at least to -50 before testing operations (it will need 2 hours or so).
   For testing take e.g. a `BIAS`, a `FLAT` lamp exposure and a `ThAr` lamp exposure. Look also on the guider camera, if you see the `M5` working properly there.
10. Happy observing.

1. Iniciar el procedimiento de bombeo (sección 4)
2. **Esperar a que la presión baje al menos hasta 5×10^{-4} hPa (5e-4) con la «CAMERA VALVE» abierta**
   Esto llevará sin duda al menos entre 3 y 4 horas, dependiendo de las condiciones iniciales y, por tanto, de la duración de la parada.
3. Enciende el enfriador externo.
4. Enciende la alimentación principal del rack de los ordenadores.
5. Enciende el ordenador
   (si no se inicia automáticamente con el paso anterior, ya que la BIOS está configurada para el arranque automático).
6. Enciende la fuente de alimentación de la cámara situada en su parte trasera.
7. Inicia el software BESOCam Server mediante comandos. Ahora, en la unidad de distribución de alimentación, los 3 puertos (cámara, calibración, obturador) deberían estar encendidos (véanse los LED) y el ThAr debería estar apagado.
8. Comprueba con `BESO_cli` si la temperatura de la cámara está ajustada para la refrigeración. Si no es así, introduce `SET CAMERA TEMPERATURE -75`.
9. Espera a que se enfríe al menos hasta -50 antes de realizar pruebas de funcionamiento (tardará unas 2 horas).
   Para realizar las pruebas, toma, por ejemplo, una exposición con la lámpara `BIAS`, una con la lámpara `FLAT` y otra con la lámpara `ThAr`. Comprueba también la cámara guía para ver si la `M5` funciona correctamente allí.
10. Que disfrutes de la observación.

3 Introduction / Introducción

The purpose of this document is to describe how to activate and deactivate the BESO system without harming the vacuum status and system components. It also contains information on what to do as an "emergency" procedure in case of a power failure. It is intentionally bilingual. The information content should be identical.
The critical component, which cannot be driven by remote access, is the vacuum system. Originally, it was foreseen that the camera would be pumped like others only once a month or so. However, Princeton Instruments did not manage to make it stable as defined in the call for tender. Thus, the system, to keep cool and operate, has to be pumped permanently. Due to the original setup, the pumping facility was not ordered to be operational from a computer. Already, the pumps, which can do so, are much more expensive (the current setup costs about 25 000 €). Moreover, motorized valves to close the pipes are very delicate (and even more expensive) units.
Thus, manually closing the valves is the most critical action in case of power failure and should happen within approximately 30 minutes.
If one is unable to power on and also activate manually the turbomolecular pump (TPG) after a loss, the valves have to be kept closed. The pump does not start automatically, even if powered on after a power cut (or as would be the case if attached to a Power Distribution Unit PDU). The Ion Getter Pump (IPG) is special (it needs an antechamber with already a low vacuum condition to operate, and would be destroyed if operated at high pressure). Thus, it is not used in normal operations.
Fig. 1 gives an overview of the whole setup. Within the BESO room all is attached to 2 power outlets only. One more is used outside for the Chiller Unit (CU).

El objetivo de este documento es describir cómo activar y desactivar el sistema BESO sin dañar el estado de vacío ni los componentes del sistema. También contiene información sobre qué hacer como procedimiento de «emergencia» en caso de fallo eléctrico. Es intencionadamente bilingüe. El contenido de la información debe ser idéntico.
El componente crítico, que no puede controlarse mediante acceso remoto, es el sistema de vacío. En un principio, se previó que la cámara se bombearía, al igual que otras, solo una vez al mes aproximadamente. Sin embargo, Princeton Instruments no logró que fuera estable tal y como se definía en la licitación. Por lo tanto, para mantenerlo refrigerado y en funcionamiento, el sistema debe bombearse de forma permanente. Debido a la configuración original, no se solicitó que la instalación de bombeo pudiera controlarse desde un ordenador. Las bombas que pueden hacerlo son mucho más caras (la configuración actual cuesta unos 25 000 €). Además, las válvulas motorizadas para cerrar las tuberías son unidades muy delicadas (y aún más caras).
Por lo tanto, cerrar manualmente las válvulas es la acción más importante en caso de fallo eléctrico y debe realizarse en un plazo aproximado de 30 minutos.
Si no es posible encender y activar manualmente la bomba turbomolecular después de una pérdida de electricidad, las válvulas deben mantenerse cerradas. La bomba no se pone en marcha automáticamente, ni siquiera si se enciende tras un corte de corriente (o como ocurriría si estuviera conectada a una unidad de distribución de energía, PDU). La bomba de captador de iones (IPG) es especial (necesita una antecámara que ya se encuentre en condiciones de bajo vacío para funcionar, y se destruiría si se utilizara a alta presión). Por lo tanto, no se utiliza en condiciones normales de funcionamiento.
Fig. 1 ofrece una visión general de toda la instalación. Dentro de la sala BESO, todo está conectado únicamente a dos tomas de corriente. Utiliza una en el exterior para la unidad de refrigeración (CU).



Figure 1: The setup overview of the whole room as of 2026-07-30. In front of the lower part of the shelf, you see the two pumping facilities. The left-sided one is the Ion Getter Pump (IGP) power supply (The pump itself is the back box above the valves). It is normally OFF and used only for special operations. The red one is the Turbo Molecular Pump (TMP) used in normal operations. Both pumps get the power from the outlet at the left side of the room. In the middle of the photo, you see the camera unit. It is controlled from the Power Distribution Unit (PDU). At the right side of the spectrograph, the rack contains the PC, the PDU, and the calibration units. All those units from that rack are attached to a single outlet on the right side of the room.
Vista general de la configuración de toda la sala. Delante de la parte inferior de la estantería se ven las dos instalaciones de bombeo. La de la izquierda es la fuente de alimentación de la bomba de captador de iones (IGP) (la bomba en sí es la caja negra trasera situada encima de las válvulas). Normalmente está apagada y solo se utiliza para operaciones especiales. La roja es la bomba turbomolecular (TMP) que se utiliza en el funcionamiento normal. Ambas bombas reciben la alimentación de la toma de corriente situada en el lado izquierdo de la sala. En el centro de la foto se ve la unidad de la cámara. Se controla desde la unidad de distribución de energía (PDU). A la derecha del espectrógrafo, el rack contiene el PC, la PDU y las unidades de calibración. Todas las unidades de ese rack están conectadas a una única toma de corriente situada en el lado derecho de la sala.

4 Valves and Pump handling / Manipulación de válvulas y bombas

In normal operations, only the TMP is used. The IGP is for special use and should not be activated by normal users. The vacuum trail is located on the left side of the BESO camera. It has 3 valves. **Currently, only two of them should be handled by normal users**. The third one is for the IGP. There is a tube from below coming from the TMP. Here, the first valve, called `PUMP VALVE` connects/disconnects the system from the TPG. Then there is an upright tube with a black cube at the top. This is the IGP. It is separated by a valve (labeled `KEEP CLOSED`) from the system. IPGs needs pre-vacuum of a few 10^{-6} hPa at most. Moreover, they 'fill' the backplane and thus need special maintenance after a few months (lifetime depends on the amount of gas they have to pump). At the lower end of the vertical tube is the pressure sensor. Thus, the pressure indicated on the TPG display is at this location. If the `PUMP VALVE` is closed, it does not indicate the power of the pump. Towards the right, the valve (`CAMERA VALVE`) connects the Princeton Instruments camera. Due to an extremely thin tube design, this pumping is extremely inefficient there. This design violates more or less any instruction in the literature about how to create such a system.
All valves are significantly sealed once you feel some increase in resistance when turning at the end. Do not tighten them!

En condiciones normales de funcionamiento, solo se utiliza el TMP. El IGP es para uso especial y los usuarios normales no deben activarlo. El conducto de vacío se encuentra en el lado izquierdo de la cámara BESO. Cuenta con tres válvulas. **Actualmente, los usuarios normales solo deben manipular dos de ellas**. La tercera es para el IGP. Hay un tubo que sale desde abajo, procedente del TMP. Aquí, la primera válvula, denominada `PUMP VALVE` (≡ válvula de bomba), conecta o desconecta el sistema del TPG. A continuación hay un tubo vertical con un cubo negro en la parte superior. Se trata del IGP. Está separado del sistema por una válvula etiquetada `KEEP CLOSED` (≡ mantener cerrada). Los IGP necesitan un pre-vacío de unos pocos 10^{-6} hPa como máximo. Además, «llenan» la placa base y, por lo tanto, requieren un mantenimiento especial al cabo de unos meses (su vida útil depende de la cantidad de gas que tengan que bombear).



En el extremo inferior del tubo vertical se encuentra el sensor de presión. Por lo tanto, la presión indicada en la pantalla del TPG corresponde a esta ubicación. Si la `PUMP VALVE` está cerrada, no indica la potencia de la bomba. Hacia la derecha, la válvula indicada `CAMERA VALVE` (≡ válvula de la cámara) conecta la cámara de Princeton Instruments. Debido al diseño extremadamente delgado del tubo, el bombeo en esta zona es muy ineficaz. Este diseño incumple prácticamente todas las instrucciones de la bibliografía sobre cómo crear un sistema de este tipo.
Todas las válvulas están bien selladas cuando se nota un ligero aumento de la resistencia al girarlas hasta el final. ¡No las aprietes más!

Shutdown:

When shutting down the system first close the `PUMP VALVE` and the `CAMERA VALVE`. The order, how it is done, does not matter. Don't overtighten them.

The turbomolecular pump has a power switch near the cable on the right side. It can be savely shutdown there as well as on the power symbol (circle with a line in it) on the panel. The panel is hidden normally to protect from the intense light there. After switching off, it needs about 3 minutes to land the rotator. During that time, the vacuum trail should never be opened.

Al apagar el sistema, cierre primero la `PUMP VALVE` y la `CAMERA VALVE`. El orden en que se haga no importa. No los aprietes demasiado.

La bomba turbomolecular tiene un interruptor de encendido cerca del cable, en el lado derecho. Se puede apagar de forma segura tanto allí como en el símbolo de encendido (círculo con una línea en su interior) del panel. El panel suele estar oculto para protegerlo de la intensa luz del lugar. Después de apagarlo, se necesitan unos 3 minutos para que el rotador se detenga. Durante ese tiempo, no se debe abrir nunca el conducto/tubos del sistema de vacío.

Starting the System:

When activating the system, one first has to power the pump and then has switch ON the turbomolecular pump with the power symbol on the panel. Then the pump starts to spin. With the right arrow symbol, one can move through the various displays. go through until it gives you the pressure in hPa (up to 50 panels to go through !). Before opening the "PUMP VALVE", one should wait a bit (30 minutes). As the detector is not at this side of the valve, the indicated pressure is invalid. Open the valve slowly. If there were a long shutdown, a lot of air would be in the system. A sudden exposure to high pressure might stop the rotator. Standard rotation of the pump is at 1500 Hz. Thus, monitor the pressure not to go above 10^{-3} hPa (`1E-3`). Once the first part of the system was pumped to below 10^{-5} hPa (`1E-05`), one can slowly open the "CAMERA VALVE". Here, the same procedure applies – monitor the pressure to avoid damage at the pump. Pumping the camera to values at or below a few times 1e-6 might need up to a day. **Cooling operation of the camera never ever should not be started at pressures above 5×10^{-4} hPa (`5e-4`) even for testing.** (Fig. 2) Be aware that starting the BESOCam Server software initiates already (normally) the colling. Thus do not start the software yet.

Al activar el sistema, primero hay que encender la bomba y luego encender la bomba turbomolecular con el símbolo de encendido del panel. A continuación, la bomba comienza a girar. Con el símbolo de la flecha derecha se puede navegar por las distintas pantallas. Avance hasta que le muestre la presión en hPa (¡hay que pasar por hasta 50 paneles!). Antes de abrir la «PUMP VALVE», se debe esperar a alcanzar como máximo 1E-05 hPa. Abra la válvula lentamente. Si ha habido una parada prolongada, habrá mucho aire en el sistema. Una exposición repentina a alta presión podría detener el rotador. La rotación estándar de la bomba es de 1500 Hz. Por lo tanto, controle que la presión no supere 1E-3 hPa. Una vez que la primera parte del sistema se haya bombeado por debajo de 1E-05 hPa, se puede abrir lentamente la «CAMERA VALVE». Aquí se aplica el mismo procedimiento: controle la presión para evitar daños en la bomba. Bombear la cámara hasta valores iguales o inferiores a unas pocas veces 1e-6 puede llevar hasta un día. **La operación de enfriamiento no debe iniciarse a presiones superiores a 5×10^{-4} hPa, ni siquiera para realizar pruebas.** (Fig. 2) Ten en cuenta que, al iniciar el software BESOCam Server, (normalmente) ya se pone en marcha el proceso de enfriamiento. Por lo tanto, no inicies el software todavía.



Figure 2: The pump panel with pressure and rotation speed selected. You get there by selecting with the right arrow through the menue (something like 25 pages). For reduce light contamination cover the panel after use.
El panel de la bomba con la presión y la velocidad de rotación seleccionadas. Para acceder allí, desplázate con la flecha derecha por el menú (unas 25 páginas). Para reducir la contaminación lumínica, tapa el panel después de usarlo.

5 Power for Camera and PC / Alimentación para cámara y PC

The Rack of the PC and its units (including the camera) has a central distributor on the leg on the right side. This has to be powered on first and powered off last. If you had switched off the PDU on its backside, you have to switch it on also now. However, normally this unit is not taken OFF seperately (Fig. 3).
El rack del PC y sus unidades (incluida la cámara) cuentan con un distribuidor central situado en la pata del lado derecho. Este debe encenderse en primer lugar y apagarse en último lugar. Si has apagado la PDU situada en la parte trasera, ahora también debes encenderla (Fig. 3).



Figure 3: The rack main power switch and the PDU power. The latter normally is not deactivated.
El interruptor general de alimentación del rack y la alimentación de la PDU. Esta última no suele estar desconectada normalmente.

The PC normally (inlcuded into its BIOS settings) will start automatically. If not you have to switch it on, use the hidden button (Fig. 4). To switch the PC off, you should do it via software. From one of the computers in the control room, like e.g. `nadir` or `aux`, you have to give `computer_shutdown@jk15-beso`.
Normalmente, el ordenador (según la configuración de la BIOS) se encenderá automáticamente. Si no es así, tendrás que encenderlo utilizando el botón oculto (Fig. 4). Para apagar el ordenador, debes hacerlo mediante el software. Desde uno de los ordenadores de la sala de control, como por ejemplo `nadir` o `aux`, tienes que introducir el comando `computer_shutdown@jk15-beso`.

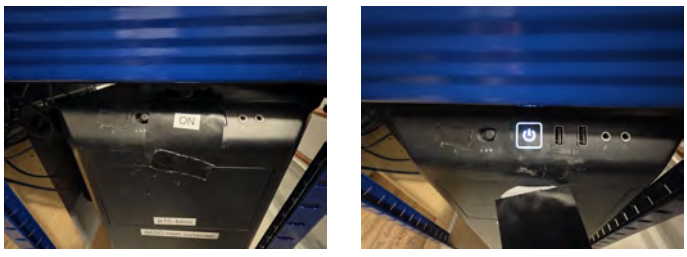


Figure 4: The PC power on its front. Always check below the light seal, if it started automatically.
El encendido del ordenador en la parte frontal. Comprueba siempre debajo de la luz indicadora si se ha encendido automáticamente.

The camera power supply has a switch on the backside. It is recommended to take this one off to be on the safe side when, e.g., power returns after a failure, but might be unstable during the process of powering up the facility (Fig. 5).
Moreover, it has to be activated via the PDU by command (if not done so automatically, as the last state was saved in the PDU at power failure ≡ LED for port 4 is ON). For this purpose, give (on the control room computers) the commands to start the BESOCam server software. However, be aware that this starts the cooling process as well. Experts and power users doing tests may log in with `ssh` to the computer and give there the command `set_pdu 4 1`. This will then only power on the port, but do not start the cooling process.

In reverse, the camera should not be powered off in a cold state. A warmup can be initiated only by software. That requires a few hours. However, the risk of damage is low, as several abrupt power losses have shown. For this purpose, give in the command line tool `BESO_cli` the command `SET CAMERA TEMPERATURE +15`. With the command `GET TEMPERATURE` you may check the status. Be aware that those commands work only if you have the BESOCam server software started.

La fuente de alimentación de la cámara tiene un interruptor en la parte trasera. Se recomienda desconectarlo por precaución cuando, por ejemplo, se restablezca el suministro eléctrico tras un corte, pero este pueda resultar inestable durante el proceso de encendido de las instalaciones (Fig. 5). Además, debe activarse mediante la PDU con un comando (si no se hace automáticamente, ya que el último estado se guardó en la PDU en el momento del corte de corriente ≡ el LED del puerto 4 está encendido). Para ello, introduce (en los ordenadores de la sala de control) los comandos para iniciar el software del servidor BESOCam. Sin embargo, ten en cuenta que esto también inicia el proceso de refrigeración. Los expertos y usuarios avanzados que realicen pruebas pueden iniciar sesión mediante `ssh` en el ordenador y ejecutar allí el comando `set_pdu 4 1`. De este modo, solo se encenderá el puerto, pero no se iniciará el proceso de refrigeración.

Por el contrario, la cámara no debe apagarse cuando está fría. El calentamiento solo puede iniciarse mediante el software. Este proceso requiere unas cuantas horas. Sin embargo, el riesgo de daños es bajo, tal y como han demostrado varios cortes bruscos de corriente. Para ello, introduce en la herramienta de línea de comandos `BESO_cli` el comando `SET CAMERA TEMPERATURE +15`. Con el comando `GET TEMPERATURE` puedes comprobar el estado. Ten en cuenta que esos comandos solo funcionan si tienes en marcha el software del servidor BESOCam.



Figure 5: The camera power supply switch. El interruptor de encendido de la cámara.

6 External Chiller / Enfriador externo

The external chiller is located in a rack outside the BESO room on the left-hand side. It is a very simple system that can be just powered ON/OFF. However, if you deactivate it, while the camera is operating, the camera fan has to be ON (easy to check by the loud noise of the fan in the camera backend). Be aware that during startup, this system consumes up to 1100 Watt. Thus, it is recommended to switch it off at power failure. This then prevents it from starting simultaneously with all other units in the building when the power returns. Switch it on with a light delay of a minute or so at least. The temperature can be selected on the front panel. Normal operation is 13 degrees. Sometimes (it's a 50:50 process) it does not start operations after switching on. If it starts, you hear the loud fan during the start of operations (which goes down later) and the fact that it does not go down to the specified temperature. Then you have to push the button START once (Fig. 6).

The panel nearly always shows the warning that there is liquid missing. The reason is simply that the coolant in Chile and Europe is transparent, while the US version is colored. The detector cannot see it properly. Thus, you have to check by visual inspection on the plastic white semi-transparent box on the chiller if it still has liquid. But up to now, it has never had losses if the tubes were not loose.

El enfriador externo se encuentra en un rack fuera de la sala BESO, en el lado izquierdo. Es un sistema muy sencillo que solo se puede encender y apagar. Sin embargo, si lo desactiva mientras la cámara está en funcionamiento, el ventilador de la cámara debe estar encendido (fácil de comprobar por el ruido fuerte del ventilador en la parte trasera de la cámara). Tenga en cuenta que, durante el arranque, este sistema consume hasta 1100 Watt. Por lo tanto, se recomienda apagarlo en caso de fallo eléctrico. De este modo, se evita que se encienda simultáneamente con todas las demás unidades del edificio cuando vuelva la luz. Enciéndalo con un retraso de aproximadamente un minuto. La temperatura se puede seleccionar en el panel frontal. El funcionamiento normal es de 13 grados. A veces (es un 50:50) no se pone en marcha tras encenderlo. Si se pone en marcha, se oye el ruido fuerte del ventilador al inicio del funcionamiento (que luego se va atenuando) y se observa que no alcanza la temperatura especificada. En ese caso, hay que pulsar una vez el botón START (Fig. 6)..

El panel siempre muestra la advertencia de que falta líquido. La razón es simplemente que el refrigerante en Chile y Europa es transparente, mientras que la versión estadounidense es de color. El detector no puede verlo correctamente. Por lo tanto, hay que comprobar visualmente si la caja de plástico blanco semitransparente del enfriador todavía tiene líquido. Pero hasta ahora, nunca ha habido pérdidas si los tubos no estaban sueltos.

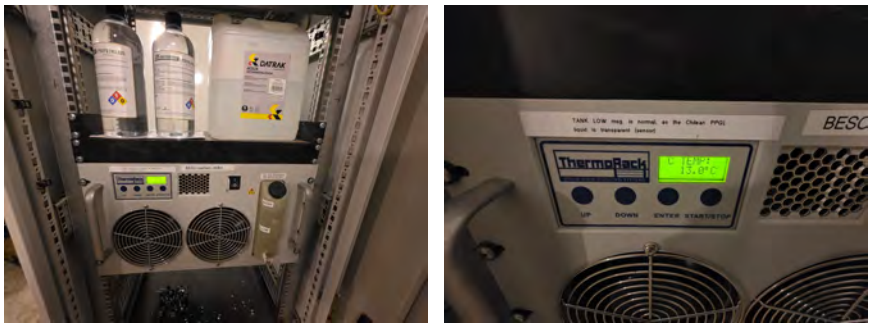


Figure 6: The external chiller outside of the room.
El enfriador externo situado fuera de la sala.

7 The BESO Room Climate System / El sistema de climatización de salas BESO

This section is an unofficial description I learned from oral instruction by Clemente. Once he delivers the (already promised) documenation this is obsolete. I don't take responsibility for completeness and full correctness.

Esta sección es una descripción no oficial que he obtenido a partir de las explicaciones orales de Clemente. En cuanto él facilite la documentación (ya prometida), esta información quedará obsoleta. No me hago responsable de que esté completa ni de que sea totalmente correcta.Como se trata solo de información para el grupo de observadores, no la traduzco aquí. Por favor, ponte en contacto con Clemente para obtener información en español.

The Climate system is controlled from the electrical cabinet outside of the building on the wall (between BESO room and the battery building). To deactivate it, one simply uses the two switches at the lower left side, and then deactivates the fuse labeled `MAIN`. The system is set to a fixed temperature of currently +16 degrees. Opening the second level of the cabinet to get to the inner side, there is a control unit at the upper right part. Anyone in fact, can change the temperatures. But the documentation is pending. However, it can certainly be found on the WWW using the name indicated there. One should only keep in mind that BESO is mounted on a steel platform, and the optical path is folded 6 times over its nearly full length. So the path inside is something like 12 to 14 meters long. With the typical specific relative expansion constant from technical books of 16×10^{-6} K^{-1} we thus end up at a length change of 0.21 mm per degree. On the other hand, the units were adjusted with micrometer screws on the scale of a few tens of μm during the alignment procedures. Thus, a major change in temperature will force the need for a complete recalibration.



Figure 7: The external chiller outside of the room.
El enfriador externo situado fuera de la sala.