



Universidad de Valladolid

**Escuela Técnica Superior
de Arquitectura**

Grado en Fundamentos Físicos de la Arquitectura

**OPTIMIZACION DEL GRUPO DE PRESION DE LA ETS
ARQUITECTURA DE VALLADOLID A PARTIR DEL ESTUDIO
DE LA INSTALACION DE AFS**

Autor: Pablo Casado de Paz
Tutor: Alberto Meiss Rodríguez

Septiembre 2016

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

En la **actualidad** muchos de los aparatos que intervienen en nuestra vida cotidiana implican la participación de una bomba. Ya sea en el trabajo, en nuestra casa o en los parques de nuestra ciudad las bombas juegan un papel muy importante en el desarrollo de nuestro día a día. Así nos encontramos con bombas de elevación de aguas residuales, bombas en fuentes, de extinción de incendios, para equipos de refrigeración, circuladoras y de elevación de agua. Estas últimas, en concreto, serán el objeto de interés de este trabajo. Todas ellas presentan la característica común de estar movidas o impulsadas por algún tipo de energía **artificial**, generalmente eléctrica, que les sirva de alimento para su funcionamiento.

Sin embargo las bombas no son ciertamente un invento de nuestro siglo. Hacia el año 1000 a.C. en **Egipto** y **China** la preocupación por elevar el agua era un tema de especial interés. En concreto en China nos encontramos con el primero de inventos sobre este tema, **la rueda de cangilones**, cuencos de arcilla fijados a la propia rueda que permitían elevar el agua.

Más tarde, en torno al año 250 a.C., Arquímedes (287 – 212 a.C.) diseña el **tornillo de Arquímedes**. Este instrumento lejos de parecerse en forma a la antigua rueda china, permitía también elevar el agua mediante el giro de una espiral. Con este artilugio se empezó a pensar en la relación entre inclinación del tornillo y caudal de agua elevado, es decir a mayor inclinación de la espiral mayor altura se podía alcanzar con el agua bombeada pero menor caudal. Ciertamente este sería el primer guiño a lo que actualmente conocemos como curva característica de una bomba y la relación entre altura de presión y caudal que esta representa.

Mucho tiempo después en 1724 **Jacob Leupold** (1674 – 1727) diseñó una mejora de la antigua rueda de cangilones china colocando una serie de tubos curvados en la misma rueda elevando el agua gracias a la corriente del río.

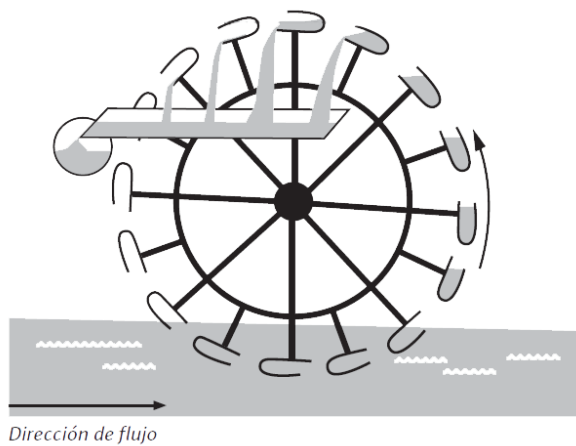


Figura 1.1. Rueda de cangilones china¹

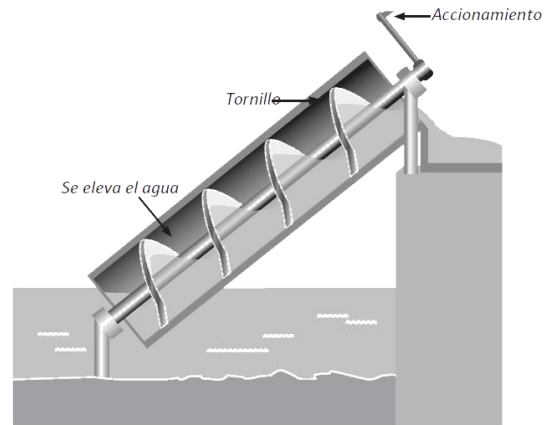


Figura 1.2. Tornillo de Arquímedes¹

Todos estos inventos sin duda fueron grandes descubrimientos que supusieron grandes avances en cuanto a la elevación de agua se refiere, pero sin embargo la característica que los une y los hace realmente especiales es que ninguno de ellos se servía de una fuerza artificial para su funcionamiento. Todos ellos utilizaban energías naturales, como la corriente del río o el accionamiento manual por parte del hombre como sucedía en el tornillo de Arquímedes, para elevar el agua con un coste energético cero. Es decir si utilizásemos los conocimientos actuales sobre rendimiento de una bomba y los aplicásemos a estos elementos considerándolos como tales, obtendríamos que su rendimiento sería infinito pues la potencia suministrada (P_E) a cualquiera de estos elementos sería cero.

$$\eta_B = P_U / P_E = \infty$$

Sin embargo hoy día ninguno de elementos de sobreelevación que utilizamos es capaz de alcanzar un consumo energético cero, pues todos dependen en mayor o menor medida de alguna fuente energética artificial. El Plan de Acción 2011-2020 sobre el ahorro y la eficiencia energética fija un conjunto de medidas y actuaciones con el objetivo de reducir el consumo de las energías primarias hasta un 12,2% en 2016 y un 20% en 2020. Hablando en términos energéticos 120.000 kepts de ahorro entre 2011 y 2020 o lo que es lo mismo el consumo total de energía primaria consumida en 2009.

¹ WILO SE. Principios fundamentales de las bombas centrífugas. Dortmund. 2005

Ante tales medidas conviene realizar una labor de reducción del consumo energético de nuestros aparatos, una labor que está en mano no solo de los especialistas, ingenieros y diseñadores encargados de la investigación y desarrollo de dichos elementos sino también de aquellas personas cualificadas, como arquitectos, que disponen de las aptitudes necesarias para llevar a cabo esta misión.

Fuentes	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)
Carbón	20.921	20.354	13.983	10.509	8.271	10.468	10.058	1,98
Petróleo	71.054	70.848	68.182	63.684	62.358	55.746	51.980	-1,80
Gas natural	24.671	31.601	34.782	31.096	31.003	37.147	38.839	2,28
Nuclear	16.576	14.360	15.368	13.750	16.102	14.490	14.490	-1,05
Energías renovables	8.854	9.976	10.942	12.165	14.910	21.802	27.878	6,46
Saldo eléc. (Imp.-Exp.)	-260	-494	-949	-697	-717	-1.020	-1.032	3,71
Total	141.817	146.645	142.308	130.507	131.927	138.633	142.213	0,75

Figura 1.3. Consumos de energía primaria por fuentes²

1.2 Objetivos

Este trabajo, por tanto, pretende tomar conciencia de estas medidas y proponer una serie de variantes al sistema de actual de grupos de presión de un edificio en particular con el objetivo de reducir su consumo y colaborar con las directrices propuestas por el Plan de acción 2011-2020.

Por otro lado el trabajo sirve como incursión en el campo de las auditorías energéticas y como elemento de investigación y de profundización sobre los conceptos adquiridos en la asignatura de “Acondicionamiento e Instalaciones I”, aplicados en este caso al estudio y evaluación de la red de AFS de un edificio público (ETSAV), y en especial sobre los grupos de presión, sobre los cuales se realizará un estudio comparativo de la eficiencia de los mismos aplicados a dicho edificio.

² IDAE. Plan de ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. Madrid. 2011

2. INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE AFS

2.1 Definición. Elementos

La **red de agua fría** sanitaria comprende el conjunto de tuberías de abastecimiento y distribución de agua, equipos de tratamiento y presión, válvulas, etc que partiendo de la red general de distribución forma un circuito abierto de agua sanitaria encargado de regular y proporcionar agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer todos los servicios sanitarios dentro de la edificación.

Los **elementos** de los que dispone la red de agua fría sanitaria son entre otros la acometida, el armario o arqueta de contador general, los montantes, los sistemas de tratamiento de agua y los sistemas de control y regulación de la presión. Estos últimos serán el objetivo de nuestro trabajo.

En cuanto a la **normativa** referente a las AFS, es el **CTE** en su "*Documento Básico HS 4, Suministro de agua*" el encargado de establecer las reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de salubridad y funcionamiento de la instalación.

A continuación se muestra un esquema general de una red de agua fría sanitaria con contador general. Este esquema será el mismo que nos encontraremos en el caso práctico.

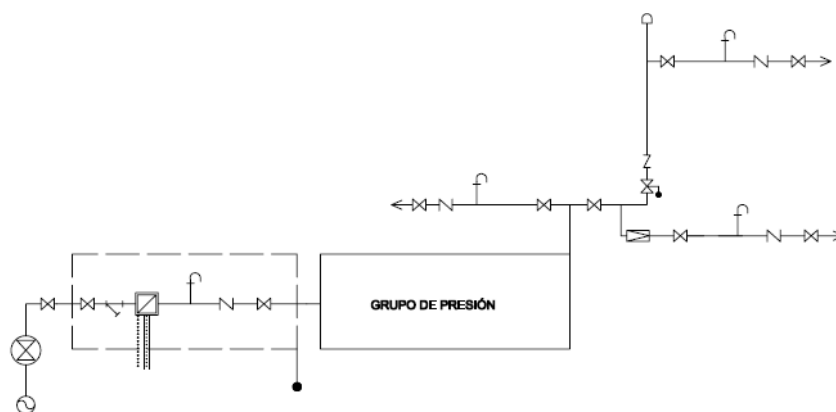


Figura 2.1.1. Esquema de red con contador general³

³ CTE. *HS 4 Suministro de agua*. Documento Básico HS 4, Salubridad. 2009.

2.1 Curva resistente de una instalación de AFS.

La **curva resistente** o **característica** de una instalación de AFS es una curva cuadrática que establece la relación entre la altura manométrica y el caudal solicitado de dicha instalación. Dicha curva se obtiene mediante el cálculo de las pérdidas de carga totales de la instalación, es decir la suma de las pérdidas de carga por tramo (eligiendo siempre la longitud más desfavorable) y las pérdidas en accesorios y otros elementos de la instalación.

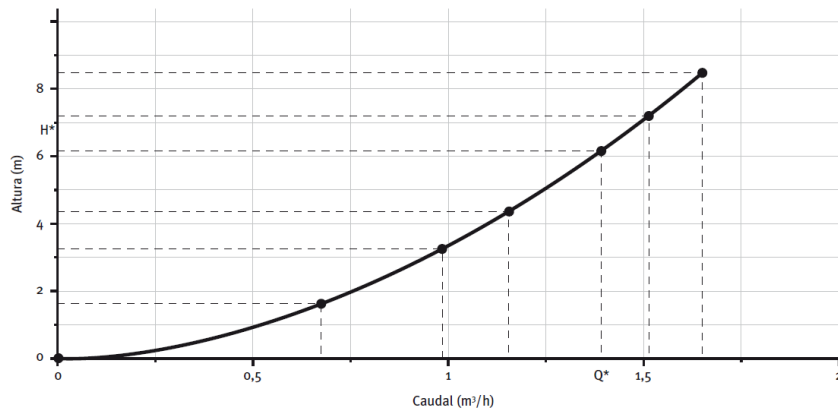


Figura 2.1.1. Curva resistente de una bomba circuladora⁴

Su objetivo no es otro que el de determinar el **punto de funcionamiento** de dicha instalación. Este se obtiene mediante la intersección de curva resistente de la instalación con la curva característica de la bomba (punto 3.5 de este documento) ya que las dos curvas son función del caudal. Este punto deberá estar siempre por encima del punto con valor el caudal solicitado máximo de la gráfica de la instalación.

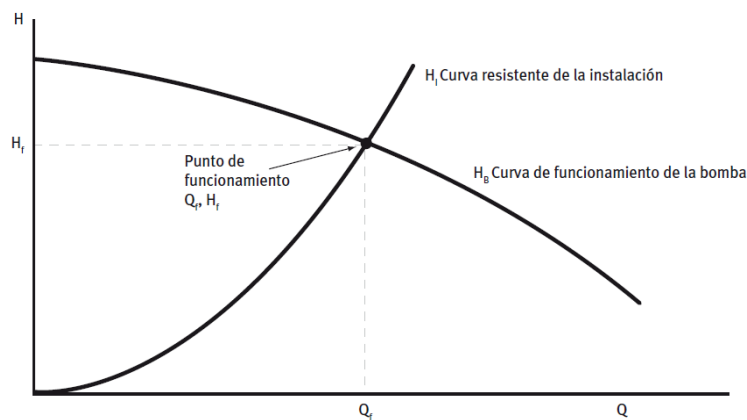


Figura 2.1.2. Cálculo gráfico del punto de funcionamiento²

⁴ ATECYR. *Guía técnica de selección de equipos de transporte de fluidos*. Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 10. IDAE. Madrid. 2012

3. GRUPOS DE PRESIÓN

3.1 Definición. Elementos

Es el sistema encargado de proveer a nuestra instalación del suministro necesario para superar las pérdidas de carga de la misma proporcionando la presión mínima en cada punto de consumo de la red requerida por el CTE en el Documento Básico HS4, Suministro de agua, cuando la presión de red no sea suficiente.

En este trabajo se busca la optimización de dichos grupos, sin embargo para poder mejorar estos dispositivos en primer lugar debemos conocer los elementos de los que se encuentran formados, porque será a partir de la optimización de estos como conseguiremos una mejora global del grupo de presión. Siguiendo el CTE, los grupos convencionales de presión constan de los siguientes elementos:

1. **Depósito auxiliar de alimentación o acumulación:** Depósito abierto que permite al grupo de presión acumular el agua necesaria para abastecer a la instalación evitando la toma directa del agua de red. Tiene como inconveniente el desaprovechamiento de la presión del agua proveniente de la red general.
2. **Equipo de bombeo:** Es el encargado de proporcionar la presión necesaria al fluido mediante la conversión de energía eléctrica en presión estática. Se encuentran compuestos como mínimo de dos electrobombas de iguales características.
3. **Depósito de presión con membrana:** Depósito cerrado, dividido en dos por una membrana, que permite suministrar la presión necesaria a la instalación evitando la puesta en marcha continua de las bombas.
4. **Bypass:** Se trata de una tubería que une la tubería de alimentación a la entrada del grupo de presión con la de salida del mismo sin pasar por él, de manera que cuando la presión de red es suficiente para abastecer la demanda el dispositivo bypass se acciona evitando la puesta en marcha del grupo de presión.

3.2 Tipos de grupos de presión.

En función de elementos de que disponga el grupo de presión y de la función que en el desempeñen, nos encontraremos con los siguientes grupos de presión:

1. Sistema **convencional**: Compuesto por un depósito de acumulación abierto, dos o más electrobombas, depósito de presión y bypass. Tiene el inconveniente como comentamos anteriormente de perder toda la presión de red en el depósito de acumulación.
2. Con depósito de **presión-acumulación**: presenta el mismo esquema que el grupo de presión anterior, sin embargo en este caso el depósito de acumulación se encuentra cerrado y con una membrana que le permite funcionar también como depósito de presión aprovechando la presión del agua de red. Este sistema es muy recomendable sobre todo en aquellas instalaciones en las que, disponiendo de pocos elementos de consumo y pocas pérdidas de carga, la presión de suministro de red es capaz de cubrir las exigencias actuando el grupo de bombeo como un sistema auxiliar de prevención de falta de presión.
3. Toma **directa de red**⁵: Este sistema prescinde del depósito de acumulación de manera que la toma de agua de red se realiza de forma directa. Incorpora un variador de frecuencia que permite al grupo de bombeo mantener la presión de trabajo a independencia del caudal solicitado manteniendo siempre los niveles de presión adecuados en el circuito.

Estos son los principales tipos de grupos de presión sobre los que nos basaremos en la propuesta de mejora y que nos permitirán dar el primer paso hacia la **optimización** del grupo actual. La elección de uno u otro nos permitirá reducir en mayor o menor medida de la pérdida de carga del sistema por lo que el dimensionamiento del grupo de bombeo exigirá la elección de un sistema de menor potencia y por lo tanto menor consumo.

⁵ Este tipo de grupo de presión no será tenido en cuenta a la hora de realizar la propuesta ya que la normativa de Valladolid no permite la toma directa de agua de red para grupos de presión.

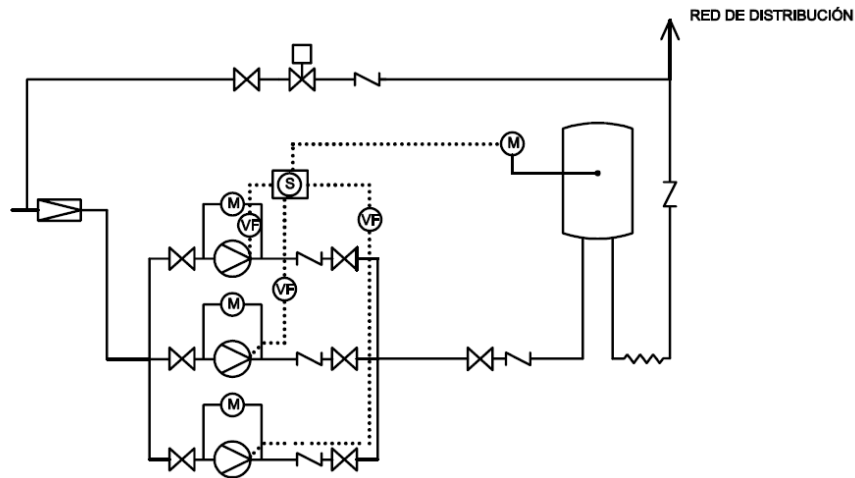


Figura 3.2.1. Esquema toma directa de red, con variador de frecuencia⁶

3.3 Equipo de bombeo.

Los grupos de bombeo se encuentran formados por dos o más máquinas **rotodinámicas**, **turbomáquinas hidráulicas** o más conocidas como **bombas centrífugas**, encargadas de aportar la presión suficiente como para vencer las pérdidas de carga de una instalación y la diferencia de altura geodésica. Se encuentran formadas principalmente por dos elementos, uno fijo llamado **estator** y otro móvil llamado **rotor** o **rodete**. Este tipo de bombas presentan la característica común de poseer una entrada **axial** del fluido al rodete de la bomba. Disponen de los siguientes elementos:

1. El **motor eléctrico** es el encargado de aportar la energía necesaria al fluido para superar las pérdidas de carga de la instalación.
2. El **estator** contiene la voluta, canal de sección creciente cuyo cometido es el de recoger el fluido proveniente del rodete transformando su energía cinética en estática de forma ideal es decir, sin pérdidas.

⁶ CTE. *HS 4 Suministro de agua*. Documento Básico H4, Salubridad. 2009.

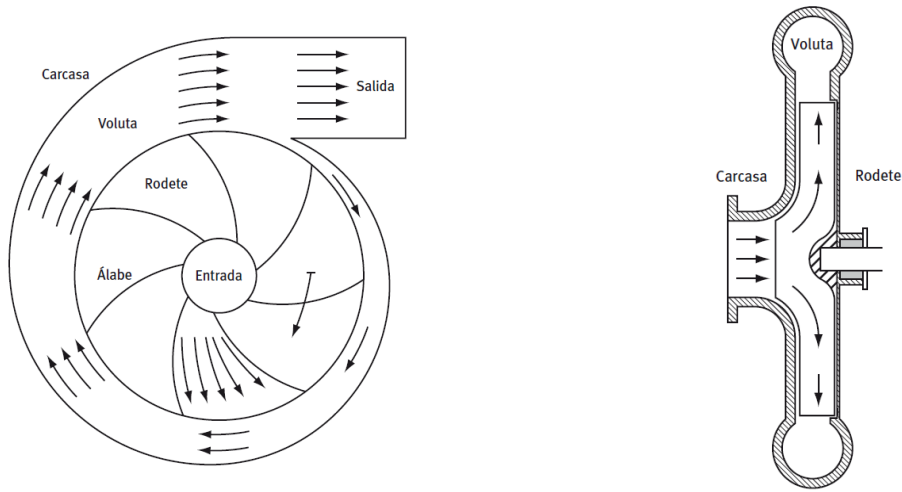


Figura 3.3.1 Esquemas de funcionamiento⁷

3. El **rodete** es el elemento principal de la bomba. Se encuentra compuesto por una serie de álabes por donde discurre el fluido hacia la voluta, cuanto mayor sea el número de álabes mejor será el flujo y por tanto la velocidad del mismo. Se dimensiona en función del punto nominal de funcionamiento. Se clasifican en función del tipo de construcción y de si son abiertos o cerrados. En la actualidad la mayoría de las bombas poseen rodetes 3D pues disponen de las ventajas del rodete axial y radial.

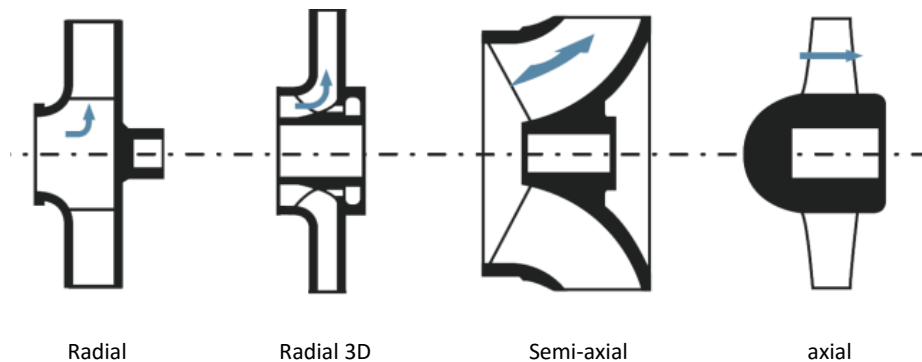


Figura 3.3.2 Tipos de rodete⁸

⁷ ATECYR. *Guía técnica de selección de equipos de transporte de fluidos*. Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 10. IDAE. Madrid. 2012

⁸ WILO SE. *Principios fundamentales de las bombas centrífugas*. Dortmund. 2005

Su **funcionamiento** consiste en la puesta en marcha de un motor eléctrico que mediante el accionamiento del eje del rodete transforma mediante los álabes la dirección axial del agua entrante por el cuello de aspiración en radial originando un aumento de presión y velocidad. Tras pasar por el rodete el líquido se acumula en la voluta perdiendo velocidad y aumentando la presión. Así es como se produce la transformación de energía eléctrica en energía cinética y presión estática.

La presión proporcionada por la bomba dependerá pues del aumento o disminución de la velocidad del fluido en el interior de la misma, modificando para ello la sección de la voluta o el número de alabes del rodete.

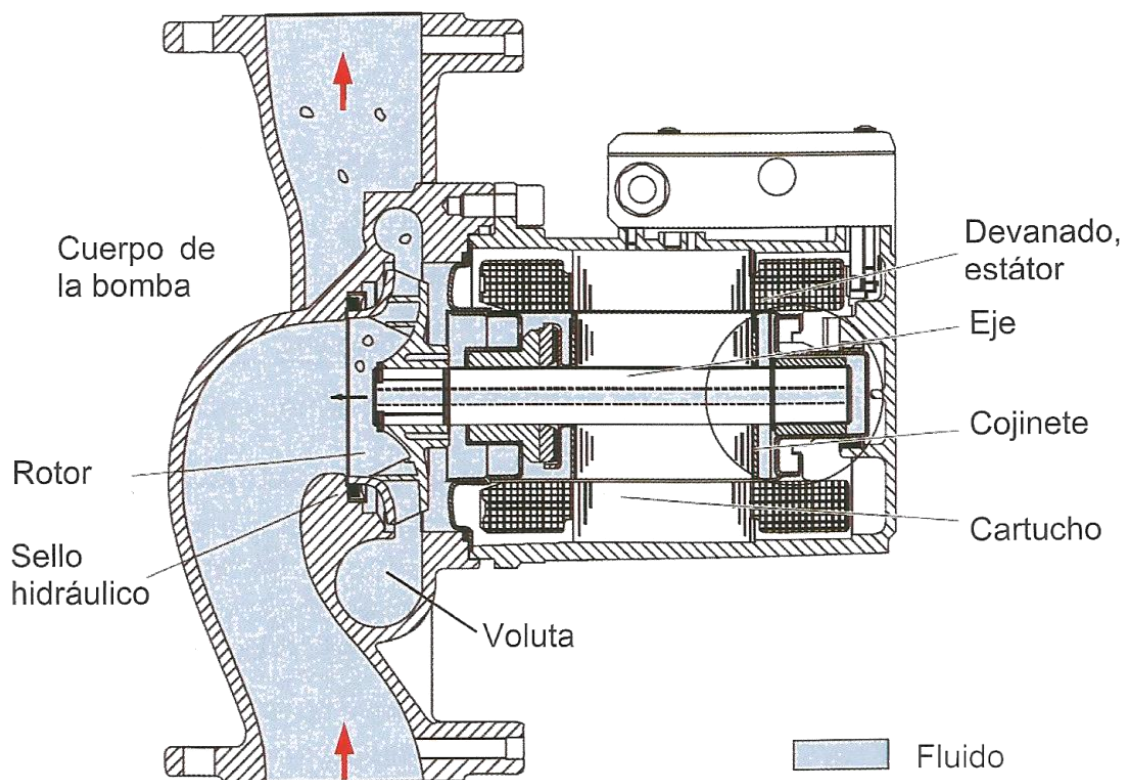


Figura 3.3.2. Elementos principales de una bomba⁹

⁹Pedro G. Vicente Quiles. DTIE 4.02, Circuitos hidráulicos y selección de bombas. ATECYR.

Todo este sistema complejo de elementos tiene como objetivo proporcionar la altura manométrica (H_m) necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación. Esta se encuentra formada por el conjunto de **pérdidas de carga totales** de las que se compone dicha instalación, como son: altura geométrica (H_G) por la diferencia de cotas entre la toma de agua de la bomba y los puntos de consumo, las pérdidas de presión en tuberías (ΔH_F), las pérdidas de presión en accesorios (ΔH_{AC}), además de la presión mínima de consumo exigida (P_p) en el punto más desfavorable por el CTE.

$$H_m = H_G + \Delta H_F + \Delta H_{AC} + P_p / \rho g$$

3.4 Tipos de bombas.

Las principales bombas utilizadas en grupos de presión de agua fría son aquellas denominadas de **rotor seco**. Reciben este nombre por no encontrarse en contacto con el fluido bombeado. Con respecto a sus hermanas las de rotor húmedo (más utilizadas en agua caliente sanitaria, calefacción y energía solar), presentan las ventajas de trabajar a potencias mucho mayores, poseer una resistencia mayor a las impurezas transportadas por el fluido así como a la calcificación, elección más precisa ya que se suministran con varios diámetros de rodete y un mayor rendimiento (siempre medido respecto a la potencia del eje). Sin embargo se trata de bombas que requieren un mayor mantenimiento y son mucho más ruidosas por culpa del motor eléctrico y el ventilador.

Generalmente las podemos encontrar de **tres** tipos diferentes: **inline** (“en línea”), **monobloc** y **horizontal**. Estas últimas son las que proporcionan mayores caudales y presiones y se ajustan mejor al punto de funcionamiento deseado. Las llamadas “en línea” suelen estar colocadas con el motor en vertical debido a su peso aunque las más pequeñas permiten la colocación en horizontal facilitando la purga del aire.

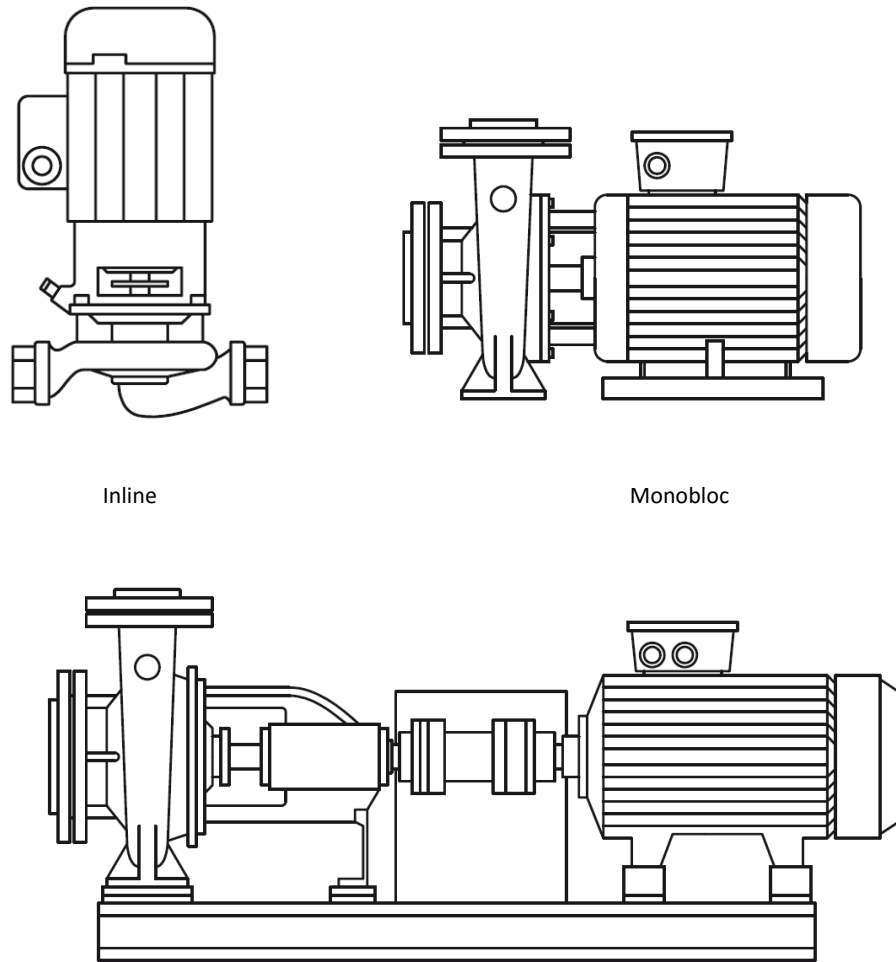


Figura 3.4.1. Horizontal¹⁰

3.5 Curvas características de una bomba

Las **curvas características** de una bomba expresan gráficamente la relación entre la **altura manométrica**, la **potencia**, el **rendimiento** y el **caudal** de una bomba. Son obtenidas en laboratorio por los fabricantes mediante variaciones de caudal en la tubería de impulsión y velocidades de giro constantes permitiéndonos conocer el comportamiento de la bomba a distintas condiciones de servicio.

¹⁰ ATECYR. *Guía técnica de selección de equipos de transporte de fluidos*. Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 10. IDAE. Madrid. 2012

Los fabricantes generalmente proporcionan las curvas de altura-caudal, potencia-caudal y la de $NPSH_N$ ¹¹, aunque algunos también incluyen la de rendimiento-caudal haciendo referencia a la potencia en el eje, por lo que para conocer el rendimiento global habría que considerar también el rendimiento del motor eléctrico. En cualquier caso el rendimiento siempre se podría calcular mediante las curvas de altura y potencia consumida. En el documento técnico de la bomba debe estar indicado si dicha potencia hace referencia a la potencia eléctrica absorbida (P1), o si en lugar de ello hace referencia a la potencia en el eje o potencia mecánica (P2). Conociendo ambas podemos calcular el rendimiento del motor eléctrico (η_{ME}), que viene dado por la siguiente expresión:

$$P1 = P2 / \eta_{ME}$$

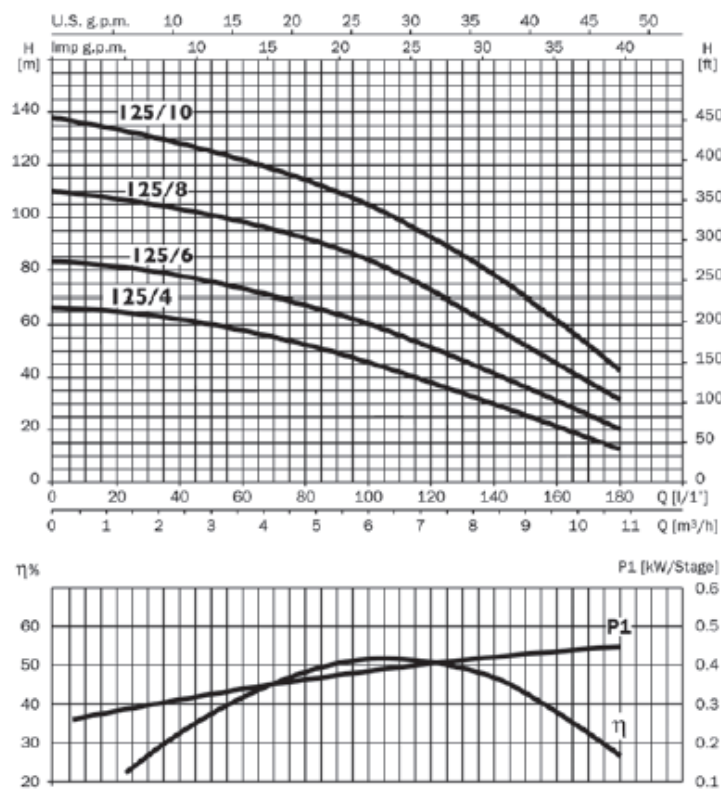


Figura 3.5.1. Curvas características de la Altura manométrica, rendimiento y potencia ¹²

¹¹ El $NPSH_N$ hace referencia a la altura neta positiva necesaria para que no se produzca cavitación, fenómeno mediante el cual las burbujas producidas en el rodete por una bajada de presión de vapor absoluta por debajo de la presión del fluido implosionan deteriorando los álabes del rodete.

¹² EBARA. *Sistemas de presurización para abastecimiento de agua*. Catálogo Informativo. Recuperado de <http://www.ebara.es/catalogos-tecnicos/> (Consulta 19/08/2016).

3.6 Acoplamiento de bombas.

El acoplamiento entre dos bombas generalmente viene provocado por la falta de **altura** de impulsión del fluido o por la falta de **caudal** necesario para la instalación. La colocación en **serie** es la solución al primero de los dos problemas mientras que el segundo se resuelve mediante la colocación en **paralelo**.

Colocación **en serie**: Sistema que, mediante la colocación de dos bombas en continuación, permite aumentar la altura manométrica en un circuito haciendo pasar el fluido de la primera bomba a la segunda manteniendo siempre la misma cantidad de caudal.

$$Q_{\text{serie}} = Q_1 = Q_2, \quad H_{m,\text{serie}} = H_{m1} + H_{m2}.$$

Colocación **en paralelo**: sistema que, mediante el acoplamiento enfrente de dos bombas, permite aumentar el caudal de una instalación manteniendo siempre la misma altura manométrica. Se utilizan en instalaciones donde se pretende conseguir un caudal elevado con poca pérdida de carga y para ajustar el caudal en circuitos con caudal variable.

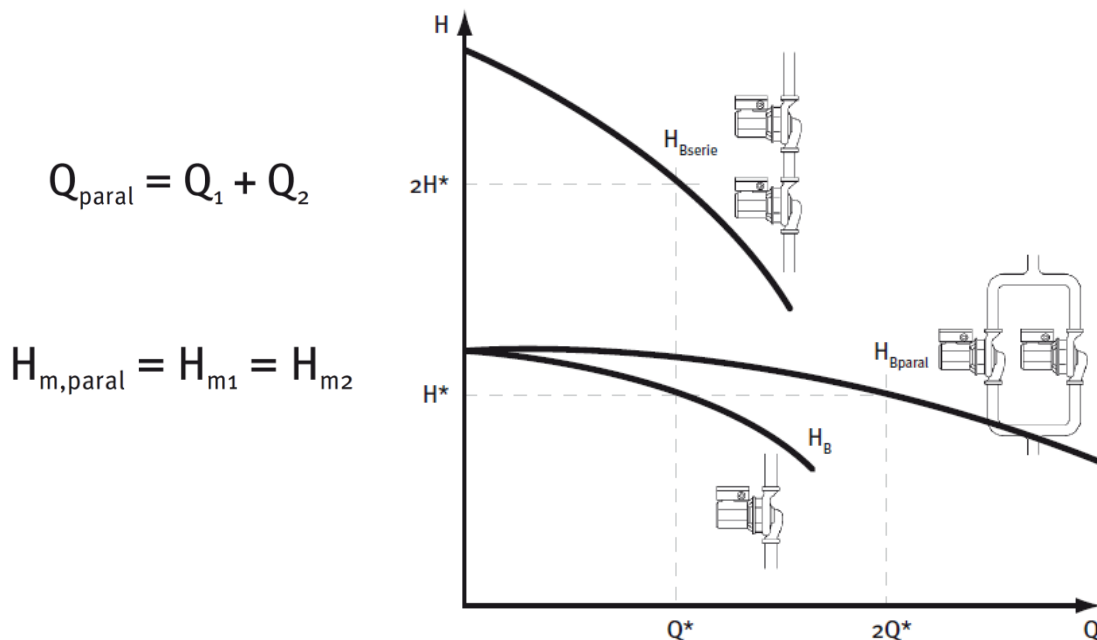


Figura 3.6.1. Curva característica acoplamiento en serie y paralelo¹³

¹³ ATECYR. *Guía técnica de selección de equipos de transporte de fluidos*. Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 10. IDAE. Madrid. 2012

3.7 Punto de funcionamiento óptimo de una bomba

Como se comentó en el apartado 1 de este trabajo “Introducción a las redes de AFS”, el punto de funcionamiento de una instalación (F_T) es la intersección de la curva resistente de la propia instalación con la curva característica de la bomba. Para la obtención de un mayor aprovechamiento de esta última dicho punto debe encontrarse lo más cercano posible al **punto nominal** o de **rendimiento máximo** de la bomba.

Sin embargo este, no es el punto de funcionamiento real ya que la instalación una vez entrada en carga sufre pequeñas variaciones que desajustan los cálculos realizados en el proyecto. Para llevar a cabo el ajuste de estas variaciones se debe realizar una puesta en marcha de la instalación definiendo la curva resistente real de la instalación, el punto de funcionamiento real (F_R) así como la regulación de los mismos para conseguir que el caudal impulsado por la bomba se adapte lo máximo posible al nominal.

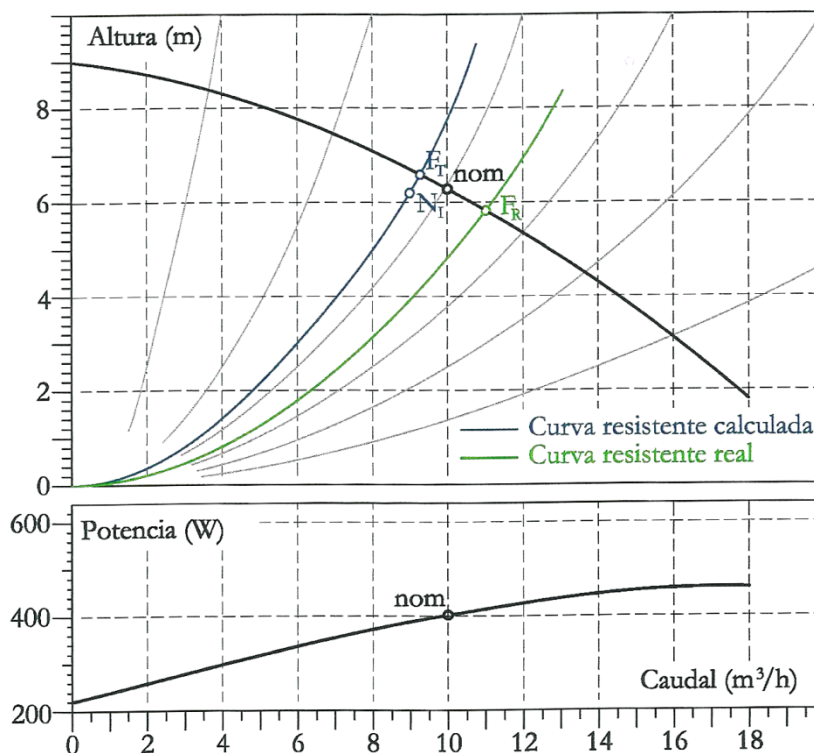


Figura 3.7.1. Curva resistente real de una bomba¹⁴

¹⁴ Pedro G. Vicente Quiles. DTIE 4.02, Circuitos hidráulicos y selección de bombas. ATECYR.

En este trabajo hablaremos más adelante de los distintos sistemas de regulación actualmente en uso pero sin llegar a realizar el cálculo y ajuste de los parámetros anteriormente comentados por no disponer de un grupo de presión con el que realizar las medidas. Sin embargo realizaremos un estudio sobre qué medios de regulación son los más eficientes energéticamente y cuales permiten un mejor y mayor ajuste para optimizar el estado de funcionamiento de una instalación.

El **punto de funcionamiento óptimo** de una bomba será aquel que se acerque al punto nominal o de rendimiento máximo del que hablamos antes. Independiente de la información de los fabricantes el rendimiento de la bomba en función de la curva característica de la instalación se puede clasificar en los siguientes rangos:

1. **Rango óptimo:** el caudal oscila entre el 85% y el 105% del nominal de la bomba acercándose al rendimiento máximo de la bomba.
2. **Rango adecuado:** entre el 66% y el 115% del caudal nominal de la bomba el funcionamiento y el rendimiento de la misma son adecuados y los exigidos por la IT 1.2.4.2.5 del RITE.
3. **Rango admisible:** entre el 20% y el 150% del caudal nominal. En estos porcentajes de caudal el rendimiento de la bomba es bastante bajo ya sea por falta de potencia para vencer las pérdidas de carga de la instalación o por exceso de potencia lo que generalmente deriva en la aparición de cavitación en el rodete de la bomba.

Para las bombas a **velocidad constante** se suele escoger un punto a la izquierda del punto de funcionamiento nominal ya que por regla general la pérdidas de carga se sobreestiman. Sin embargo para las bombas con funcionamiento con **variador de frecuencia** se suele escoger un punto a la derecha del nominal pues lo normal es que reduzcan su velocidad adaptándose a cargas parciales que se aproximan al punto nominal.

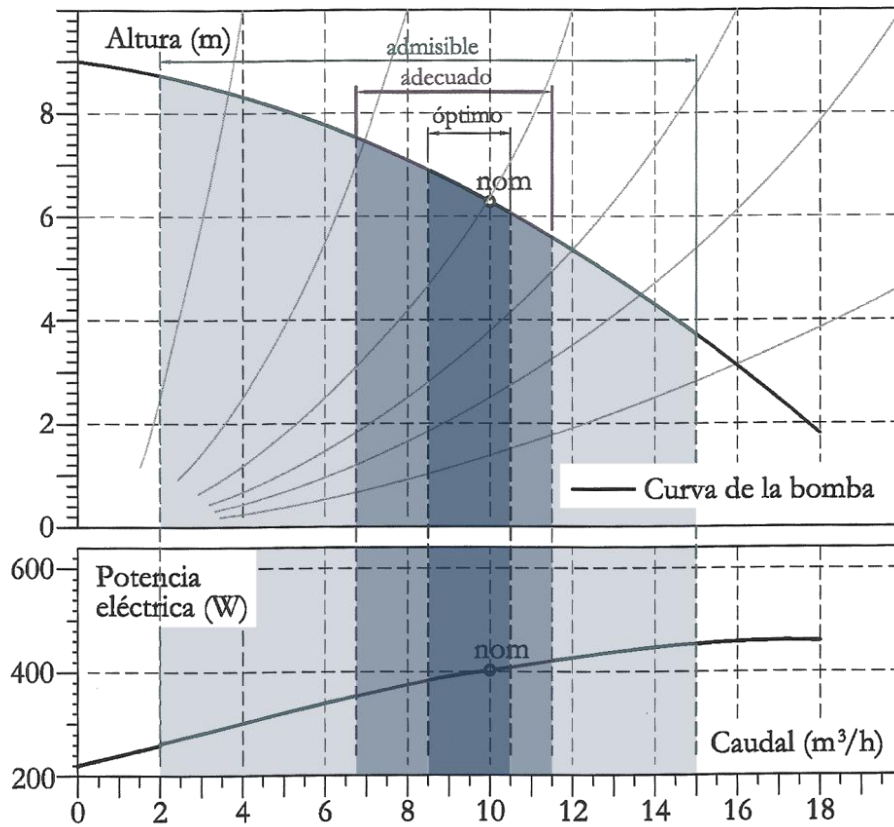


Figura 3.7.2. Rangos de funcionamiento de una bomba¹⁵

3.8 Sistemas de regulación de grupos de presión

3.8.1 Regulación mediante válvula en serie

De todos es el sistema más sencillo, consiste en la colocación de una válvula en la impulsión de la bomba que mediante la inserción de una pérdida de carga localizada modifica el caudal y en consecuencia la curva resistente de la instalación. Debido a su sencillez y economicidad es el sistema más utilizado, sin embargo es el peor de todos los sistemas que vamos a comentar energéticamente hablando. Por todo esto los fabricantes no recomiendan este como sistema de regulación, recomiendan un cambio de rodete o la incorporación de un variador de frecuencia, métodos de los que hablaremos a continuación.

¹⁵ Pedro G. Vicente Quiles. DTIE 4.02, Circuitos hidráulicos y selección de bombas. ATECYR. (Edición propia)

3.8.1 Regulación mediante válvula en by-pass

Consiste en la colocación de una válvula en la tubería by-pass del grupo de bombeo de manera que parte del caudal bombeado por este mismo vuelve de nuevo al grupo evitando así las sobrepresiones que se producirían colocando una válvula en serie. Como es obvio parte de la energía utilizada por la bomba para bombear ese caudal que vuelve al grupo es desperdicia por lo que desde el punto de vista energético es un sistema muy poco rentable.

3.8.2 Regulación mediante variación de la frecuencia

Este sistema incorpora un regulador que permite variar la velocidad de giro de la bomba modificando el caudal y la presión en función de las exigencias de la instalación. De este modo se consigue un control sobre la presión y sobre el caudal permitiéndonos trabajar sobre uno, sobre el otro o sobre los dos a la vez. Modificando la frecuencia conseguimos modificar también la curva característica y consecuentemente el punto de funcionamiento.

Dese el punto de vista energético es el más rentable de todos ya que racionaliza de forma proporcional el funcionamiento de todas las bombas del grupo de presión en función de la demanda de la instalación, evitando la puesta en marcha innecesaria del sistema evitando por tanto el consumo desproporcionado de energía eléctrica. Los únicos inconvenientes que aporta esta propuesta son el consumo eléctrico del variador, generalmente un 10% de la potencia consumida por la bomba, y el ruido eléctrico de dicho variador que en ocasiones genera problemas o distorsiones en el sistema de medida.

En función del tipo de regulación que se desee podemos obtener distintos sistemas. La mayoría se suelen hacer sobre instalaciones con caudal variable, así nos encontramos sistemas con:

1. Variación de caudal y presión diferencial constante.
2. Variación de caudal y presión diferencial variable.

En el primero el regulador fija la altura para la situación de caudal máximo de manera que esta se mantendrá siempre independientemente del caudal demandado. Así pues el sistema reducirá o aumentará el caudal en función de la demanda pero siempre con la misma altura. Este sistema tiene la ventaja de disminuir la velocidad del fluido al disminuir el caudal por lo que evita problemas de ruido por exceso de caudal.

En el segundo sin embargo la presión disminuye conforme disminuye la demanda de caudal. Es un sistema más utilizado en circuitos de recirculación como variante del anterior.

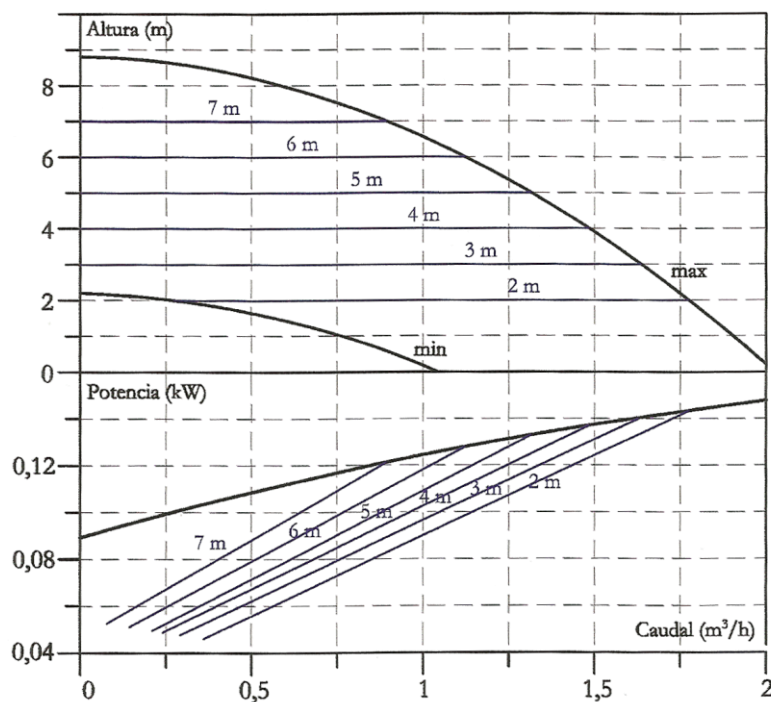


Figura 3.8.3.1 Variación del caudal a presión constante¹⁶

3.8.3 Cambio de la bomba o rodete

Este sistema es más empleado para las instalaciones a caudal constante. Muchos fabricantes proporcionan varios tipos de rodete para una misma bomba, esto nos permite, una vez instalada la bomba, ajustar el punto de funcionamiento de la misma a la curva resistente real de la instalación cambiando dicho rodete o recortándolo.

¹⁶ Pedro G. Vicente Quiles. DTIE 4.02, Circuitos hidráulicos y selección de bombas. ATECYR.

4. CASO PRÁCTICO (E.T.S.A.V.)

4.1 Toma de datos

Antes de empezar con la inspección detallada de la distribución de tuberías y de los elementos que componen la instalación se ha realizado una búsqueda de los datos básicos y significativos del edificio que pudieran servir de ayuda para su comprensión y que se adjuntan en la siguiente tabla.

	Edificio Académico	Edificio de Dirección y Administración
Año de Construcción	1989	1974-79
Número de Alturas	B+2	B+4
Tipología estructural	Estructura y cimentación de hormigón armado y fachada de ladrillo cara vista	Estructura y cimentación de hormigón armado y fachada de ladrillo cara vista
Sótanos	1	1
Cambios de uso en las plantas	Si	Si
Cambios en la distribución de las plantas	No	Si

Figura 4.1.1. Datos básicos del edificio (Elaboración propia)

Una vez conocidos los datos más significativos se ha procedido a recopilación de toda información referente al edificio: planos, archivos en dwg, fotos, etc, necesarios para el reconocimiento del estado actual y del estado proyectado del edificio. Cabe destacar que la mayoría de la información recopilada no era del todo fiable, sobre todo aquella relativa a al edificio administrativo pues este había sufrido distintas variaciones a lo largo del tiempo ya que fue diseñado como edificio de oficinas y posteriormente fue readaptado a edificio educacional.

Por este motivo se realizó una primera inspección en ambos edificios, académico y de dirección y administración, para comprobar dichos cambios y el uso actual de los distintos espacios¹⁷. En la mayoría de los casos los cambios han supuesto una mera redistribución de despachos y oficinas pero como era de esperar ciertas zonas como la cafetería y algunos laboratorios han sufrido cambios influyentes en cuanto a la instalación de fontanería se refiere, ya sea por eliminación o incorporación de elementos a la red.

Para llevar a cabo esta tarea se utilizó la información en formato digital aportada por el profesor y tutor de este trabajo Alberto Meiss Rodríguez que nos permitió tanto a Isabel, colaboradora en la inspección, como a mí realizar dicho trabajo con mayor velocidad y precisión.

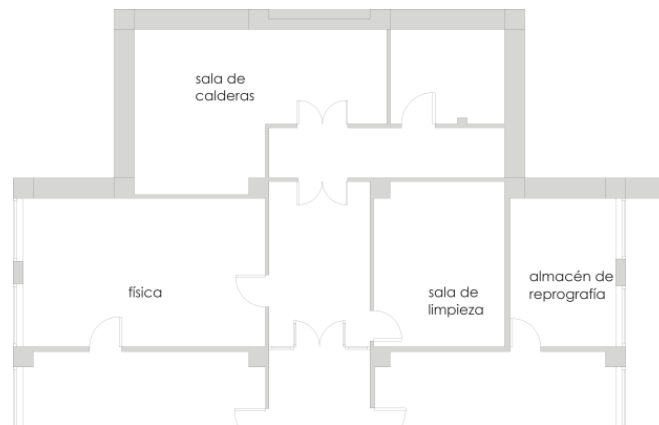


Figura 4.1.2 Estado Inicial, sala de calderas Edificio de Direc. Y Administración (Elaboración propia)

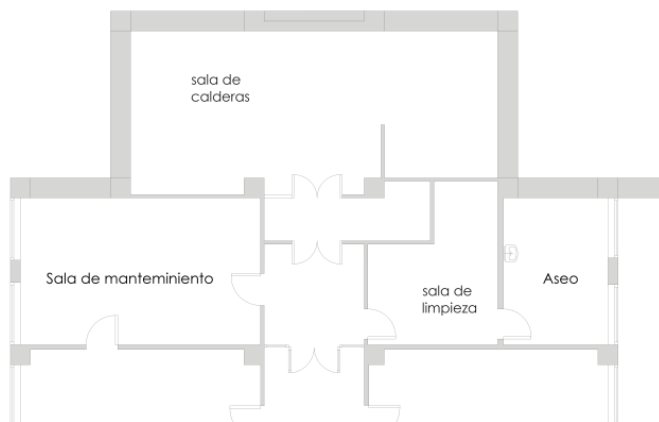


Figura 4.1.2 Estado Actual, sala de calderas Edificio de Direc. Y Administración (Elaboración propia)

¹⁷ Esta documentación se adjuntará en el Anexo I y II, en el cual se podrá comprobar la documentación existente antes de la inspección y los cambios realizados de acuerdo con el estado actual.

4.2 Reconocimiento

A continuación se procedió al reconocimiento del estado de la instalación de fontanería, para lo cual fue fundamental la colaboración del empleado de mantenimiento D. Ramón Alejos Ducal, quien nos proporcionó acceso a las salas de calderas, a puntos inaccesibles de la red como puntos registro, las deficiencias así como las reformas y modificaciones llevadas a cabo durante su estancia como encargado de mantenimiento.

La toma a la red general urbana se realiza por la calle Francisco Hernández Pacheco (calle entre la ETSAV y el Aulario) de la cual parte el tubo de acometida hacia el interior de la parcela. Colocado en una arqueta de registro enterrada al lado del acceso suroeste, se encuentra el contador general y de él sale la tubería principal de distribución que discurre a través del parking hacia la primera sala de mantenimiento, situada en el sótano del ala sudoeste del edificio académico¹⁸.



Figura 4.2.1. Planta de situación. Red general de suministro
(Imagen "Google maps-2016" y edición propia)

¹⁸ Es interesante mencionar como en un principio la toma a la red de abastecimiento general se producía por el edificio de dirección e investigación y no por el académico como ocurre en este momento, pues con la ampliación de la escuela la sala principal de grupo de presión pasó a ser la de este último adaptando la instalación antigua a la nueva.



Figura 4.2.2. Arqueta de contado general (Elaboración propia)

Ya en el interior la tubería principal se divide en dos, una hacia el grupo de presión del edificio donde se encuentra y la otra hacia el edificio administrativo. La primera discurre por el falso techo de la planta sótano, en horizontal, y por patinillos situados a la entrada de los baños, en vertical dejando una derivación por planta hacia cada baño.



Figura 4.2.3. Sala de calderas, Edificio Docente. (Elaboración propia)



Figura 4.2.4. Patinillo de instalaciones, 1º Planta. (Elaboración propia)

La segunda¹⁹ discurre también por falso techo atravesando el hall del sótano del edificio académico hacia la sala del grupo de presión del edificio de dirección y administración situada en el ala norte junto a la sala de mantenimiento. Sin embargo, en este caso las tuberías no discurren por el falso techo sino que lo hacen por forjado sanitario hacia el ala sur sacando una derivación que da servicio a la antigua cocina y donde, mediante patinillos adosados a los pilares, ascienden planta por planta dejando las correspondientes derivaciones hacia los baños de dicha parte del edificio.



Figura 4.2.5. Sala de calderas, Edificio Administrativo. (Elaboración propia)

¹⁹ Es de esta segunda derivación de donde se extraen las derivaciones a los laboratorios de construcción y de instalaciones situados en la planta sótano del edificio docente.



Figura 4.2.6. Patinillo a pie de pilar (Elaboración propia)

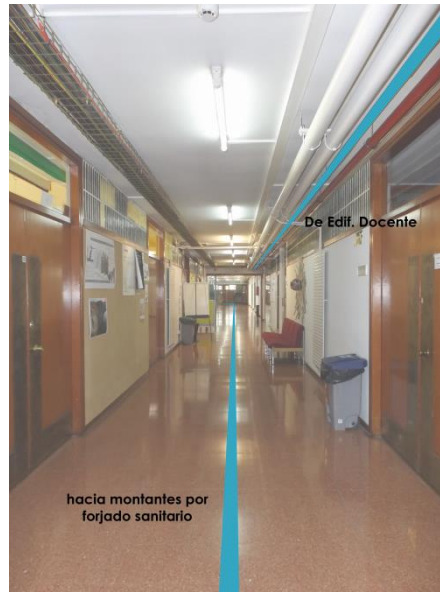


Figura 4.2.7. Distribución por forjado sanitario. (Elaboración propia)

4.3 Identificación

Una vez localizados todos los elementos de la instalación y su recorrido a lo largo de ambos edificios se ha procedido al análisis en particular de los grupos de presión con el fin de analizar el funcionamiento de la instalación.

El grupo de presión correspondiente al **edificio académico** se encuentra formado dos depósitos de acumulación de 2000 l, dos electrobombas trifásicas centrífugas monobloc “todo o nada” en paralelo con control automático, depósito de presión hidroneumático y “bypass”. Las tuberías son de acero galvanizado variando sus diámetros entre 2 ½” y ¾”.

NM 40.20	
N: 90287 8	A: 28/16.2
V: 220A 380Y	Hz:50
n:2900	m: 57/46
L/min: 250/550	CV: 10

Figura 4.3.1. Descripción bomba. (Elaboración propia)



Figura 4.3.2. Depósito de presión. (Elaboración propia)



Figura 4.3.3. Grupo de presión Ed. Académico. (Elaboración propia)



Figura 4.3.4. Grupo de presión Ed. De Direcc. E Investigación (Elaboración propia)

En cuanto al grupo de presión del **edificio de dirección e investigación**, este se encuentra formado por un solo depósito de acumulación de 1100 de capacidad, dos electrobombas trifásicas centrífugas en vertical ITUR “todo o nada” en paralelo con control manual, depósito de presión también ITUR de 1000 l de capacidad y “bypass”. En la imagen de dicho grupo (figura 4.3.4) se puede observar como el depósito de alimentación, la tubería que compone el bypass y la que conecta el depósito de alimentación son totalmente nuevos. El primero no disponía de la capacidad suficiente y la segunda y la tercera no existían.

NM 40.20	
N: 178251	A: 10.5/6.1
V: 220/380	Hz:50
n:2900	m: 65
Caudal l/h: 6250	R.P.M: 2870

Figura 4.3.5. Descripción bomba (Elaboración propia)



Figura 4.3.6. Depósito de presión (Elaboración propia)

4.4 Cálculo

4.4.1 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación se ha procedido a realizar el cálculo del caudal instalado de la misma siguiendo las condiciones mínimas de suministro indicadas en el apartado 2.1.3 del HS4 del CTE.

	nº	Qins (l/s)	Qins Total (l/s)
EDIFICIO ACADÉMICO			56,3
BAÑO CHICOS	3		21,3
Lavavos	4	0,1	0,4
Inodoro fluxor	5	1,25	6,25
urinario grifo temporizado	3	0,15	0,45
TOTAL			7,1
BAÑO CHICOS BIBLIOTECA N	1		3,25
Lavavos	3	0,1	0,3
Inodoro fluxor	2	1,25	2,5
urinario grifo temporizado	3	0,15	0,45
TOTAL			3,25
BAÑO CHICOS BIBLIOTECA S	1		4,25
Lavavos	2	0,1	0,2
Inodoro fluxor	3	1,25	3,75
urinario grifo temporizado	2	0,15	0,3
TOTAL			4,25
BAÑO CHICAS	3		20,25
Lavavos	5	0,1	0,5
Inodoro fluxor	5	1,25	6,25
TOTAL			6,75
BAÑO CHICAS BIBLIOTECA N	1		4,05
Lavavos	3	0,1	0,3
Inodoro fluxor	3	1,25	3,75
TOTAL			4,05
BAÑO CHICAS BIBLIOTECA S	1		2,9
Lavavos	4	0,1	0,4
Inodoro fluxor	2	1,25	2,5
TOTAL			2,9
LAB. CLIMATIZACIÓN	1		0,3
Fregadero no doméstico	1	0,3	0,3
TOTAL			0,3

Figura 4.4.1.1 Caudal instalado Edificio Académico²⁰ (Elaboración propia)

²⁰ Para el cálculo del caudal instalado del edificio de dirección e investigación no se han tenido en cuenta los caudales del laboratorio de construcción, del de instalaciones ni del de la sala de limpieza, que figuran en la segunda tabla, por no encontrarse dentro del circuito de fontanería al que da servicio el grupo de presión de dicho edificio. Se considera que dichos locales poseen la presión necesaria tomándola de la presión de red por encontrarse antes de dicho grupo de presión.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.

	nº	Q _{ins} (l/s)	Q _{ins} Total (l/s)
EDIFICIO DE DIRECCIÓN E INVESTIGACIÓN			49,7
Baño Tipo1	1		5,3
Lavavos	3	0,1	0,3
Inodoro fluxor	4	1,25	5
TOTAL			5,3
Baño Tipo2	3		16,5
Lavavos	2	0,1	0,2
Inodoro fluxor	4	1,25	5
urinario grifo temporizado	2	0,15	0,3
TOTAL			5,5
Baño Tipo3	5		26,75
Lavavos	2	0,1	0,2
Inodoro fluxor	4	1,25	5
urinario grifo temporizado	1	0,15	0,15
TOTAL			5,35
LAB. CONSTRUCCIÓN	1		0,6
Fregadero no doméstico	1	0,3	0,3
Grifo aislado	2	0,15	0,3
TOTAL			0,6
LAB. INSTALACIONES	1		0,6
Fregadero no doméstico	2	0,3	0,6
TOTAL			0,6
SALA LIMPIEZA	1		0,1
Lavavo	1	0,1	0,1
TOTAL			0,1
COCINA	1		1,15
Fregadero no doméstico	1	0,3	0,3
Lavavajillas indrustial	1	0,25	0,25
Grifo aislado	4	0,15	0,6
TOTAL			1,15

Figura 4.4.1.2 Caudal instalado Edificio de Dirección e Investigación (Elaboración propia)

Una vez obtenidos los datos del caudal instalado de cada edificio hemos calculado el caudal de punta o simultáneo de ambos siguiendo el método de la Norma UNE 149201:2008, en el cual el Q_s se obtiene mediante una expresión empírica que depende de los coeficientes a, b y c del uso de edificio y del caudal total instalado.

$$Q_s = a \cdot (Q_{inst})^b + c$$

Figura 4.4.1.3 Fórmula genérica²¹

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.

Uso del Edificio	$Q_{inst} \leq 1,5 \text{ l/s}$	$1,5 < Q_{inst} \leq 20 \text{ l/s}$	$Q_{inst} > 20 \text{ l/s}$
Escuelas, polideportivos	$Q_s = Q_{inst}$	$Q_s = 4,4 \cdot (Q_{inst})^{0,27} - 3,41$	$Q_s = -22,5 \cdot (Q_{inst})^{0,5} + 11,5$

Figura 4.4.1.4 Tabla cálculo de simultaneidad²¹

Caudal de punta o simultáneo	Caudal de punta o simultáneo
$Q_{inst} > 20 \text{ l/s}$	$Q_{inst} > 20 \text{ l/s}$
$Q_s = -22,5 \cdot (Q_{inst})^{-0,5} + 11,5$	$Q_s = -22,5 \cdot (Q_{inst})^{-0,5} + 11,5$
8.50	8.31

Figura 4.4.1.5 Caudal de punta del tramo AC, Edificio Académico (izq) y del tramo AB, Edificio de Dirección e Investigación (drch). (Elaboración propia)

A continuación se muestra el esquema de la instalación del edificio académico incluyendo el grupo de bombeo, marcando el tramo más desfavorable utilizado para el cálculo, que en este caso corresponde con el baño de chicos del ala Norte de la biblioteca.

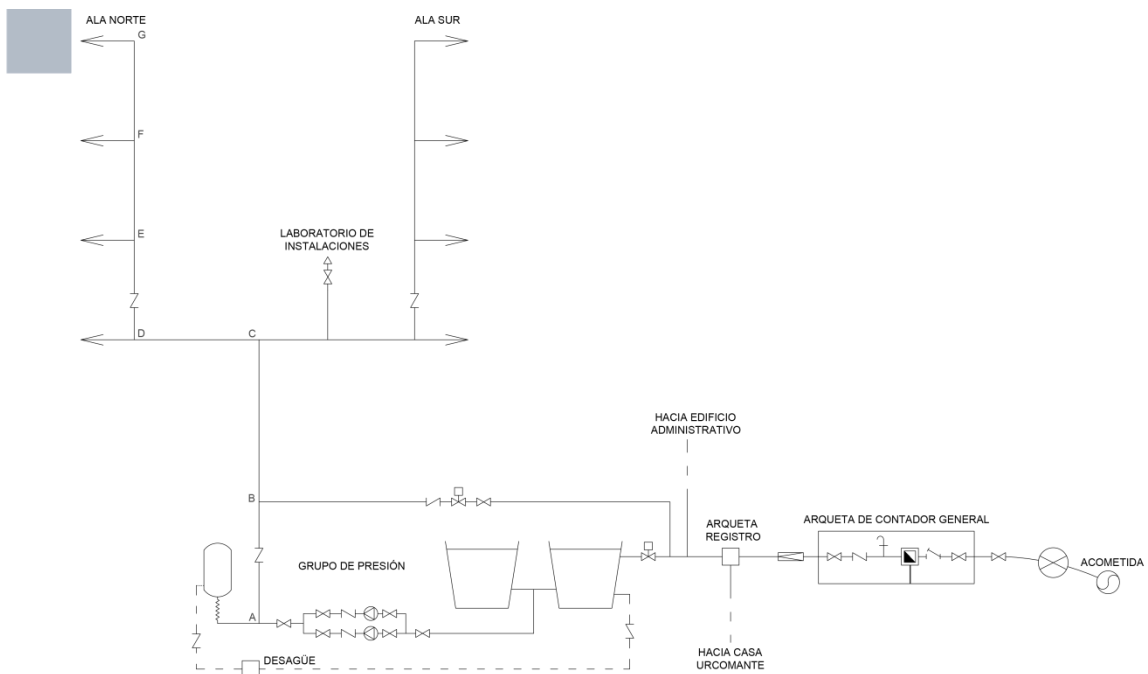


Figura 4.4.1.6 Esquema de la instalación de fontanería del Edificio Académico (Elaboración propia)

²¹ Alberto Meiss Rodríguez. "Acondicionamiento e instalaciones I".

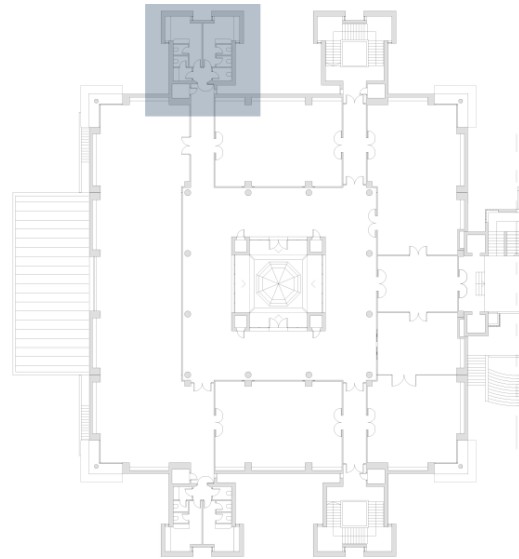


Figura 4.4.1.7 Planta 3ª Edificio Académico (Elaboración propia)

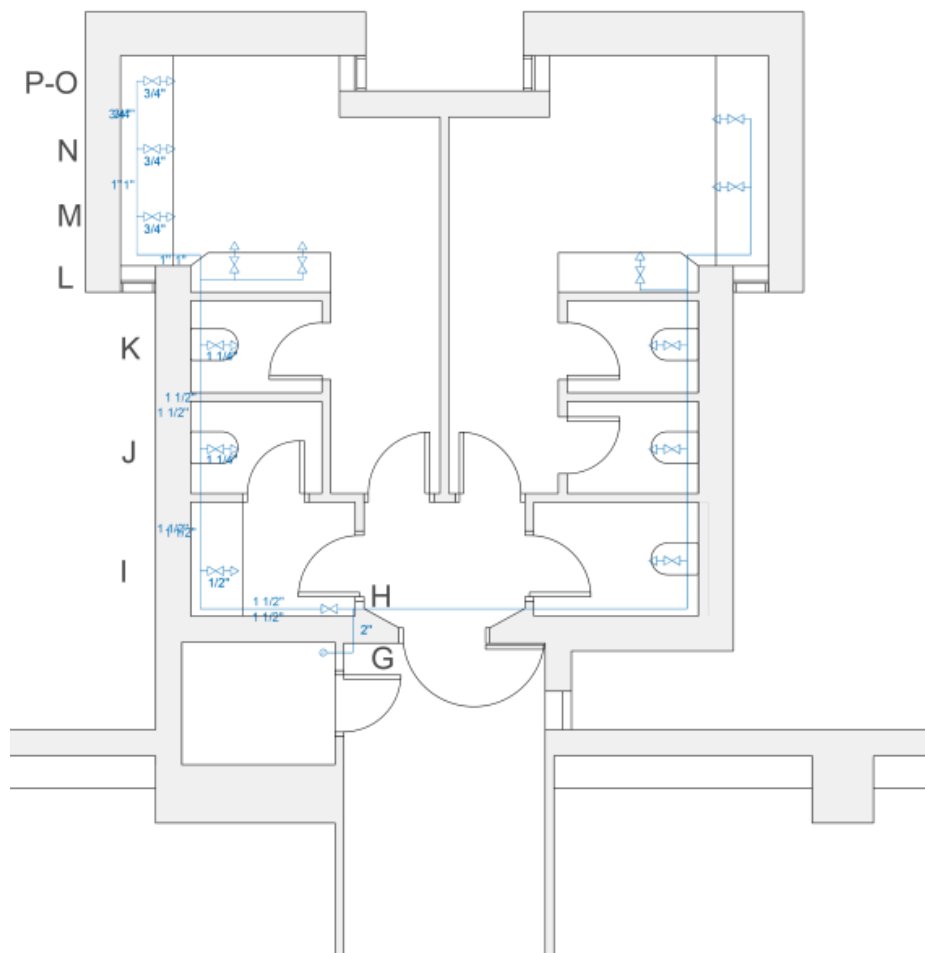


Figura 4.4.1.8 Planta baño chicos/as del ala Norte de la biblioteca
Edificio Académico (Elaboración propia)

En el caso del edificio de dirección e investigación el punto más alejado se encuentra en el baño de la planta 3ª del ala sur. Cabe destacar que tanto en el diseño como en el cálculo se han incluido la sala de limpieza, la cual no aparecía en proyecto, y la cocina a pesar de que esta última no se encuentre en funcionamiento actualmente.

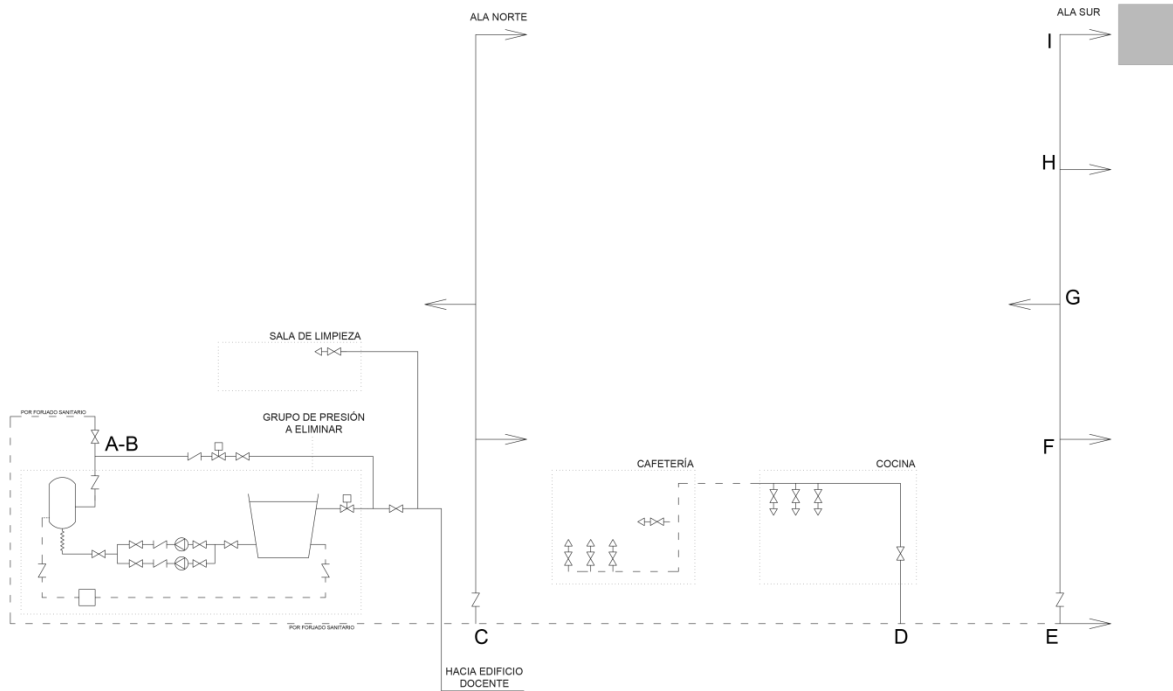


Figura 4.4.1.9 Esquema de la instalación de fontanería del Edificio de Dirección e Investigación (Elaboración propia)

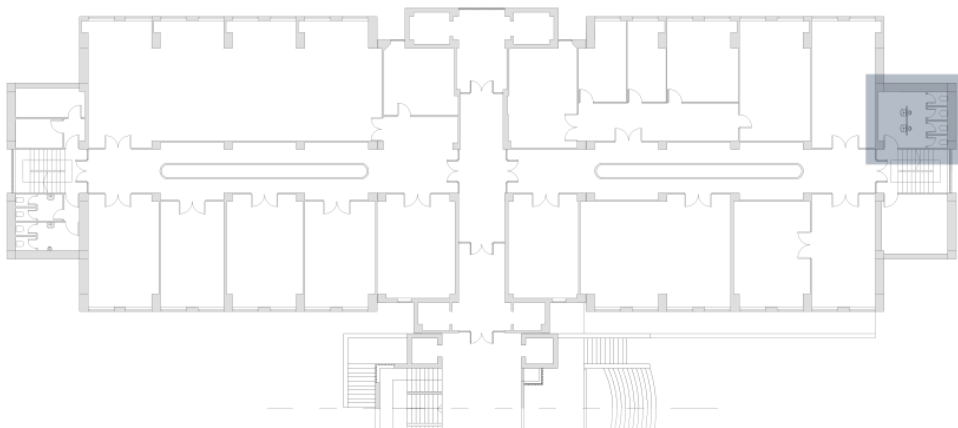


Figura 4.4.1.10 Planta 3ª Edificio de Dirección e Investigación (Elaboración propia)

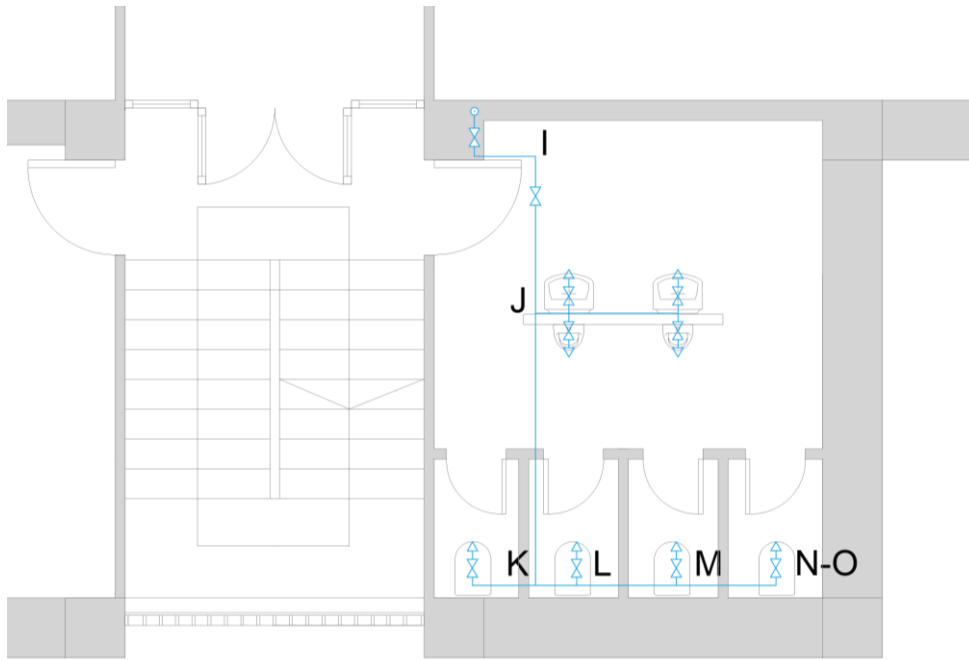


Figura 4.4.1.11 Planta baño chicos tipo 2 ala Sur
Edificio de Dirección e Investigación (Elaboración propia)

El cálculo de las pérdidas unitarias por tramo se ha realizado utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach, la cual viene dada por la relación entre el factor de rozamiento, la velocidad del agua por tramo, su densidad y el diámetro interior de dicho tramo tubería.

$$j = \frac{f}{\Phi_{\text{int}}} \cdot \frac{U^2 \cdot \rho}{2} \quad (\text{Pa/m})$$

Figura 4.4.1.12 Ecuación de Darcy-Weisbach²²

Conocidos la densidad del agua y el diámetro interior (\varnothing Int), obtenido en la inspección, la velocidad (U) del agua en cada tramo viene dada por la definición de caudal:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A \cdot \ell}{t} = A \cdot U$$

Figura 4.4.1.13 Definición de caudal²²

²² Alberto Meiss Rodríguez. "Acondicionamiento e instalaciones I".

El factor de rozamiento ha sido obtenido mediante el diagrama de Moody, previo cálculo del número de Reynolds (Re), número adimensional que establece la relación entre las fuerzas de viscosidad y la de inercia, y de la rugosidad relativa (ϵ_r), obtenida tras dividir la rugosidad del material (ϵ) entre el diámetro interior de la tubería (ϕ_{int}), en este caso de acero galvanizado.

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot \Phi_{int}}{\mu}$$

Figura 4.4.1.14 Nº de Reynolds⁶

Material	ϵ (mm)
Acero galvanizado	0,15
Cerámica vitrificada	0,60
Cobre	0,0015
Fibrocemento	0,015
Fundición	0,40
Hormigón liso	0,30
Hormigón rugoso	3,00
Plástico (PE, PVC, PP, PB)	0,01

ACERO GALVANIZADO Normas UNE 19-047 y 19-048			
ϕ Nominal pulgadas	ϕ Nominal mm	Espesor mm	ϕ Interior mm
3/8	10	2,3	12,6
1/2	15	2,6	16,1
3/4	20	2,6	21,7
1	25	3,2	27,3
1 1/4	32	3,2	36,0
1 1/2	40	3,2	41,9
2	50	3,6	53,1
2 1/2	65	3,6	68,9
3	80	4,0	80,9
4	100	4,5	106,3
5	125	5,0	129,7
6	150	5,0	155,1

Figura 4.4.1.15 Rugosidad de los materiales

Figura 4.4.1.16 Diámetro nominal

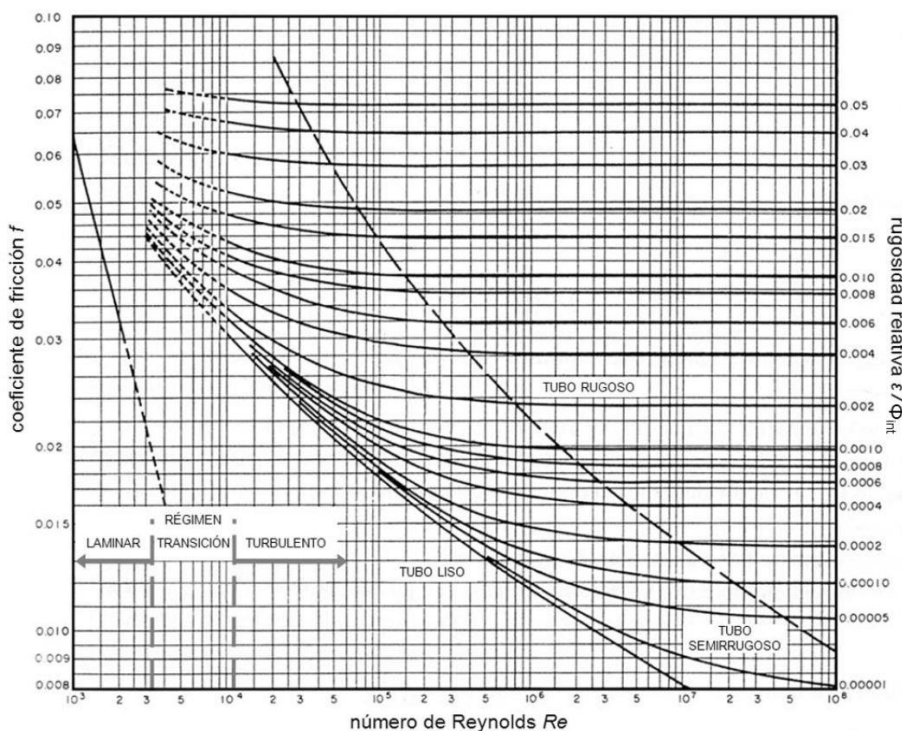


Figura 4.4.1.17 Diagrama de Moody²³

²³ Alberto Meiss Rodríguez. "Acondicionamiento e instalaciones I".

En las dos tablas que se muestran a continuación se pueden observar las pérdidas de carga por metro lineal de ambos edificios. En rojo se aparecen la rugosidad característica de cada material, el número de Reynolds (Re) y el factor de rozamiento (f).

TRAMO	MATERIAL	Nominal ϕ pulgadas	Nominal ϕ mm	Espesor mm	Interior ϕ mm	ϵ m	ϵ_r mm	μ 10°C (kg/m*s)	ρ 10°C (kg/m³)	Re	Q m³/s	A m²	U m/s	f	j Pa/m	j mca/m
AB	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	120172	0,0085	0,0037	2,28	0,0250	942,99	0,096
BC	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	120172	0,0085	0,0037	2,28	0,0250	942,99	0,096
CD	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	103088	0,0073	0,0037	1,96	0,0253	700,87	0,071
DE	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	93967	0,0066	0,0037	1,78	0,0259	597,33	0,061
EF	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	79596	0,0056	0,0037	1,51	0,0561	928,68	0,095
FG	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	58179	0,0041	0,0037	1,10	0,0270	238,70	0,024
GH	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	75490	0,0041	0,0022	1,86	0,0278	903,98	0,092
HI	ACERO G.	1 1/2 "	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	61335	0,0026	0,0014	1,91	0,0298	1302,00	0,133
IJ	ACERO G.	1 1/2 "	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	60154	0,0026	0,0014	1,88	0,0295	1239,72	0,126
JK	ACERO G.	1 1/2 "	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	42365	0,0018	0,0014	1,32	0,0310	646,18	0,066
KL	ACERO G.	1 "	25	3,2	27,3	0,00015	0,005495	0,00131	999,77	23189	0,0006	0,0006	1,11	0,0350	790,26	0,081
LM	ACERO G.	1 "	25	3,2	27,3	0,00015	0,005495	0,00131	999,77	16054	0,0004	0,0006	0,77	0,0360	389,59	0,040
MN	ACERO G.	1 "	25	3,2	27,3	0,00015	0,005495	0,00131	999,77	10703	0,0003	0,0006	0,51	0,0367	176,28	0,018
NO	ACERO G.	3/4 "	20	2,6	21,7	0,00015	0,006912	0,00131	999,77	6732	0,0001	0,0004	0,41	0,0424	160,67	0,016
OP	ACERO G.	3/4 "	20	2,6	21,7	0,00015	0,006912	0,00131	999,77	6732	0,0001	0,0004	0,41	0,0424	160,67	0,016

Figura 4.4.1.16 Edificio Académico (Elaboración propia)

TRAMO	MATERIAL	Nominal ϕ pulgadas	Nominal ϕ mm	Espesor mm	Interior ϕ mm	ϵ m	ϵ_r mm	μ 10°C (kg/m*s)	ρ 10°C (kg/m³)	Re	Q m³/s	A m²	U m/s	f	j Pa/m	j mca/m
AB	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117445	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	882,67	0,090
BC	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117445	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	882,67	0,090
CD	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	107731,5	0,0076	0,0037	2,04	0,0247	748,76	0,076
DE	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	106769,8	0,0076	0,0037	2,03	0,0247	735,46	0,075
EF	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	94283,84	0,0067	0,0037	1,79	0,0258	599,04	0,061
FG	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	84054,24	0,0059	0,0037	1,59	0,0260	479,80	0,049
GH	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	70632,4	0,0050	0,0037	1,34	0,0262	341,41	0,035
HI	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	50349,6	0,0036	0,0037	0,96	0,0270	178,78	0,018
IJ	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	50349,6	0,0036	0,0037	0,96	0,0270	178,78	0,018
JK	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	62082,46	0,0034	0,0022	1,53	0,0280	615,79	0,063
KL	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	52768,51	0,0029	0,0022	1,30	0,0282	448,06	0,046
LM	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	40810,94	0,0022	0,0022	1,00	0,0300	285,11	0,029
MN	ACERO G.	1 1/2 "	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	29055,65	0,0013	0,0014	0,91	0,0313	306,89	0,031
NO	ACERO G.	1 1/2 "	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	29055,65	0,0013	0,0014	0,91	0,0313	306,89	0,031

Figura 4.4.1.17 Edificio de Dirección e Investigación (Elaboración propia)

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.

En las dos siguientes aparecen los resultados de calcular las pérdidas de carga por tramo totales de la instalación utilizando el “Método de proporcionalidad de las pérdidas de carga”.

LONGITUD MÁS DESFAVORABLE - EDIFICIO ACADÉMICO											
TRAMO	Qins (l/s)	Qs (l/s)	L (m)	Leq (m)	Tubería	ϕnom (mm)	U (m/s)	j (mca/m)	J (mca)	Δh (m)	J±Δh (mca)
AB	56,30	8,50	3,00	3,60	ACERO G.	68,9	2,28	0,096	0,346	3,00	3,346
BC	56,30	8,50	7,00	8,40	ACERO G.	68,9	2,28	0,096	0,808	0,00	0,808
CD	28,60	7,29	35,00	42,00	ACERO G.	68,9	1,96	0,071	3,002	0,00	3,002
DE	21,50	6,65	4,50	5,40	ACERO G.	68,9	1,78	0,061	0,329	4,50	4,829
EF	14,40	5,63	4,50	5,40	ACERO G.	68,9	1,51	0,095	0,511	4,50	5,011
FG	7,30	4,12	4,50	5,40	ACERO G.	68,9	1,10	0,024	0,131	4,50	4,631
GH	7,30	4,12	0,50	0,60	ACERO G.	53,1	1,86	0,092	0,055	0,00	0,055
HI	3,25	2,64	1,75	2,10	ACERO G.	41,9	1,91	0,133	0,279	0,00	0,279
IJ	3,15	2,59	1,40	1,68	ACERO G.	41,9	1,88	0,126	0,212	0,00	0,212
JK	1,90	1,82	1,20	1,44	ACERO G.	41,9	1,32	0,066	0,095	0,00	0,095
KL	0,65	0,65	0,75	0,90	ACERO G.	27,3	1,11	0,081	0,073	0,00	0,073
LM	0,45	0,45	1,40	1,68	ACERO G.	27,3	0,77	0,040	0,067	0,00	0,067
MN	0,30	0,30	0,80	0,96	ACERO G.	27,3	0,51	0,018	0,017	0,00	0,017
NO	0,15	0,15	0,80	0,96	ACERO G.	21,7	0,41	0,016	0,016	0,00	0,016
OP	0,15	0,15	3,70	4,44	ACERO G.	21,7	0,41	0,016	0,073	-3,50	-3,427
TOTAL											19,014

Figura 4.4.1.18 Pérdidas por tramo totales, Edificio Académico. (Elaboración propia)

LONGITUD MÁS DESFAVORABLE - ED. DIRECCIÓN E INVESTIGACIÓN											
TRAMO	Qins (l/s)	Qs (l/s)	L (m)	Leq (m)	Tubería	ϕnom (mm)	U (m/s)	j (mca/m)	J (mca)	Δh (m)	J±Δh (mca)
AB	49,70	8,31	1,10	1,32	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	0,119	1,00	1,119
BC	49,70	8,31	9,90	11,88	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	1,069	0,00	1,069
CD	33,65	7,62	53,20	63,84	ACERO G.	68,9	2,04	0,076	4,874	0,00	4,874
DE	32,50	7,55	3,60	4,32	ACERO G.	68,9	2,03	0,075	0,324	0,00	0,324
EF	21,70	6,67	4,10	4,92	ACERO G.	68,9	1,79	0,061	0,301	7,30	7,601
FG	16,35	5,95	3,20	3,84	ACERO G.	68,9	1,59	0,049	0,188	3,20	3,388
GH	11,00	5,00	3,10	3,72	ACERO G.	68,9	1,34	0,035	0,130	3,10	3,230
HI	5,50	3,56	3,10	3,72	ACERO G.	68,9	0,96	0,018	0,068	3,10	3,168
IJ	5,50	3,56	2,30	2,76	ACERO G.	68,9	0,96	0,018	0,050	0,00	0,050
JK	5,00	3,38	2,75	3,30	ACERO G.	53,1	1,53	0,063	0,207	0,00	0,207
KL	3,75	2,88	0,40	0,48	ACERO G.	53,1	1,30	0,046	0,022	0,00	0,022
LM	2,50	2,23	1,00	1,20	ACERO G.	53,1	1,00	0,029	0,035	0,00	0,035
MN	1,25	1,25	1,00	1,20	ACERO G.	41,9	0,91	0,031	0,038	0,00	0,038
NO	1,25	1,25	2,60	3,12	ACERO G.	41,9	0,91	0,031	0,098	-2,60	-2,502
TOTAL											22,62172036

Figura 4.4.1.19 Pérdidas por tramo totales, Edificio de Dirección e Investigación (Elaboración propia)

4.4.2 Cálculo energético y de funcionamiento de los grupos de presión actuales

Para hacer un cálculo lo más aproximado posible del consumo real de los grupos de presión de ambos edificios se ha hecho una estimación de las horas de funcionamiento a lo largo de un día lectivo normal del mismo. Para ello se han tenido en cuenta dos períodos de funcionamiento clave.

El primero haría referencia al momento de funcionamiento máximo de la instalación, es decir el descanso matutino (10:30 – 11:00 am), y el segundo agruparía las horas restantes de funcionamiento a lo largo del día²⁴ (9:00 am – 21:00 pm). Evidentemente de este último período no se puede saber con certeza el uso de la instalación puesto que varía mucho de un día para otro, por lo que hemos supuesto un funcionamiento del 10% de la instalación en base a que la mayor parte de los elementos de la instalación son de origen sanitario y su funcionamiento es muy puntual en dicho período.

Siguiendo este esquema y con los datos base de caudal instalado, caudal solicitado de la instalación, caudal de trabajo y la potencia de la bomba podemos calcular aproximadamente las horas de trabajo de la misma durante un día y en consecuencia su consumo eléctrico anual.

EDIFICIO ACADÉMICO

Multiplicando el caudal simultáneo (Q_s) máx. por la media hora de duración obtendremos el caudal total en el período de descanso, a suministrar por el grupo de presión.

$$Q_s = 8.50 \text{ l/s} \qquad 8.50 \text{ l/s} * 1800 \text{ s} = 15300 \text{ l}$$

$$T = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$$

²⁴ No se ha hecho una diferenciación entre las horas de funcionamiento de la mañana y las de la tarde, a pesar de contar las primeras con un mayor volumen de usuarios (la mayoría alumnos), puesto que los elementos de los que dispone la instalación en este edificio en su mayoría corresponden a elementos sanitarios y durante la mañana su funcionamiento es bastante escaso debido a las horas lectivas. Sin embargo por la tarde el número de usuarios es menor pero a la vez el uso de los sanitarios es mayor por lo que se ha considerado un funcionamiento equivalente entre las horas de la mañana y las de tarde.

Si realizamos la misma operación con el caudal de suministro de la bomba (página 25 del presente documento) obtenemos que:

$$Q_{S \text{ BOMBA}} = 9.10 \text{ l/s} \qquad 9.10 \text{ l/s} * 1800 \text{ s} = 16500 \text{ l}$$

$$T = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$$

De lo que se deduce que el caudal suministrado por una sola bomba es lo suficiente para abastecer la instalación completa en ese período de tiempo.

$$15300 \text{ l}_{(\text{INSTALACIÓN})} < 16500 \text{ l}_{(\text{BOMBA})}$$

Para el período de mañana y tarde calcularemos en primer lugar el 10 % del caudal instalado (Q_{INST}) de la instalación y en segundo el Q_S correspondiente utilizando el método de la Norma UNE 149201:2008, comentado en el punto 4.4 de este documento, para posteriormente multiplicarlo por el tiempo de duración de este período (11.5 h) y así obtener el volumen de agua a suministrar por el grupo de bombeo como hicimos anteriormente.

$$10\% \text{ de } Q_{\text{INST}} (56.30 \text{ l/s}) = 0.10 * 56.30 \text{ l/s} = 5.63 \text{ l/s}$$

Uso del Edificio	$Q_{\text{inst}} \leq 1,5 \text{ l/s}$	$1,5 < Q_{\text{inst}} \leq 20 \text{ l/s}$	$Q_{\text{inst}} > 20 \text{ l/s}$
Escuelas, polideportivos	$Q_s = Q_{\text{inst}}$	$Q_s = 4,4 \cdot (Q_{\text{inst}})^{0,27} - 3,41$	$Q_s = -22,5 \cdot (Q_{\text{inst}})^{0,5} + 11,5$

Figura XXX. Tabla de cálculo de simultaneidad²⁵

$$Q_S = 4.4 * (5.63)^{0.27} - 3.41 = 3.61 \text{ l/s}$$

$$Q_S = 3.61 \text{ l/s} \qquad 3.61 \text{ l/s} * 41400 \text{ s} = 149454 \text{ l}$$

$$T = 11.5 \text{ h} = 41400 \text{ s}$$

Dividiendo el número de litros que necesita la instalación entre el caudal de suministro de la bomba obtendremos el número de horas que debería estar trabajando la bomba.

$$Q_{S \text{ (BOMBA)}} = 9.10 \text{ l/s} \qquad 149454 \text{ l} / 9.1 \text{ l/s} = 16423 \text{ s} = 4.5 \text{ h}$$

²⁵ Alberto Meiss Rodríguez. "Acondicionamiento e instalaciones I" y edición propia.

Sumando ambos periodos obtenemos el régimen de funcionamiento diario del grupo.

$$P_{\text{DESCANSO}} + P_{\text{MAÑANA/TARDE}} = 0.5 \text{ h} + 4.5 \text{ h} = 5 \text{ h/día}$$

Consultando la descripción de la bomba se observa la potencia²⁶ de la misma (10 CV), multiplicando este dato por el régimen diario de funcionamiento obtenemos el consumo diario de la bomba.

$$P_{\text{BOMBA}} = 10 \text{ CV} = 7.50 \text{ kw}$$

$$P_{\text{REACT. BOMBA}} = 1.25\% \text{ de } P_{\text{BOMBA}} = 0.09 \text{ kw}$$

$$F_{\text{INST}} = 5 \text{ h/día}$$

$$7.59 \text{ kw} * 5 \text{ h/día} = 37.95 \text{ kw/día}$$

EDIFICIO DE DIRECCIÓN E INVESTIGACIÓN

El procedimiento de cálculo será el mismo que el utilizado para el edificio académico. Se han considerado los mismos periodos de funcionamiento ya que tanto alumnos como profesores comparten horas de trabajo sea por la mañana que por la tarde. Puesto que el número de aparatos que componen la red pertenecen en su mayoría a baños, el régimen de funcionamiento se comporta de manera igual al caso anterior.

Período de descanso:

$$Q_S = 8.31 \text{ l/s} \qquad 8.31 \text{ l/s} * 1800 \text{ s} = 14960 \text{ l}$$

$$T = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$$

$$Q_{S \text{ BOMBA}} = 9.10 \text{ l/s} \qquad 9.10 \text{ l/s} * 1800 \text{ s} = 16500 \text{ l}$$

$$14960 \text{ l (INSTALACIÓN)} < 16500 \text{ l (BOMBA)}$$

Período de Mañana/Tarde:

$$10\% \text{ de } Q_{\text{INST}} (49.70 \text{ l/s}) = 0.10 * 49.70 \text{ l/s} = 4.97 \text{ l/s}$$

²⁶ Se ha aplicado una mayoración del 1.25% a la potencia de la bomba debido a la potencia reactiva de la misma.

$$Q_S = 4.4 * (4.97)^{0.27} - 3.41 = 3.37 \text{ l/s}$$

$$Q_S = 3.37 \text{ l/s} \qquad 3.37 \text{ l/s} * 41400 \text{ s} = 139518 \text{ l}$$

$$T = 11.5 \text{ h} = 41400 \text{ s}$$

$$Q_{S \text{ (BOMBA)}} = 9.10 \text{ l/s} \qquad 139518 \text{ l} / 9.1 \text{ l/s} = 15331 \text{ s} = 4.25 \text{ h/día}$$

$$P_{\text{DESCANSO}} + P_{\text{MAÑANA/TARDE}} = 0.5 \text{ h} + 4.25 \text{ h} = 4.75 \text{ h/día}$$

$$P_{\text{BOMBA}} = 4 \text{ kw/h}$$

$$P_{\text{REACT. BOMBA}} = 1.25\% \text{ de } P_{\text{BOMBA}} = 0.05 \text{ kw}$$

$$4.05 \text{ kw/h} * 4.75 \text{ h/día} = 19.23 \text{ kw/día}$$

El siguiente paso, una vez calculada la energía diaria consumida por cada grupo de presión, sería calcular el consumo anual de los mismos. Para ello hemos considerado que ambos edificios se encuentran abiertos durante 22 días al mes²⁷ y durante 11 meses al año. Todo ello multiplicado por el consumo eléctrico (0.1 €/ kw)

Edificio académico:

$$\text{Consumo}_{\text{BOMBA}} = 37.95 \text{ kw/día}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo}_{\text{BOMBA}} (\text{días}) * \text{Días (mes)} * \text{Meses (año)} * C_{\text{ELÉCTRICO}} &= \\ &= 37.95 \text{ kw/día} * 22 * 11 * 0.1 = 918,84 \text{ kw/año} \end{aligned}$$

Edificio de Dirección e Investigación:

$$\text{Consumo}_{\text{BOMBA}} = 19.23 \text{ kw/día}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo}_{\text{BOMBA}} (\text{días}) * \text{Días (mes)} * \text{Meses (año)} * C_{\text{ELÉCTRICO}} &= \\ &= 19.23 \text{ kw/día} * 22 * 11 * 0.1 = 465.55 \text{ kw/año} \end{aligned}$$

²⁷ Se ha considerado el sábado como día festivo ya que ambos edificios sólo se encuentra abiertos por la mañana y el uso de la instalación es mínima.

4.5. Propuesta

Una vez realizada la inspección, cálculo y funcionamiento de la instalación en general y de los grupos de presión en particular nos disponemos a realizar una propuesta de mejora de ambos que permita reducir el consumo y mejorar el rendimiento de la instalación.

Para llevar a cabo esta misión, se han propuesto dos²⁸ tipos distintos y posibles de instalación alternativa a la actual, así como los grupos de presión más apropiados para cada tipo de instalación escogidos del catálogo comercial de EBARA S.A.

Estos dos tipos son los que se muestran a continuación y constan de los siguientes elementos:

1. Con depósito de acumulación

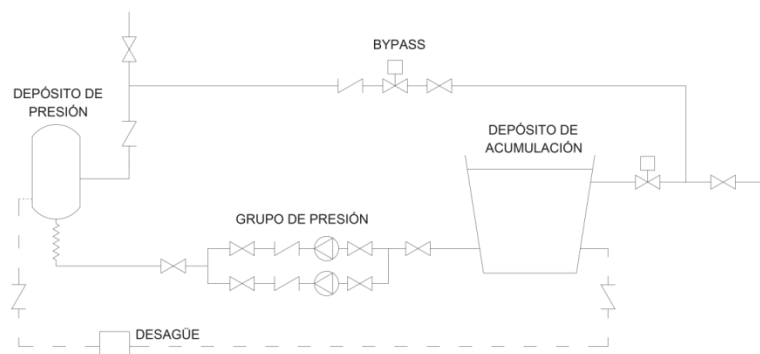


Figura 4.5.1. Esquema tipo1 (Elaboración propia)

2. Con depósito de presión-acumulación

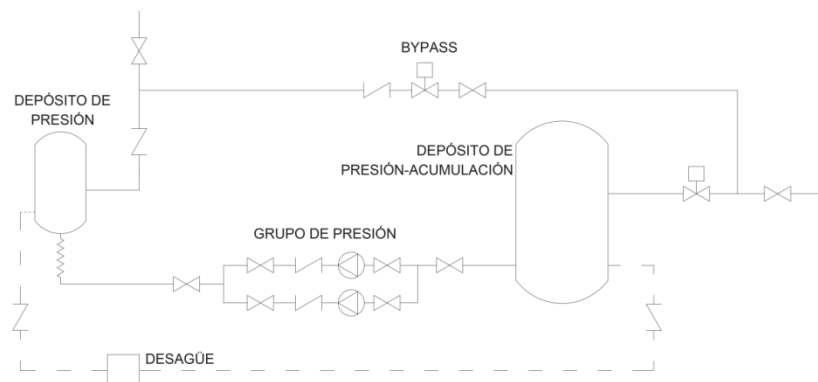
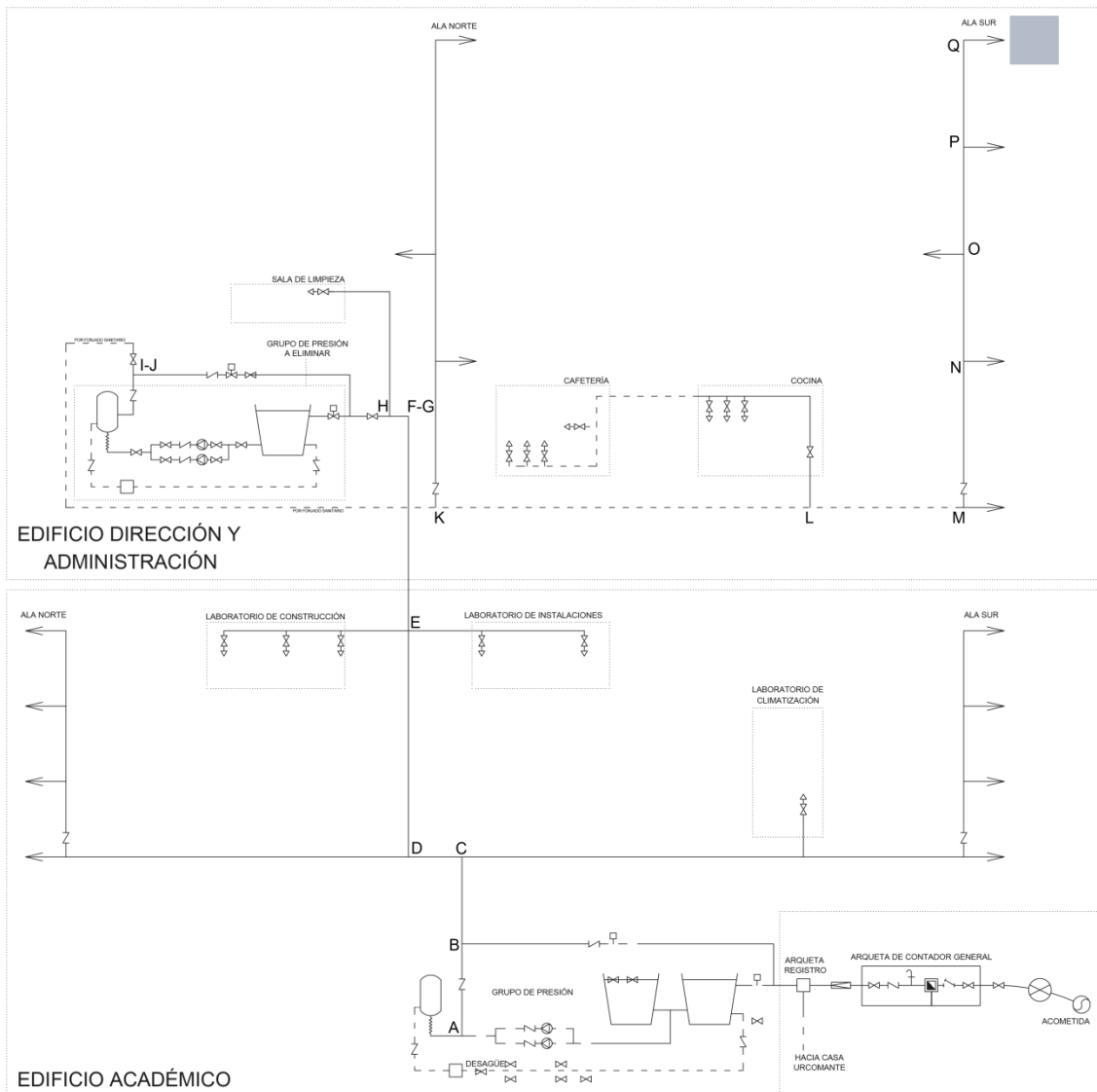


Figura 4.5.2. Esquema tipo2 (Elaboración propia)

²⁸ Siguiendo el código técnico se podría plantear una alternativa más, sería la de toma directa de la red, sin embargo no se encuentra propuesta en este trabajo por no estar permitida por la normativa de Valladolid.

Independientemente del sistema a utilizar en la optimización de los grupos de presión, en este trabajo se propondrá una alternativa a la propia instalación, con el objetivo de transformar la actual en una más sencilla, eficiente y con un mantenimiento más cómodo.

A continuación se muestra un esquema de la instalación propuesta con el grupo de presión del que dispone actualmente el edificio académico.²⁹



4.5.3. Esquema instalación única (Elaboración propia)

²⁹ Como es obvio dicha propuesta estará también sujeta a las dos propuestas de optimización de grupos de presión anteriormente comentadas.

Como se pudo comprobar en la inspección descrita en el punto anterior la instalación actual consta de dos grupos de presión, uno para cada edificio, nuestra propuesta pretende unificar ambos grupos de presión en uno solo situado en la sala de calderas del edificio académico. Dicho grupo de presión abastecerá a ambos edificios eliminando el grupo del edificio de dirección e investigación simplificando en mayor medida el esquema de la instalación.

Esta, apenas supondrá un cambio significativo de la instalación global de ambos edificios, pues en principio se utilizará la red de distribución de fontanería tal y como se encuentra actualmente eliminando, únicamente, el grupo de presión del edificio de dirección e investigación y utilizando el bypass del mismo para establecer la continuidad de recorrido entre un edificio y otro.

De acuerdo a estos cambios, siguiendo el diseño de la página anterior y el sistema de cálculo empleado para la inspección de la instalación actual (explicado en el punto cuatro) se ha realizado el cálculo de las pérdidas de carga de la instalación propuesta para el posterior dimensionamiento de los grupos de presión.

TRAMO	MATERIAL	Nominal ϕ pulgadas	Nominal ϕ mm	Espesor mm	Interior ϕ mm	ϵ m	ϵ_r mm	μ 10°C (kg/m*s)	ρ 10°C (kg/m³)	Re	Q m³/s	A m²	U m/s	f	j Pa/m	j mca/m
AB	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	131856	0,0093	0,0037	2,50	0,0250	1135,27	0,116
BC	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	131856	0,0093	0,0037	2,50	0,0250	1135,27	0,116
CD	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	126911	0,0090	0,0037	2,41	0,0250	1051,73	0,107
DE	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	118024	0,0083	0,0037	2,24	0,0250	909,58	0,093
EF	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117490	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	883,35	0,090
FG	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117490	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	883,35	0,090
GH	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117490	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	883,35	0,090
HI	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117445	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	882,67	0,090
IJ	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117445	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	882,67	0,090
JK	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	117445	0,0083	0,0037	2,23	0,0245	882,67	0,090
KL	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	107731	0,0076	0,0037	2,04	0,0247	748,76	0,076
LM	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	106770	0,0076	0,0037	2,03	0,0247	735,46	0,075
MN	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	94284	0,0067	0,0037	1,79	0,0258	599,04	0,061
NO	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	84054	0,0059	0,0037	1,59	0,0260	479,80	0,049
OP	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	70632	0,0050	0,0037	1,34	0,0262	341,41	0,035
PQ	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	50350	0,0036	0,0037	0,96	0,0270	178,78	0,018
QR	ACERO G.	2 1/2 "	65	3,6	68,9	0,00015	0,002177	0,00131	999,77	50350	0,0036	0,0037	0,96	0,0270	178,78	0,018
RS	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	62082	0,0034	0,0022	1,53	0,0280	615,79	0,063
ST	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	52769	0,0029	0,0022	1,30	0,0282	448,06	0,046
TU	ACERO G.	2 "	50	3,6	53,1	0,00015	0,002825	0,00131	999,77	40811	0,0022	0,0022	1,00	0,0300	285,11	0,029
UV	ACERO G.	1 1/2"	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	29056	0,0012	0,0014	0,91	0,0313	306,89	0,031
VW	ACERO G.	1 1/2"	40	3,2	41,9	0,00015	0,00358	0,00131	999,77	29056	0,0012	0,0014	0,91	0,0313	306,89	0,031

Figura 4.5.4. Cálculo la rugosidad característica de cada material, el número de Reynolds (Re) y el factor de rozamiento (f). (Elaboración propia)

Para esta propuesta en concreto no se ha adjuntado la tabla de caudales instalados como se hizo con el edificio docente y el de dirección e investigación, pues se entiende que el caudal instalado total es la suma de los dos anteriores más los tramos alimentados por la presión de red, es decir los laboratorios de instalaciones y construcción del edificio docente y la sala de limpieza del edificio de dirección e investigación. El punto más desfavorable, como se puede comprobar en el esquema anterior, parte de sala de calderas del edificio docente atravesando el sótano del mismo hasta la sala de calderas del edificio de dirección e investigación atravesando el pasillo que los une. De ahí, utilizando el bypass del antiguo grupo de presión, el recorrido continuaría por el forjado sanitario hasta el ala sur del mismo edificio donde finalizará con el último inodoro del baño de la tercera planta.

LONGITUD MÁS DESFAVORABLE -UNIDOS											
TRAMO	Q _{ins} (l/s)	Q _s (l/s)	L (m)	Leq (m)	Tubería	ε _{nom} (mm)	U (m/s)	j (mca/m)	J (mca)	Δh (m)	J±Δh (mca)
AB	107,30	9,33	3,00	3,60	ACERO G.	68,9	2,50	0,116	0,417	3,00	3,417
BC	107,30	9,33	7,00	8,40	ACERO G.	68,9	2,50	0,116	0,972	0,00	0,972
CD	79,60	8,98	7,20	8,64	ACERO G.	68,9	2,41	0,107	0,927	0,00	0,927
DE	51,00	8,35	31,80	38,16	ACERO G.	68,9	2,24	0,093	3,539	0,00	3,539
EF	49,80	8,31	56,00	67,20	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	6,053	0,00	6,053
FG	49,80	8,31	3,00	3,60	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	0,324	-3,00	-2,676
GH	49,80	8,31	0,60	0,72	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	0,065	0,00	0,065
HI	49,70	8,31	2,85	3,42	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	0,308	0,00	0,308
IJ	49,70	8,31	1,10	1,32	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	0,119	-1,10	-0,981
JK	49,70	8,31	9,90	11,88	ACERO G.	68,9	2,23	0,090	1,069	0,00	1,069
KL	33,65	7,62	53,20	63,84	ACERO G.	68,9	2,04	0,076	4,874	0,00	4,874
LM	32,50	7,55	3,60	4,32	ACERO G.	68,9	2,03	0,075	0,324	0,00	0,324
MN	21,70	6,67	4,10	4,92	ACERO G.	68,9	1,79	0,061	0,301	7,30	7,601
NO	16,35	5,95	3,20	3,84	ACERO G.	68,9	1,59	0,049	0,188	3,20	3,388
OP	11,00	5,00	3,10	3,72	ACERO G.	68,9	1,34	0,035	0,130	3,10	3,230
PQ	5,50	3,56	3,10	3,72	ACERO G.	68,9	0,96	0,018	0,068	3,10	3,168
QR	5,50	3,56	2,30	2,76	ACERO G.	68,9	0,96	0,018	0,050	0,00	0,050
RS	5,00	3,38	2,75	3,30	ACERO G.	53,1	1,53	0,063	0,207	0,00	0,207
ST	3,75	2,88	0,40	0,48	ACERO G.	53,1	1,30	0,046	0,022	0,00	0,022
TU	2,50	2,23	1,00	1,20	ACERO G.	53,1	1,00	0,029	0,035	0,00	0,035
UV	1,25	1,25	1,00	1,20	ACERO G.	41,9	0,91	0,031	0,038	0,00	0,038
VW	1,25	1,25	2,60	3,12	ACERO G.	41,9	0,91	0,031	0,098	-2,60	-2,502
TOTAL											33,127

Figura 4.5.5. Cálculo de las pérdidas por tramo y totales. (Elaboración propia)

Selección de bombas

Para la selección de bombas se ha utilizado el software “EBARA GPR_Cálculo de grupos de presión”, proporcionado por la propia empresa EBARA S.A.



Figura 4.5.6 Selección del grupo de presión con el software “EBARA GPR_Cálculo de grupos de presión”

Para el cálculo de las pérdidas totales de la instalación se han sumado a las pérdidas de carga por tramo totales anteriormente calculadas los 15 mcda requeridos por el CTE (DB HS4) como presión mínima en los puntos de consumo, más un 20% de mayoración.

Ejemplo Edificio Académico:

$$J_{\text{TRAMO}} = 19.014 \text{ mcda}$$

$$P_{\text{min}} = 15 \text{ mcda}$$

$$J_{\text{TOTAL}} = J_{\text{TRAMO}} + P_{\text{min}} + (J_{\text{TRAMO}} + P_{\text{min}}) * 0.2 =$$

$$= 19.014 + 15 + 6.80 = 40.81 \text{ mcda}$$

A continuación se muestran las tablas con los datos base para la búsqueda de las bombas correspondientes en base a los sistemas anteriormente comentados:

1. EDIFICIO ACADÉMICO

DATOS BASE	
Qs (l/s)	8,50
Δh (m)	13,00
J _{TOTALES} (mcda)	40,810
Presión de Red (mcda)	30

Figura 4.5.6. Datos base. (Elaboración propia)

2. EDIFICIO DE DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

DATOS BASE	
Qs (l/s)	8,31
Δh (m)	15,10
J _{TOTALES} (mcda)	45,146
Presión de Red (mcda)	30

Figura 4.5.7. Datos base. (Elaboración propia)

3. EDIFICIO CONJUNTO

DATOS BASE	
Qs (l/s)	9,33
Δh (m)	13,00
J _{TOTALES} (mcda)	57,725
Presión de Red (mcda)	30

Figura 4.5.8. Datos base. (Elaboración propia)

Una vez conocidos los datos de partida, comenzamos con la selección de bombas de acuerdo a cada sistema y a cada edificio. Los grupos que vamos a ver a continuación son, en general, grupos formados por bombas de tipo “en línea” con variador de frecuencia en cuadro o por bomba.

Se ha escogido de entre todos los tipos de grupos de presión aquellos, que incorporan el variador de frecuencia, por ser este el más eficiente energéticamente de entre todos los sistemas de regulación actualmente conocidos, como ya se había comentado en el apartado “3.8. *Sistemas de regulación*” del presente trabajo.

De esta forma la clasificación de la selección por bombas se hará de acuerdo no sólo a los dos sistemas comentados en el punto anterior, grupo con depósito de acumulación y con depósito de presión-acumulación, sino también a la posición relativa del variador de frecuencia. Así en cada apartado encontraremos siempre dos grupos de presión en función de la posición del variador permitiéndonos establecer una comparativa económica dentro de la propia propuesta.

1. EDIFICIO ACADÉMICO

1.1 Con depósito de acumulación:

		Coste
Tipo:	Matrix 18-5/4	9874 €
Pot (kw):	6	
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,08	1396,64 kw*h/año
Funcionam. (h/día)	0,95	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	139,66 €/año

Figura 4.5.8 Grupo de presión con variador en cuadro (Elaboración propia)

		Coste
Tipo:	APSG 15-4-3 ED	13871 €
Pot (kw):	6	
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,08	1396,64 kw*h/año
Funcionam. (h/día)	0,95	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	139,66 €/año

Figura 4.5.9 Grupo de presión con variador por bomba³⁰ (Elaboración propia)

³⁰ Todos los grupos de presión que se van a mostrar de aquí en adelante tienen sus correspondientes fichas técnicas en el Anexo III del presente documento siguiendo la misma clasificación.

Para el cálculo de las horas de funcionamiento se han utilizado los cálculos hechos para los grupos de bombeo actuales y sobre ellos se ha hecho la siguiente estimación:

Grupo P. Antiguo

Funcionamiento diario = 5 h = 4.5 h + 0.5 h

(Régimen de funcionamiento máximo)

Grupo Propuesto

Funcionamiento diario = 0.95 h = 0.45 h + 0.5 h

(Régimen de funcionamiento máximo)

El tiempo y el régimen de funcionamiento máximo del período de descanso se han mantenido mientras que el periodo de mañana – tarde ha variado. Como habíamos supuesto en el cálculo de las bombas antiguas, durante este periodo la instalación funciona al 10 % del total, los grupos de presión con variador de frecuencia se ajustarán a este porcentaje manteniendo el régimen máximo de trabajo pero disminuyendo el tiempo del mismo.

La potencia que aparece en las tablas se ha obtenido mediante método gráfico en la curva característica de potencia de cada bomba, introduciendo el valor de caudal simultáneo máximo para el que fueron seleccionadas.

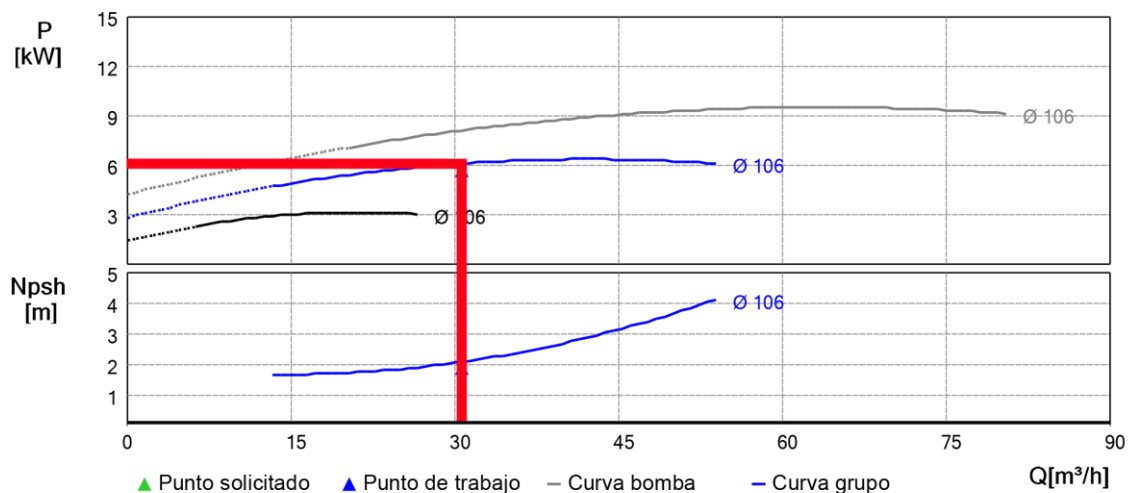


Figura 4.5.10 Cálculo gráfico de la potencia mediante $Q_s = 30.6 \text{ m}^3/\text{h}$ del grupo de presión Matrix 18-5/4, caso 1.2 del Edificio Académico. Edición propia

1.2 Con depósito de presión-acumulación:

		Coste
Tipo:	AP-HI-9-300/6-3	4352 €
Pot (kw):	3,5	814,708 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,04	
Funcionam. (h/día)	0,95	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	81,4708 €/año

Figura 4.5.11 Grupo de presión con variador en cuadro (Elaboración propia)

		Coste
Tipo:	AP 9-300/6-3ED	8495 €
Pot (kw):	3,5	814,708 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,04	
Funcionam. (h/día)	0,95	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	81,4708 €/año

Figura 4.5.12 Grupo de presión con variador por bomba (Elaboración propia)

Para el cálculo del depósito de presión- acumulación hemos determinado un abastecimiento total de la instalación durante 10 minutos, por lo tanto para calcular el volumen de dicho depósito se ha multiplicado el caudal simultáneo del edificio por la duración estimada.

$$V_{\text{DEPÓSITO}} = Q_S * T + 20 \% (Q_S * T) = 8.50 \text{ l/s} * 10 \text{ min} (600 \text{ s}) + 0.2 (8.50 * 600) = 6000 \text{ l}$$

Se ha aplicado un 20% de mayoración por posibles desajustes a la hora de la puesta en marcha de la instalación. Los 6000 l que conformarían la capacidad del depósito de presión-acumulación se dividirían en dos depósitos de 3000 l, medida estándar.

2. EDIFICIO DE DIRECCION E INVESTIGACIÓN

2.1 Con depósito de acumulación

		Coste
Tipo:	AP 18-550/6-3VV	8482 €
Pot (kw):	7,8	1777,41 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,10	
Funcionam. (h/día)	0,93	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	177,74 €/año

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador en cuadro (Elaboración propia)

		Coste
Tipo:	AP 18-550/6-3 ED	12035 €
Pot (kw):	7,8	1777,41 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,10	
Funcionam. (h/día)	0,93	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	177,74 €/año

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador en bomba (Elaboración propia)

2.2 Con depósito de presión-acumulación:

		Coste
Tipo:	AP 9-400/7-3 VV	7691 €
Pot (kw):	4,1	934,28 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,05	
Funcionam. (h/día)	0,93	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	93,428 €/año

Figura 4.5.11 Grupo de presión con variador en cuadro (Elaboración propia)

		Coste
Tipo:	AP 9-400/7-3 ED	11361 €
Pot (kw):	4	911,493 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,05	
Funcionam. (h/día)	0,93	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	91,1493 €/año

Figura 4.5.12 Grupo de presión con variador por bomba (Elaboración propia)

- Cálculo del depósito de presión-acumulación:

$$V_{\text{DEPÓSITO}} = Q_S * T + 20 \% (Q_S * T) = 8.31 \text{ l/s} * 10 \text{ min} (600 \text{ s}) + 0.2 (8.31 * 600) = 6000 \text{ l}$$

3. EDIFICIO CONJUNTO

3.1 Con depósito de acumulación

		Coste
Tipo:	APSG 15-5-3 VV	11695 €
Pot (kw):	8	3626,37 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,10	
Funcionam. (h/día)	1,85	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	362,64 €/año

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador en cuadro (Elaboración propia)

		Coste
Tipo:	AP 18-750/8-3 ED	15050 €
Pot (kw):	9,6	4351,64 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,12	
Funcionam. (h/día)	1,85	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	435,16 €/año

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador en bomba (Elaboración propia)

3.2 Con depósito de presión-acumulación:

		Coste
Tipo:	AP 18-400/4-3 VV	7474 €
Pot (kw):	3,7	1677,2 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,05	
Funcionam. (h/día)	1,85	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	167,72 €/año

Figura 4.5.11 Grupo de presión con variador en cuadro (Elaboración propia)

		Coste
Tipo:	APSG 15-3-3 ED	10578 €
Pot (kw):	4,5	2039,83 kw*h/año
Pot. React. (kw): 1,25 %	0,06	
Funcionam. (h/día)	1,85	
Duración (días/año)	242	
Coste elect.	0,1	203,983 €/año

Figura 4.5.12 Grupo de presión con variador por bomba (Elaboración propia)

- Cálculo del depósito de presión-acumulación:

$$V_{\text{DEPÓSITO}} = Q_s * T + 20 \% (Q_s * T) = 9.33 \text{ l/s} * 10 \text{ min} (600 \text{ s}) + 0.2 (9.33 * 600) = 7000 \text{ l}$$

4.6 Analisis comparativo

En las tablas que vamos a ver a continuación nos vamos a encontrar con una análisis comparativo entre los sistemas de grupo de presión actuales y los anteriormente expuestos en la propuesta. Esta comparación servirá para contraponer energética y económicamente dichos sistemas así como obtener un dato orientativo de la amortización de los mismos.

Como era de esperar las amortizaciones más altas se reflejan en los grupos de presión que se sirven del depósito de presión-acumulación. Generalmente aquellas más rentables pertenecen a los grupos de presión con variador en cuadro por tener un coste menos elevado que los grupos que disponen de variador por bomba. Llama la atención la poca amortización que se aprecia en los equipos del edificio de dirección e Investigación, probablemente debida a que el equipo de presión que se encarga de abastecer a este edificio actualmente ya ha sido cambiado una vez, como se comentó en inspección técnica, y por lo tanto su consumo es menor. Sin embargo es aún más llamativa la amortización que supone la unificación de ambos grupos de presión en uno solo. Como se puede observar en la última tabla los valores de esta disminuyen notablemente con respecto a la segunda más rentable, la del edificio Académico, por lo que supone una interesante propuesta de optimización de la instalación.

ED. Académico	Tipo	Costo	Costo de Operación (año)	Diferencia	Amortización (año)
Equipo Actual	NM 40/20 A	-	918,84 €	-	-
Con Dep. Acumulación	Matrix 18-5/4	9.874 €	139,66 €	779,18 €	12,7
	APSG 15-4-3 ED	13.871 €	139,66 €	779,18 €	17,8
Con Dep. Acm-Presión	AP-HI-9-300/6-3	4.352 €	81,47 €	837,37 €	5,2
	AP 9-300/6-3ED	8.495 €	81,47 €	837,37 €	10,1

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador por bomba (Elaboración propia)

ED. De Direc. e Inv.	Tipo	Costo	Costo de Operación (año)	Diferencia	Amortización (año)
Equipo Actual	2E 34,4,50	-	465,55 €	-	-
Con Dep. Acumulación	AP 18-550/6-3VV	8.482 €	177,74 €	287,81 €	29,5
	AP 18-550/6-3 ED	12.035 €	177,74 €	287,81 €	41,8
Con Dep. Acm-Presión	AP 9-400/7-3 VV	7.691 €	93,43 €	372,12 €	20,7
	AP 9-400/7-3 ED	11.361 €	91,15 €	374,40 €	30,3

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador por bomba (Elaboración propia)

ED. De Direc. e Inv.	Tipo	Costo	Costo de Operación (año)	Diferencia	Amortización (año)
Equipo Actual	NM 40/20 A	-	918,84 €	-	-
	2E 34,4,50	-	465,55 €	-	-
Con Dep. Acumulación	AP 18-550/6-3VV	11.695 €	362,64 €	1.021,75 €	11,4
	AP 18-550/6-3 ED	15.050 €	435,16 €	949,23 €	15,9
Con Dep. Acm-Presión	AP 9-400/7-3 VV	7.474 €	167,72 €	1.216,67 €	6,1
	AP 9-400/7-3 ED	10.578 €	203,98 €	1.180,41 €	9,0

Figura 4.5.13 Grupo de presión con variador por bomba (Elaboración propia)

5. CONCLUSIONES

Como se comentó en el primer apartado del presente trabajo, el objetivo fundamental del mismo era realizar el estudio de los grupos de presión de un edificio público, como es el caso de la E.T.S.A. de Valladolid, con la intención de optimizar su funcionamiento en modo que se consiguiese reducir su consumo eléctrico.

La realización de este trabajo se llevó a cabo siguiendo el modelo de una auditoría técnica, de manera que previo a la determinación de la propuesta se realizó una labor de investigación, recopilación de datos y de inspección de toda la instalación para comprobar la composición y el estado de funcionamiento de la misma.

Así pues, la aportación principal de este trabajo ha sido la incorporación de varios modelos de propuestas sobre los grupos de presión, así como sobre el funcionamiento de la propia red de AFS. De este modo se ha propuesto la sustitución de los grupos de presión actuales por otros que incorporan un variador de frecuencia, de modo que el sistema actual de bombas todo o nada a caudal y presión constante ha sido sustituido por otro de presión constante y caudal variable adaptándose de este modo a las demandas de la red y moderando su consumo. Por otro lado la propuesta incluye también la sustitución del depósito de acumulación por otro de presión-acumulación que permite el aprovechamiento de la presión de la red urbana. La propuesta sobre el funcionamiento de la red de AFS de ambos edificios ha supuesto la unificación de los dos grupos de presión actualmente instalados en uno sólo, sometido también a las propuestas de mejora comentadas anteriormente.

Con la comparación de estas propuestas de mejora se ha podido, por tanto, comprobar como los grupos de bombeo con variador incorporado suponen una mejora importante en cuanto a eficiencia energética se refiere. La mayor amortización de aquellos que incorporan el variador en cuadro viene dada por su menor coste. Sin embargo el consumo anual energético entre estos y aquellos que incorporan el variador por bomba apenas varía, por lo que aunque más caro inicialmente suponen también una interesante propuesta de amortización de cara a la sustitución de los

grupos de presión actuales.

Por otro lado el sistema de grupo de presión planteado con depósito de presión-acumulación supone la propuesta con mayor amortización, por lo que desde el punto de vista económico y energético sería la alternativa más rentable, ya que el aporte de presión del depósito implica un ahorro importante en el consumo de las bombas.

Sin embargo el sistema propuesto como alternativa al funcionamiento actual de la instalación, es decir la unificación en un solo grupo de presión de toda la instalación, presenta una amortización menor con respecto de aquellos con dos grupos. Si comparamos los datos obtenidos, tanto del grupo de acumulación como del grupo de presión-acumulación, con el inmediatamente más económico, propuesta sobre el Edificio Académico, podemos observar como la amortización media de todos los sistemas es bastante inferior, a pesar de poseer un caudal instalado mucho mayor con pérdidas de carga mucho mayores. Este sistema supone además, un ahorro y facilidad de mantenimiento mayores por disponer únicamente de un grupo de presión.

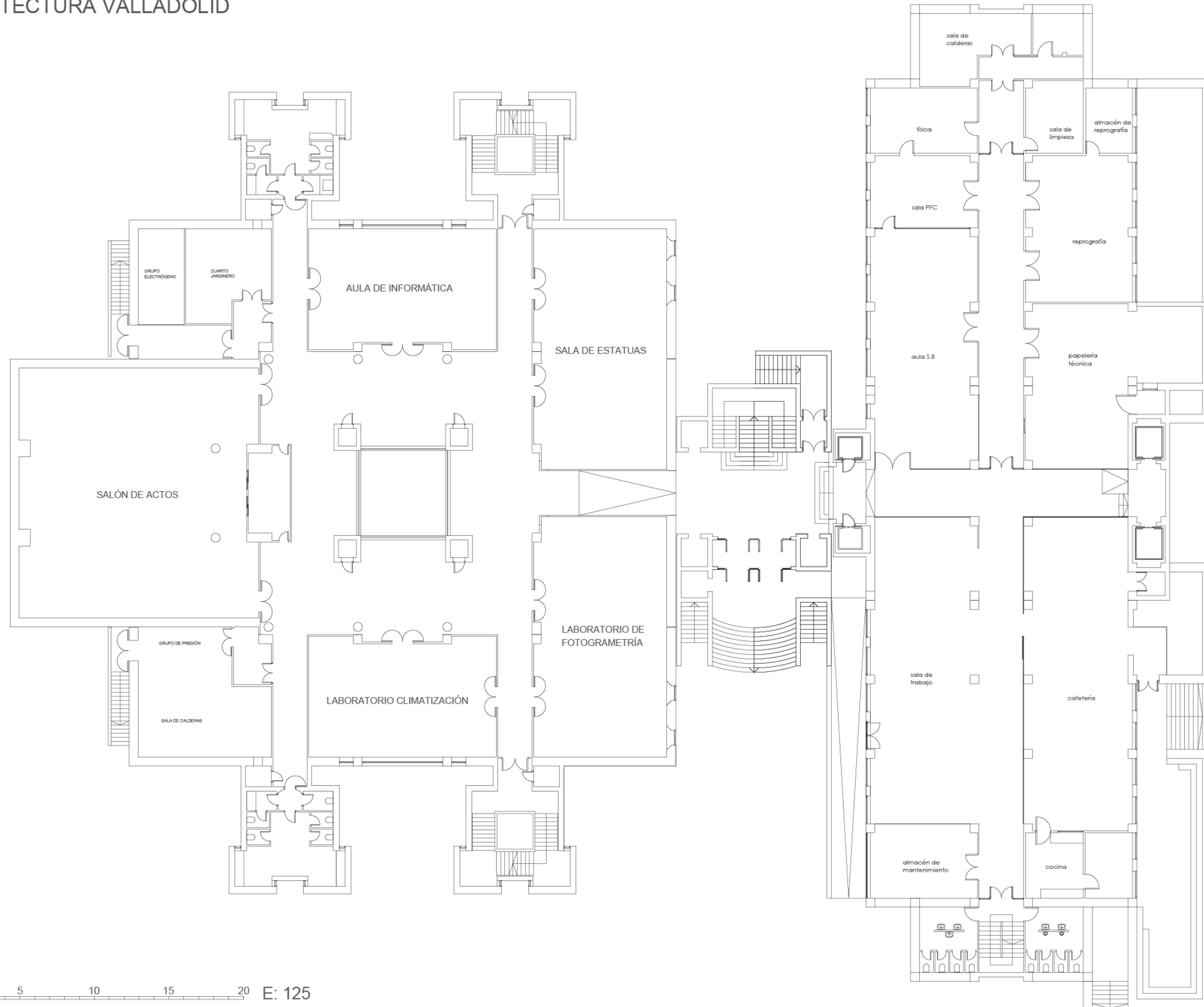
Deducimos y concluimos por tanto que de entre todas las propuestas, el sistema de unificación de la instalación en una sola con único grupo de presión supone la alternativa más eficiente y rentable para nuestro estudio sobre la optimización de los grupos de presión de la E.T.S.A. de Valladolid.

6. ANEXOS

6.1 ANEXO I

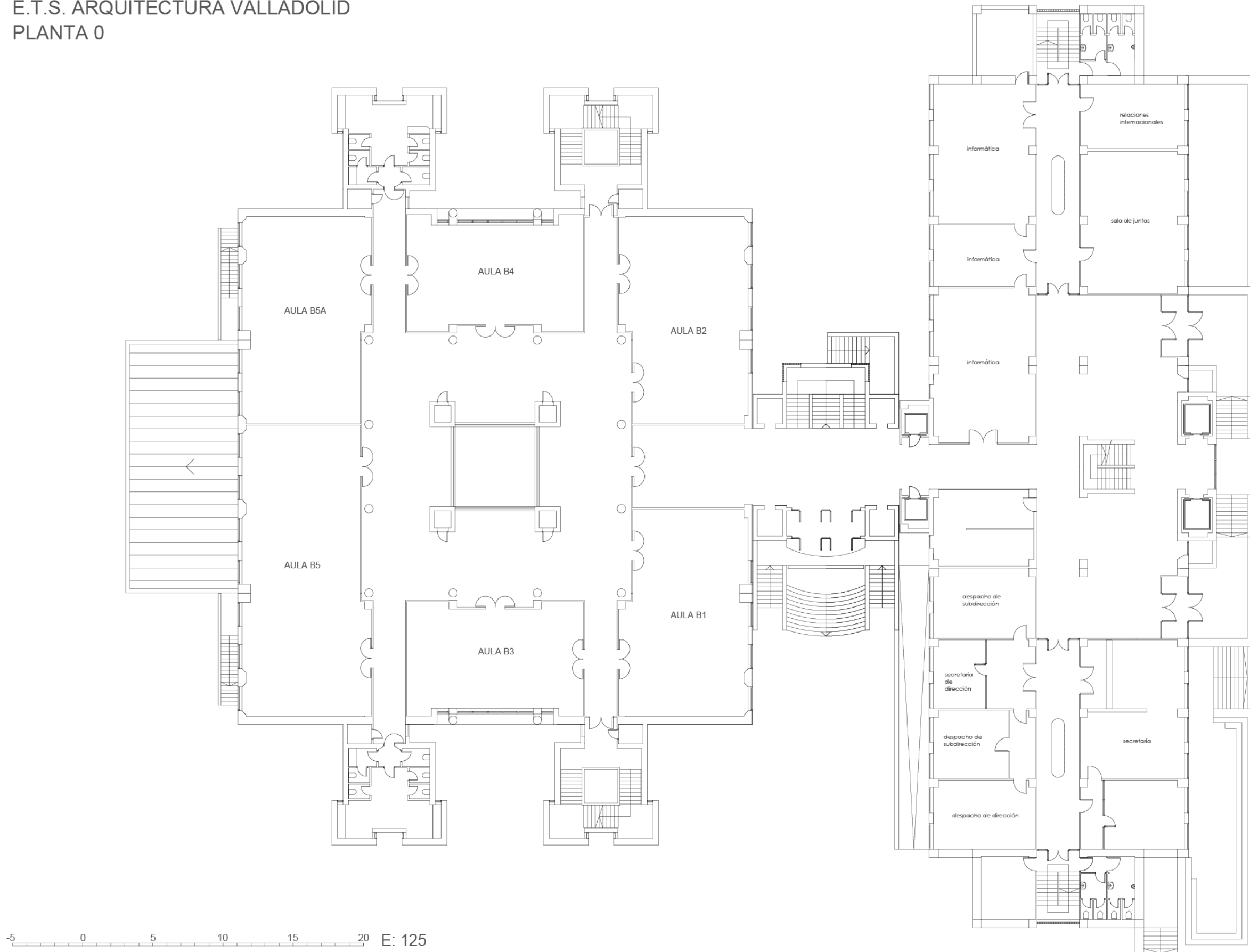
(Documentación encontrada)

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA -1

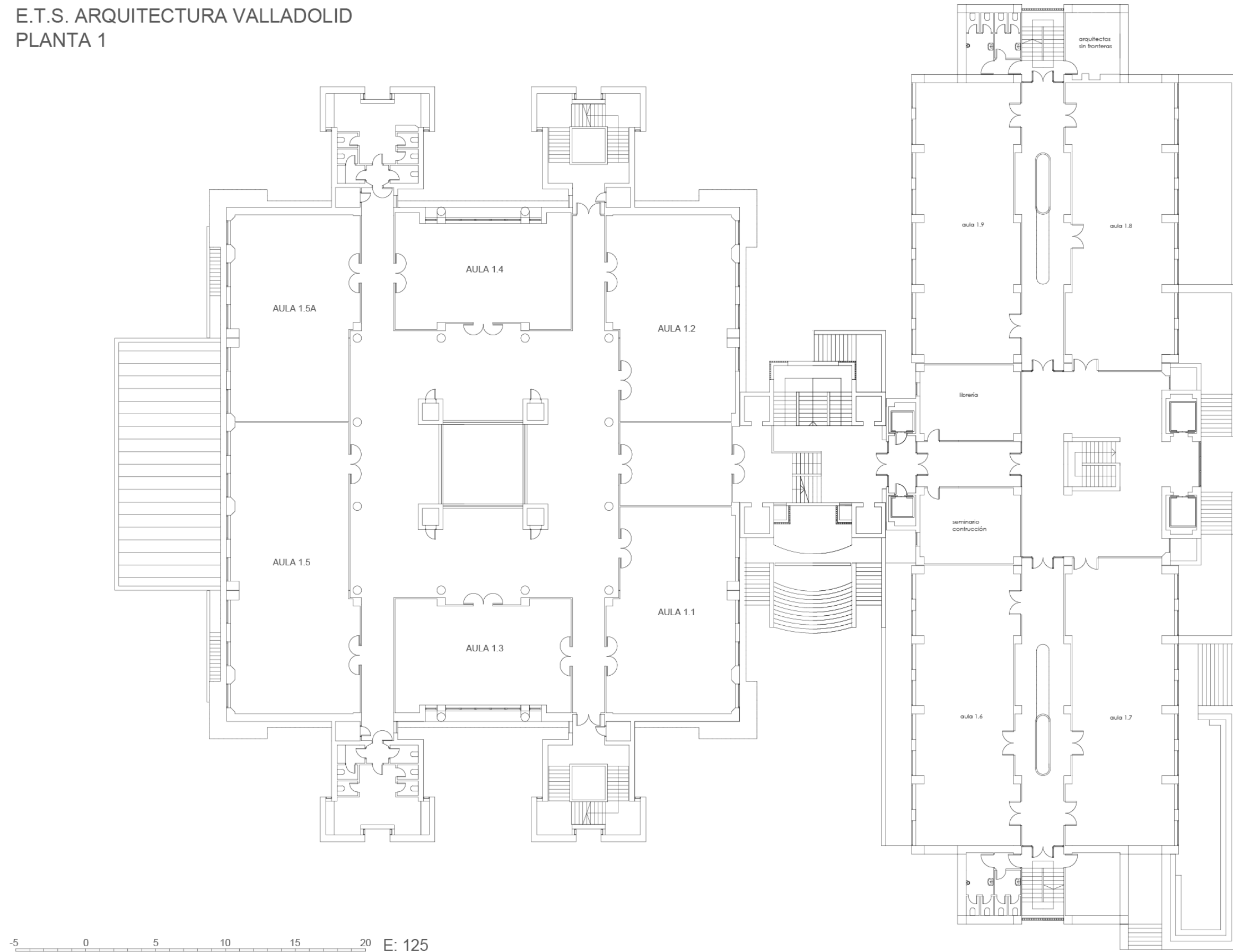


-5 0 5 10 15 20 E: 125

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 0

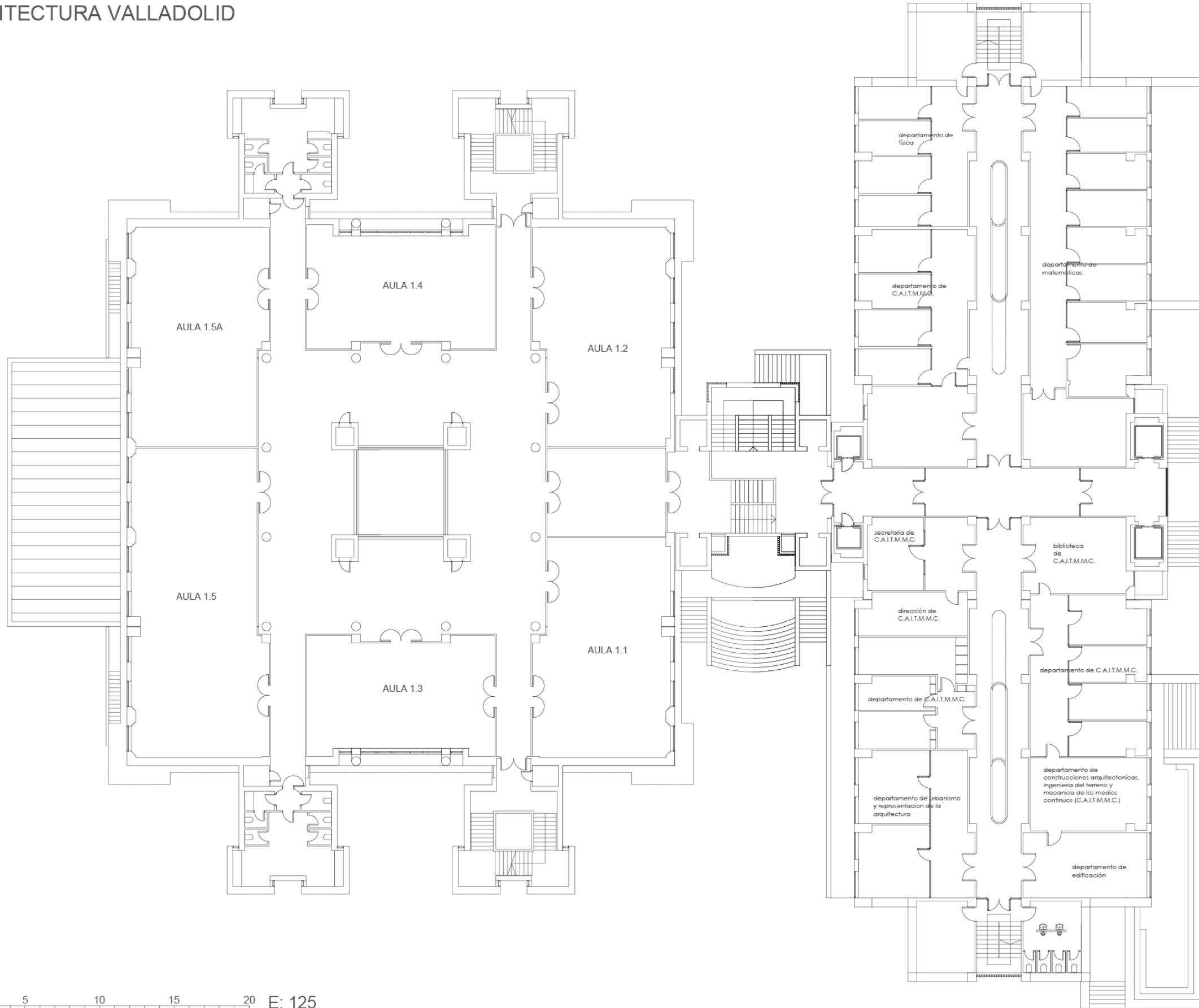


E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 1



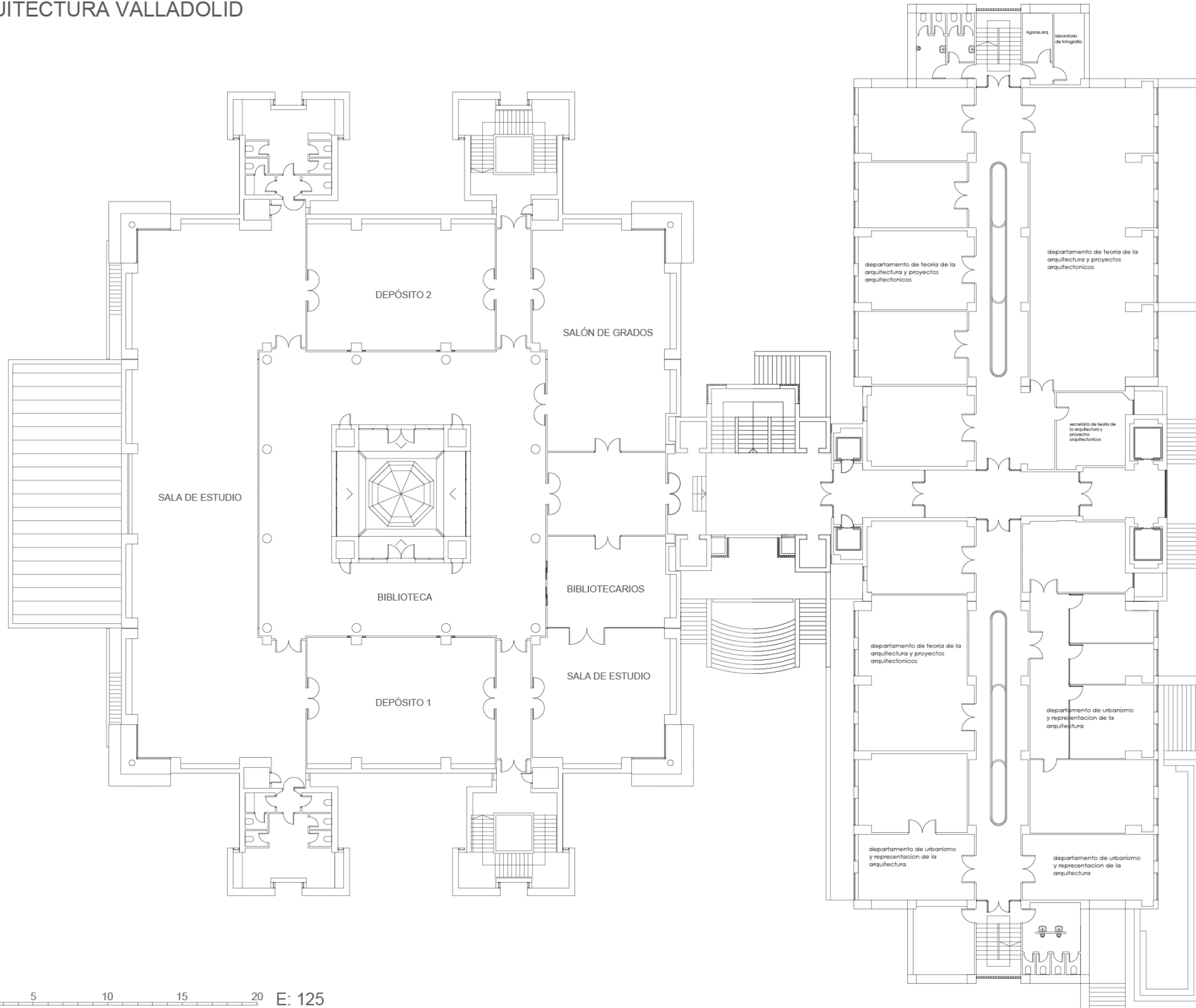
-5 0 5 10 15 20 E: 125

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 2

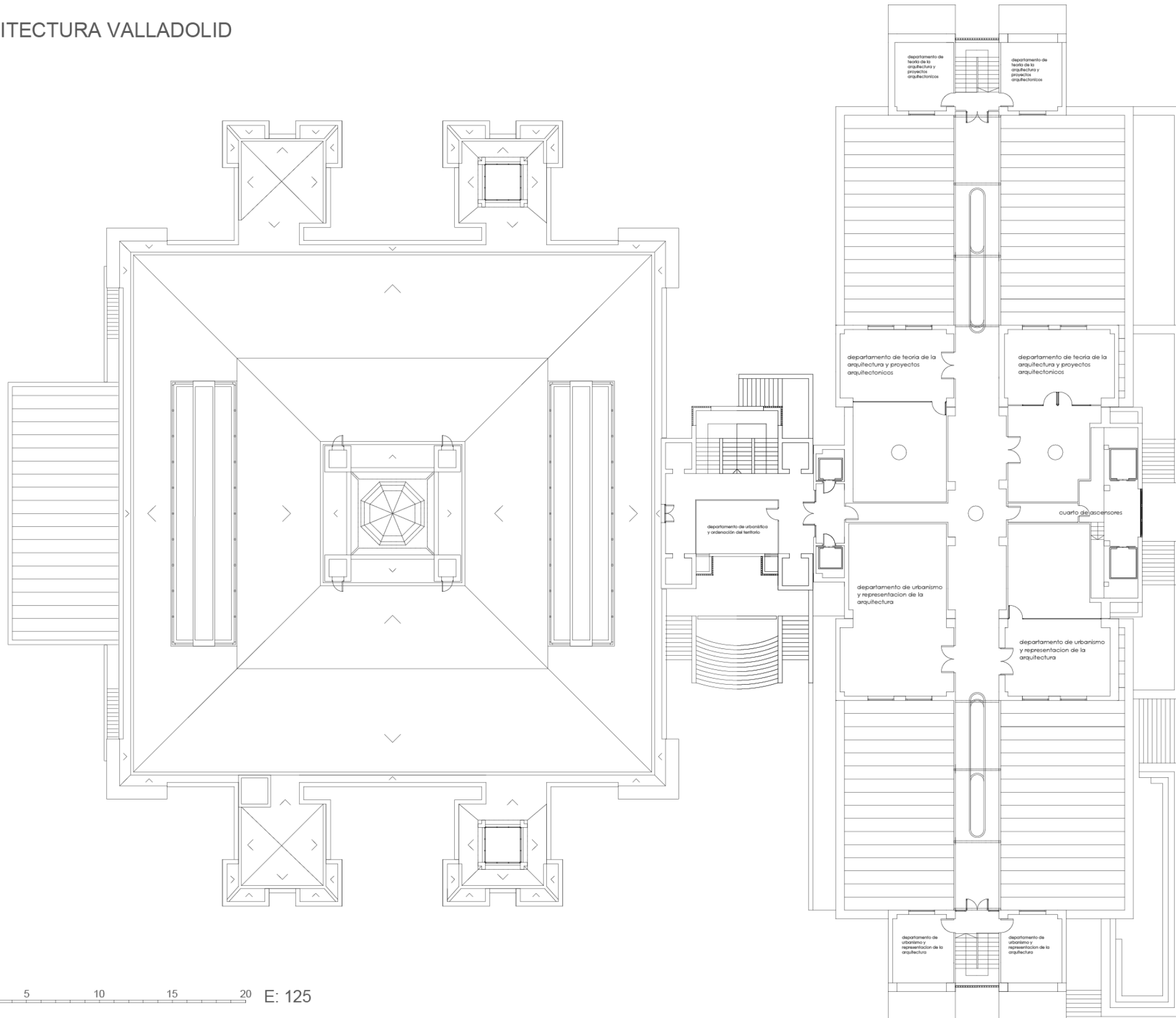


-5 0 5 10 15 20 E: 125

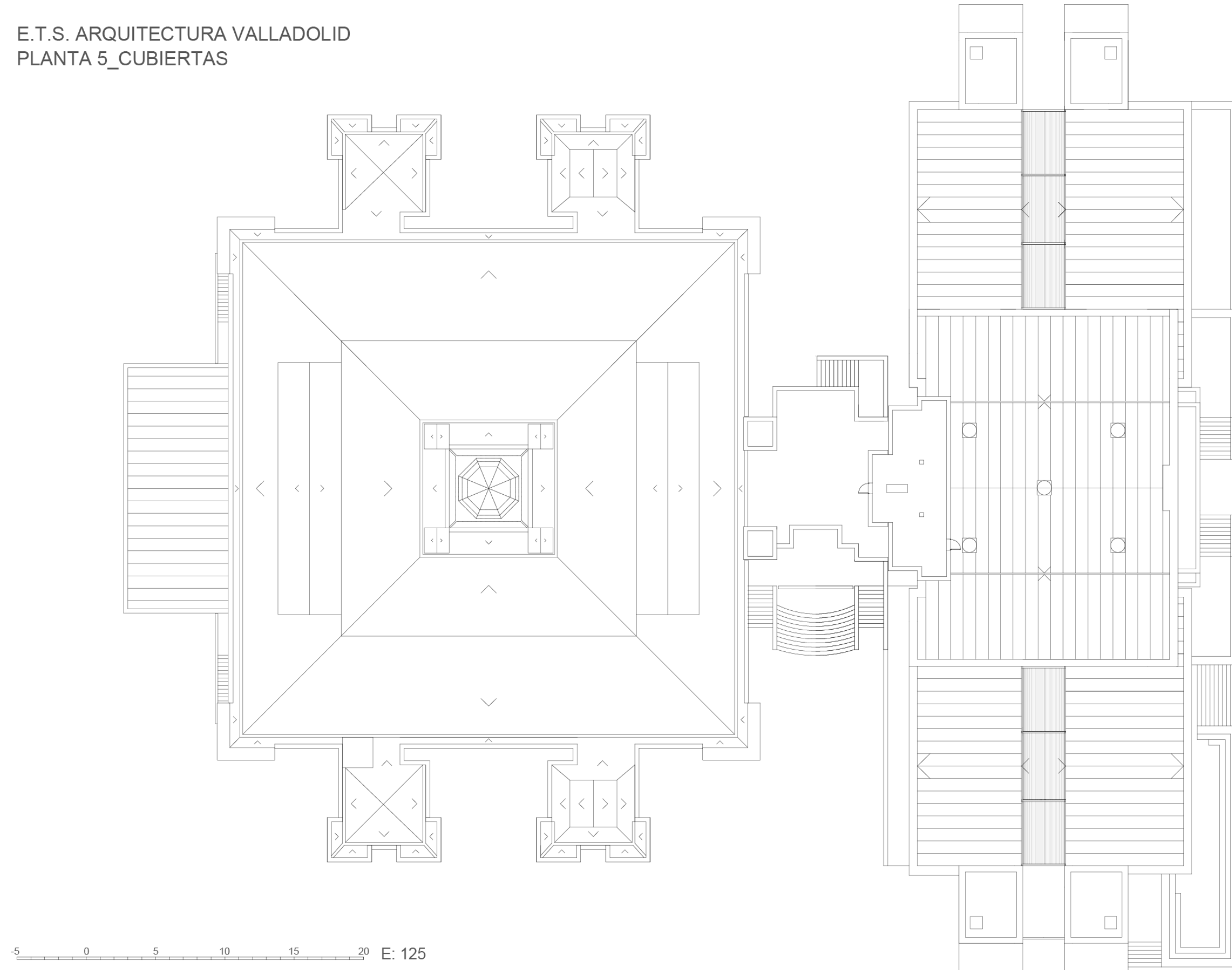
E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 3



E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 4



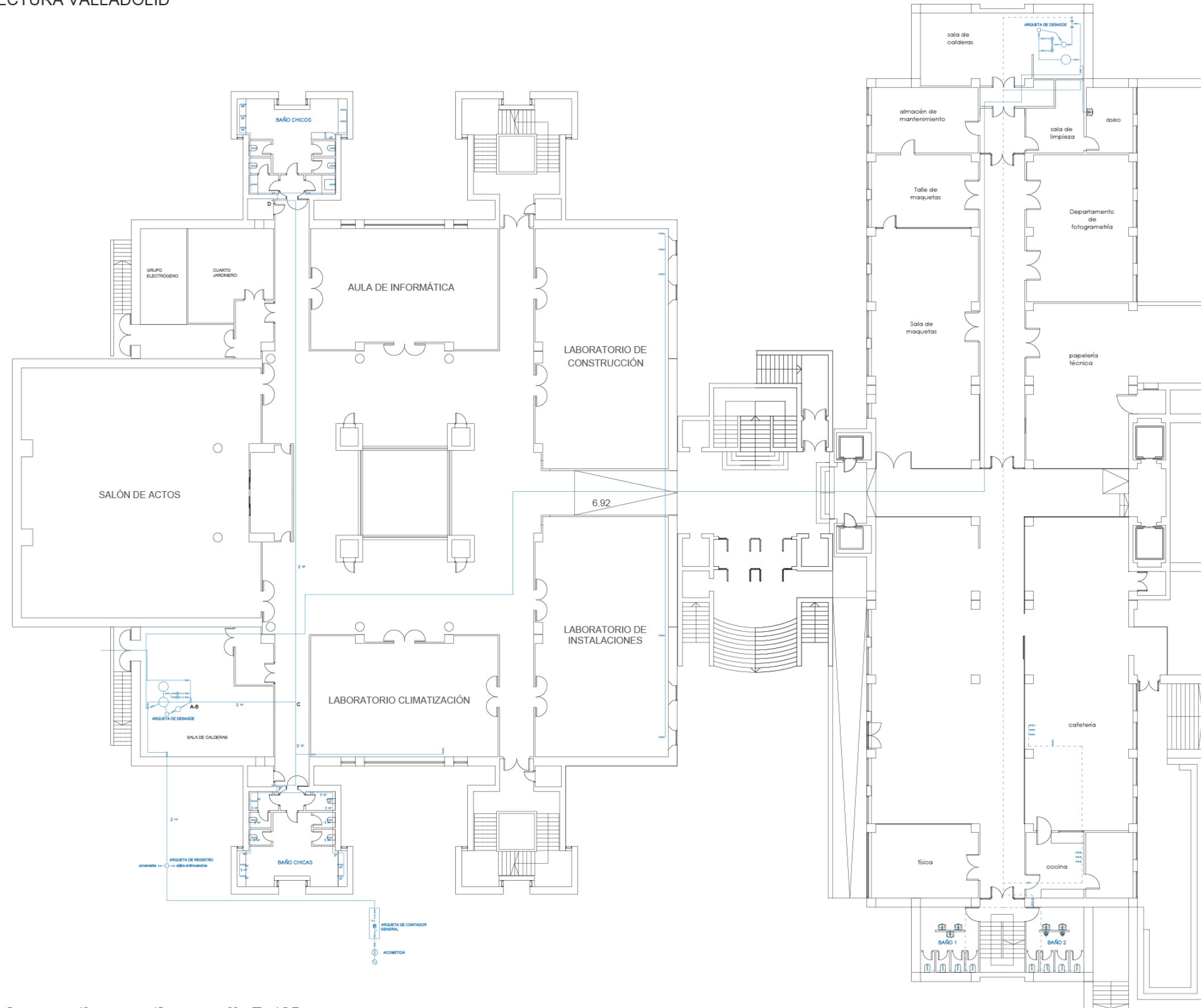
E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 5_CUBIERTAS



6.2 ANEXO II

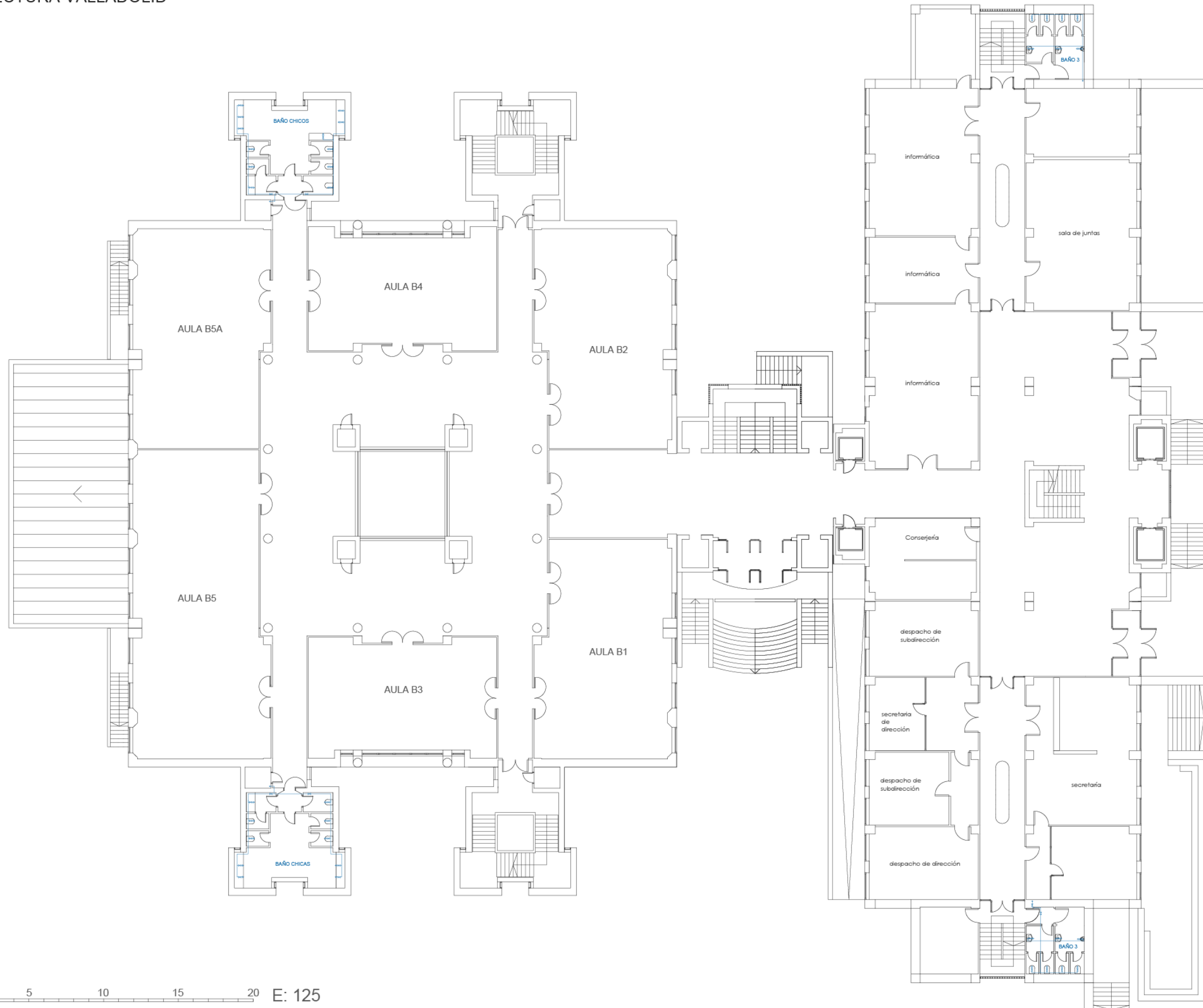
(Planos de instalaciones)

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA -1



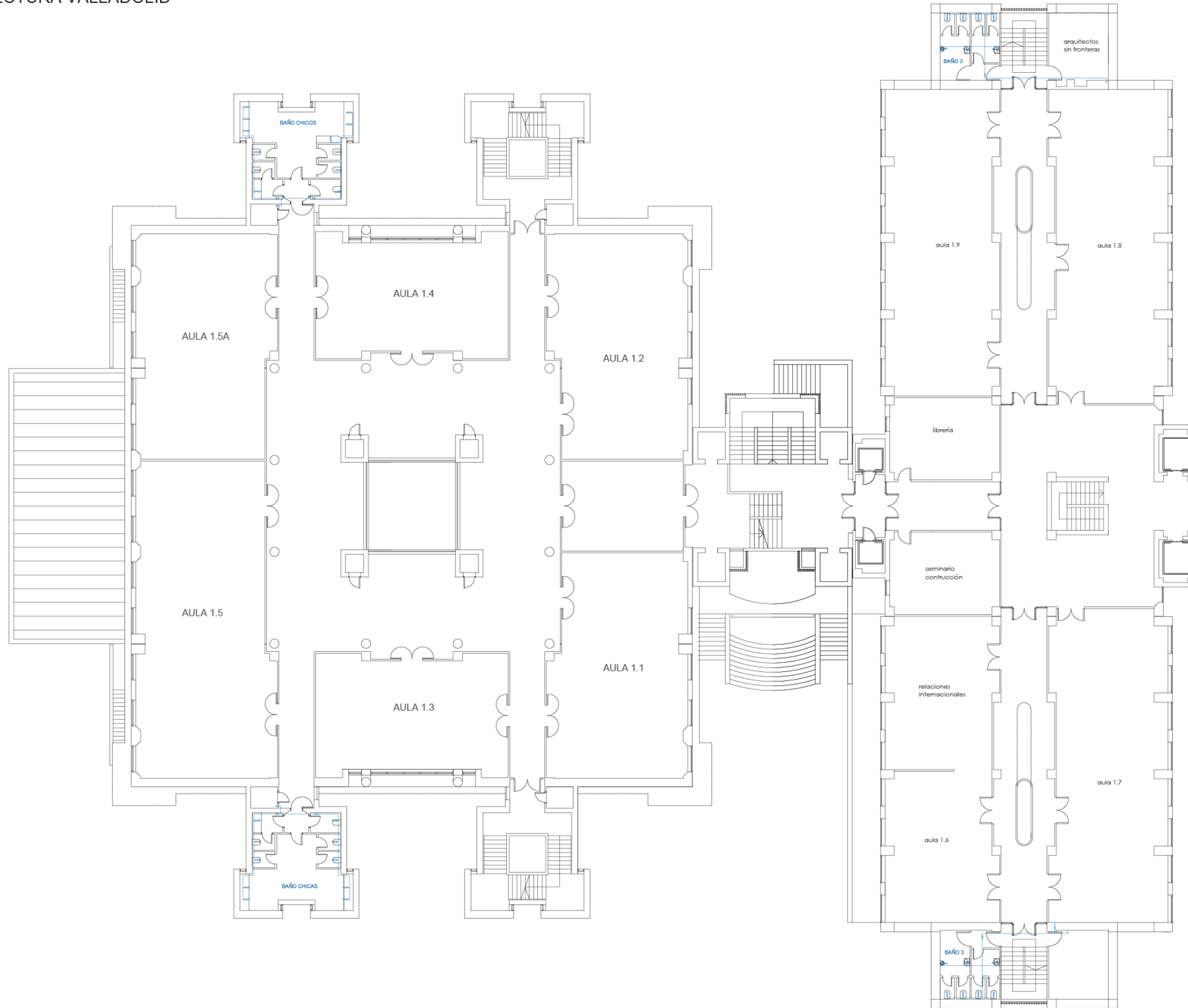
-5 0 5 10 15 20 E: 125

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 0



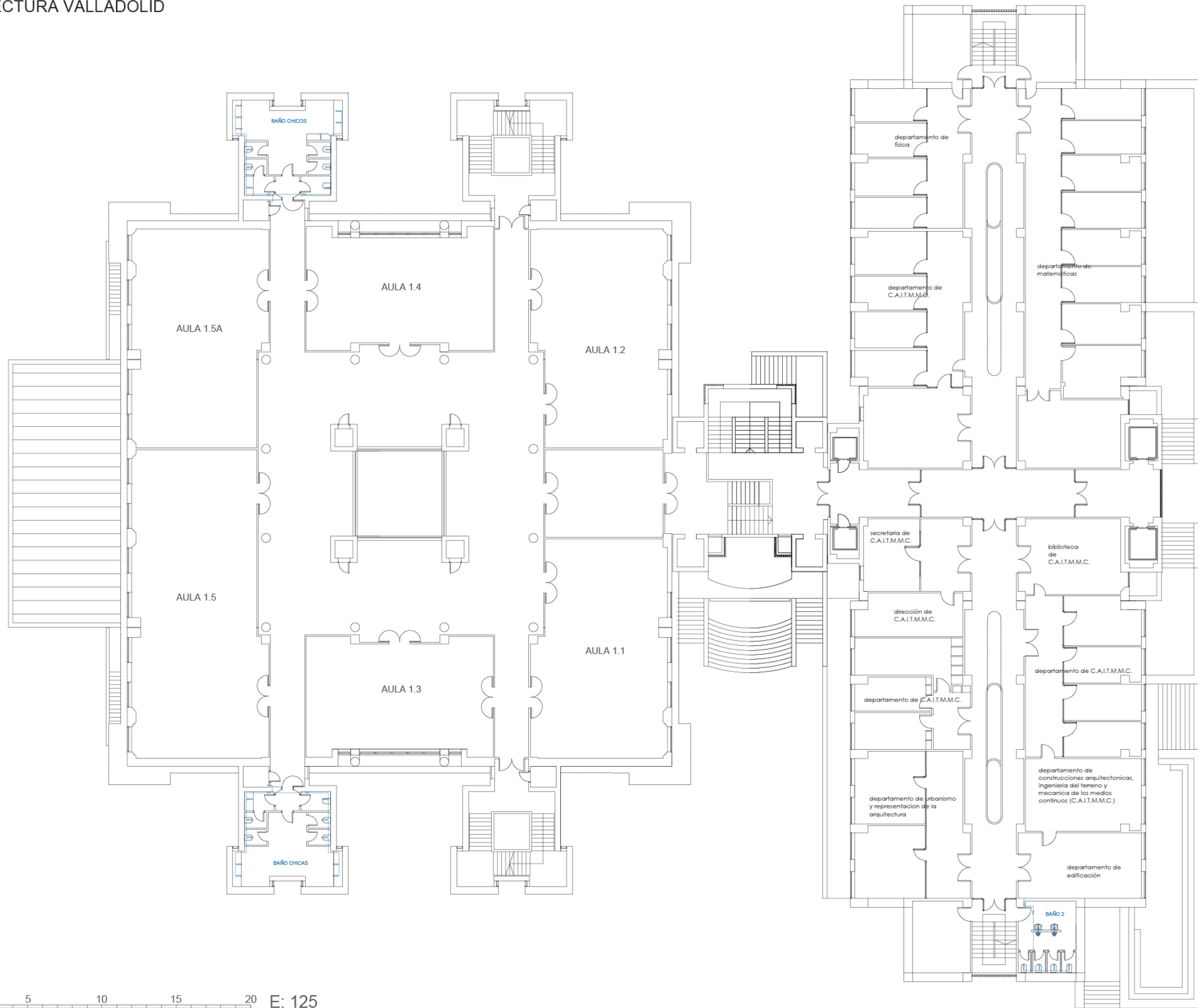
-5 0 5 10 15 20 E: 125

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 1



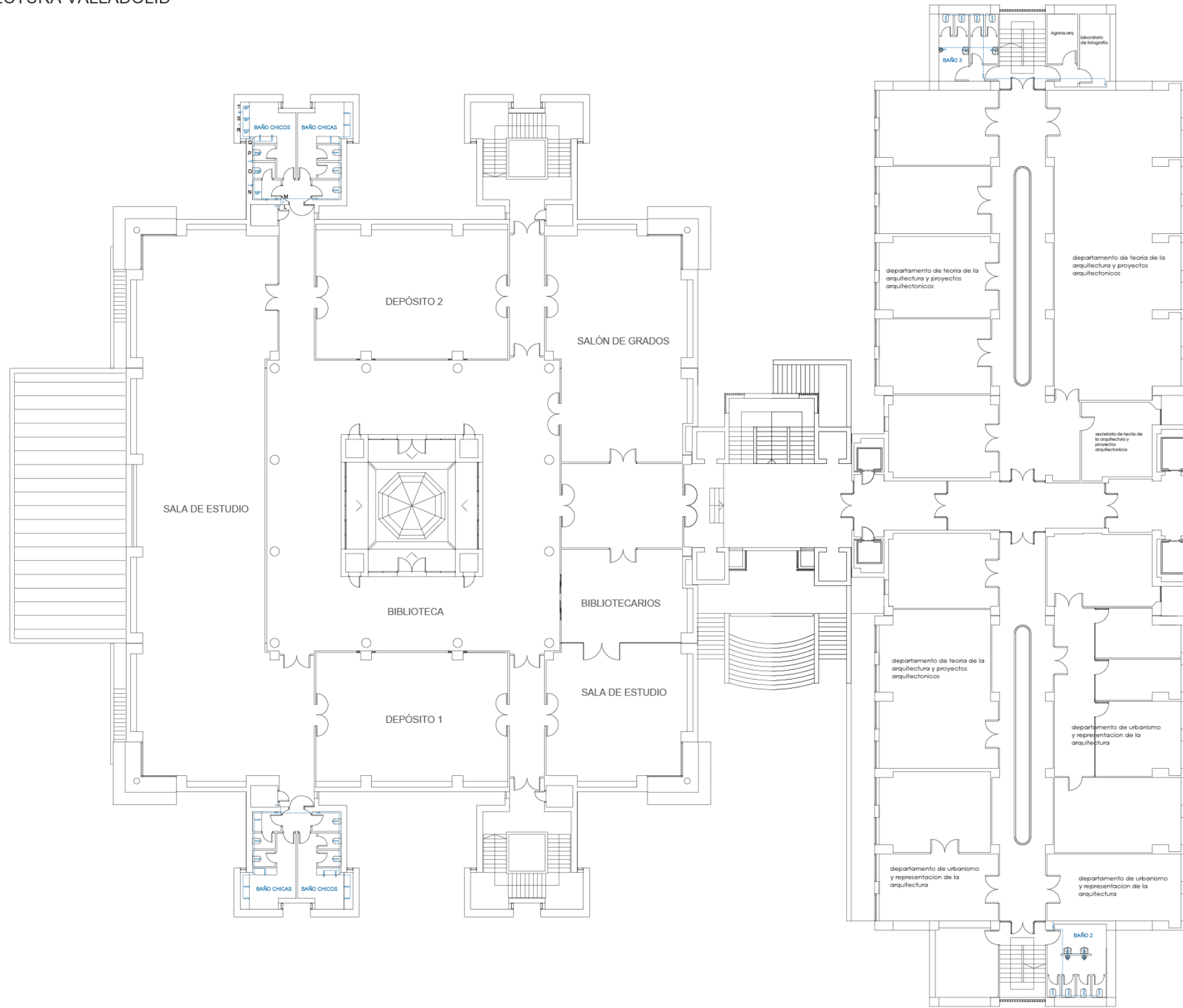
-5 0 5 10 15 20 E: 125

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 2



-5 0 5 10 15 20 E: 125

E.T.S. ARQUITECTURA VALLADOLID
PLANTA 3




6.3 ANEXO III

(Fichas técnicas)

1. EDIFICIO ACADÉMICO

1.1 Con depósito de acumulación:

 <p>EBARA</p> <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol.La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP MATRIX 18-5-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
<p>Cliente:</p> <p>Referencia:</p> <p>Proyecto:</p> <p>Comentario:</p>		<p>Página: 1 / 4</p> <p>Fecha: 31/08/2016</p>	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP MATRIX 18-5-3 VV formado por 3 bombas centrifugas EBARA modelo MATRIX 18-5/4 tipo multicelular horizontal de aspiración axial, con una potencia unitaria por bomba de 4 kW, cuerpo de bomba, soporte, impulsor, camisa externa y eje en acero inoxidable AISI 304,cierre mecánico Cerámica/C/EPDM. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3 , protección IP 55, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz .</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 3" ;manómetro; presostato de emergencia con válvula de aislamiento.</p> <p>Cuadro eléctrico de fuerza y control,para operación totalmente automática del grupo, con convertidor de frecuencia marca Vacon , integrado en una estructura de armario de chapa de acero, tipo de protección IP 54, sobre soporte metálico fijado a la bancada (u opcional fijación a la pared)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocesador, para gestión automática integral del grupo con alternancia entre todas las bombas, incorporado. • Display digital y teclado de programación. • Filtro EMC integrado. • Doble juego de contactores de fuerza. • Guardamotores de protección para cada bomba. • Selector Manual-0-Automático. Interruptor general de corte en carga. • Pilotos de presencia de tensión,bomba en marcha,disparo térmico y bajo nivel reserva de agua. • Sistema de funcionamiento de emergencia mediante presostato totalmente independiente del convertidor de frecuencia. • Transductor de presión 4-20 mA.Líneas de fuerza a motores y mando de presostatos. • Regulador de nivel para protección contra trabajo en seco modelo KMS1 10A -3m incluido. • Disponible en tensiones 110-600VCA (versión opcional bajo demanda). • Interfaz RS-485 integrada para fácil control por bus de comunicaciones. Con los módulos opcionales se pueden conectar variados sistemas de bus de campo incluidos CANOpen, DeviceNet y Profibus DP. • Funcionalidad PLC integrada basada en IEC61131-3, el cliente puede construir su propia lógica de control en el convertidor, lo que permite un software personalizado. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	9.874
<p>Condiciones de Venta</p> <p>PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS</p> <p>PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)</p> <p>VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES</p> <p>FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA</p> <p>SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes, reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



EBARA

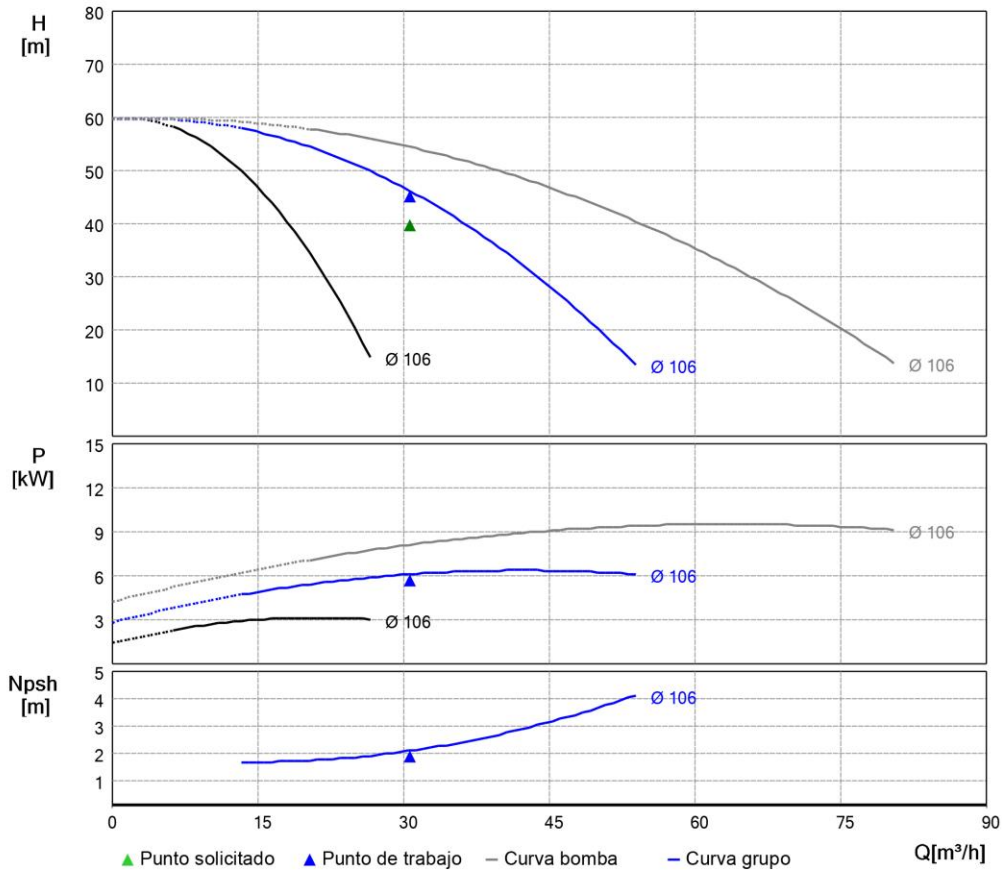
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP MATRIX 18-5-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 4**
Fecha: **31/08/2016**



Datos de trabajo solicitados

Caudal	30,60	m ³ /h
H.M.T.	40,81	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz	
R.p.m.	2900	
Tipo de fluido	Agua dulce limpia	
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C	

Datos punto de trabajo proporcionado

Caudal	30,60	m ³ /h
H.M.T.	46,22	m.c.a.
Potencia absorbida	3,04	kW (por bomba)
NPSH requerido	2,09	m.c.a.
Rendimiento	63,30	%
R.p.m.	2900	
Diámetro del impulsor	106	mm


Componentes opcionales

Variador frecuencia	Si
Depósito hidroneumático	Si
Bomba reserva activa	Si
Colector aspiración	No
Reloj programador	No
Contactos libres potencial	No

Datos de componentes

Modelo bomba	MATRIX 18-5/4
Nº de bombas	3
Potencia motor	4,00 kW
Ø colector impulsión	3"
Depósito hidroneumático	100 l x 1
	10,00 bar

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

 EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/ Cormoranes, 6 Tel. 916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto (Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es	GRUPO DE PRESION · Modelo : AP MATRIX 18-5-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz										
	Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:	Página: 2 / 4 Fecha: 31/08/2016									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Partida</th> <th>Ud.</th> <th>Composición</th> <th>P.V.P.(€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Depósito hidroneumático</td> <td>1</td> <td>Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al homo, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.</td> <td>361</td> </tr> </tbody> </table>				Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)	Depósito hidroneumático	1	Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al homo, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.	361
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)								
Depósito hidroneumático	1	Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al homo, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.	361								
<p>Condiciones de Venta PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO) VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>											

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/ Cormoranes, 6
Tel. 916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto (Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP MATRIX 18-5-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **4 / 4**
Fecha: **31/08/2016**


* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	800	D1	2"
B	1200	D2	3"
C	400	H1	160
E	216	H2	666
F	0	HT	1200

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.

 <p>EBARA EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>	<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : APSG 15-4-3 ED · Serie : EBARA E-DRIVE · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz
---	---

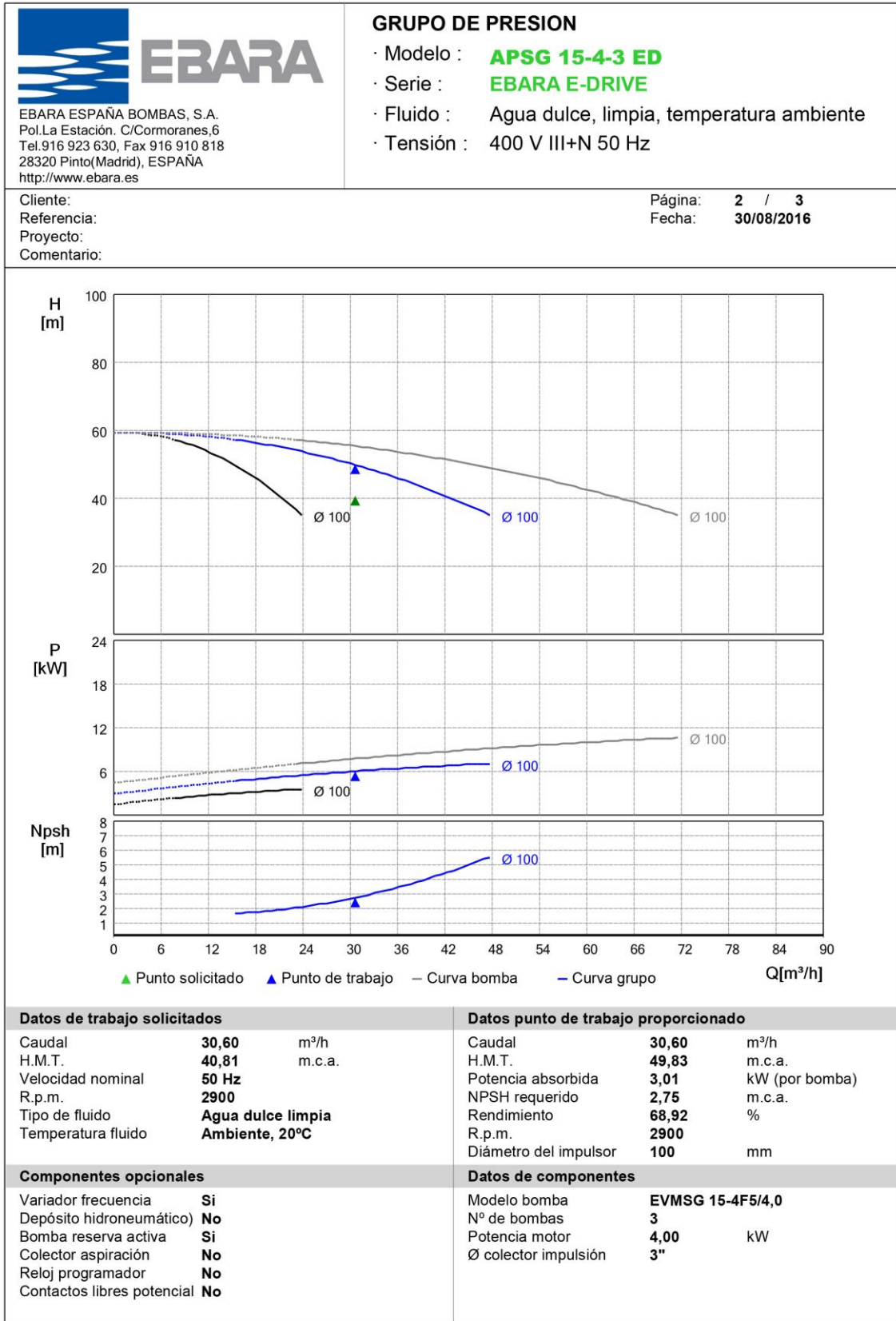
Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:	Página: 1 / 3 Fecha: 30/08/2016
---	--

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA APSG 15-4-3 ED formado por 3 bombas centrifugas EBARA modelo EVMSG 15-4F5/4,0 tipo "en línea", multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 4 kW, cuerpo inferior en fundición, impulsores y difusores de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico Carburo de Silicio/Carbono/EPDM, juntas tóricas en EPDM. Accionamiento mediante motor normalizado asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP 55, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz.</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 3"; manómetro.</p> <p>Depósito hidroneumático de serie de capacidad mínima 20 litros por bomba incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología inverter E-DRIVE por bomba, para control y protección del equipo basado en la variación de frecuencia de alimentación a la bomba manteniendo constante la presión programada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo E-DRIVE en aluminio, que le confiere una gran solidez y fácil enfriamiento. • Grado de protección IP55 (NEMA 4), para instalación en ambientes húmedos y con polvo. • Pantalla de cristal líquido retroiluminada para fácil uso en ausencia de luz. • Frecuencia de alimentación de red 50 – 60 Hz (+/- 2%). • Altitud máx. en carga nominal 1.000 m. • Salidas digitales conf.N.A. o N.C.: marcha de motor, alarma, mando bomba DOL1 y DOL2. • Entradas analógicas, (10 ó 15 Vcc) 1 y 2 4-20 mA y 3 y 4 4-20 mA/0-10 Vcc (configurables). • Entradas digitales, configurables N.A. o N.C., para puesta en marcha y parada del motor. • Puerto de serie RS485. • Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco. • Arranque y parada suaves (soft start y soft stop) que aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida. • Indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación. • Registro de horas de funcionamiento y alarmas y posibilidad de funcionamiento combinado con otros E-DRIVE. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	13.871

Condiciones de Venta
 PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
 PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
 FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
 SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

AUTOR: PABLO CASADO DE PAZ

76



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **APSG 15-4-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 3**
Fecha: **30/08/2016**


* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	500	D1	DN 50
B	1280	D2	3"
C	400	H1	150
E	150	H2	150
F	665	HT	1071

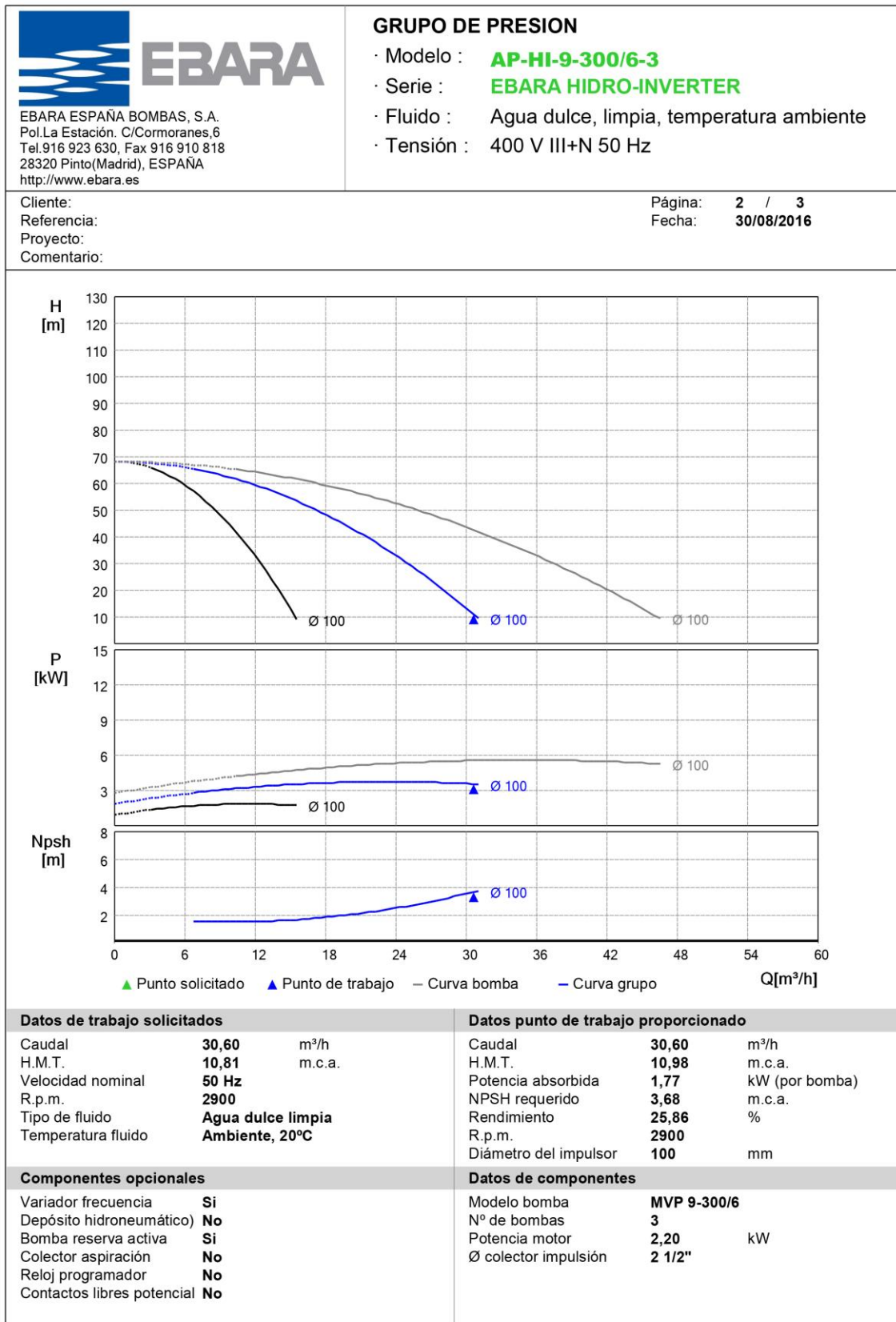
• Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

1.2 Con depósito de presión-acumulación:

 <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol.La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP-HI-9-300/6-3 · Serie : EBARA HIDRO-INVERTER · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:		Página: 1 / 3 Fecha: 30/08/2016	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP-HI-9-300/6-3 formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo MVP 9-300/6 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 2,2 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3, protección IP 44, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz.</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2"; manómetro; presostato de emergencia con válvula de aislamiento. Depósito hidroneumático de serie de capacidad 20 litros / 10 bar incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología HIDRO-INVERTER, mediante variador doméstico compacto sin alternancia de bombas, con un funcionamiento sencillo y fiable, proporcionando un notable ahorro en consumo energético y optimización de la instalación, destinados a satisfacer las demandas de aquellas instalaciones donde se requiera un suministro de agua con caudal variable a una presión constante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variador de frecuencia para la gestión de la primera bomba (bomba pilotada). • Pantalla LCD para información estado bombas. • Teclado de acceso a menú programación. • Manómetro digital. • Transductor de presión interno. • Pulsador START/STOP para el control manual de bombas. • Relés de potencia para la gestión de las bombas auxiliares (modelos de 2 y 3 bombas). • Sistema de control y protección de bombas contra sobreintensidades. • Sistema de protección contra el funcionamiento de las bombas sin agua, por señal de regulador de nivel o presostato (regulador de nivel y presostato opcionales no incluidos en el suministro estándar). • Función ART (autoreset) para rearme automático en caso de alarma por falta de agua. • Indicador luminoso de presencia de tensión (LINE) y de fallo (FAILURE). • Indicador luminoso de funcionamiento para cada bomba (ON). <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	4.352
<p>Condiciones de Venta PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO) VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



• Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.
• Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

AUTOR: PABLO CASADO DE PAZ

79



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP-HI-9-300/6-3**
- Serie : **EBARA HIDRO-INVERTER**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:


Página: **3 / 3**
Fecha: **30/08/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	1 1/2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	90
E	260	H2	819
F	225	HT	1362

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

 <p>EBARA</p> <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>	<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 9-300/6-3 ED · Serie : EBARA E-DRIVE · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)
--	--

Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:	Página: 1 / 3 Fecha: 05/09/2016
---	--

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 9-300/6-3 ED formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo MVP 9-300/6 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 2,2 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3, protección IP 44, para alimentación monofásica a 240 V 50 Hz.</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2"; manómetro. Depósito hidroneumático de serie de capacidad mínima 20 litros por bomba incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología inverter E-DRIVE por bomba, para control y protección del equipo basado en la variación de frecuencia de alimentación a la bomba manteniendo constante la presión programada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo E-DRIVE en aluminio, que le confiere una gran solidez y fácil enfriamiento. • Grado de protección IP55 (NEMA 4), para instalación en ambientes húmedos y con polvo. • Pantalla de cristal líquido retroiluminada para fácil uso en ausencia de luz. • Frecuencia de alimentación de red 50 – 60 Hz (+/- 2%). • Altitud máx. en carga nominal 1.000 m. • Salidas digitales conf.N.A. o N.C.:marcha de motor,alarma,mando bomba DOL1 y DOL2. • Entradas analógicas, (10 ó 15 Vcc) 1 y 2 4-20 mA y 3 y 4 4-20 mA/0-10 Vcc (configurables). • Entradas digitales, configurables N.A. o N.C., para puesta en marcha y parada del motor. • Puerto de serie RS485. • Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco. • Arranque y parada suaves (soft start y soft stop) que aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida. • Indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación. • Registro de horas de funcionamiento y alarmas y posibilidad de funcionamiento combinado con otros E-DRIVE. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	8.495

Condiciones de Venta
 PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
 PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
 FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
 SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

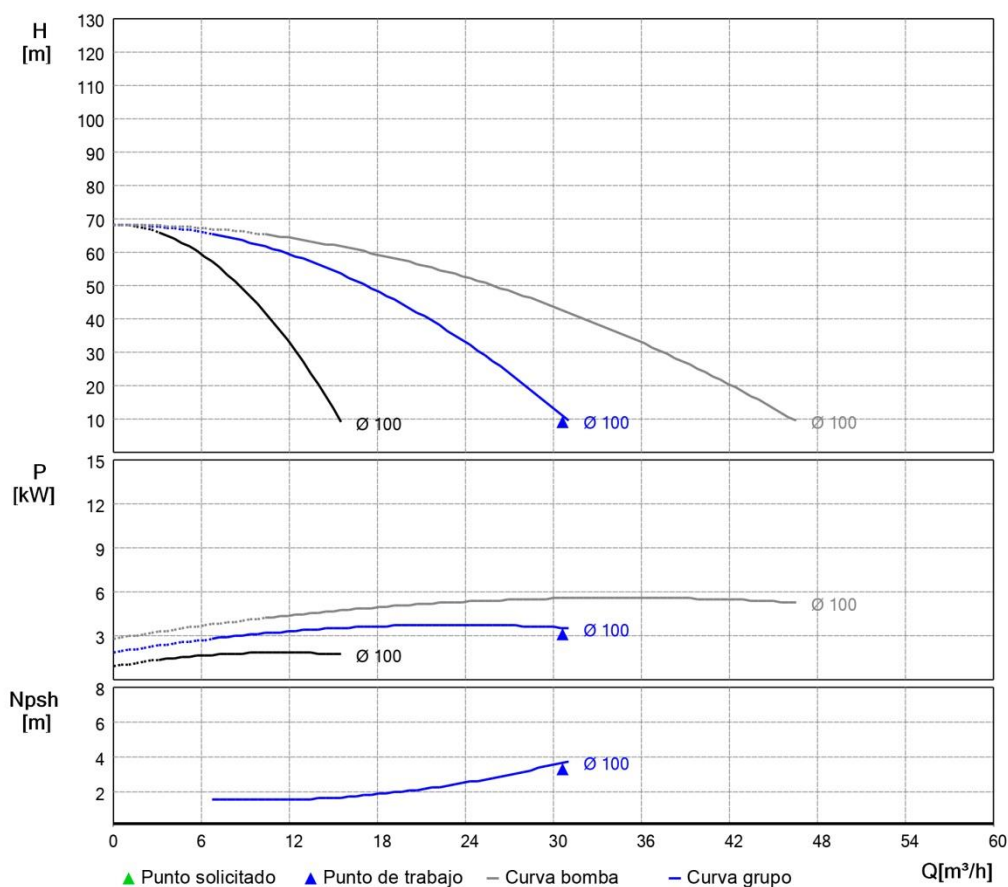
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
http://www.ebara.es

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-300/6-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **2 / 3**
Fecha: **05/09/2016**



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	30,60	m³/h	Caudal	30,60	m³/h
H.M.T.	10,81	m.c.a.	H.M.T.	10,98	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	1,77	kW (por bomba)
R.p.m.	2900		NPSH requerido	3,68	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	25,86	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
			Diámetro del impulsor	100	mm
Componentes opcionales			Datos de componentes		
Variador frecuencia	Si		Modelo bomba	MVP 9-300/6	
Depósito hidroneumático)	No		Nº de bombas	3	
Bomba reserva activa	Si		Potencia motor	2,20	kW
Colector aspiración	No		Ø colector impulsión	2 1/2"	
Reloj programador	No				
Contactos libres potencial	No				

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/ Cormoranes, 6
Tel. 916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto (Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-300/6-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V / 50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 3**
Fecha: **05/09/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)


Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	1 1/2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	90
E	135	H2	312
F	513	HT	792

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

2. EDIFICIO DE DIRECCION E INVESTIGACIÓN

2.1 Con depósito de acumulación:

 <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol.La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 18-550/6-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:		Página: 1 / 4 Fecha: 30/08/2016	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 18-550/6-3 VV formado por 3 bombas centrifugas EBARA modelo MVP 18-550/6 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 4 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3 , protección IP 44 , para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz .</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2" ;manómetro; presostato de emergencia con válvula de aislamiento.</p> <p>Cuadro eléctrico de fuerza y control, para operación totalmente automática del grupo, con convertidor de frecuencia marca Vacon , integrado en una estructura de armario de chapa de acero, tipo de protección IP 54, sobre soporte metálico fijado a la bancada (u opcional fijación a la pared)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocesador, para gestión automática integral del grupo con alternancia entre todas las bombas, incorporado. • Display digital y teclado de programación. • Filtro EMC integrado. • Doble juego de contactores de fuerza. • Guardamotores de protección para cada bomba. • Selector Manual-0-Automático. Interruptor general de corte en carga. • Pilotos de presencia de tensión, bomba en marcha, disparo térmico y bajo nivel reserva de agua. • Sistema de funcionamiento de emergencia mediante presostato totalmente independiente del convertidor de frecuencia. • Transductor de presión 4-20 mA. Líneas de fuerza a motores y mando de presostatos. • Regulador de nivel para protección contra trabajo en seco modelo KMS1 10A -3m incluido. • Disponible en tensiones 110-600VCA (versión opcional bajo demanda). • Interfaz RS-485 integrada para fácil control por bus de comunicaciones. Con los módulos opcionales se pueden conectar variados sistemas de bus de campo incluidos CANOpen, DeviceNet y Profibus DP. • Funcionalidad PLC integrada basada en IEC61131-3, el cliente puede construir su propia lógica de control en el convertidor, lo que permite un software personalizado. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	8.482
<p>Condiciones de Venta PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO) VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes, reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-550/6-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **2 / 4**
Fecha: **30/08/2016**

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Depósito hidroneumático	1	Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al homo, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.	361

Condiciones de Venta

PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS

PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)

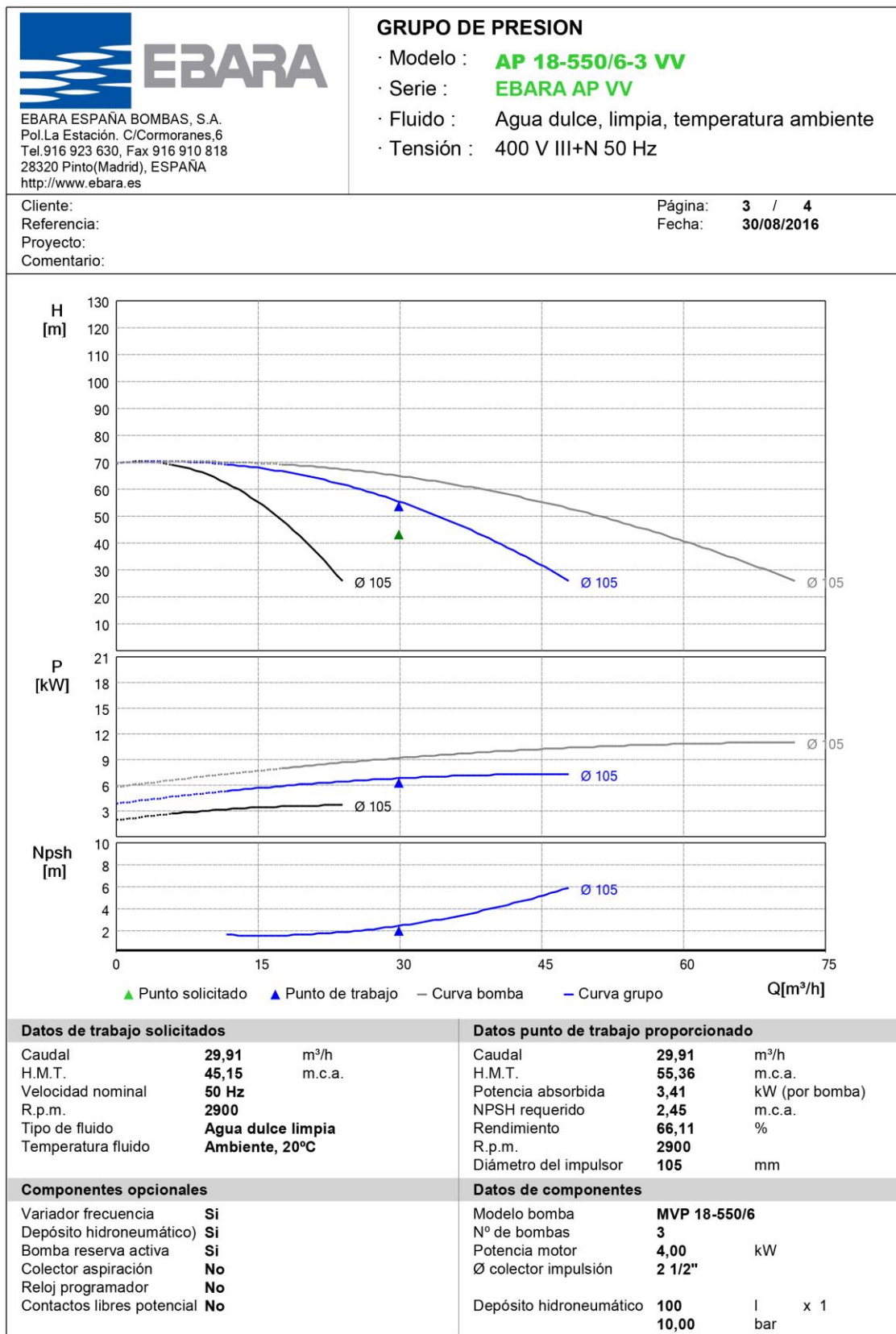
VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES

FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA

SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-550/6-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:


Página: **4 / 4**
Fecha: **30/08/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	100
E	135	H2	376
F	433	HT	1200

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

 <p>EBARA</p> <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>	<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 18-550/6-3 ED · Serie : EBARA E-DRIVE · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz
--	---

<p>Cliente:</p> <p>Referencia:</p> <p>Proyecto:</p> <p>Comentario:</p>	<p>Página: 1 / 3</p> <p>Fecha: 30/08/2016</p>
--	---

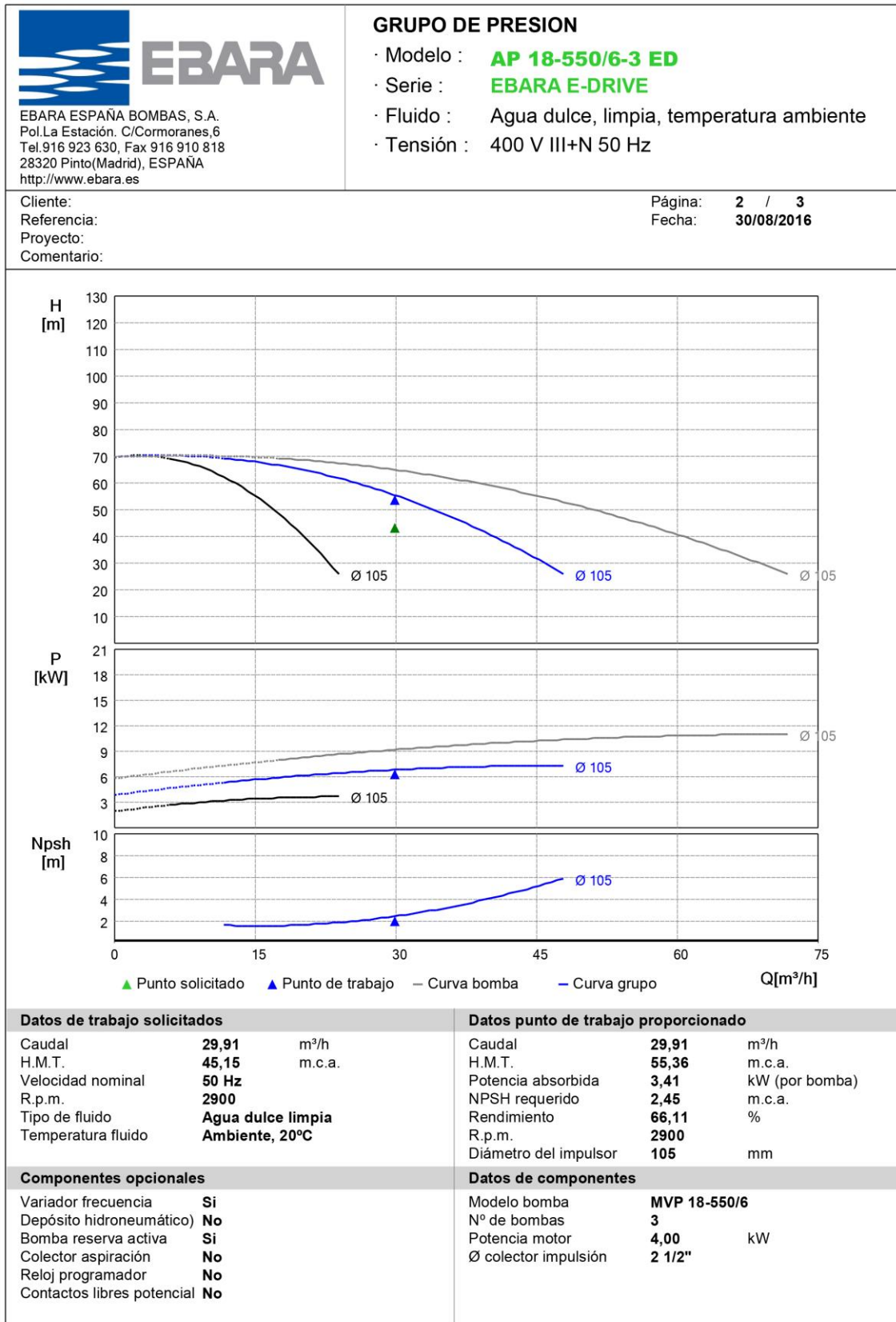
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 18-550/6-3 ED formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo MVP 18-550/6 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 4 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3, protección IP 44, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz.</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2"; manómetro.</p> <p>Depósito hidroneumático de serie de capacidad mínima 20 litros por bomba incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología inverter E-DRIVE por bomba, para control y protección del equipo basado en la variación de frecuencia de alimentación a la bomba manteniendo constante la presión programada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo E-DRIVE en aluminio, que le confiere una gran solidez y fácil enfriamiento. • Grado de protección IP55 (NEMA 4), para instalación en ambientes húmedos y con polvo. • Pantalla de cristal líquido retroiluminada para fácil uso en ausencia de luz. • Frecuencia de alimentación de red 50 – 60 Hz (+/- 2%). • Altitud máx. en carga nominal 1.000 m. • Salidas digitales conf.N.A. o N.C.:marcha de motor,alarma,mando bomba DOL1 y DOL2. • Entradas analógicas, (10 ó 15 Vcc) 1 y 2 4-20 mA y 3 y 4 4-20 mA/0-10 Vcc (configurables). • Entradas digitales, configurables N.A. o N.C., para puesta en marcha y parada del motor. • Puerto de serie RS485. • Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco. • Arranque y parada suaves (soft start y soft stop) que aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida. • Indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación. • Registro de horas de funcionamiento y alarmas y posibilidad de funcionamiento combinado con otros E-DRIVE. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	12.035

Condiciones de Venta

PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
 PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
 FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
 SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.





EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-550/6-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 3**
Fecha: **30/08/2016**


* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)


A	400	D1	2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	100
E	135	H2	376
F	557	HT	893

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

2.2 Con depósito de presión-acumulación:

 <p>EBARA</p> <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol.La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 9-400/7-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
<p>Cliente:</p> <p>Referencia:</p> <p>Proyecto:</p> <p>Comentario:</p>		<p>Página: 1 / 4</p> <p>Fecha: 31/08/2016</p>	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 9-400/7-3 VV formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo MVP 9-400/7 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 3 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl®, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3, protección IP 44, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz .</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2" ,manómetro; presostato de emergencia con válvula de aislamiento.</p> <p>Cuadro eléctrico de fuerza y control, para operación totalmente automática del grupo, con convertidor de frecuencia marca Vacon, integrado en una estructura de armario de chapa de acero, tipo de protección IP 54, sobre soporte metálico fijado a la bancada (u opcional fijación a la pared)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocesador, para gestión automática integral del grupo con alternancia entre todas las bombas, incorporado. • Display digital y teclado de programación. • Filtro EMC integrado. • Doble juego de contactores de fuerza. • Guardamotores de protección para cada bomba. • Selector Manual-0-Automático. Interruptor general de corte en carga. • Pilotos de presencia de tensión, bomba en marcha, disparo térmico y bajo nivel reserva de agua. • Sistema de funcionamiento de emergencia mediante presostato totalmente independiente del convertidor de frecuencia. • Transductor de presión 4-20 mA. Líneas de fuerza a motores y mando de presostatos. • Regulador de nivel para protección contra trabajo en seco modelo KMS1 10A -3m incluido. • Disponible en tensiones 110-600VCA (versión opcional bajo demanda). • Interfaz RS-485 integrada para fácil control por bus de comunicaciones. Con los módulos opcionales se pueden conectar variados sistemas de bus de campo incluidos CANOpen, DeviceNet y Profibus DP. • Funcionalidad PLC integrada basada en IEC61131-3, el cliente puede construir su propia lógica de control en el convertidor, lo que permite un software personalizado. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	7.691
<p>Condiciones de Venta</p> <p>PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS</p> <p>PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)</p> <p>VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES</p> <p>FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA</p> <p>SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

 <p>EBARA EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>	<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 9-400/7-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz
--	--

Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:	Página: 2 / 4 Fecha: 31/08/2016
---	--

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Depósito hidroneumático	1	Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al homo, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.	361

Condiciones de Venta
 PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
 PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
 FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
 SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



EBARA

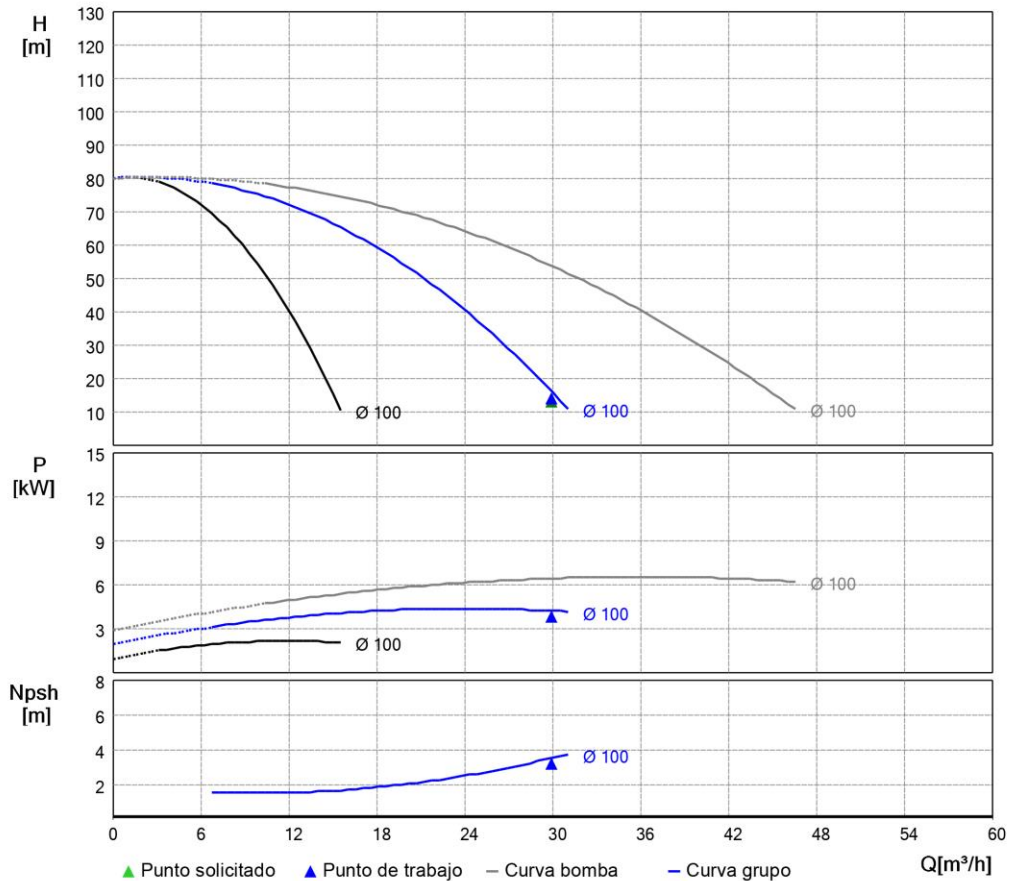
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-400/7-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 4**
Fecha: **31/08/2016**



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	29,91	m ³ /h	Caudal	29,91	m ³ /h
H.M.T.	15,20	m.c.a.	H.M.T.	16,08	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	2,11	kW (por bomba)
R.p.m.	2900		NPSH requerido	3,54	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	31,05	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
			Diámetro del impulsor	100	mm
Componentes opcionales			Datos de componentes		
Variador frecuencia	Si		Modelo bomba	MVP 9-400/7	
Depósito hidroneumático	Si		Nº de bombas	3	
Bomba reserva activa	Si		Potencia motor	3,00	kW
Colector aspiración	No		Ø colector impulsión	2 1/2"	
Reloj programador	No		Depósito hidroneumático	100	l x 1
Contactos libres potencial	No			10,00	bar

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-400/7-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **4 / 4**
Fecha: **31/08/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	1 1/2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	90
E	135	H2	342
F	407	HT	1200

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
http://www.ebara.es

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-400/7-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **1 / 3**
Fecha: **05/09/2016**

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 9-400/7-3 ED formado por 3 bombas centrifugas EBARA modelo MVP 9-400/7 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 3 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido,impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3 , protección IP 44 , para alimentación monofásica a 240 V 50 Hz .</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2" ; manómetro. Depósito hidroneumático de serie de capacidad mínima 20 litros por bomba incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología inverter E-DRIVE por bomba, para control y protección del equipo basado en la variación de frecuencia de alimentación a la bomba manteniendo constante la presión programada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo E-DRIVE en aluminio, que le confiere una gran solidez y fácil enfriamiento. • Grado de protección IP55 (NEMA 4), para instalación en ambientes húmedos y con polvo. • Pantalla de cristal líquido retroiluminada para fácil uso en ausencia de luz. • Frecuencia de alimentación de red 50 – 60 Hz (+/- 2%). • Altitud máx. en carga nominal 1.000 m. • Salidas digitales conf.N.A. o N.C.:marcha de motor, alarma,mando bomba DOL1 y DOL2. • Entradas analógicas, (10 ó 15 Vcc) 1 y 2 4-20 mA y 3 y 4 4-20 mA/0-10 Vcc (configurables). • Entradas digitales, configurables N.A. o N.C., para puesta en marcha y parada del motor. • Puerto de serie RS485. • Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco. • Arranque y parada suaves (soft start y soft stop) que aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida. • Indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación. • Registro de horas de funcionamiento y alarmas y posibilidad de funcionamiento combinado con otros E-DRIVE. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	11.361

Condiciones de Venta

PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

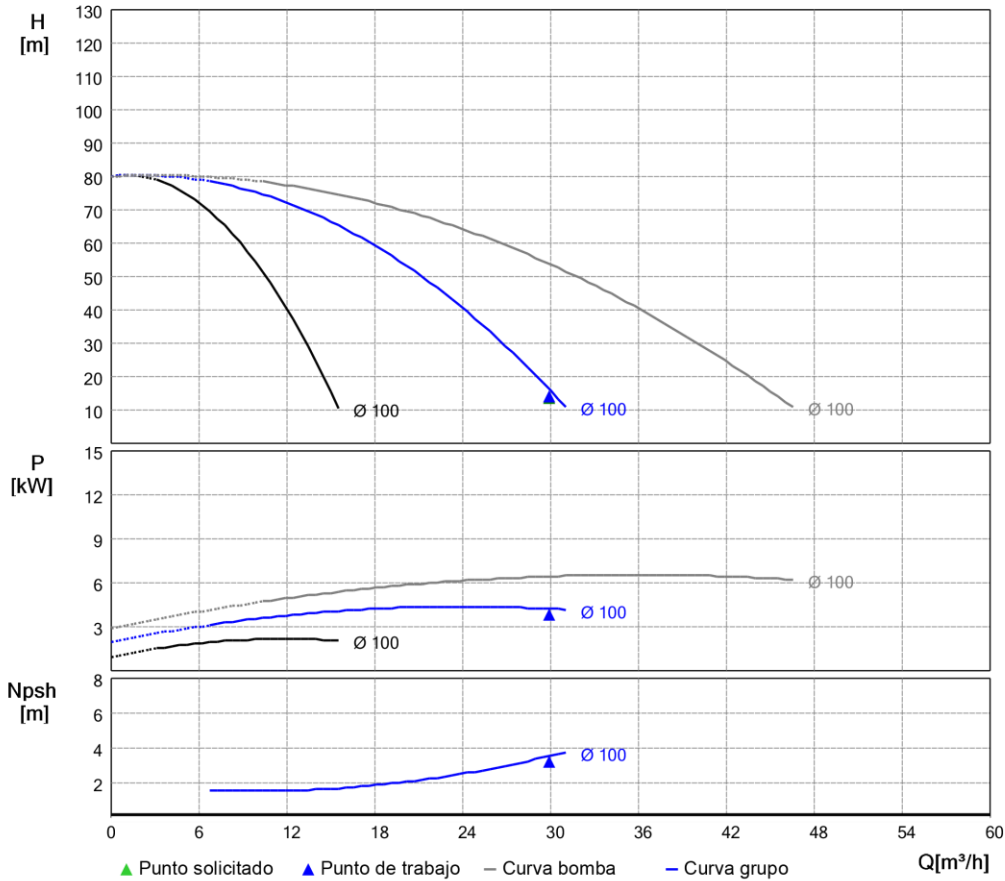
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-400/7-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **2 / 3**
Fecha: **05/09/2016**



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	29,90	m ³ /h	Caudal	29,90	m ³ /h
H.M.T.	15,50	m.c.a.	H.M.T.	16,12	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	2,11	kW (por bomba)
R.p.m.	2900		NPSH requerido	3,54	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	31,13	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
			Diámetro del impulsor	100	mm
Componentes opcionales			Datos de componentes		
Variador frecuencia	Si		Modelo bomba	MVP 9-400/7	
Depósito hidroneumático)	No		Nº de bombas	3	
Bomba reserva activa	Si		Potencia motor	3,00	kW
Colector aspiración	No		Ø colector impulsión	2 1/2"	
Reloj programador	No				
Contactos libres potencial	No				

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 9-400/7-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 3**
Fecha: **05/09/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)


Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	1 1/2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	90
E	135	H2	342
F	513	HT	822


* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

3. EDIFICIO DE DIRECCION E INVESTIGACIÓN

3.1 Con depósito de acumulación:

 <p>EBARA</p> <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol.La Estación. C/Cormoranes.6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : APSG 15-5-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
<p>Cliente:</p> <p>Referencia:</p> <p>Proyecto:</p> <p>Comentario:</p>		<p>Página: 1 / 4</p> <p>Fecha: 30/08/2016</p>	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA APSG 15-5-3 VV formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo EVMSG 15-5F5/5,5 tipo "en línea", multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 5,5 kW, cuerpo inferior en fundición, impulsores y difusores de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico Carbu de Silicio/Carbono/EPDM, juntas tóricas en EPDM. Accionamiento mediante motor normalizado asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP 55, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz .</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 3"; manómetro; presostato de emergencia con válvula de aislamiento.</p> <p>Cuadro eléctrico de fuerza y control, para operación totalmente automática del grupo, con convertidor de frecuencia marca Vacon, integrado en una estructura de armario de chapa de acero, tipo de protección IP 54, sobre soporte metálico fijado a la bancada (u opcional fijación a la pared)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocesador, para gestión automática integral del grupo con alternancia entre todas las bombas, incorporado. • Display digital y teclado de programación. • Filtro EMC integrado. • Doble juego de contactores de fuerza. • Guardamotores de protección para cada bomba. • Selector Manual-0-Automático. Interruptor general de corte en carga. • Pilotos de presencia de tensión, bomba en marcha, disparo térmico y bajo nivel reserva de agua. • Sistema de funcionamiento de emergencia mediante presostato totalmente independiente del convertidor de frecuencia. • Transductor de presión 4-20 mA. Líneas de fuerza a motores y mando de presostatos. • Regulador de nivel para protección contra trabajo en seco modelo KMS1 10A -3m incluido. • Disponible en tensiones 110-600VCA (versión opcional bajo demanda). • Interfaz RS-485 integrada para fácil control por bus de comunicaciones. Con los módulos opcionales se pueden conectar variados sistemas de bus de campo incluidos CANOpen, DeviceNet y Profibus DP. • Funcionalidad PLC integrada basada en IEC61131-3, el cliente puede construir su propia lógica de control en el convertidor, lo que permite un software personalizado. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	11.695
<p>Condiciones de Venta</p> <p>PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS</p> <p>PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)</p> <p>VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES</p> <p>FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA</p> <p>SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

 <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol.La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : APSG 15-5-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:		Página: 2 / 4 Fecha: 30/08/2016	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Depósito hidroneumático	1	Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al horno, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.	361
<p>Condiciones de Venta PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO) VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



EBARA

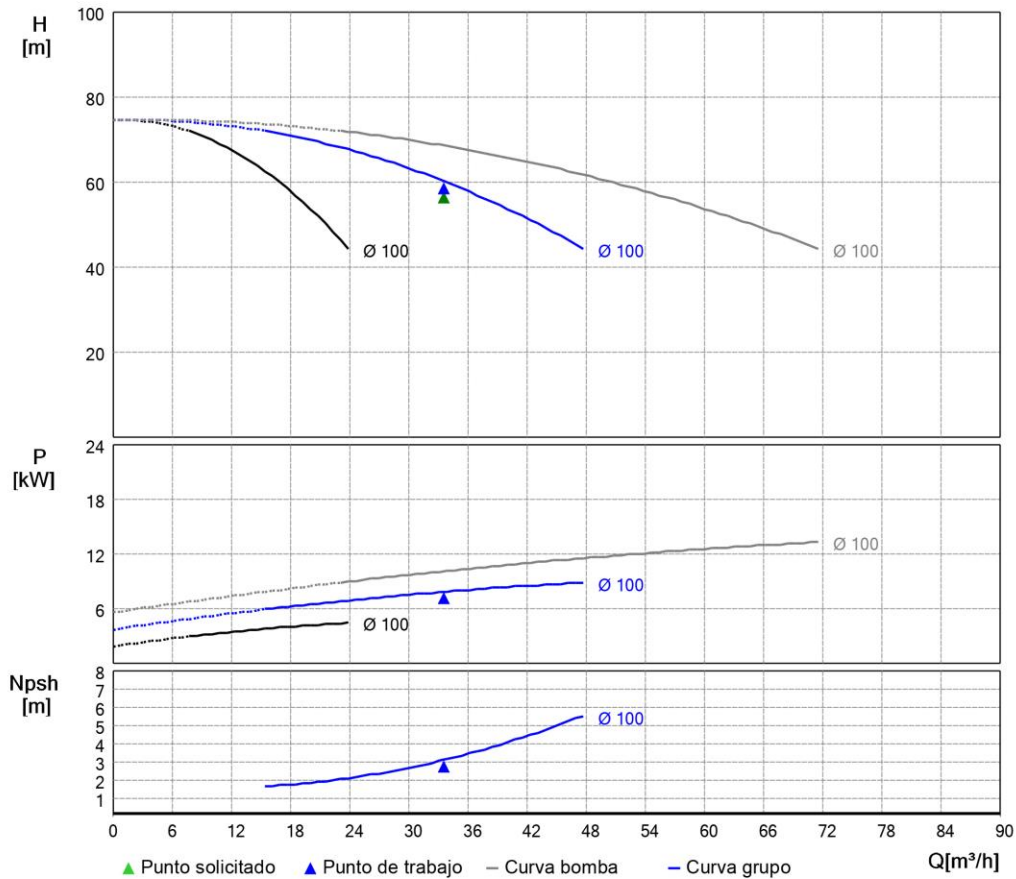
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **APSG 15-5-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 4**
Fecha: **30/08/2016**



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	33,60	m ³ /h	Caudal	33,60	m ³ /h
H.M.T.	57,72	m.c.a.	H.M.T.	60,15	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	3,93	kW (por bomba)
R.p.m.	2900		NPSH requerido	3,12	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	70,01	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
			Diámetro del impulsor	100	mm
Componentes opcionales			Datos de componentes		
Variador frecuencia	Si		Modelo bomba	EVMSG 15-5F5/5,5	
Depósito hidroneumático	Si		Nº de bombas	3	
Bomba reserva activa	Si		Potencia motor	5,50	kW
Colector aspiración	No		Ø colector impulsión	3"	
Reloy programador	No		Depósito hidroneumático	100	l x 1
Contactos libres potencial	No			10,00	bar

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **APSG 15-5-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:


Página: **4 / 4**
Fecha: **30/08/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	500	D1	DN 50
B	1280	D2	3"
C	400	H1	150
E	150	H2	150
F	517	HT	1200

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

 <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 18-750/8-3 ED · Serie : EBARA E-DRIVE · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
Cliente: Referencia: Proyecto: Comentario:		Página: 1 / 3 Fecha: 30/08/2016	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 18-750/8-3 ED formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo MVP 18-750/8 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 5,5 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3, protección IP 44, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz.</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2"; manómetro. Depósito hidroneumático de serie de capacidad mínima 20 litros por bomba incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología inverter E-DRIVE por bomba, para control y protección del equipo basado en la variación de frecuencia de alimentación a la bomba manteniendo constante la presión programada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo E-DRIVE en aluminio, que le confiere una gran solidez y fácil enfriamiento. • Grado de protección IP55 (NEMA 4), para instalación en ambientes húmedos y con polvo. • Pantalla de cristal líquido retroiluminada para fácil uso en ausencia de luz. • Frecuencia de alimentación de red 50 – 60 Hz (+/- 2%). • Altitud máx. en carga nominal 1.000 m. • Salidas digitales conf.N.A. o N.C.: marcha de motor, alarma, mando bomba DOL1 y DOL2. • Entradas analógicas, (10 ó 15 Vcc) 1 y 2 4-20 mA y 3 y 4 4-20 mA/0-10 Vcc (configurables). • Entradas digitales, configurables N.A. o N.C., para puesta en marcha y parada del motor. • Puerto de serie RS485. • Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco. • Arranque y parada suaves (soft start y soft stop) que aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida. • Indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación. • Registro de horas de funcionamiento y alarmas y posibilidad de funcionamiento combinado con otros E-DRIVE. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	15.050
<p>Condiciones de Venta PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO) VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

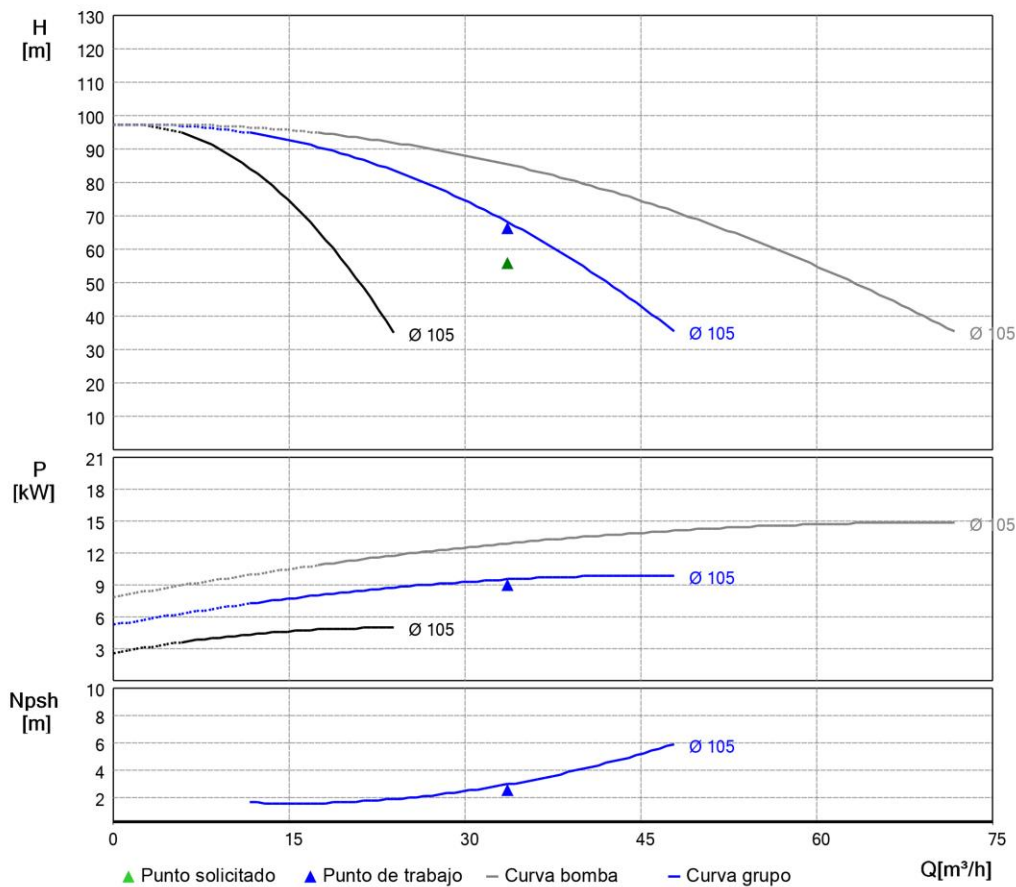
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
http://www.ebara.es

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-750/8-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **2 / 3**
Fecha: **30/08/2016**



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	33,60	m ³ /h	Caudal	33,60	m ³ /h
H.M.T.	57,72	m.c.a.	H.M.T.	68,18	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	4,75	kW (por bomba)
R.p.m.	2900		NPSH requerido	2,95	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	65,53	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
			Diámetro del impulsor	105	mm
Componentes opcionales			Datos de componentes		
Variador frecuencia	Si		Modelo bomba	MVP 18-750/8	
Depósito hidroneumático)	No		Nº de bombas	3	
Bomba reserva activa	Si		Potencia motor	5,50	kW
Colector aspiración	No		Ø colector impulsión	2 1/2"	
Reloj programador	No				
Contactos libres potencial	No				

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-750/8-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 3**
Fecha: **30/08/2016**


* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	100
E	135	H2	451
F	557	HT	961

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

3.2 Con depósito de presión-acumulación:

 <p>EBARA</p> <p>EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A. Pol. La Estación. C/Cormoranes,6 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA http://www.ebara.es</p>		<p>GRUPO DE PRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> · Modelo : AP 18-400/4-3 VV · Serie : EBARA AP VV · Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente · Tensión : 400 V III+N 50 Hz 	
<p>Cliente:</p> <p>Referencia:</p> <p>Proyecto:</p> <p>Comentario:</p>		<p>Página: 1 / 4</p> <p>Fecha: 31/08/2016</p>	
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA AP 18-400/4-3 VV formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo MVP 18-400/4 tipo multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 3 kW, placa superior, cuerpo inferior y contrabridas en hierro fundido, impulsores y difusores fabricados en Noryl@, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico. Accionamiento mediante motor asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, eficiencia IE3, protección IP 44, para alimentación trifásica a 400 V 50 Hz.</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 2 1/2" manómetro; presostato de emergencia con válvula de aislamiento.</p> <p>Cuadro eléctrico de fuerza y control, para operación totalmente automática del grupo, con convertidor de frecuencia marca Vacon, integrado en una estructura de armario de chapa de acero, tipo de protección IP 54, sobre soporte metálico fijado a la bancada (u opcional fijación a la pared)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocesador, para gestión automática integral del grupo con alternancia entre todas las bombas, incorporado. • Display digital y teclado de programación. • Filtro EMC integrado. • Doble juego de contactores de fuerza. • Guardamotores de protección para cada bomba. • Selector Manual-0-Automático. Interruptor general de corte en carga. • Pilotos de presencia de tensión, bomba en marcha, disparo térmico y bajo nivel reserva de agua. • Sistema de funcionamiento de emergencia mediante presostato totalmente independiente del convertidor de frecuencia. • Transductor de presión 4-20 mA. Líneas de fuerza a motores y mando de presostatos. • Regulador de nivel para protección contra trabajo en seco modelo KMS1 10A -3m incluido. • Disponible en tensiones 110-600VCA (versión opcional bajo demanda). • Interfaz RS-485 integrada para fácil control por bus de comunicaciones. Con los módulos opcionales se pueden conectar variados sistemas de bus de campo incluidos CANOpen, DeviceNet y Profibus DP. • Funcionalidad PLC integrada basada en IEC61131-3, el cliente puede construir su propia lógica de control en el convertidor, lo que permite un software personalizado. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	7.474
<p>Condiciones de Venta</p> <p>PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS</p> <p>PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)</p> <p>VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES</p> <p>FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA</p> <p>SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO</p>			

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
 Pol. La Estación, C/Cormoranes, 6
 Tel. 916 923 630, Fax 916 910 818
 28320 Pinto (Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-400/4-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
 Referencia:
 Proyecto:
 Comentario:

Página: **2 / 4**
 Fecha: **31/08/2016**

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Depósito hidroneumático	1	Depósito hidroneumático para agua fría potable, con membrana de caucho caucho atóxico sintético, construido en chapa de acero con protección exterior, sobre superficie fosfatada e imprimación con terminado al horno, de 100 litros de capacidad, timbrado a una presión de 10 Bar.	361

Condiciones de Venta

PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
 PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
 FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
 SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



EBARA

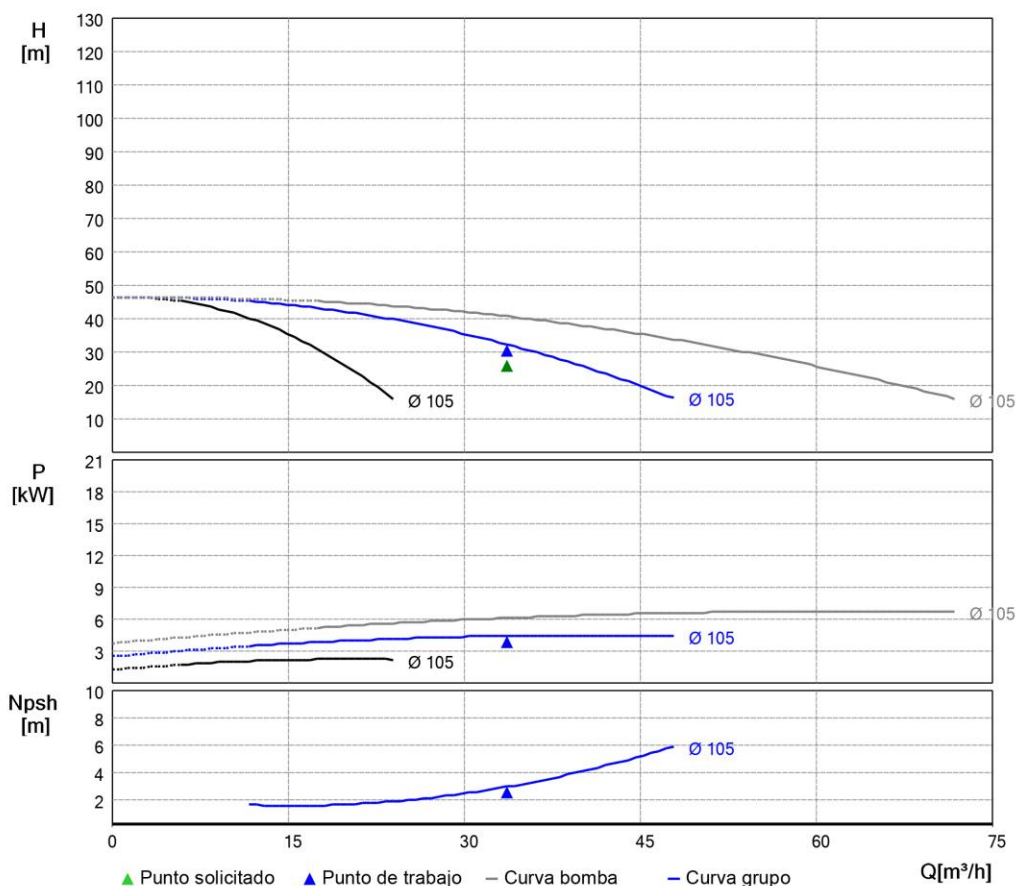
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes, 6
Tel. 916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto (Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-400/4-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 4**
Fecha: **31/08/2016**



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	33,60	m ³ /h	Caudal	33,60	m ³ /h
H.M.T.	27,70	m.c.a.	H.M.T.	32,28	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	2,21	kW (por bomba)
R.p.m.	2900		NPSH requerido	2,95	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	66,67	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
			Diámetro del impulsor	105	mm
Componentes opcionales			Datos de componentes		
Variador frecuencia	Si		Modelo bomba	MVP 18-400/4	
Depósito hidroneumático	Si		Nº de bombas	3	
Bomba reserva activa	Si		Potencia motor	3,00	kW
Colector aspiración	No		Ø colector impulsión	2 1/2"	
Reloj programador	No		Depósito hidroneumático	100	l x 1
Contactos libres potencial	No			10,00	bar

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/ Cormoranes, 6
Tel. 916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto (Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **AP 18-400/4-3 VV**
- Serie : **EBARA AP VV**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz

Ciente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **4 / 4**
Fecha: **31/08/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	400	D1	2"
B	1175	D2	2 1/2"
C	400	H1	100
E	135	H2	298
F	433	HT	1200

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol. La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **APSG 15-3-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **1 / 3**
Fecha: **05/09/2016**

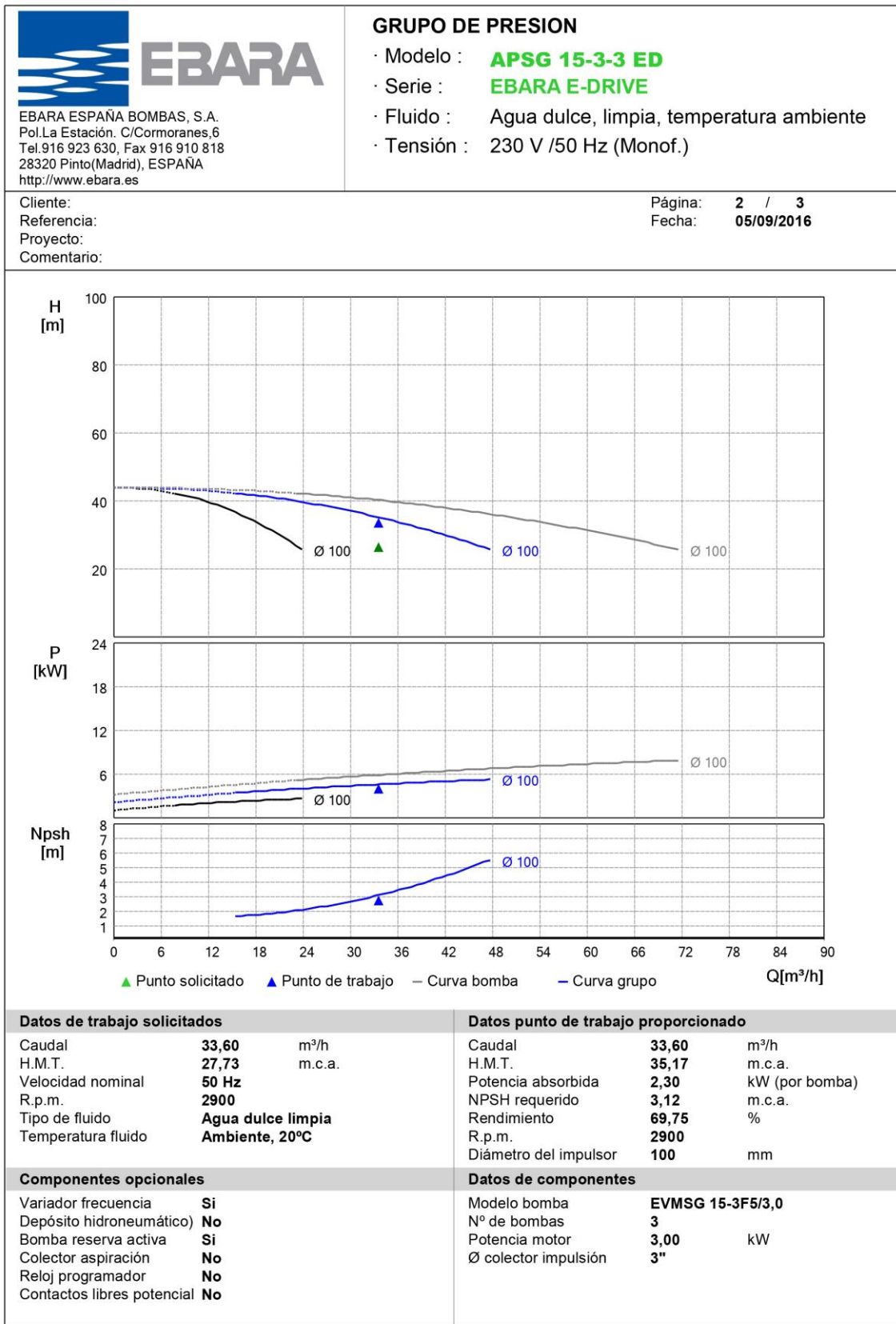
Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo Presión	1	<p>Grupo de presión de agua EBARA APSG 15-3-3 ED formado por 3 bombas centrífugas EBARA modelo EVM5G 15-3F5/3,0 tipo "en línea", multicelular vertical, con una potencia unitaria por bomba de 3 kW, cuerpo inferior en fundición, impulsores y difusores de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 304, camisa exterior en acero inoxidable AISI 304, provista de cierre mecánico Carburo de Silicio/Carbono/EPDM, juntas tóricas en EPDM. Accionamiento mediante motor normalizado asíncrono, de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP 55, para alimentación monofásica a 240 V 50 Hz .</p> <p>Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico; válvulas antirretorno y de aislamiento montadas en impulsión de bombas, colector de impulsión fabricado en acero 3"; manómetro. Depósito hidroneumático de serie de capacidad mínima 20 litros por bomba incluido.</p> <p>Accionamiento regulable mediante tecnología inverter E-DRIVE por bomba, para control y protección del equipo basado en la variación de frecuencia de alimentación a la bomba manteniendo constante la presión programada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo E-DRIVE en aluminio, que le confiere una gran solidez y fácil enfriamiento. • Grado de protección IP55 (NEMA 4), para instalación en ambientes húmedos y con polvo. • Pantalla de cristal líquido retroiluminada para fácil uso en ausencia de luz. • Frecuencia de alimentación de red 50 – 60 Hz (+/- 2%). • Altitud máx. en carga nominal 1.000 m. • Salidas digitales conf.N.A. o N.C.: marcha de motor, alarma, mando bomba DOL1 y DOL2. • Entradas analógicas, (10 ó 15 Vcc) 1 y 2 4-20 mA y 3 y 4 4-20 mA/0-10 Vcc (configurables). • Entradas digitales, configurables N.A. o N.C., para puesta en marcha y parada del motor. • Puerto de serie RS485. • Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco. • Arranque y parada suaves (soft start y soft stop) que aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida. • Indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación. • Registro de horas de funcionamiento y alarmas y posibilidad de funcionamiento combinado con otros E-DRIVE. <p>Grupo conforme al Código Técnico de la Edificación CTE-HS 4.</p>	10.578

Condiciones de Venta

PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA
SUJETO A NUESTRAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA SALVO PACTO EN CONTRA POR ESCRITO Y FIRMADO

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN DE LA E.T.S.A.V.
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.A.V.



* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

AUTOR: PABLO CASADO DE PAZ

110



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

GRUPO DE PRESION

- Modelo : **APSG 15-3-3 ED**
- Serie : **EBARA E-DRIVE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 230 V /50 Hz (Monof.)

Cliente:
Referencia:
Proyecto:
Comentario:

Página: **3 / 3**
Fecha: **05/09/2016**

* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión (mm)

A	500	D1	DN 50
B	1280	D2	3"
C	400	H1	150
E	150	H2	150
F	665	HT	1031

* Las descripciones, datos técnicos, cálculos, planos, esquemas e ilustraciones no son vinculantes; reservado el derecho a introducir modificaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

- **Libros** –

- Pedro G. Vicente Quiles. DTIE 4.02, Circuitos hidráulicos y selección de bombas. ATECYR.
- Franco Martín Sánchez. Nuevo manual de instalaciones de fontanería, saneamiento y calefacción. AMV EDICIONES. 2ª Edición 2007
- Albert Soriano Rull. Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales. Editorial UOC. 1ª edición 2006
- Albert Soriano Rull y F. Javier Pancorbo Floristán. Suministro, distribución y evacuación interior de agua sanitaria. MARCOMBO. 1ª Edición 2012
- Francisco Asensio Cerver. Redes de abastecimiento públicas y privadas (3). ATRIUM/OCEANO.

- **Manuales y documentos descargados de internet** –

- ATECYR. Guía técnica de selección de equipos de transporte de fluidos. Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 10. IDAE. Madrid. 2012
- DAE. Plan de ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. Madrid. 2011
- WILO SE. Principios fundamentales de las bombas centrífugas. Dortmund. 2005
- CTE. HS 4 Suministro de agua. Documento Básico HS 4, Salubridad. 2009.
- EBARA. Sistemas de presurización para abastecimiento de agua. Catálogo Informativo. Recuperado de <http://www.ebara.es/catalogos-tecnicos/> (Consulta 19/08/2016).

- **Otros** -

- Alberto Meiss Rodríguez. “Acondicionamiento e instalaciones I”.

- **Software de trabajo** –

- Ebara_GPR (Selección Grupos de Presión)
- Software de dimensionamiento de bombas Wilo-Select 4