

ANEJO DE CALCULOS HIDRÁULICOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CRITERIOS DE DISEÑO	1
2.1. VELOCIDAD	1
2.2. PENDIENTE	1
2.3. CAUDALES DE DISEÑO	1
3. MODELO NUMÉRICO DE LA RED	1
3.1. MODELO EMPLEADO.....	1
3.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	2
3.2.1. GEOMETRÍA DE LA RED	2
3.2.2. INTRODUCCIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO	3
3.3. MODELIZACIÓN DEL SISTEMA	4
3.3.1. INTEGRACIÓN DE MODELOS	4
3.3.2. RESULTADOS DEL MODELO.....	6
4. EBAR DE SABÓN. GENERALIDADES DE DISEÑO	9
4.1. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS A PRESIÓN.....	9
4.1.1. PÉRDIDAS DE CARGA CONTINUAS	9
4.1.2. PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS	9
4.2. TUBERÍAS DE GRAVEDAD	11
4.3. CURVA DEL SISTEMA.....	12
4.4. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO.....	12
4.4.1. CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA.....	12
4.4.2. SISTEMAS DE BOMBEO EN PARALELO	12
4.4.3. PUNTOS DE FUNCIONAMIENTO	12
5. EBAR DE SABÓN. DIMENSIONAMIENTO	12
5.1. DIMENSIONAMIENTO HIDRAÚLICO DEL NUEVO BOMBEO DE SABÓN.....	13
5.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	13
5.2.1. CURVAS DEL SISTEMA PARA TRES BOMBAS.....	15
5.2.2. CURVAS DEL SISTEMA PARA CINCO BOMBAS.....	15
5.2.3. CURVAS DE LAS BOMBAS INSTALADAS. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA ACTUAL Y NUEVA CONDUCCIÓN.....	15
5.2.4. CURVAS DE LAS BOMBAS SELECCIONADAS. FUNCIONAMIENTO SEGÚN	

SISTEMA FUTURO CON LA INCORPORACIÓN DE LA TOTALIDAD DEL POLÍGONO DE MORÁS.....	16
6. EBAR DE SABÓN. ESTUDIO RÉGIMEN TRANSITORIO	16
6.1. SOTWARE DE DISEÑO RÉGIMEN TRANSITORIO	16
6.2. SIMULACIÓN DE TRANSITORIOS	17

APÉNDICE Nº1: EBAR DE SABÓN. SITUACIÓN ACTUAL.

APÉNDICE Nº2: EBAR DE SABÓN. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA ACTUAL Y NUEVA CONDUCCIÓN.

APÉNDICE Nº3: EBAR DE SABÓN. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA FUTURO CON LA INCORPORACIÓN DE LA TOTALIDAD DEL POLÍGONO DE MORÁS.



CVE: MQIksMP7X7
Verificación: <https://sede.xunta.gal/cve>



Diligencia pola que se fai constar que o documento coñecido co enviado a exposición pública
Xefe de servizo de Planificación e Ordenación do Solo, Alberto Feijoo Rodríguez

1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo realizar un correcto dimensionamiento hidráulico de las conducciones de saneamiento por gravedad o lámina libre y en presión descritas en el presente proyecto.

La red de saneamiento proyectada tiene por objetivo conectar las aguas residuales del polígono de Morás con el sistema general de saneamiento del ayuntamiento de Arteixo, así como la adecuación del interceptor de O Seixedo, EBAR de Sabón y el interceptor de Suevos a los nuevos caudales.

Los caudales empleados en el dimensionamiento de la red de colectores, se obtienen de los cálculos efectuados en el Anejo de Demografía y cálculo de caudales y de la documentación de partida existente.

A lo largo del presente anejo se justificará el dimensionamiento de la red de colectores para la conexión del polígono de Morás, interceptor de Seixedo, estación de bombeo de Sabón, conducción de impulsión Sabón – Suevos y colector de Suevos.

En cuanto a la determinación de caudales de diseño se parte de lo dispuesto en el Anejo nº6 de “Demografía y Caudales” del presente proyecto, comprobando en todo caso su relación con las previsiones de caudal contenidas en el Proyecto de “Renovación del colector interceptor de Sabón. Concello de Arteixo (A Coruña)” redactado por la firma Novotec con fecha de Abril de 2018, con el objetivo de asegurar un diseño integral para el sistema de saneamiento objeto del presente proyecto.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

En primer lugar indicar que, para el establecimiento de los criterios de diseño, se han tenido en cuenta los criterios previamente empleados en el proyecto de “Renovación del colector interceptor de Sabón. Concello de Arteixo (A Coruña)” redactado por la firma Novotec con fecha de Abril de 2018.

Esta consideración de diseño se tiene en cuenta para compaginar el dimensionamiento de las nuevas conducciones y el establecimiento de caudales de diseño aguas arriba del interceptor contemplado en el proyecto de Novotec (en el presente proyecto estos criterios afectan a los colectores de conexión del Polígono de Morás y al nuevo interceptor de Seixedo).

2.1. VELOCIDAD

Para el dimensionamiento de los colectores es necesario considerar tanto el caudal máximo como el mínimo. El caudal punta condiciona el diámetro de la tubería y su pendiente y afecta a la velocidad máxima que deberá limitarse para evitar problemas de erosión debido al transporte de materiales abrasivos que pueden deteriorar los conductos. El caudal mínimo, por el contrario, debe ser tal que permita generar una velocidad que evite problemas de sedimentación. Este caudal mínimo deberá superarse al menos una o dos veces al día para garantizar la limpieza del colector.

Las Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia (I.T.O.H.G.) establecen las siguientes velocidades máximas y mínimas:

	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)
Hormigón y fundición dúctil	3,0	0,6
Gres, PVC y similares	6,0	

Se han utilizado conducciones de PRFV para los distintos colectores, por lo que se establece una velocidad mínima de 0,6 m/s y una máxima de 6,0 m/s.

2.2. PENDIENTE

Las pendientes mínimas y máximas han sido fijadas para que se cumplan las condiciones de velocidad máxima y mínima señaladas en el apartado anterior. En concreto y atendiendo a lo recogido en las I.T.O.H.G. se establece como pendientes mínimas las siguientes:

Diámetro	Apoyo granular	Apoyo rígido
<500	0,0060	0,0050
500 a 800	0,0040	0,0030
900 a 1.200	0,0022	0,0015
> 1.200	0,0020	0,0012

2.3. CAUDALES DE DISEÑO

Para el establecimiento de los caudales de diseño a aplicar para la conexión al sistema urbano del nuevo Polígono de Morás se parte de las consideraciones previstas en el Anejo nº6 de “Demografía y Caudales” del presente proyecto.

Además, se comprueba la relación de estas previsiones respecto de los caudales previstos en el citado Proyecto de “Renovación del colector interceptor de Sabón. Concello de Arteixo (A Coruña)”.

Los criterios básicos empleados para la determinación de los caudales de diseño son los siguientes:

- El caudal punta previsto para la incorporación del Polígono de Morás (sistema separativo) es de 252 l/s aplicados en el nodo de conexión con el colector de Seixedo.
- Según el proyecto de Novotec, el caudal máximo considerado para el interceptor de Seixedo es de 360 l/s; por lo tanto, se considera un caudal adicional de diseño aplicado en el nodo de conexión con el interceptor (aguas arriba del tanque de Arteixo) de 108 l/s.
- El caudal máximo de diseño empleado por Novotec para el interceptor de Sabón es de 800 l/s; además de los 360 l/s ya justificados, se respetan las incorporaciones previstas por Novotec (aguas abajo del tanque de Arteixo) a fin de mantener el escenario de caudal máximo ya previsto (800 l/s).
- En cuanto al bombeo de Sabón, se parte del caudal máximo actual (330 l/s) y se suman los 252 l/s de caudal punta de tiempo seco previsto para el Polígono de Morás; por lo tanto, el caudal máximo de diseño empleado para el bombeo de Sabón es de 582 l/s.
- En cuanto al colector de Suevos, teniendo en cuenta que se mantiene el colector existente para transportar el caudal procedente del bombeo de Rañal hasta el cámara de carga del sifón de Bens, se considera un caudal máximo de 582 l/s (igual al máximo previsto para el bombeo de Sabón)

3. MODELO NUMÉRICO DE LA RED

3.1. MODELO EMPLEADO

El software que se emplea para el desarrollo del modelo numérico es el paquete comercial Infoworks CS, disponiendo de licencia en vigor acorde a las proporciones del sistema a modelizar (Infoworks CS Unlimited). El programa informático InfoWorks CS (Wallingford Software) proporciona las herramientas necesarias para llevar a cabo la modelización hidrológica del ciclo completo del agua urbana. Indicar que se selecciona el software Inforworks CS por su capacidad para importar información de fuentes SIX, siendo esta la base empleado en los trabajos del Plan de saneamiento Local, pudiendo obtenerse de forma ágil y sencilla todas las conclusiones que emanen de cada una de las alternativas a modelizar.

Infoworks CS puede utilizarse como modelo de planificación o como modelo de diseño. Los modelos de planificación se utilizan para asentar, de forma global, los problemas de la escorrentía urbana así como para estimar la efectividad y los costes de una posible mejora. El modelo de planificación puede utilizarse para identificar los sucesos hidrológicos que sean de especial interés para el diseño u otros propósitos, los cuales serán después analizados en detalle utilizando un modelo de diseño.

Este programa también se emplea como modelo de diseño orientado hacia una simulación detallada proporcionando una descripción completa de la circulación de caudales y contaminantes, desde el momento en el que comienza el suceso de lluvia, se introduce y circula a través del sistema de saneamiento y drenaje y llega hasta el medio receptor. Como tal, puede ser útil para la predicción de caudales y concentraciones de contaminantes en cualquier punto en el sistema de saneamiento y drenaje e ilustrar la manera en que las opciones de diseño le afectarán.

Infoworks CS, además de la modelización de caudales y cargas de contaminación durante los sucesos de lluvia, también proporciona un método práctico para el control operativo, incluido el control en tiempo real, de la red de saneamiento y drenaje; así como otras aplicaciones que incluyen las inundaciones urbanas. Los modelos de funcionamiento real se utilizan para tomar decisiones de control en tiempo real durante los sucesos de lluvia.

En este caso, se refunde en un único modelo el total del sistema (proyecto de Novotec y proyecto de EPTISA) a fin de considerar la respuesta del conjunto del sistema de saneamiento proyectado.

3.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

3.2.1. GEOMETRÍA DE LA RED

El primer paso para la construcción del modelo ha sido importar los pozos de registro, puntos de vertido, bombeos y conductos a partir de las correspondientes capas GIS elaboradas durante el trabajo de inventario de la red, así como los campos que los definen.

El siguiente paso con la red importada ha sido comprobar, con las herramientas propias de Infoworks CS, la conectividad de la red, la validez de los perfiles de los conductos y todos aquellos aspectos que comprometen la validez de la red importada.

Los elementos del modelo que se corresponden con la geometría de la red importada desde el GIS, y los parámetros fundamentales que definen sus características físicas y de funcionamiento, son los que se relacionan a continuación (se remarcan aquellos que comprometen importantes criterios de diseño y simulación):

POZO DE REGISTRO

Se emplean los elementos nodo tipo “manhole” para simular los pozos de registro de la red, tanto los existentes como los contemplados en la solución. Sus parámetros de definición fundamentales son los que se relacionan a continuación:

- Tipo de nodo: manhole
- Tipo de red: fecales, pluviales o unitaria (campo de GIS)
- Coordenada X: coordenada UTM del centro
- Coordenada Y: coordenada UTM del centro
- Nivel del terreno: coordenada Z UTM del centro
- Nivel de inundación: coordenada Z UTM del centro
- Cota del techo de la cámara: coordenada Z UTM del centro en el interior del pozo (bajo la tapa). En función del tipo de pozo, la altura que se resta del nivel del terreno es variable.
- Cota de la solera de la cámara: cota del fondo del pozo
- Área de la cámara (m²): área del cuerpo del pozo de registro
- Área del cono de acceso al pozo (m²): para pozos cilíndricos, el área del cono es igual al área de la cámara
- Tipo de inundación: “lost”. El agua que rebosa por la tapa del pozo de registro no se reintegra al sistema. Este concepto es importante puesto que, en los tipo “stored”, el agua se almacena de forma ficticia en la superficie del pozo (área inundable) y se restituye al sistema cuando las condiciones lo permiten.
- Área inundable (m²): máxima área inundable sobre una inundación. Al emplear el tipo “lost” de inundación, esta función no tiene utilidad.

PUNTO DE VERTIDO

Se emplean los elementos nodo tipo “outfall” para simular los puntos de vertido, tanto los existentes como los contemplados en la solución. El fondo del punto de vertido se asigna en función de la cota aguas abajo del conducto que vierte en él. Sus parámetros de definición fundamentales son los que se relacionan a continuación:

- Tipo de nodo: outfall
- Tipo de red: fecales, pluviales o unitaria (campo de GIS)
- Coordenada X: coordenada UTM del centro
- Coordenada Y: coordenada UTM del centro
- Nivel del terreno: coordenada Z UTM del terreno sobre el punto de vertido.

TANQUES DE RETENCIÓN

Se emplean los elementos nodo tipo “storage” para simular los nodos que disponen de un cierto volumen de almacenamiento, tanto los existentes como los contemplados en la solución. De forma fundamental este tipo de nodos se emplean para las estaciones de bombeo existentes y los tanques de retención. Sus parámetros de definición fundamentales son los que se relacionan a continuación:

- Tipo de nodo: storage
- Tipo de red: fecales, pluviales o unitaria (campo de GIS)
- Coordenada X: coordenada UTM del centro
- Coordenada Y: coordenada UTM del centro
- Nivel del terreno: coordenada Z UTM del terreno sobre la estructura de retención
- Nivel de inundación: coordenada Z UTM del terreno sobre la estructura de retención
- Parámetros de almacenamiento: tabla que describe la relación cota-área de la estructura de retención. Esta tabla resulta importante pues permite definir distintos volúmenes en función de la profundidad; esta función resulta de interés a la hora de simular las cámaras de bombeo de los nuevos tanques contemplados en la solución, permitiendo diferenciar el volumen realmente empleado en tiempo seco (función de seguidor de nivel para el bombeo dentro de la cámara) y de seguidor de caudal en tiempo de lluvia (donde se emplea todo el volumen de retención diseñado).
- Se emplean nodos de este tipo para el bombeo de Sabón y para el tanque de retención de Arteixo dónde se conecta el interceptor de Seixedo.

CONDUCTOS

Se trata de elementos lineales, entre nodos, que simulan las conducciones del sistema. Sus parámetros de definición fundamentales son los que se relacionan a continuación:

- Tipo de enlace: conduit
- ID nodo aguas arriba: nombre del nodo aguas arriba
- Sufijo de la conexión: índice que permite diferenciar a los conductos paralelos, que parten y llegan al mismo pozo.
- ID nodo aguas abajo: nombre del nodo aguas abajo
- Tipo de red: fecales, pluviales o unitaria (campo de GIS)
- Longitud (m): longitud de la tubería. Es un valor que calcula el programa de forma automática.
- ID de la forma: sección de la tubería (campo de GIS)
- Altura (mm): altura de la sección del conducto
- Anchura (mm): altura de la sección del conducto
- Tipo de rugosidad: determina la ecuación de cálculo de la velocidad en las tuberías. Se ha elegido Manning (opción N del programa) para las tuberías en lámina libre; y Colebrook-White para las tuberías en presión (impulsiones).
- Rugosidad del fondo: valor del coeficiente de rugosidad escogido, que dependiendo del tipo de régimen (lámina libre o presión) será el coeficiente de Manning o la rugosidad absoluta de la conducción (K). Se aplica a los 2/3 inferiores de la sección. Se han asignado los siguientes valores según las recomendaciones de la ITOHG-ABA-1/3:



Material	Coefficiente Manning	K, rugosidad absoluta (mm)
PVC, PRFV	0,014	0,02
Fibrocemento	0,014	-
Fundición	0,017	1
Hormigón	0,017	-

Rugosidades colectores para el modelo

- Rugosidad de la clave: valor del coeficiente de rugosidad escogido para el tercio superior de la sección. Se ha asignado el mismo valor que la rugosidad del fondo.
- Solución del modelo: Ecuaciones empleadas para el cálculo numérico del modelo. Para los conductos en lámina libre se elige la opción "Full", que emplea las ecuaciones completas de Saint Venant, y permite simular el funcionamiento tanto en gravedad como en presión, mediante la "ranura de Priessman". Para las impulsiones se elige el método "Preassure", más preciso para conducciones en presión, y que emplea las ecuaciones de Colebrook-White.
- Cota del fondo aguas arriba: cota de la rasante del conducto en el pozo aguas arriba (campo de GIS).
- Cota del fondo aguas abajo: cota de la rasante del conducto en el pozo aguas abajo (campo de GIS).
- Material de la tubería: campo de GIS. En las nuevas conducciones se define el material si bien, el parámetro importante es la rugosidad (el campo de material no aporta variables de cálculo concretas)
- Pendiente (m/m): pendiente del conducto. Es un valor que calcula el programa de forma automática.

BOMBEOS

Se trata de elementos lineales, entre nodos, que simulan las estaciones de bombeo del sistema. Existen varios tipos de bombes a seleccionar en Infoworks CS, empleando en este proyecto los tipo "Fixpump"; este tipo de bombes elevan un caudal constante y, en combinación con los nodos tipo "break", permiten conectar a una única tubería de impulsión varias bombas en paralelo que simulan los distintos rangos de caudal proyectados en función de los niveles en el tanque donde se ubican las bombas. Sus parámetros de definición fundamentales son los que se relacionan a continuación:

- Tipo de enlace: indica el tipo de bomba a definir. Se ha empleado el tipo "Fixpump" en todos los casos. Este tipo de bombas se caracterizan por enviar un caudal constante sin necesidad de definir la curva característica del equipo de bombeo. Para la simulación de los bombes actuales, se han fijado los caudales de bombeo, en distintos escalones de caudal.
- Nivel de encendido (m): cota de encendido de la bomba.
- Nivel de apagado (m): cota de apagado de la bomba.
- Tabla de altura/caudal: tabla con la curva característica que define el funcionamiento de la bomba para las de tipo Rotpump.
- Descarga (l/s): Valor de caudal constante que eleva una bomba tipo Fixpump.

VERTEDEROS

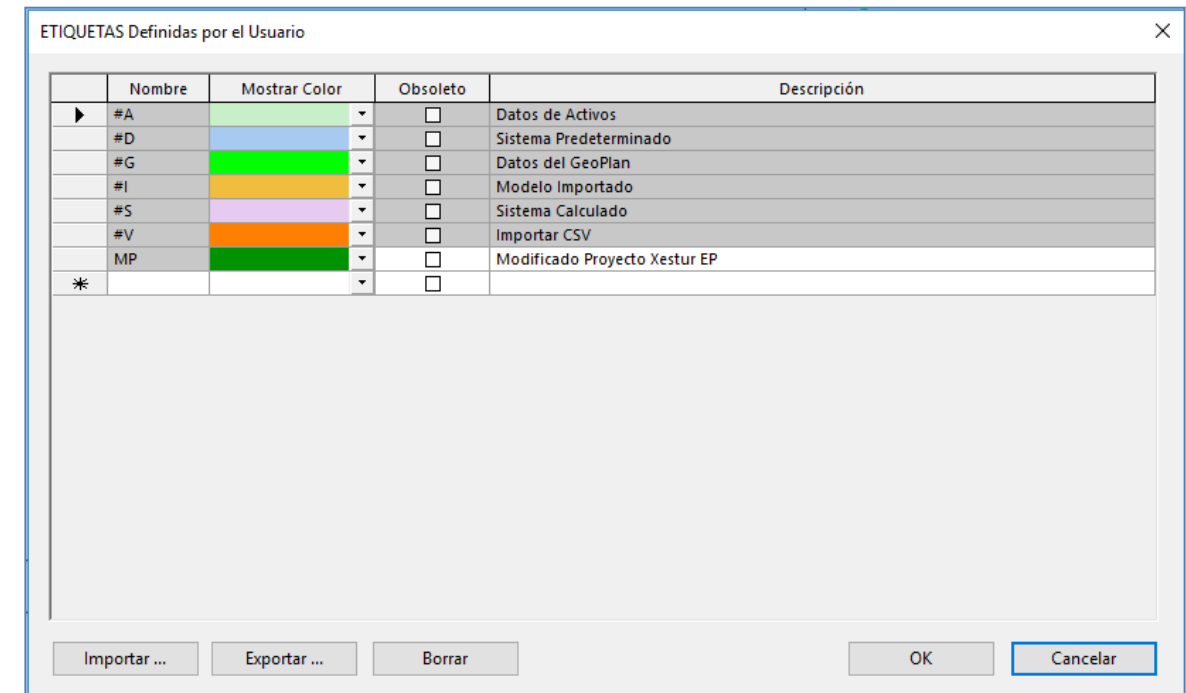
Se trata de elementos lineales, entre nodos, que simulan aliviaderos o vertederos del sistema. Se emplean de forma fundamental asociados al bombeo de Sabón y al tanque de Arteixo (vertedero tipo "Weir") y simulan los labios de vertido de los mismos. Sus parámetros de definición fundamentales son los que se relacionan a continuación:

- Tipo de enlace: indica el tipo de vertedero a definir. Se han definido aliviaderos tipo "Weir", aliviadero de pared delgada que ocupa una anchura determinada.

- Tipo de red: fecales, pluviales o unitaria (campo de GIS)
- Coronación: cota de la cresta del vertedero,
- Anchura (m): anchura del labio de vertido

De este modo, el conjunto de los elementos anteriormente definidos componen la geometría de la red de saneamiento empleada durante el proceso de simulación de soluciones.

Como medida para diferenciar la procedencia de la información que finalmente contiene el modelo, se ha empleado la herramienta de "etiquetas de usuario" que habilita el Infoworks; de este modo, y con un sencillo código de colores, se pueden diferenciar fácilmente los datos que provienen de la importación del GIS, los datos interpolados, los datos modificados durante el proceso, los que forman parte de la solución definitiva, etc. A continuación se presente el código de etiquetas empleadas en el modelo objeto del presente proyecto.



Etiquetas Infoworks

Finalizado el proceso de creación de la geometría de la red, se dispone de la base suficiente para acometer la fase de diseño de la solución para el nuevo sistema de saneamiento objeto del presente proyecto.

3.2.2. INTRODUCCIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO

Para la introducción de los caudales de diseño en el modelo se genera un "Grupo de Caudales entrantes"; este elemento permite introducir en los nodos seleccionados hidrogramas de entrada que, en este caso, obedecen a los caudales previstos en el apartado 2.3 del presente anejo.

Se genera un grupo de caudales entrantes de 24 horas que dispone de una rampa de subida hasta el caudal máximo, una duración de caudal máximo de 18 horas y una rampa de bajada; en cuanto al bombeo de Sabón, se programa su operación de forma escalonada desde una caudal mínimo de 117 l/s hasta el máximo de diseño de 582 l/s.

Caudal Entrante_Proyecto_DEF		Red Proyecto V00 (version 4)			
Time	46 (m3/s)	56 (m3/s)	C3.PR01 (m3/s)	C1.PR01 (m3/s)	C2.PR01 (m3/s)
SUB-EVENT 1					
00::00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
00::01:00	0.050000	0.050000	0.020000	0.020000	0.050000
00::02:00	0.100000	0.100000	0.040000	0.030000	0.100000
00::03:00	0.150000	0.150000	0.060000	0.040000	0.150000
00::04:00	0.200000	0.200000	0.080000	0.052000	0.200000
00::05:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::06:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::07:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::08:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::09:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::10:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::11:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::12:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::13:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::14:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::15:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::16:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::17:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::18:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::19:00	0.220000	0.220000	0.108000	0.052000	0.200000
00::20:00	0.200000	0.200000	0.080000	0.040000	0.200000
00::21:00	0.150000	0.150000	0.060000	0.030000	0.150000
00::22:00	0.100000	0.100000	0.040000	0.020000	0.100000
00::23:00	0.050000	0.050000	0.020000	0.010000	0.050000
01::00:00	0.050000	0.050000	0.020000	0.010000	0.050000

Grupo de Caudales entrantes de diseño

3.3. MODELIZACIÓN DEL SISTEMA

En este apartado se procede a la justificación de detalle tanto del modelo empleado como de los resultados obtenidos para el escenario de diseño considerado.

3.3.1. INTEGRACIÓN DE MODELOS

Partiendo del modelo del interceptor de Sabón facilitado por Novotec, se procede a generar los colectores de conexión del Polígono de Morás, el nuevo colector de Seixedo, el tanque de Arteixo, el bombeo de Sabón, la impulsión de Sabón y el colector de Suevos.

La conexión entre ambos modelos se ajusta tanto en el tanque de Arteixo como en la estación de bombeo de Sabón, comprobando la conectividad entre ambos.

En la siguiente imagen se presenta la integración entre el modelo de interceptor de Novotec y el desarrollo del modelo completo integrado por Eptisa:

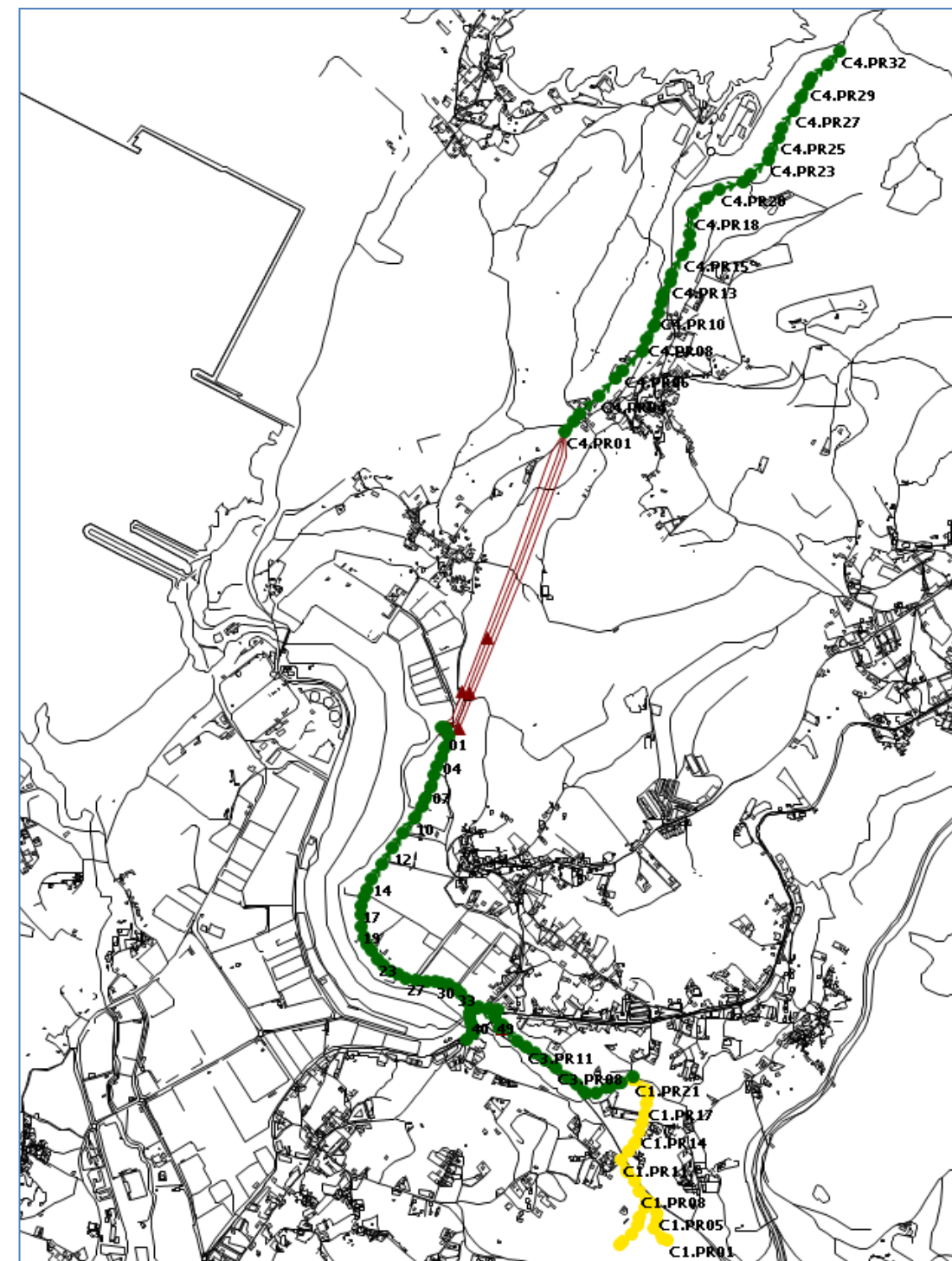
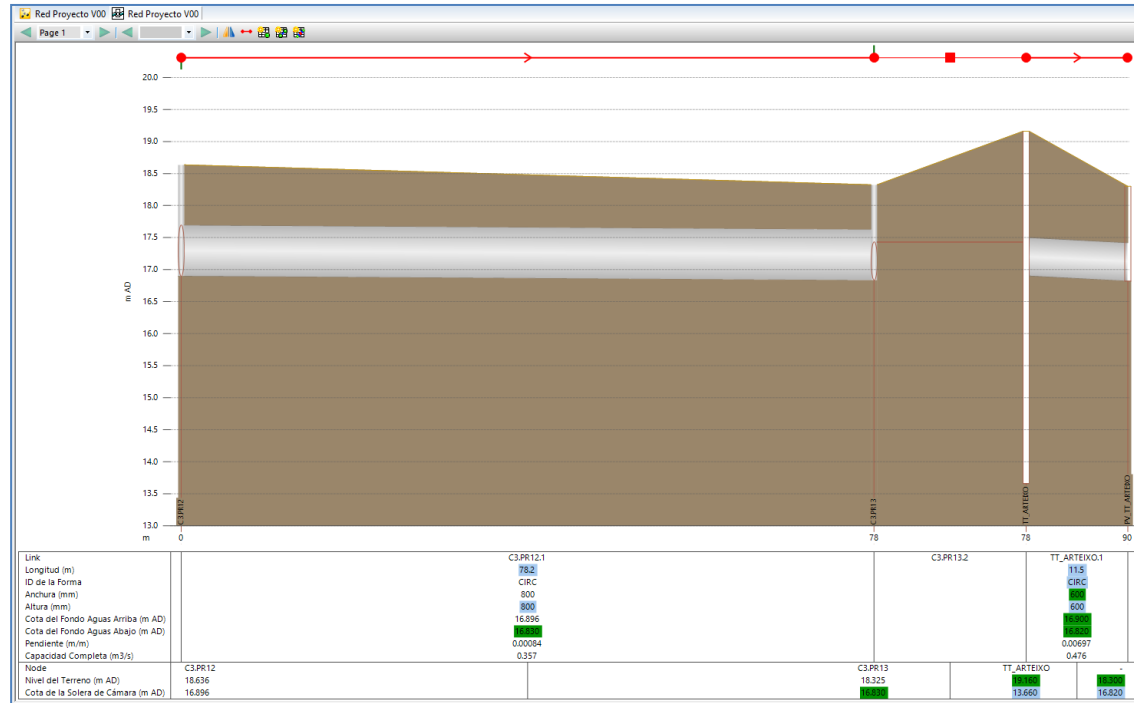


Imagen del modelo Infoworks

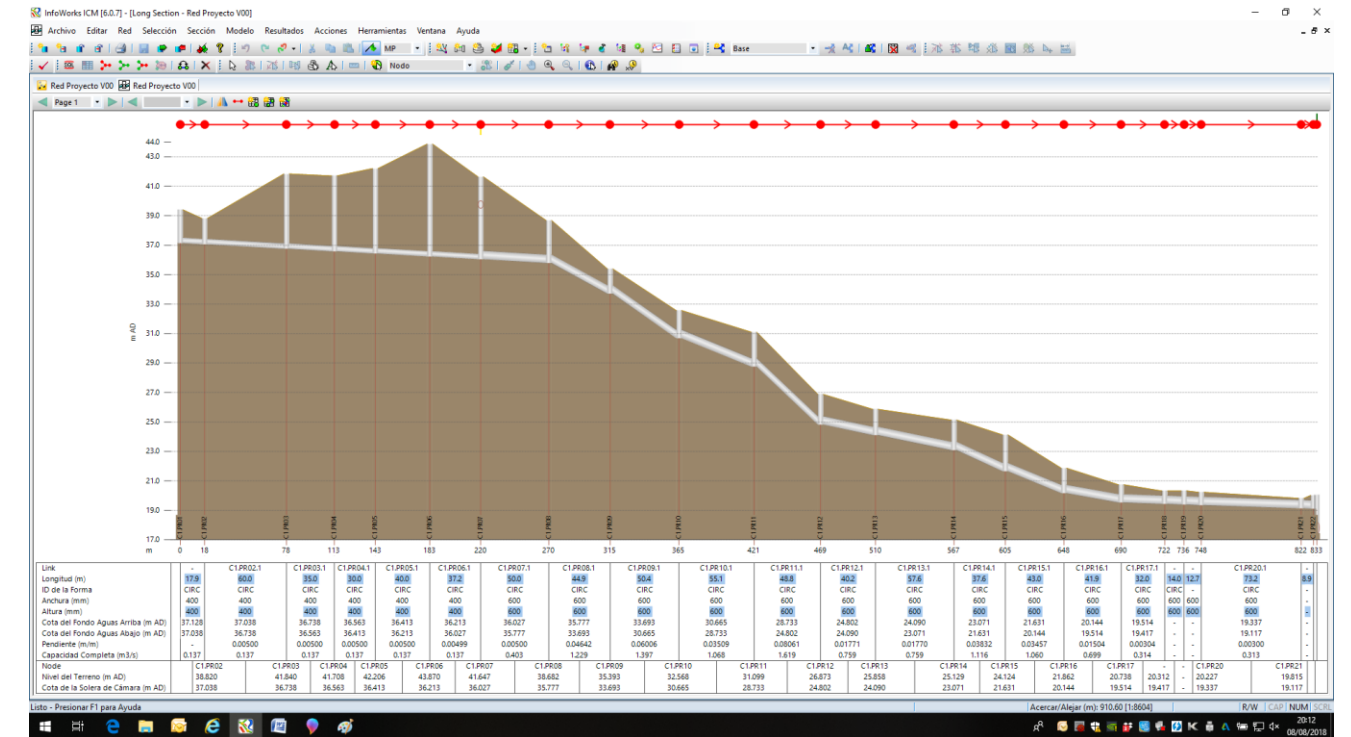
Además de las cuestiones relativas a los trazados en planta y perfil diseñados para los nuevos colectores, conviene destacar dos puntos importantes en la construcción de este modelo.

Por una parte, se ha introducido el tanque de Arteixo que hace de conexión entre el interceptor de Seixedo y el nuevo interceptor de Sabón previsto en el proyecto de Novotec; para generar este tanque se ha tenido en cuenta el volumen real de este, el labio de vertido con su cota actual y el punto de alivio de mismo tanque.

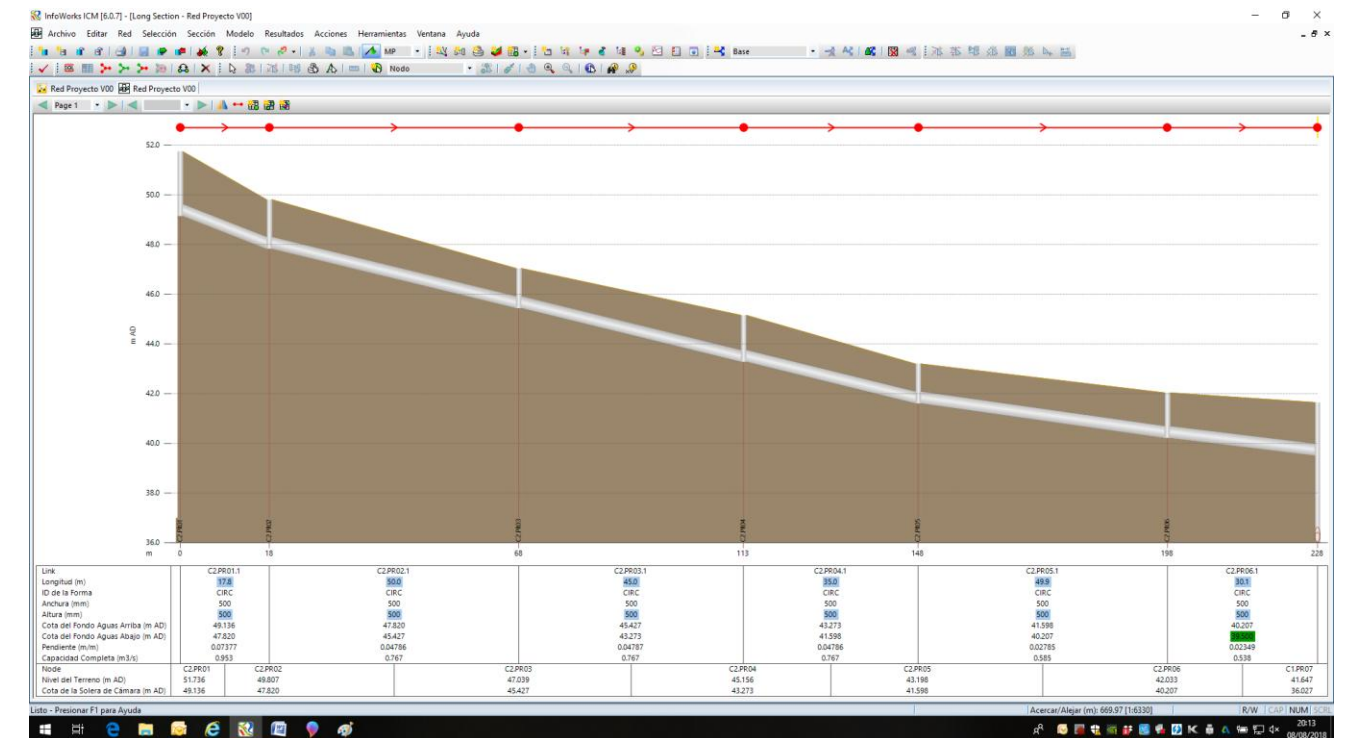


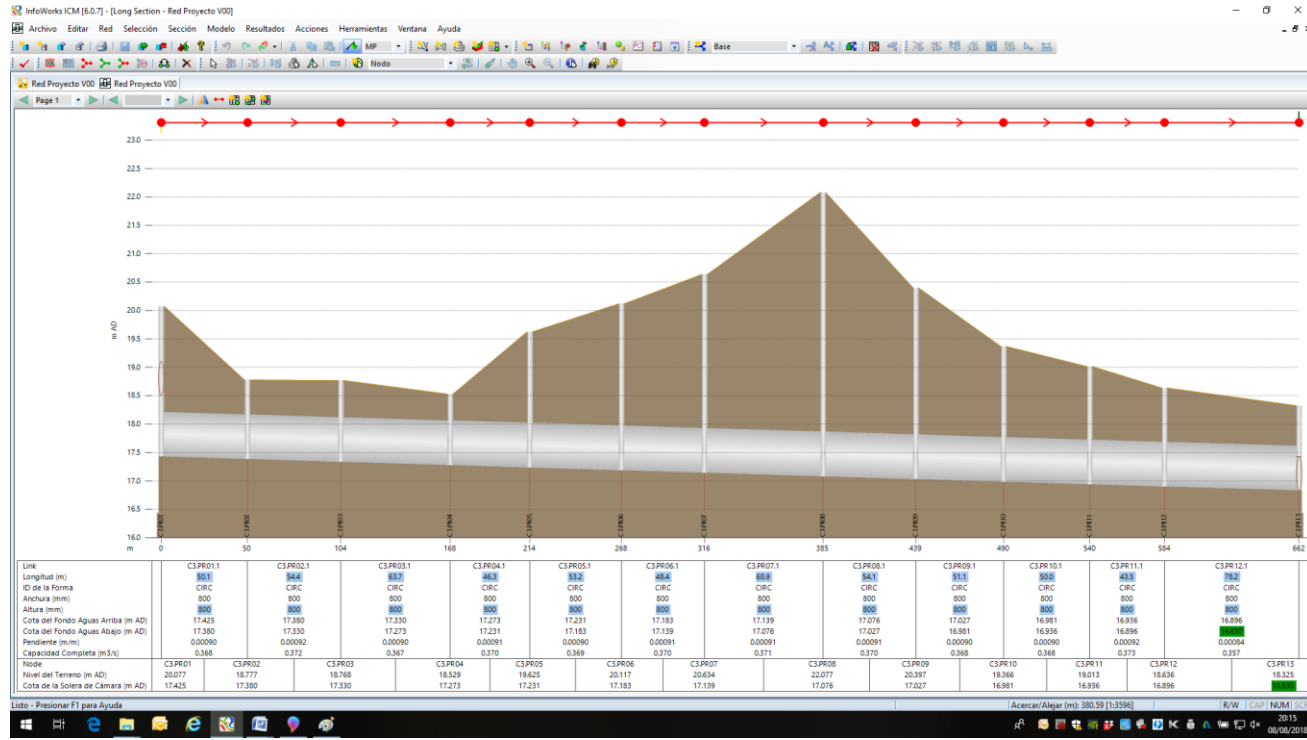
Esquema tanque de Arteixo Infoworks

En cuanto a los colectores objeto del presente proyecto, se han introducido los trazados reales en planta y perfil, manteniendo íntegramente el diseño previsto por Novotec para el colector interceptor de Sabón.

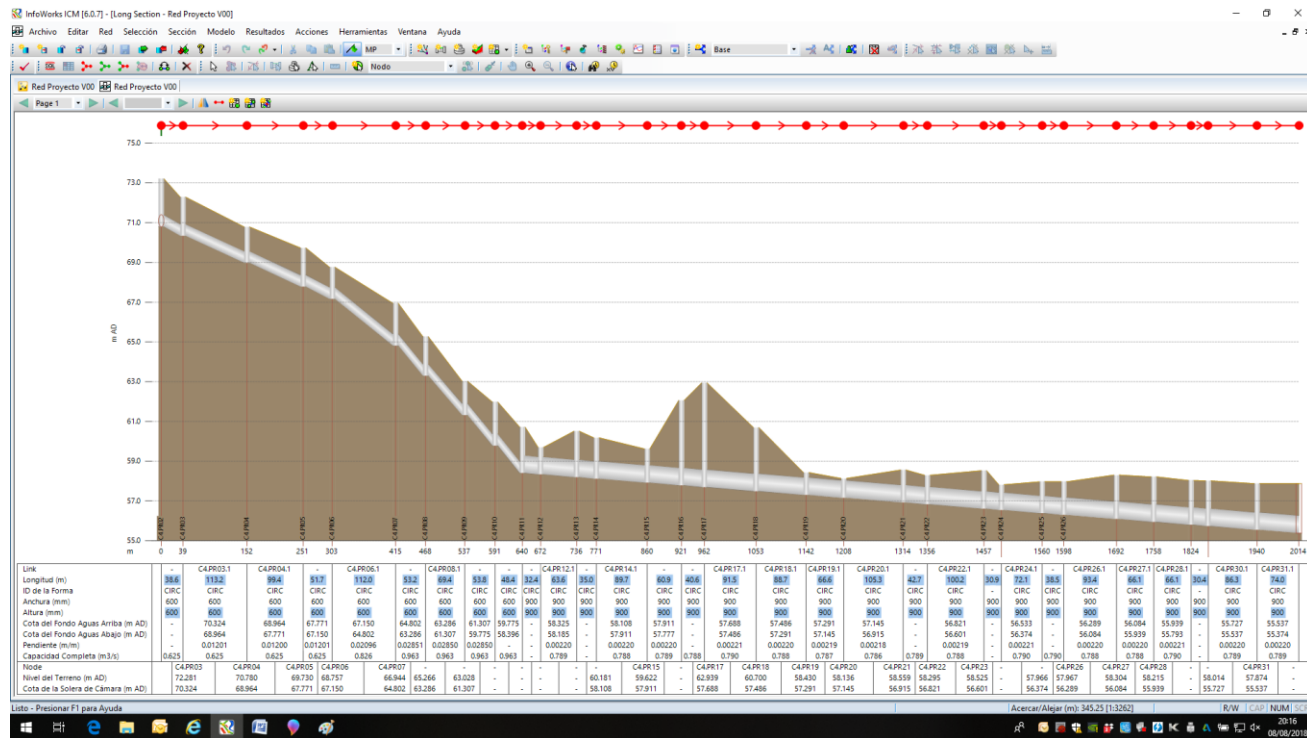


Perfil de colector C1 Infoworks





Perfil de colector C3 Infoworks

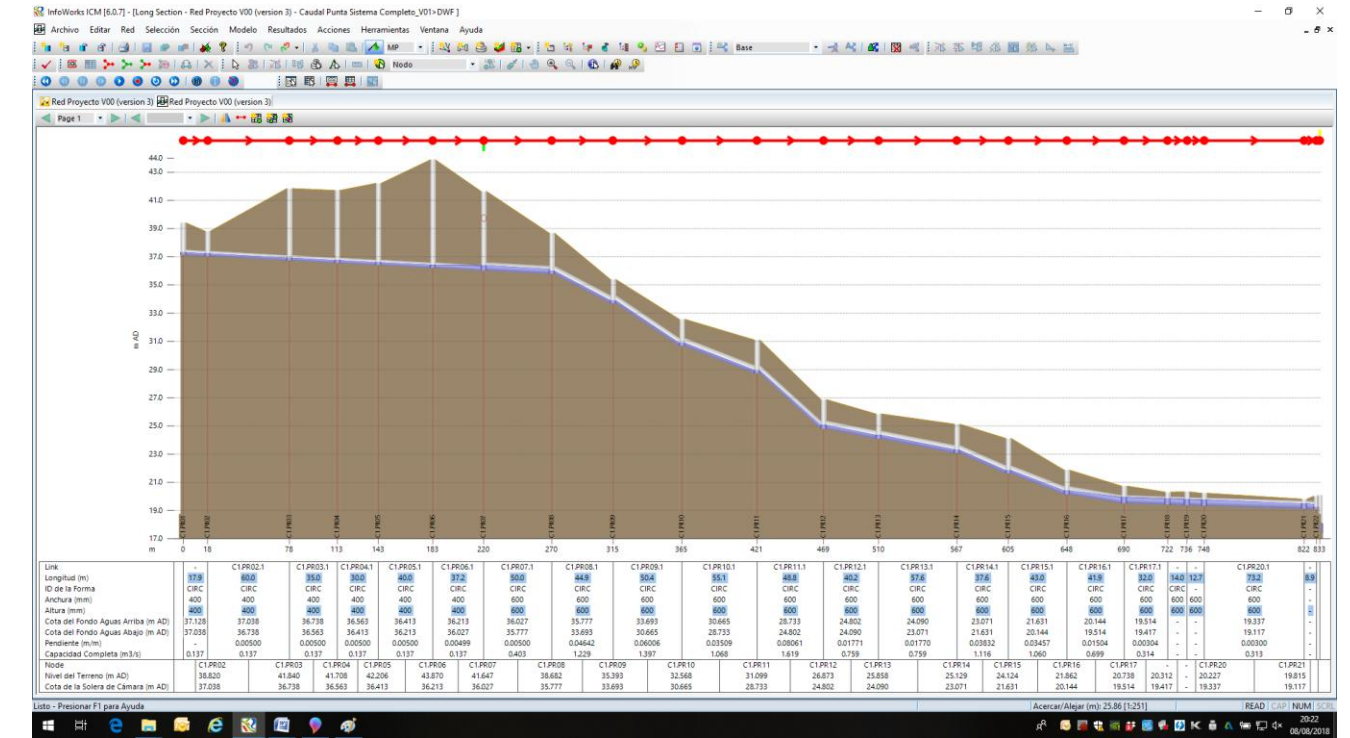


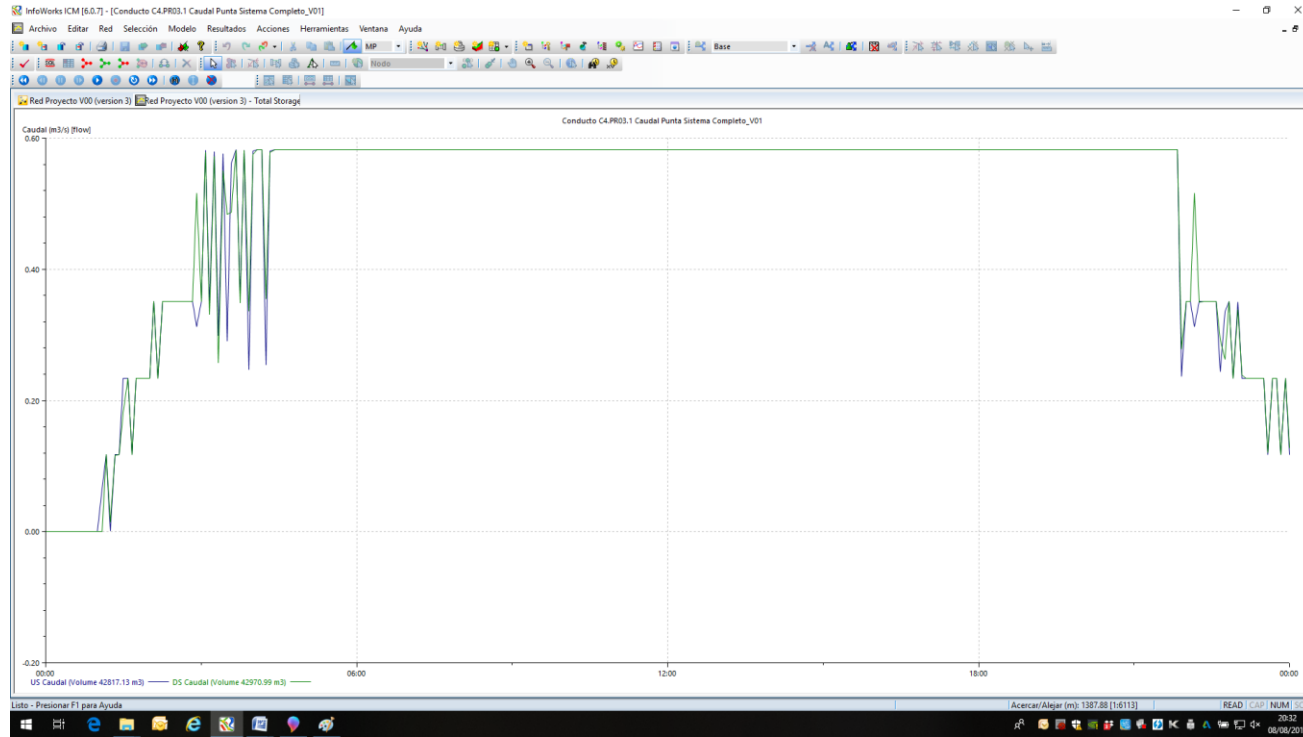
Perfil de colector C4 Infoworks

En los siguientes apartados se procederá al análisis de los resultados para los escenarios de diseño considerados.

3.3.2. RESULTADOS DEL MODELO

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los colectores diseñados para el escenario de caudal máximo (manteniendo la cota de alivio actual para el tanque de Arteixo); el formato de presentación de resultados se desarrollará en formato de imágenes (con la lámina de agua a caudal máximo) y en formato de hidrogramas de resultados (a efectos de comprobación de caudales diseño).





Hidrograma de salida colector C4 (interceptor de Suevos)

Por último, se presenta el perfil resultante para el interceptor de Sabón; nótese que existen diferencias notables con los resultados obtenidos por Novotec en tanto que, en este caso, se ha tenido en cuenta la influencia de aliviadero de la estación de bombeo de Sabón.

En cualquier caso, se puede comprobar que el diseño del interceptor de Sabón es correcto y se adapta al sistema de saneamiento en sus condiciones más limitantes de operación.

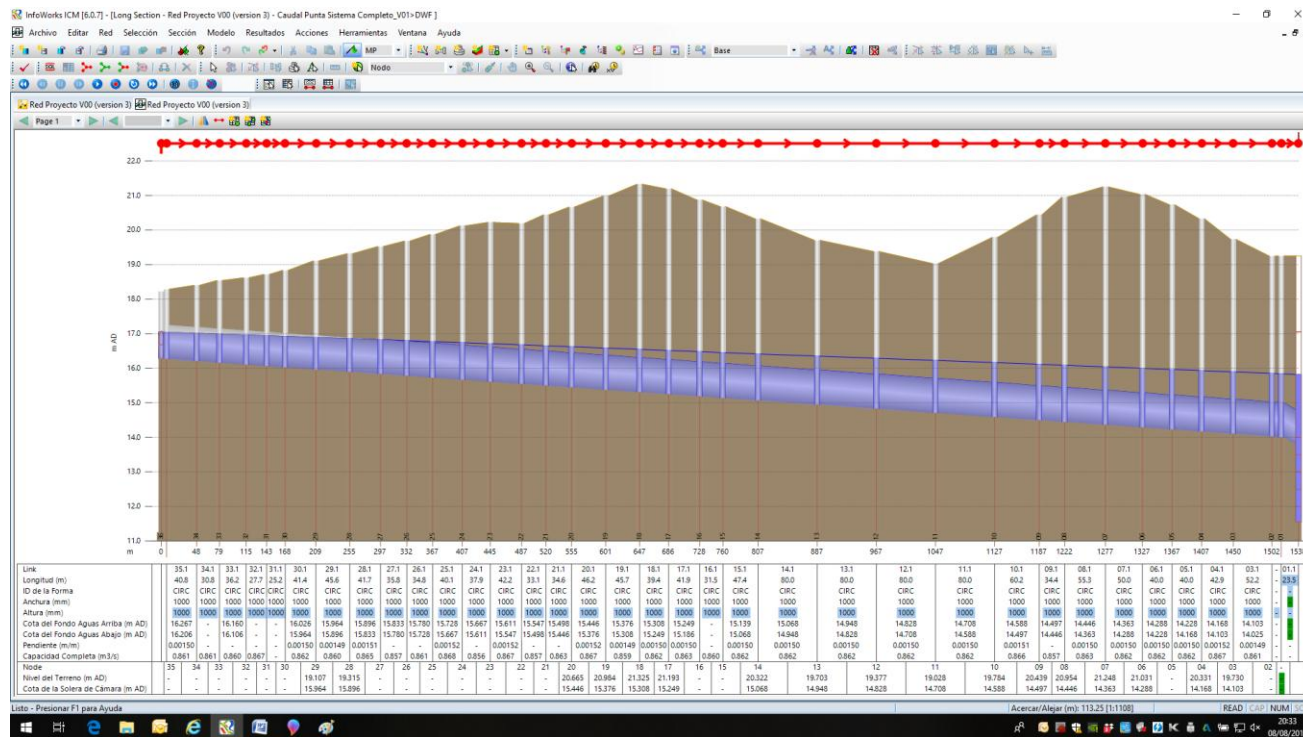
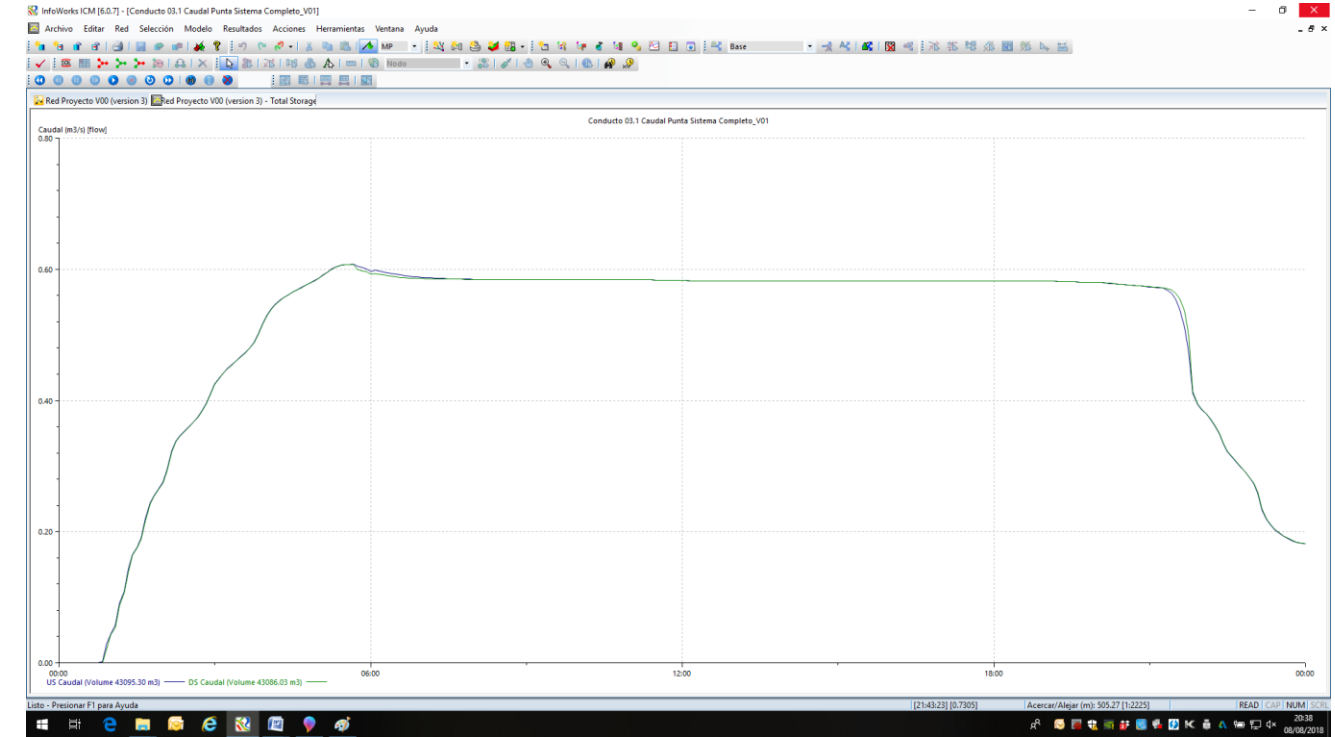


Lámina de agua colector interceptor Sabón



Hidrograma de entrada a EBAR de Sabón

Como se puede observar, la única diferencia reseñable con los resultados del proyecto de Novotec, está el caudal máximo hacia la EBAR de Sabón, caudal que se reduce a 582 l/s (caudal máximo de bombeo) y que está condicionado por la cota de alivio actual para el tanque de Arteixo como por la propia capacidad de la estación (no se producen aliviados en el bombeo y estos se concentran en el propio tanque).

A la vista de estos resultados, se puede ajustar la respuesta del sistema en función de la cota del aliviadero de Arteixo; en el siguiente ejemplo se sube la cota del aliviadero de la +17,13 m. actual a la +17,43 m. (cota de alivio a sección llena para el conducto de salida).

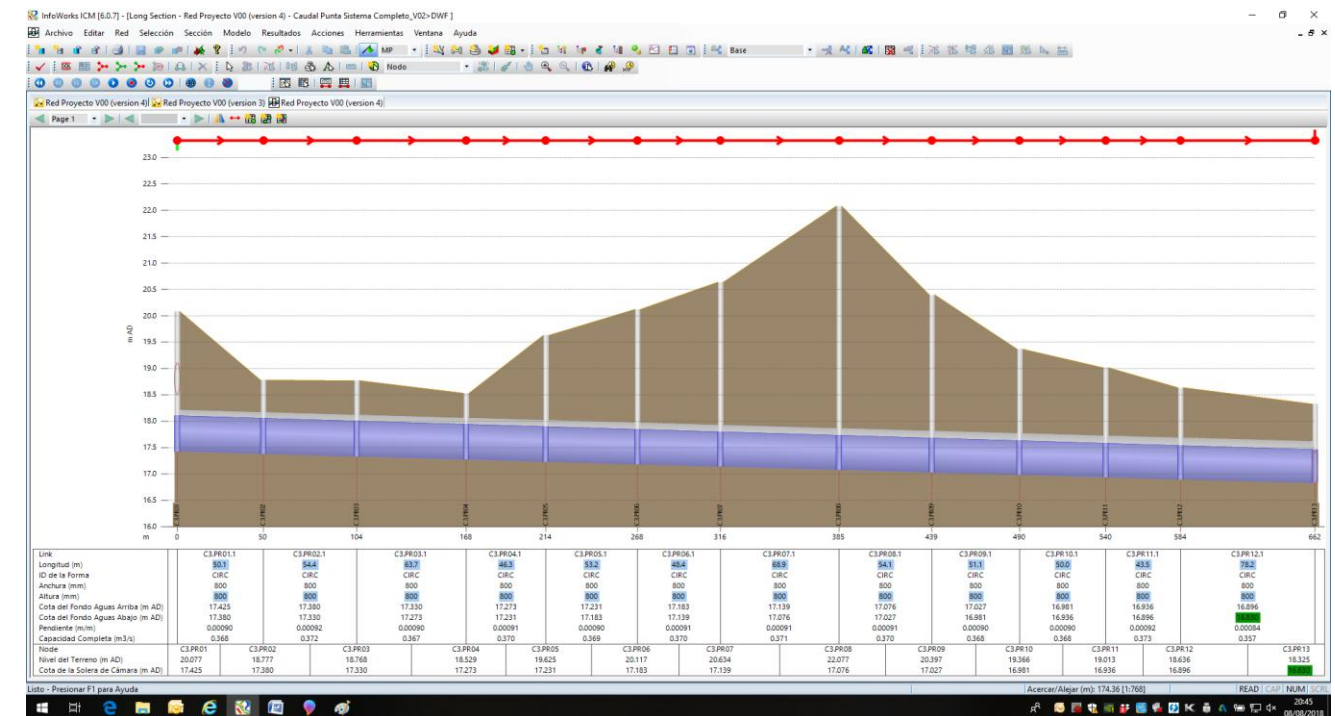
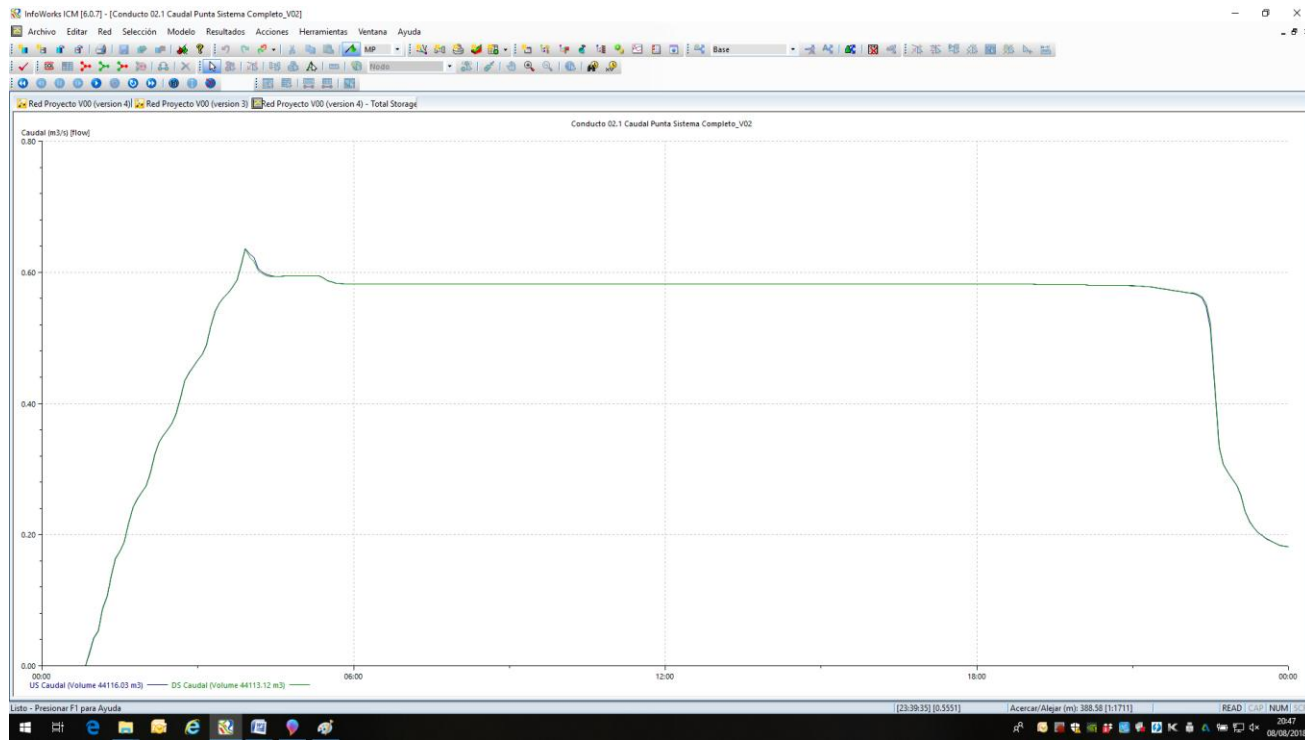


Lámina de agua colector C3 caudal máximo





Hidrograma de entrada a EBAR de Sabón

Como se puede apreciar, el efecto que produce el incremento de la cota de alivio tiene que ver con un incremento en la lámina de agua en el colector de Seixedo (que no genera problemas de inundación aguas arriba) y con un adelanto en la puesta a caudal máximo del bombeo de Sabón (lo que minimiza el volumen vertido en el tanque de Arteixo sin llegar a generar alivios en la propia EBAR).

4. EBAR DE SABÓN. GENERALIDADES DE DISEÑO

En el presente apartado se desarrolla la metodología y resultados obtenidos para el dimensionamiento de la ampliación de la EBAR de Sabón (conjunto de nueva conducción de impulsión y estación de bombeo)

La pérdida de carga que tiene lugar en una conducción representa la pérdida de energía de un flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento. Además de las pérdidas de carga por rozamiento, es decir las pérdidas continuas, se producen otro tipo de pérdidas que se originan en puntos singulares de las tuberías (cambios de dirección, codos, juntas...) y que se deben a fenómenos de turbulencia. La suma de estas pérdidas de carga accidentales o localizadas más las pérdidas por rozamiento o continuas, dan las pérdidas de carga totales.

A continuación la metodología y se resumen las principales fórmulas empíricas empleadas para la determinación de las secciones de las nuevas conducciones y el cálculo de la pérdida de carga que tiene lugar en dichas tuberías:

4.1. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS A PRESIÓN

4.1.1. PÉRDIDAS DE CARGA CONTINUAS

El cálculo de las pérdidas de carga continuas (ΔH continuas) a lo largo de la tubería se ha realizado según la siguiente expresión:

$$\Delta H_{continuas} = L \times I = L \times \left[\frac{f}{D} \times \frac{V^2}{2g} \right]$$

Siendo:

L Longitud de la tubería (m).

- I Pérdida de carga continua por unidad de longitud (en tanto por uno).
- f Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional).
- D Diámetro de la tubería (m).
- V Velocidad del fluido en la tubería (m/s).
- g Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

En la determinación del coeficiente de Darcy-Weisbach se ha utilizado la formulación que parte de los resultados de Prandtl-Von Karman, Colebrook y de la definición de rugosidad equivalente de una tubería comercial (valor de la rugosidad uniforme de Nikuradse que, en las mismas condiciones y en movimiento turbulento rugoso, produce la misma pérdida de carga).

Dado que los métodos de cálculo actuales permiten la resolución de ecuaciones implícitas, se podría emplear la siguiente expresión (dada por Colebrook en 1939), por su exactitud en los resultados, en la determinación de f:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{K/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

Sin embargo, con la función aproximada explícita de Swamee-Jain, se cometen errores inferiores al 1% con respecto a la fórmula de Colebrook para las condiciones ($10^{-6} \leq k/D \leq 10^{-2}$ con $10000 \leq Re \leq 10^8$), por ello se ha empleado ésta para los cálculos de las pérdidas de carga en tuberías, dado que se requiere su cálculo para varios valores de caudal cuando se quieren obtener las curvas del sistema.

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{K}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Siendo:

- f Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional).
- K Rugosidad uniforme equivalente (m).
- D Diámetro interior de la tubería (m).
- Re Número de Reynolds, que responde a la expresión:

$$Re = \frac{D \times V}{\nu}$$

En la cual:

- V Velocidad del fluido en la tubería (m/s).
- ν Viscosidad cinemática (m²/s) resultado de dividir la viscosidad dinámica (μ , en kg/m·s) entre la densidad (ρ , en kg/m³)

4.1.2. PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico (K):

El cálculo de las pérdidas de carga localizadas (ΔH localizadas) en los distintos elementos puntuales (codos, boquillas, elevadores, etc.), se ha realizado según la siguiente expresión:

$$\Delta H_{localizadas} = K \times \frac{V^2}{2g}$$

Siendo:



- V Velocidad del fluido en la tubería (m/s).
- g Aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).
- K Coeficiente de pérdidas de carga localizadas (adimensional).

El coeficiente de pérdidas de carga localizadas K depende del tipo de elemento o singularidad existente en la tubería (codo, bifurcación, boquilla, elevador, etc.).

- Curvas

Se toma el coeficiente K, en función de la siguiente tabla:

r/D	1	1,50	2	3	4
22,5°	0,11	0,1	0,09	0,08	0,08
45°	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15
60°	0,25	0,22	0,21	0,2	0,19
90°	0,33	0,29	0,27	0,26	0,26
135°	0,41	0,36	0,35	0,35	0,35
180°	0,48	0,43	0,42	0,42	0,42

Coeficiente K

- Codos en ángulo

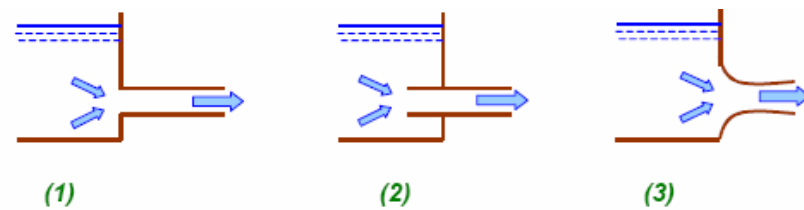
Se toma el coeficiente k, en función de la siguiente tabla:

δ	0°	15°	30°	45°	60°	90°	120°	150°	180°
k	0	0,05	0,10	0,25	0,50	1,5	2,00	2,70	3,00

- Salida de una conducción de un depósito o arqueta

En este caso el flujo continúa convergiendo después de la boquilla durante una cierta distancia. Por tanto se formarán remolinos entre el flujo y las paredes de la tubería, y también entre éstas y la vena líquida contraída, como se indica en la figura.

k = depende del tipo de conexión entre la tubería y el depósito



(1) Embocadura de arista viva K=1,1

(2) Embocadura tipo entrada K=1,0

(3) Embocadura bocinada K=0,01 – 0,08

- Descarga de una conducción a un depósito o arqueta

Para estimar pérdidas en esta situación debe considerarse como ensanchamiento brusco de la sección. Aunque la tubería se ensanche bruscamente, el flujo lo hace de forma gradual, de manera que se forman remolinos entre la vena líquida y la pared de la tubería, que son la causa de las pérdidas de carga localizadas

Se calcula según la siguiente fórmula:

$$\Delta h = C \cdot \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Siendo:

Q = Caudal l/s

S1 = sección depósito

S2 = sección conducción

V = velocidad en la conducción

g = gravedad

C = constante que depende del ángulo de conicidad y la relación entre secciones.

Como la superficie S1 es mucho mayor que la S2, la relación entre ambas tenderá a cero. Por lo tanto la pérdida de carga en la desembocadura estimará como:

$$\Delta h = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Siendo:

V = velocidad en la conducción

g = gravedad

k = 0,5

- Pérdidas localizadas en ensanches cónicos

Un ensanchamiento gradual a la tubería provoca que se formen remolinos debido a las diferencias de presión ya que al aumentar la sección disminuye la velocidad, y por tanto el término cinético, por lo que la presión debe aumentar.

Se puede estimar según la siguiente formulación

$$\Delta h = C \cdot \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

Siendo:

S1 = sección menor

S2 = sección mayor

V2 = velocidad en la conducción de mayor sección

g = gravedad

El ángulo de conicidad es la relación entre los diámetros y longitud de transición para pasar de un diámetro a otro. Entonces, tenemos que a menor ángulo de conicidad le corresponde una menor pérdida de carga localizada.

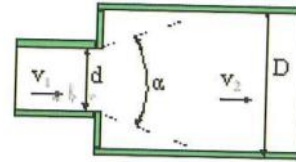
Los valores de C se obtienen de la siguiente tabla:



α	2°	4°	6°	10°	20°	30°	34°	40°	50°	60°	70°	90°
$\left(\frac{S_2}{S_1} = 2\right)$	C= 0,20	0,13	0,20	0,42	0,89	1,20	1,22	1,18	1,08	1,03	1,01	1,00
$\left(\frac{S_2}{S_1} = 9\right)$	C= 0,20	0,13	0,20	0,42	0,81	1,07	1,10	1,09	1,05	1,05	1,02	1,00

• Pérdidas localizadas en estrechamientos

Se estiman casi despreciables en comparación con las pérdidas provocadas por un ensanchamiento de la sección. Dado que el líquido aumenta la velocidad al pasar por la tobera, también disminuye su presión. Por tanto, las condiciones no favorecen la formación de remolinos, siendo casi la totalidad de las pérdidas de carga que se producen debidas al rozamiento.



La metodología de cálculo es la siguiente:

$$\Delta h = \left(\frac{1}{m_{c1}} - 1\right)^2 \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g}$$

Siendo:

- m_c = coeficiente de contracción
- V_1 = velocidad en la conducción de menor sección
- V_2 = velocidad en la conducción de mayor sección
- g = gravedad
- d = diámetro interior conducción menor sección

En el caso de estrechamientos graduales se toma

$$\Delta h = \left(\frac{1}{m_{c1}} - 1\right)^2 = 0,01$$

• Válvulas

Como norma general, se toman los coeficientes propuestos por el fabricante. Caso de no disponer de dichos datos se considera que las válvulas trabajan en general, completamente abiertas, aplicando por ello los siguientes coeficientes.

Válvulas de compuerta:	0,12
Válvulas de Bola:	0,3
Válvula de retención:	2,2
Válvula de Mariposa:	0,7

4.2. TUBERÍAS DE GRAVEDAD

La expresión básica que se emplea para los cálculos hidráulicos de los canales del encauzamiento es la ecuación de la energía de Manning, que describe el comportamiento de un flujo en lámina libre:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{2/3} i^{1/2}$$

En donde:

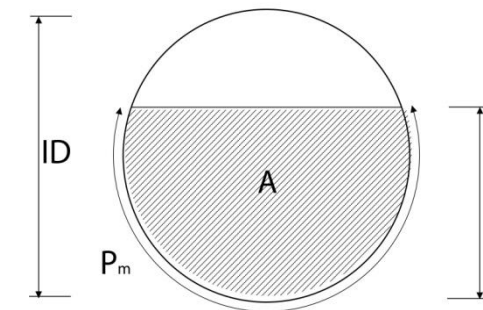
- v = velocidad del fluido, en m/s
- n = coeficiente de Manning
- R_h = radio hidráulico, en m
- i = pendiente de la conducción, en tanto por uno

Radio hidráulico

El radio hidráulico en un flujo es una magnitud que se obtiene de la relación entre el área y el perímetro mojado de una sección transversal de dicho flujo.

Se entiende por perímetro mojado la longitud de la línea de contacto entre la sección transversal del flujo con la sección transversal de la conducción.

En canales abiertos, estos parámetros dependen de la geometría del canal y del calado (altura de la lámina de agua).



$$P_m = ID \cdot \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot y}{ID}\right)$$

$$A = 0.25 \cdot ID^2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot y}{ID}\right) - (0.5 \cdot ID - y) \sqrt{ID \cdot y - y^2}$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P_m^{2/3}} S^{1/2}$$

Siendo,

A: Área de la sección de flujo (m²).

ID: diámetro interior (m).

y: calado de la lámina de agua (m).

n: coeficiente de fricción de Manning

S: pérdidas de carga continuas, \approx pte. mín. conducción (m/m).

Los valores de fricción de Manning considerados son los que recogen las I.T.O.H.G. En concreto para las tuberías de proyecto:

	n	
	líneas	con pozos
Plástico (PVC, poliéster, etc.)	0,012	0,014
Fibrocemento	0,012	0,014
Gres	0,012	0,014
Fundición (con recubrimiento de mortero)	0,015	0,017
Hormigón armado e pretensado	0,015	0,017
Hormigón vibrocentrifugado	0,016	0,018

Para seleccionar el diámetro del colector y la pendiente a adoptar, se ha tenido en cuenta las directrices recogidas en las "Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia. ITOHG", en particular la ITOHG-SAN 1/2 Trazado de redes de saneamento, a fin de fijar un diámetro considerando la pendiente mínima del tamo a definir y que pueda circular a una velocidad tal que no produzca arrastres provocados por altas velocidades en colectores, ya que éstos producen degradación en las juntas y soleras de los tubos de saneamiento. Por otro lado, la velocidad de circulación debe ser suficientemente alta para que permita la autolimpieza de la red. Es decir, que pueda arrastrar la materia que se sedimenta en el fondo de los colectores, constituida fundamentalmente por arenas y por materia en descomposición.

	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)
Hormigón o fundición dúctil	3	0,6
Gres, PVC e similares	6	

Las pendientes mínimas y máximas han sido fijadas para que se cumplan, siempre que sea factible, las condiciones de velocidad máxima y mínima señaladas en el apartado anterior. En concreto y atendiendo a lo recogido en las I.T.O.H.G. se establece como pendientes mínimas las siguientes:

Diámetro	Apoyo granular	Apoyo Rígido
< 500	0,006	0,005
500 a 800	0,004	0,003
900 a 1.200	0,0022	0,0015
>1.200	0,002	0,0012

Otra condición que se debe cumplir es que se el calado del tubo nunca supere el 75% para los caudales de diseño calculados y modelizados.

En conducciones circulares existen las siguientes expresiones reducidas para el cálculo del caudal circulante.

El caudal máximo de transporte de una conducción con un calado máximo del 75%, se puede aplicar la siguiente expresión:

$$Q = 0,2711 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

El caudal máximo de transporte de una conducción a sección completa, se puede aplicar la siguiente expresión:

$$Q_0 = 0,3115 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

4.3. CURVA DEL SISTEMA

La relación entre el gasto en el sistema hidráulico y la carga que es necesario vencer, se denomina "curva del sistema" o "curva de la instalación". Para obtener la curva del sistema se utiliza la formulación explicada anteriormente para obtener las pérdidas de carga que se producen en la tubería de impulsión. De forma que la altura manométrica para cada valor de caudal es el resultado de la suma de la altura geométrica y las pérdidas de carga anteriores.

La tubería de impulsión se compone de dos tramos, la tubería de aspiración y la tubería de impulsión propiamente dicha; las pérdidas de carga en el tramo común de impulsión no dependen del número de

bombas instaladas, mientras que las pérdidas en el tramo individual o tubería de aspiración disminuyen al aumentar el número de bombas instaladas, ya que, para los cálculos de las pérdidas de carga, se considera que circula la n-ésima parte del caudal que se bombea siendo n el número de bombas instaladas, si circula es decir (Q/n). Por lo tanto, las pérdidas de carga totales disminuyen al aumentar el número de bombas instaladas.

Con lo que se ha comentado en el párrafo anterior, se obtiene una familia de curvas del sistema para cada altura geométrica, en función del número de bombas considerado.

4.4. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

Para llevar a cabo la selección de equipos de bombeo según el sistema planteado, una vez determinada la curva del sistema y fijando los modos de funcionamiento en cada caso, la determinación de la curva de la bomba y el número de bombas necesario, se emplea el soporte informático facilitado por los distintos fabricantes de los equipos de bombeo.

En primera instancia, y adoptando como criterio la velocidad de circulación del fluido en cada uno de los modos de funcionamiento programados, se selecciona el diámetro de la conducción así como su material.

A partir de la selección de la conducción de impulsión y partiendo de los datos de partida básicos (Altura geométrica y Caudal de impulsión), tal como se ha explicado anteriormente se determina la curva del sistema, se determinan las pérdidas de carga mediante la expresión de Swamee_Jane, para el sistema en distintos puntos de funcionamiento (incluidas las pérdidas singulares tanto en la conducción de impulsión como en el colector común y los colectores individuales de cada una de las bombas) con lo que se determina la curva del sistema.

Para obtener la curva de bombeo mediante el software del fabricante de los distintos equipos de bombeo, para insertar las pérdidas de carga, se impone un coeficiente total de rozamiento, así como también se impone la rugosidad de las tuberías. Para asegurar que las condiciones que se consideran, son las mismas que se emplean para determinar las curvas del sistema.

En última instancia, y partiendo de la curva del sistema y de los puntos prefijados por el modelo de funcionamiento desarrollado, se realiza la selección de los equipos de bombeo (bombas sumergibles) bajo el criterio de eficiencia energética (alto rendimiento).

4.4.1. CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA

Una vez seleccionada la bomba, su curva de gasto se obtiene de los valores de funcionamiento proporcionados por el fabricante para distintos caudales. Esta curva se obtiene al realizar una regresión polinómica de manera que se ajusta a una función cuadrática del tipo, y se obtienen los parámetros a, b y c.

$$H = a + b * Q + c * Q^2$$

4.4.2. SISTEMAS DE BOMBEO EN PARALELO

Para los sistemas de bombeo que cuentan con dos o más bombas en paralelo, es decir comparten el mismo punto de succión y de descarga, se puede suponer que todas trabajan a la misma carga dinámica (H), por tanto se impone que las alturas manométricas de las bombas son iguales y se calculan los caudales. En caso de que las bombas sean iguales cada bomba entregará el mismo caudal, mientras que si son bombas diferentes el caudal se obtiene tal como se ha explicado anteriormente.

4.4.3. PUNTOS DE FUNCIONAMIENTO

La obtención de los puntos de funcionamiento se realiza mediante la intersección de las curvas del sistema con los correspondientes sistemas de bombeo obtenidos. Así, los puntos de funcionamiento son el resultado de la intersección de las ecuaciones correspondientes a cada curva del sistema según las alturas geométricas que se presenten teniendo en cuenta el número de bombas en funcionamiento y la ecuación de la curva del sistema de bombeo.

5. EBAR DE SABÓN. DIMENSIONAMIENTO

Se adjuntan los cálculos preliminares efectuados para determinar la sección del nuevo colector de impulsión que discurre desde la EBAR de Sabón hasta la descarga – rotura del nuevo colector de Suevos. Teniendo en cuenta las premisas consideradas al inicio del documento y los caculos de caudales el caudal máximo es de 582,27 l/s.



		NUEVA CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN EBAR SABÓN		
		OPCIÓN 1 (FD 700)	OPCIÓN 2 (FD 800)	OPCIÓN 3 (FD 600)
DATOS DE LA TUBERÍA				
Escenario		1	1	1
Caudal	l/s	583	583	583
TRAMO	(de derecha a izquierda)	1	1	1
Material		FD	FD	FD
Presión nominal		-	-	-
Φ_n : - Diámetro nominal	mm	700	800	600
e: - Espesor	mm	0	0	0
Φ_i : - Diámetro interior	mm	700,00	800,00	600,00
L: - Longitud real	m	1500,00	1500,00	1500,00
k: - Rugosidad corto plazo	mm	0,250	0,250	0,250
k: - Rugosidad largo plazo	mm	1,000	1,000	1,000
Nº Bombas en funcionamiento	bombas	1	1	1
Q_d : - Caudal de diseño	m ³ /s	0,58300	0,58300	0,58300
A: - Sección de la tubería	m ²	0,385	0,503	0,283
V: - Velocidad	m/s	1,515	1,160	2,062
k/D (corto plazo)	-	3,57E-04	3,13E-04	4,17E-04
k/D (largo plazo)	-	1,43E-03	1,25E-03	1,67E-03
$V^2/2g$	m	0,11715	0,06867	0,21703
Re: - Número de Reynolds ($V \cdot D / \nu_e$)	-	1.060.964,51	928.343,95	1.237.791,93
RESUMEN DE PÉRDIDAS CONTINUAS				
$\lambda(f)$: - Coeficiente de fricción (corto plazo)	-	0,016	0,016	0,017
$\lambda(f)$: - Coeficiente de fricción (largo plazo)	-	0,022	0,021	0,022
l: - Pérdida unitaria (corto plazo)	%	0,269	0,136	0,597
	m/m	0,00269	0,00136	0,00597
l: - Pérdida unitaria (largo plazo)	%	0,362	0,180	0,813
	m/m	0,00362	0,00180	0,00813
$\Delta H_{\text{continuas}}$ (corto plazo)	m	4,04	2,04	8,95
$\Delta H_{\text{continuas}}$ (largo plazo)	m	5,44	2,70	12,19
$\Delta H_{\text{continuas}}$ (media)	m	4,74	2,37	10,57
RESUMEN DE PÉRDIDAS LOCALIZADAS				
$\Sigma \lambda$		0,00	0,00	0,00
$\Delta h = \lambda V^2 / 2g$	m	0,00000	0,00000	0,00000
Porcentaje de pérdidas singulares	%	10,00	10,00	10,00
$\Delta H_{\%}$ singulares (corto plazo)	m	0,40	0,20	0,89
$\Delta H_{\%}$ singulares (largo plazo)	m	0,54	0,27	1,22
$\Delta H_{\%}$ singulares (media)	m	0,47	0,24	1,06
ΔH_{total} singulares (corto plazo)	m	0,47	0,24	1,06
ΔH_{total} singulares (largo plazo)	m	0,54	0,27	1,22
ΔH_{total} singulares (media)	m	0,51	0,25	1,14
RESUMEN DE PÉRDIDAS DE CARGA				
$\Delta H_{\text{totales}}$ (corto plazo)	m	4,5152	2,2723	10,0050
$\Delta H_{\text{totales}}$ (largo plazo)	m	5,9802	2,9749	13,4112
$\Delta H_{\text{totales}}$ (media)	m	5,2477	2,6236	11,7081

- Altura geométrica máxima = 58,64 metros
- Altura geométrica mínima = 54,64 metros
- Material de impulsión = Tubería FD DN800
- Longitud del colector general de impulsión = 1500,00 metros
- Caudales a bombear:

Qmáx. Bombeo Act. (l/s)	Qmáx. Bombeo Fut. (l/s)
330,00	582,27

En tiempo seco siempre que se pueda, el bombeo funcionará con una sola bomba. En cuanto empieza a llover y el bombeo se empieza a llenar, el bombeo funcionará arrancando las sucesivas bombas en paralelo según las consignas fijadas en seguidor de nivel dispuesto en la cámara de bombeo.

5.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS

A partir de la selección de la conducción de impulsión y partiendo de los datos iniciales básicos (Altura geométrica, Velocidades de circulación y Caudal de impulsión) se determina la curva del sistema en los distintos puntos de funcionamiento (incluidas las pérdidas singulares tanto en la conducción de impulsión como en el colector común y los colectores individuales de cada una de las bombas) con lo que se determina la curva del sistema.

En última instancia, y partiendo de la curva del sistema y de los puntos prefijados por el modelo de funcionamiento desarrollado, se selección los equipos de bombeo (bombas sumergibles) bajo el criterio de eficiencia energética (alto rendimiento) y cumplimiento de los puntos de funcionamiento fijados.

A continuación se acompaña la siguiente documentación:

- Determinación de pérdidas de carga y curva del sistema
- Especificación técnica, curva del sistema y punto de funcionamiento para una bomba
- Curva del sistema y punto de funcionamiento para una, dos y tres bombas
- Curva del sistema y punto de funcionamiento para cuatro y cinco bombas

BOMBEO DE	SABÓN
BOMBEO EN PARALELO	
SISTEMA	
	Nº bombas inst. 6
	Tipología 5+1
Nivel Max (alivio)	H g_min (m) : 54,64
Nivel min (1 bomba)	H g_max (m) : 58,64

COTAS	
Cota Losa Sup.	19,25
Cota Descarga	71,49
Cota L. MAX	16,85
Cota FONDO	11,85
Resguardo	1,00

A la vista de los resultados de los cálculos anteriormente expuestos se optará por instalar una nueva conducción de impulsión desde la EBAR de Sabón hasta la descarga – rotura del nuevo colector de Suevos de FD DN800.

5.1. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL NUEVO BOMBEO DE SABÓN.

Los datos de partida para el dimensionamiento de la estación de bombeo son los que se resumen a continuación:

- Tipología de bombeo actual = 3+1
- Tipología de bombeo futura tras la ampliación = 5+1



	COMÚN		INDIVIDUAL
	TRAMO 2	TRAMO 1	TRAMO 3
Material	Fundición	Acero	Acero
Estado tubería	T. envejecidas	T. envejecidas	T. envejecidas
Conducción	FD	A. INOX	A. INOX
DN	800	800	200
PN / espesor			
L (m) :	1.500	6	6
D int (m):	0,8000	0,800	0,200
K (m) :	0,00100	0,00030	0,00030
λ(locales) :	1	0,25	3,36
λ(locales) % lineales	10,00%	0,00%	0,00%
Área (m ²) :	0,503	0,503	0,031
v	1,31E-06	1,31E-06	1,31E-06

CURVAS DEL SISTEMA

Q (m ³ /s)	1 BOMBA		2 BOMBAS			3 BOMBAS		
	1 Bomba Hg Min	1 Bomba Hg Max	2 Bombas Hg Min	2 Bombas Hg Max	3 Bombas Hg Min	3 Bombas Hg Max	3 Bombas Hg Min	3 Bombas Hg Max
Q (m ³ /s)	H (m)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)	H (m)
0,0000	54,64	58,64	0,0000	54,64	58,64	0,0000	54,64	58,64
0,0312	54,83	58,83	0,0312	54,70	58,70	0,0312	54,67	58,67
0,0623	55,39	59,39	0,0623	54,86	58,86	0,0623	54,76	58,76
0,0935	56,32	60,32	0,0935	55,12	59,12	0,0935	54,90	58,90
0,1247	57,62	61,62	0,1247	55,50	59,50	0,1247	55,10	59,10
0,1559	59,29	63,29	0,1559	55,98	59,98	0,1559	55,36	59,36
0,1870	61,34	65,34	0,1870	56,56	60,56	0,1870	55,68	59,68
0,2182	63,75	67,75	0,2182	57,25	61,25	0,2182	56,05	60,05
0,2494	66,54	70,54	0,2494	58,05	62,05	0,2494	56,48	60,48
0,2805	69,70	73,70	0,2805	58,95	62,95	0,2805	56,96	60,96
0,3117	73,22	77,22	0,3117	59,96	63,96	0,3117	57,50	61,50
0,3429	77,12	81,12	0,3429	61,07	65,07	0,3429	58,10	62,10
0,3741	81,39	85,39	0,3741	62,29	66,29	0,3741	58,76	62,76
0,4052	86,03	90,03	0,4052	63,62	67,62	0,4052	59,47	63,47
0,4364	91,04	95,04	0,4364	65,05	69,05	0,4364	60,24	64,24
0,4676	96,43	100,43	0,4676	66,59	70,59	0,4676	61,06	65,06
0,4988	102,18	106,18	0,4988	68,23	72,23	0,4988	61,94	65,94
0,5299	108,30	112,30	0,5299	69,98	73,98	0,5299	62,88	66,88
0,5611	114,80	118,80	0,5611	71,83	75,83	0,5611	63,87	67,87
0,5923	121,66	125,66	0,5923	73,79	77,79	0,5923	64,93	68,93

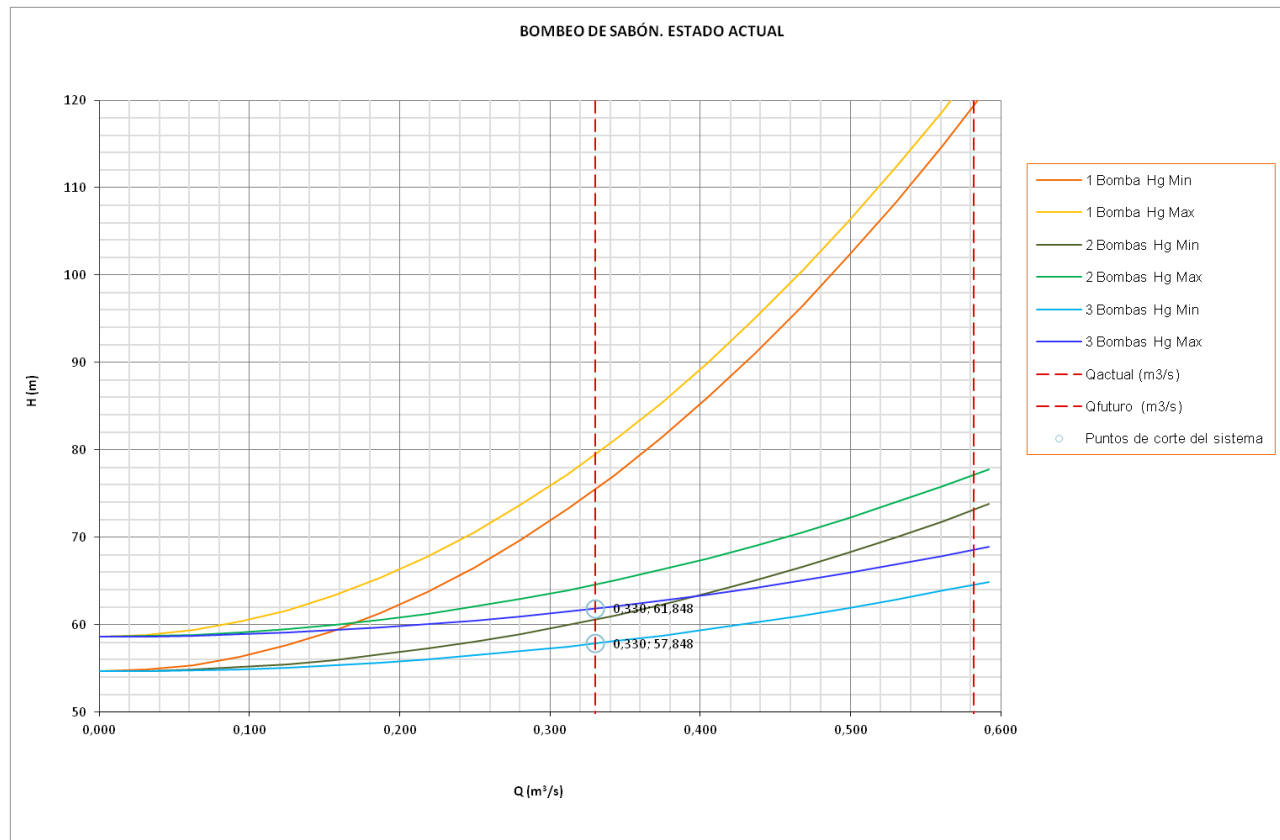
H= a + b Q + c Q ²		H= a + b Q + c Q ²		H= a + b Q + c Q ²	
a=	54,63885633	58,63885633	a=	54,6389334	58,6389334
b=	0,121975825	0,121975825	b=	0,10890908	0,108909077
c=	190,8659446	190,8659446	c=	54,4183594	54,41835944
a=	54,63895952	58,63895952	a=	54,63895952	58,63895952
b=	0,104805998	0,104805998	b=	0,104805998	0,104805998
c=	29,1498537	29,1498537	c=	29,1498537	29,1498537

Q (m ³ /s)	4 BOMBAS		5 BOMBAS	
	4 Bombas Hg Min	4 Bombas Hg Max	5 Bombas Hg Min	5 Bombas Hg Max
Q (m ³ /s)	H (m)	H (m)	Q (m ³ /s)	H (m)
0,0000	54,64	58,64	0,0000	54,64
0,0312	54,66	58,66	0,0312	54,66
0,0623	54,72	58,72	0,0623	54,71
0,0935	54,83	58,83	0,0935	54,79
0,1247	54,97	58,97	0,1247	54,90
0,1559	55,15	59,15	0,1559	55,05
0,1870	55,37	59,37	0,1870	55,22
0,2182	55,63	59,63	0,2182	55,43
0,2494	55,93	59,93	0,2494	55,67
0,2805	56,27	60,27	0,2805	55,94
0,3117	56,64	60,64	0,3117	56,25
0,3429	57,06	61,06	0,3429	56,58
0,3741	57,52	61,52	0,3741	56,95
0,4052	58,02	62,02	0,4052	57,34
0,4364	58,55	62,55	0,4364	57,77
0,4676	59,13	63,13	0,4676	58,23
0,4988	59,74	63,74	0,4988	58,72
0,5299	60,40	64,40	0,5299	59,25
0,5611	61,09	65,09	0,5611	59,80
0,5923	61,82	65,82	0,5923	60,39

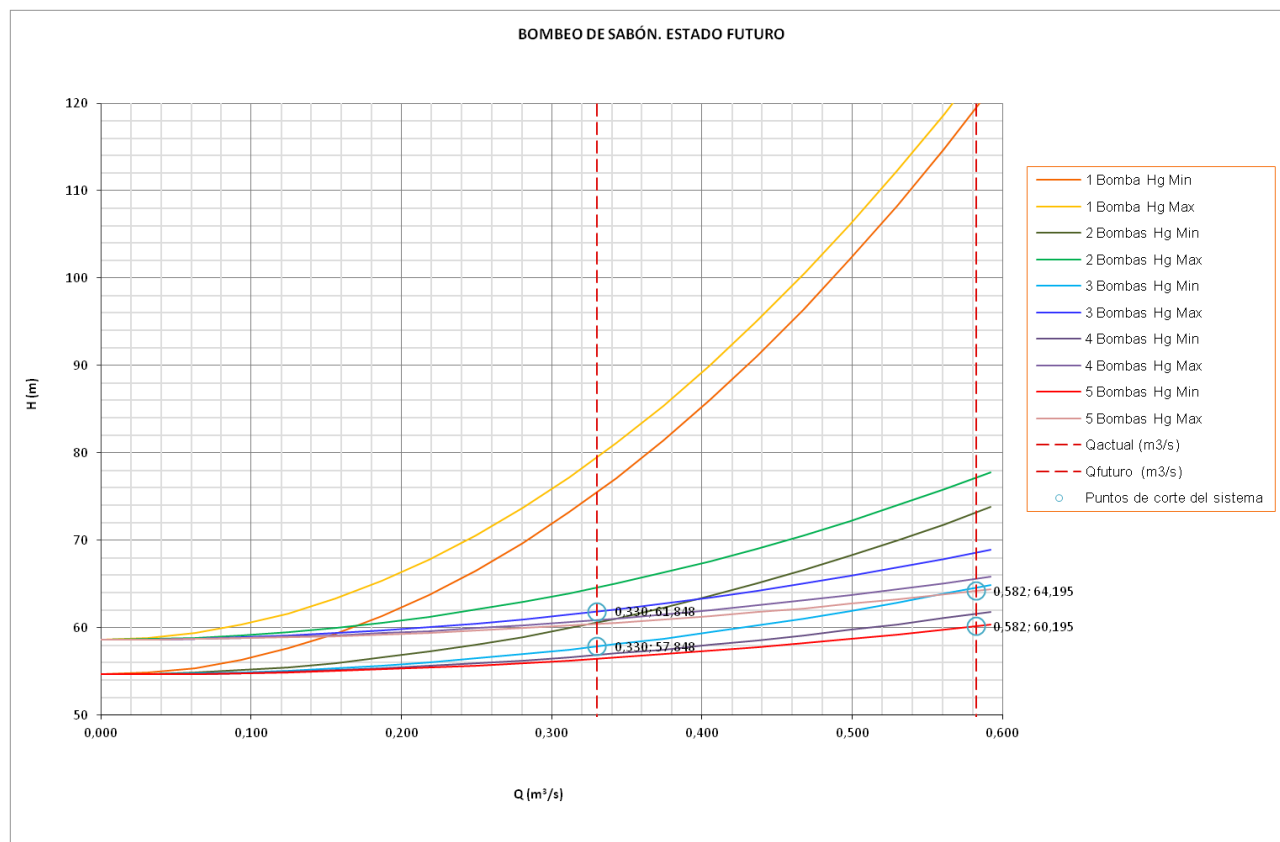
H= a + b Q + c Q ²		H= a + b Q + c Q ²			
a=	54,63897299	58,638973	a=	54,6389813	58,6389813
b=	0,102830106	0,10283011	b=	0,10167757	0,10167757
c=	20,30573302	20,305733	c=	16,2121031	16,2121031

MODO	Puntos de corte del sistema			
		Q (m ³ /s)	Q (l/s)	H (m)
3 BOMBA	Hg Min	0,330	330,00	57,848
	Hg Max	0,330	330,00	61,848
5 BOMBA	Hg Min	0,582	582,27	60,195
	Hg Max	0,582	582,27	64,195

5.2.1. CURVAS DEL SISTEMA PARA TRES BOMBAS



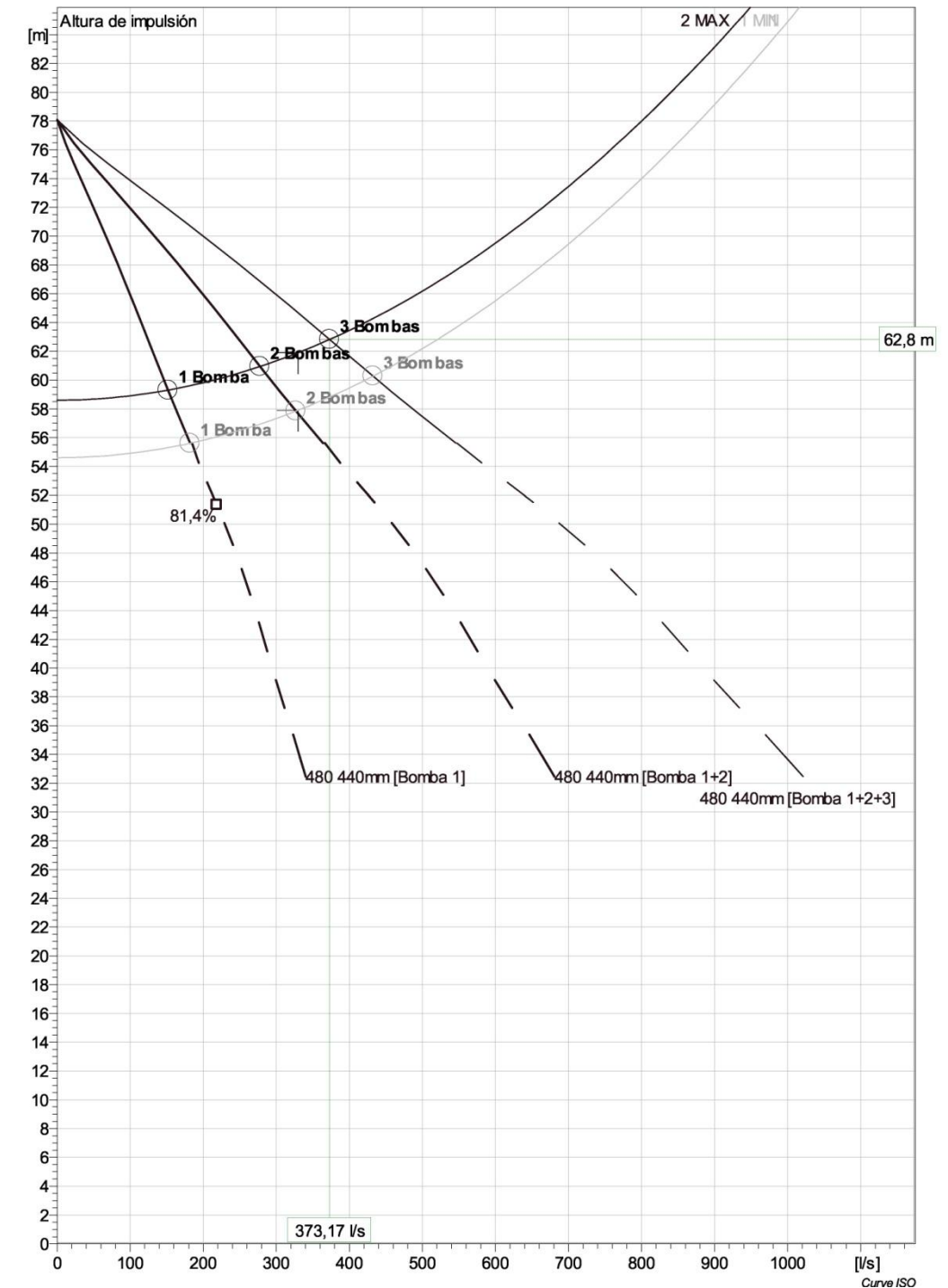
5.2.2. CURVAS DEL SISTEMA PARA CINCO BOMBAS



5.2.3. CURVAS DE LAS BOMBAS INSTALADAS. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA ACTUAL Y NUEVA CONDUCCIÓN.



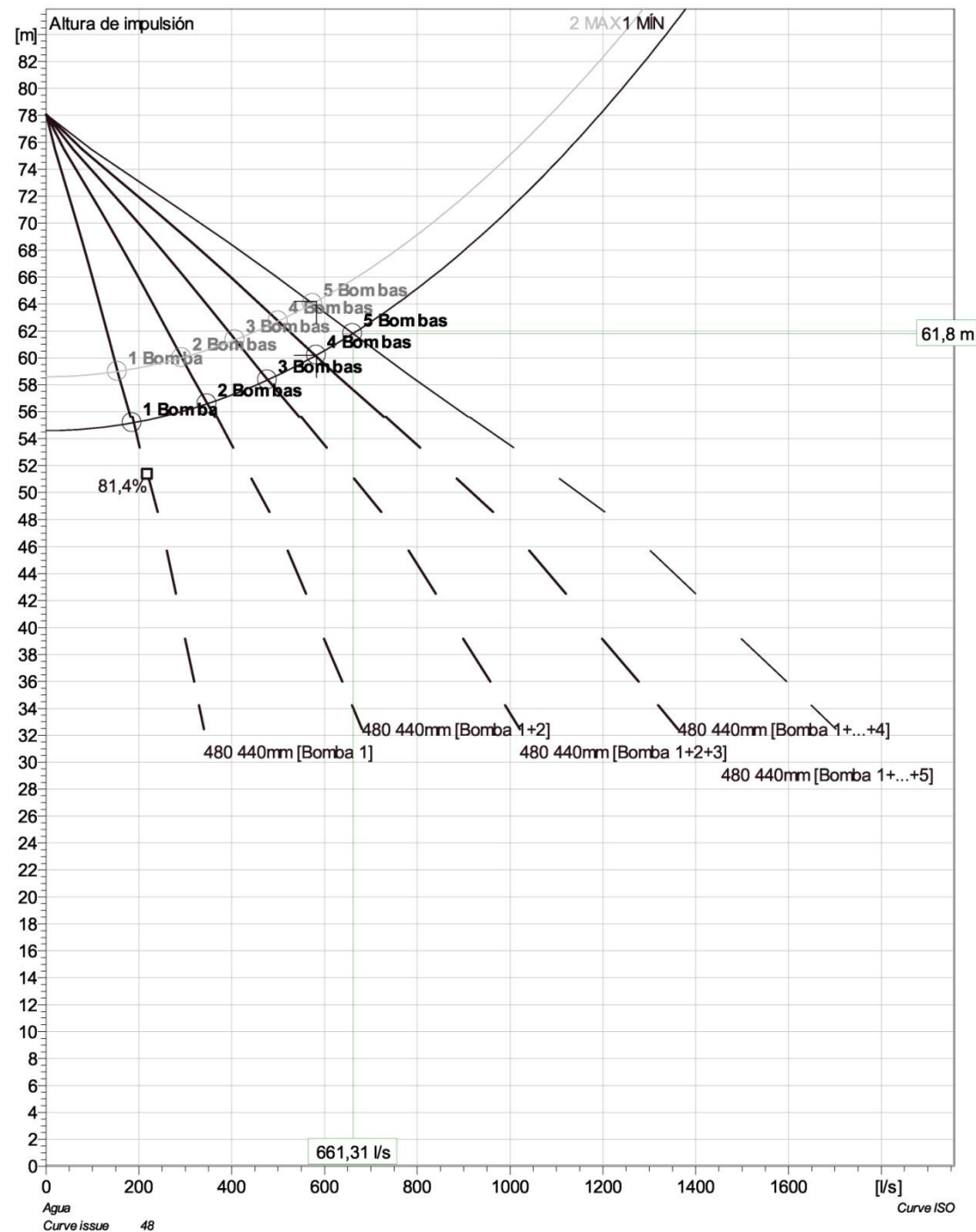
NP 3231/705 3~ 480
VFD Curve



5.2.4. CURVAS DE LAS BOMBAS SELECCIONADAS. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA FUTURO CON LA INCORPORACIÓN DE LA TOTALIDAD DEL POLÍGONO DE MORÁS.



NP 3231/705 3~ 480
Duty Analysis



6. EBAR DE SABÓN. ESTUDIO RÉGIMEN TRANSITORIO

6.1. SOTWARE DE DISEÑO RÉGIMEN TRANSITORIO

Para la simulación de transitorios hidráulicos en conducciones, se empleará el paquete informático denominado DYAGATS 2.0, herramienta desarrollada por el grupo de mecánica de fluidos de la Universidad de Valencia basada en el método de las características para el cálculo de transitorios hidráulicos en conducciones forzadas (golpe de ariete). Entre otras opciones, permite la simulación y cálculo de transitorios empleando válvulas de retención, válvulas de sobrepresión, depósitos unidireccionales y equipos antiariete.

El transitorio modifica una situación de equilibrio previa (generalmente el régimen permanente) y conduce al sistema a otra situación de 'equilibrio' final. La condición de equilibrio previa viene dada por unos valores de presiones o alturas piezométricas y velocidades o caudales en el sistema que es necesario conocer de antemano y que constituye el punto de arranque del transitorio. Puesto que esta condición de partida es, en general, un estado estacionario, su descripción vendrá dada por las alturas en los nudos del sistema y los caudales o velocidades en las líneas. Desde el punto de vista matemático estos valores constituyen la condición inicial necesaria para el proceso de integración que se lleva a cabo al resolver el sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que son las ecuaciones de continuidad y de movimiento.

El cálculo del régimen permanente o del estado estacionario de partida es directo y puede ser obtenido de manera muy precisa si se utiliza una adecuada representación de la fricción y de las pérdidas en las tuberías. El DYAGATS 2.0 incluye una rutina de cálculo de la condición inicial, ya que es el punto de partida para el transitorio.

El planteamiento general del problema en una tubería simple se lleva a cabo planteando el problema siguiente para cada uno de los tramos de que consta la tubería, que supondremos se extiende desde $x = 0$ hasta $x = L$. Utilizando caudal en vez de velocidad el problema en un tramo es:

"Determinar $H(x,t)$, y $Q(x,t)$ para $0 \leq x \leq L$, $t > 0$ a partir de

- a. la condición inicial dada por

$$H(x,0), Q(x,0) \text{ para } 0 \leq x \leq L$$

- b. las ecuaciones del modelo elástico
- c. las condiciones de contorno

$$a(t, H_0, Q_0) = 0, b(t, H_L, Q_L) = 0$$

Si la instalación que se analiza está compuesta por distintos tramos de longitudes L_i se consideran condiciones de contorno al principio y final de cada tramo, que son gestionadas simultáneamente con el resto de ecuaciones.

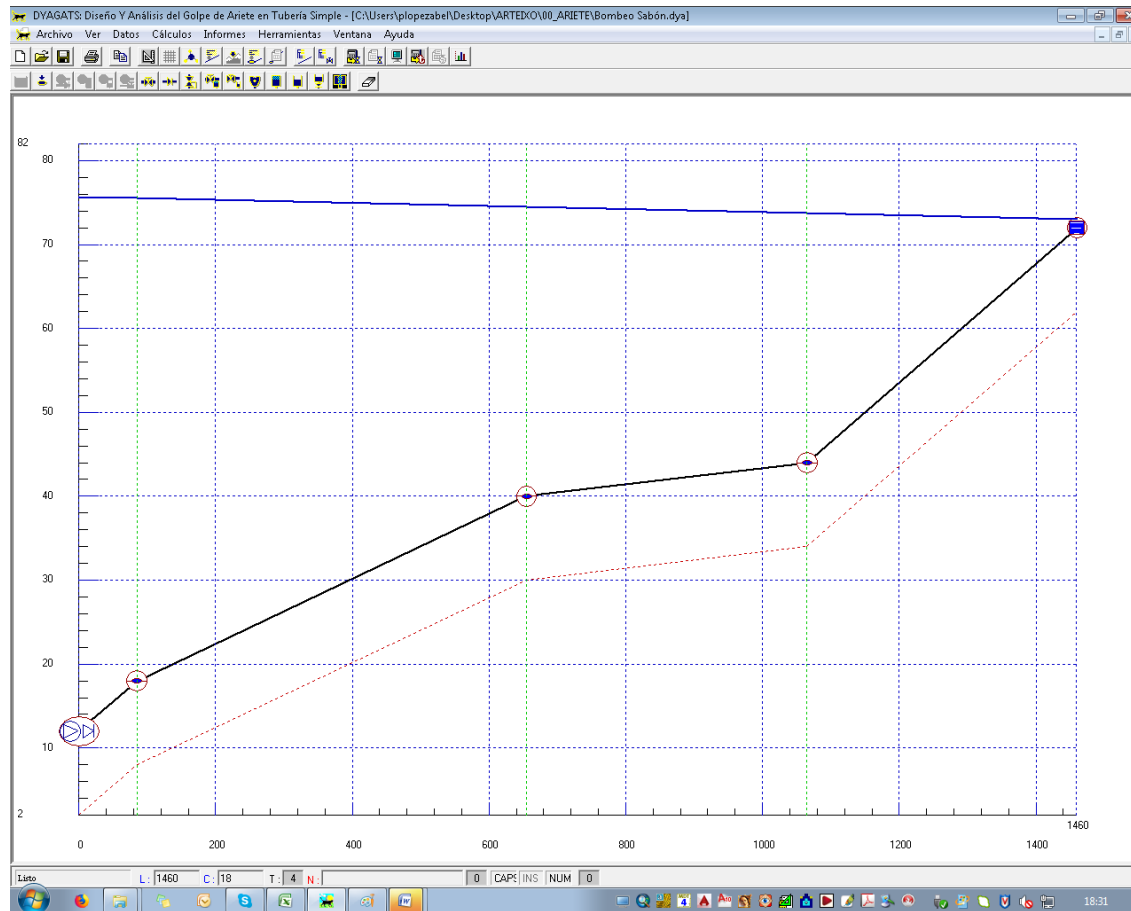
No existe expresión alguna que proporcione la solución de este sistema hiperbólico y casilineal en forma cerrada.

Por tanto, la única alternativa para la resolución rigurosa del sistema completo es el análisis numérico. Las técnicas importantes de análisis numérico solo han sido eficientes con la aparición de los ordenadores. De entre las técnicas numéricas empleadas para resolver el problema que nos ocupa, - algunas realmente recientes -, la más popular y utilizada de forma casi generalizada es la constituida por el clásico método de las características (MC). Su popularidad reside en el hecho de que se ha mostrado superior a los demás en varios aspectos. Es sencillo de programar, computacionalmente eficiente y permite capturar mejor que los demás frentes de ondas abruptos e ilustra perfectamente la propagación de las ondas. Es la técnica que utiliza DYAGATS.



6.2. SIMULACIÓN DE TRANSITORIOS

Se representa a continuación el régimen estacionario para la situación más desfavorable, es decir, Hg mín (61 metros) y Qmáx (582 l/s); en función de las aproximaciones de cálculo, los resultados que se presentan aún son más conservadores ya que no se considera el ajuste de la variación de frecuencia al punto exacto de funcionamiento (se simulan 600 l/s a 63 m.c.a).



Régimen permanente EBAR Sabón a caudal máximo

A continuación, y como punto de partida para la toma de decisiones en cuanto a la necesidad de elementos antiariete, se simula una parada intempestiva por fallo de tensión para el grupo de bombeo en funcionamiento (para las cinco bombas de forma simultánea). Para llevar a cabo esta simulación se emplea una válvula de retención de tipo bola conectada a la impulsión. En esta situación se producirán los valores extremos de sobre-presión y sub-presión para todo el sistema.

Se representa a continuación el régimen transitorio para la situación indicada:



Envolvente de presiones sin anti-ariete EBAR de Sabón

Aunque la onda de sobre-presión no plantea ningún problema, se observa una incidencia excesiva de la sub-presión, llegando incluso a afectar al propio equipo de bombeo, lo que implica la necesidad de incluir elementos que regulen este fenómeno. Se opta en primera instancia por la inclusión de equipos anti-ariete para aguas residuales de calderín de aire, con o sin vejiga, equipos de amplia difusión y contrastado funcionamiento.

La metodología a emplear es la que se resume a continuación:

- Simulación de alternativas de regulación y control de sub-presión para el caso más desfavorable (parada por fallo de tensión del grupo completo de bombeo con cuatro bombas en funcionamiento).
- Selección de equipo anti-ariete que mejor se adapte al caso concreto.
- Simulación de funcionamiento para el equipo anti-ariete seleccionado y parada por fallo de tensión para cinco bombas.

En este caso, teniendo en cuenta que la EBAR de Sabón actual cuenta con un equipo antieriete IBAIONDO DE 5000 litros, la primera comprobación a efectuar será la de respuesta de este equipo para la situación del bombeo ya ampliado (con las cinco bombas entregando el caudal máximo).

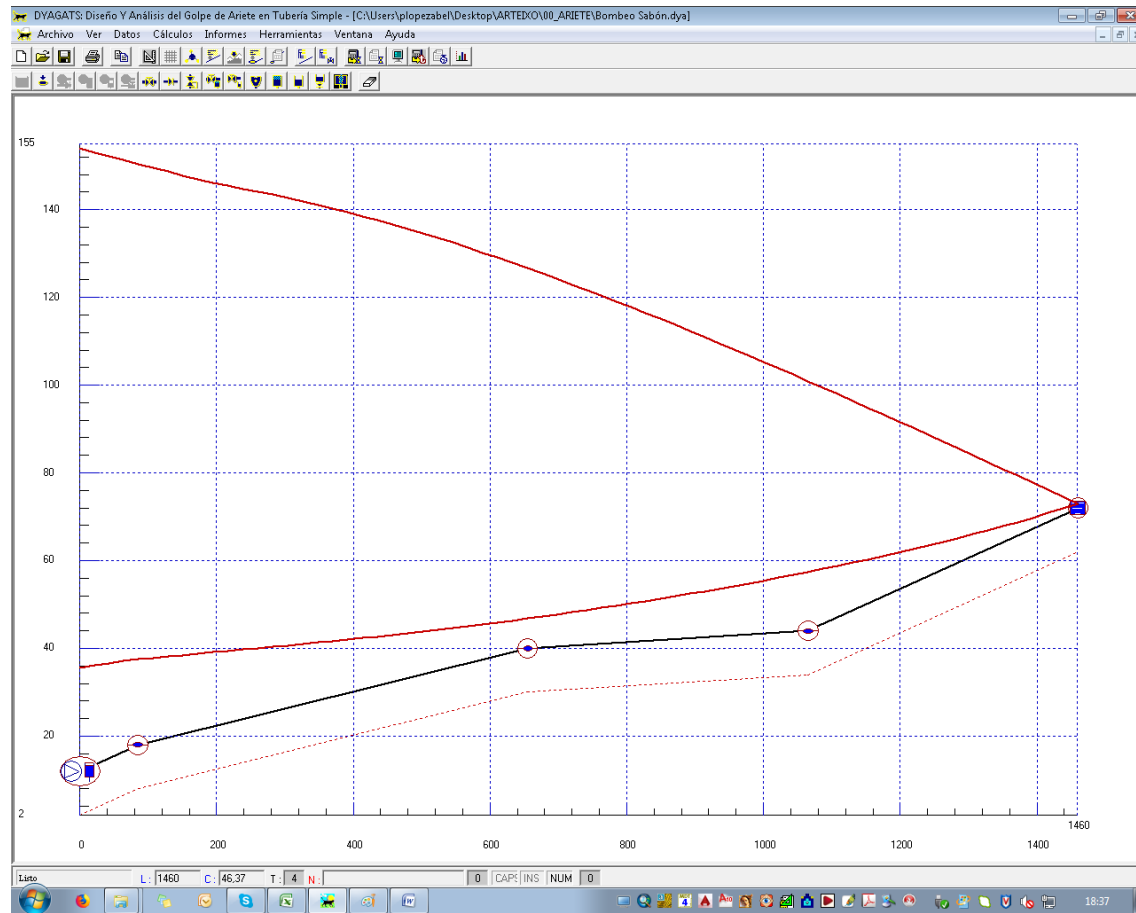
Por lo tanto, se procede en primera instancia a la simulación de parada intempestiva para las siguientes condiciones de protección con calderín anti-ariete existente:

- CALDERÍN 5 M3 IBAIONDO AHN-R
- VOLUMEN = 5000 LITROS
- DIÁMETRO = 1500 mm
- ALTURA TOTAL = 4500 mm
- ALTURA ÚTIL = 2840 mm



- ALTURA SOBRE LA BASE (Wt) = 655 mm
- ALTURA INICIAL DE LLENADO = 1,5 m

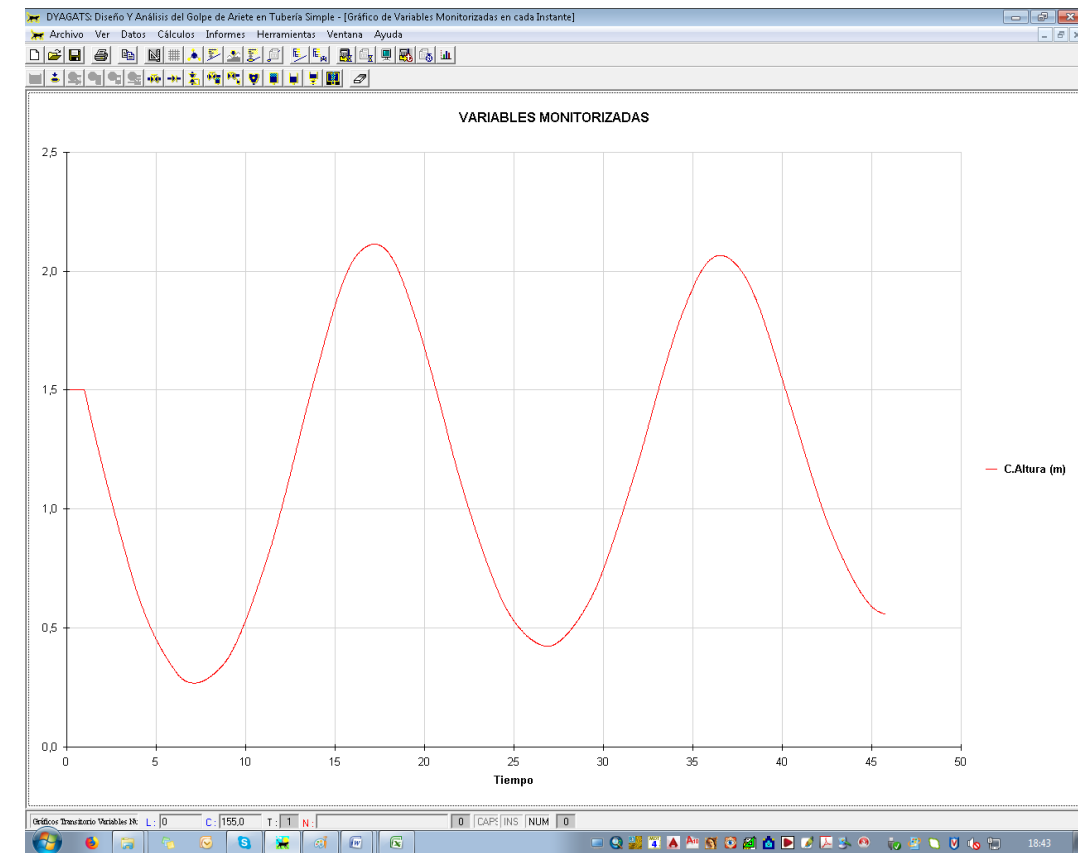
Se representa a continuación el régimen transitorio para la alternativa indicada:



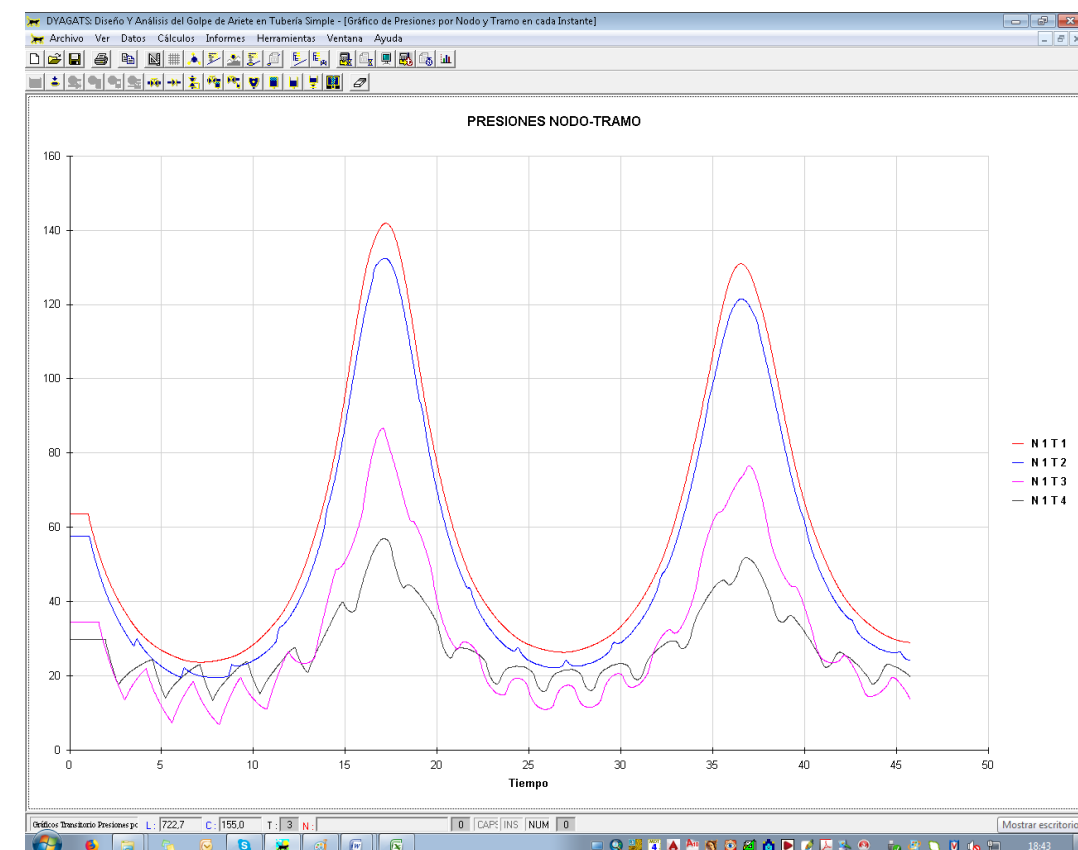
Envolvente de presiones con anti-ariete EBAR de Sabón

Como se puede observar, se concluye que el equipo anti-ariete existente será capaz de asumir la protección en régimen transitorio para las nuevas condiciones de diseño.

Como última conclusión de resultados, se presentan a continuación las gráficas de evolución de llenado del calderín en régimen transitorio y la envolvente de presiones resultantes a los largo de los puntos singulares de la conducción comprobándose que, tanto para presiones positivas como negativas (estas últimas no aparecen) el sistema funciona de modo correcto.



Evolución de llenado calderín EBAR de Sabón

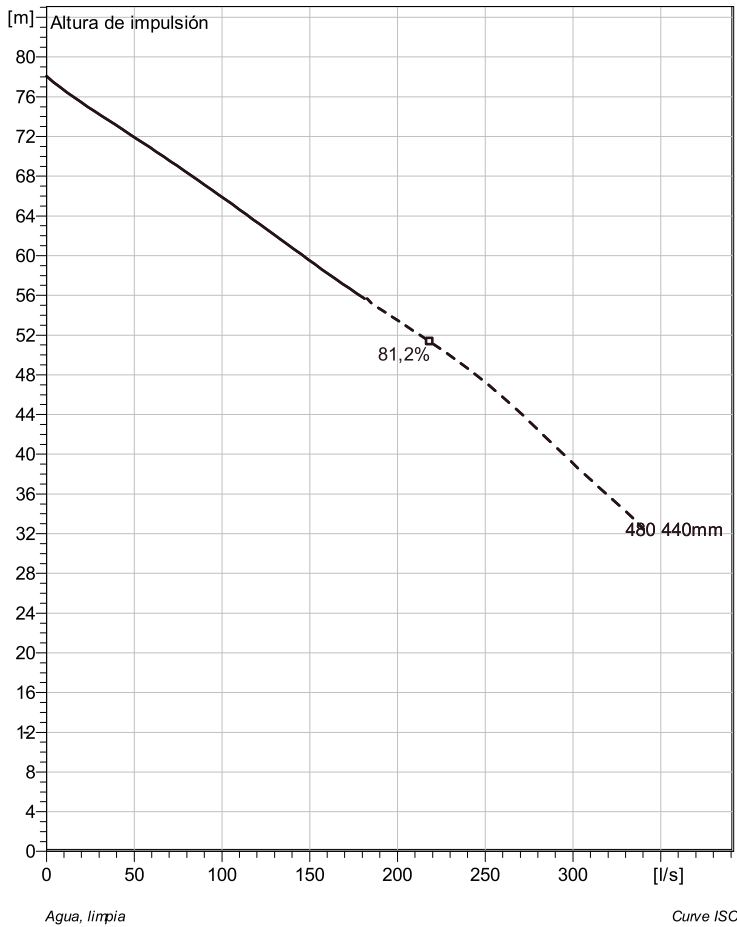


Envolvente de presiones impulsión EBAR de Sabón

APÉNDICE Nº1: EBAR DE SABÓN. SITUACIÓN ACTUAL.



NP 3231/705 3~ 480 Especificación técnica



Note: Picture might not correspond to the current configuration.

General

Sistema de autolimpieza del impulsor de canal semiabierto, ideal para bombeos de aguas residuales. Un modulo basado en un diseño que permite la adaptación.

Impeller

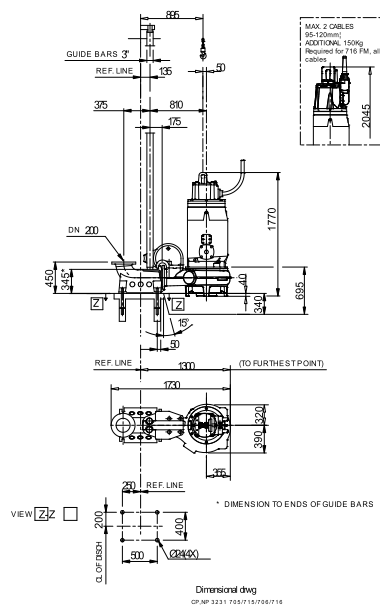
Impeller material	Grey cast iron
Diam. de salida	200 mm
Inlet diameter	250 mm
Impeller diameter	440 mm
Number of blades	3

Motor

Motor #	N0705.000 43-30-4AA-W 125KW
Variante de estator	1
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Nº de polos	4
Fases	3~
Potencia nominal	125 kW
Corriente nominal	234 A
Corriente de arranque	1530 A
Velocidad nominal	1480 1/min
Factor de potencia	
1/1 Load	0,83
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68
Eficiencia	
1/1 Load	92,5 %
3/4 Load	92,5 %
1/2 Load	92,0 %

Configuración

Installation: P - Semipermanente, húmeda



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el 2016-05-23	Ultima actualización
----------	-------------	------------	-------------------------	----------------------



NP 3231/705 3~ 480

Curva de funcionamiento

Bomba

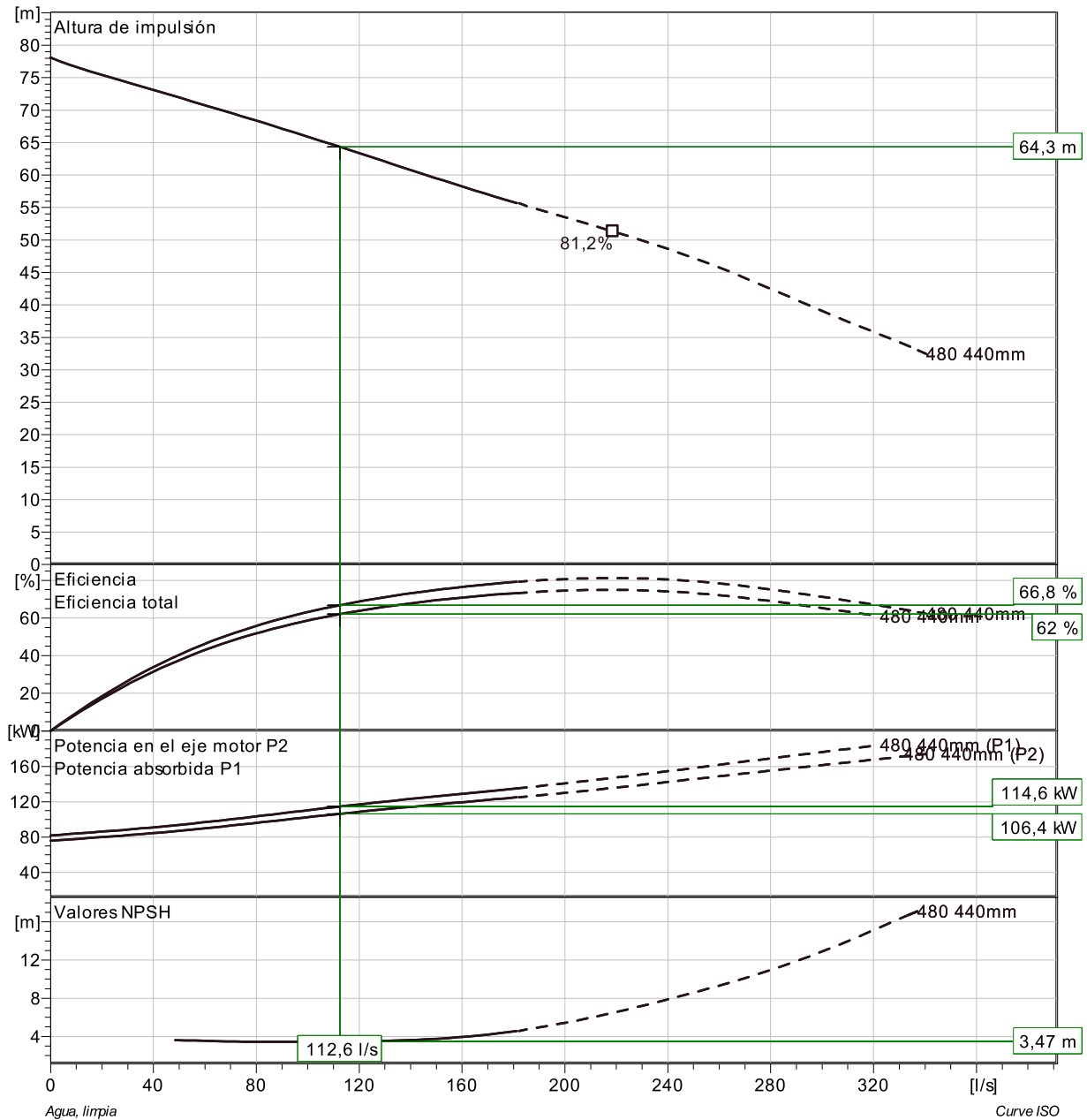
Diam. de salida	200 mm
Inlet diameter	250 mm
Impeller diameter	440 mm
Number of blades	3

Motor

Motor #	N0705.000 43-30-4AA-W 125KW
Stator variant	1
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Nº de polos	4
Fases	3~
Potencia nominal	125 kW
Corriente nominal	234 A
Corriente de arranque	1530 A
Velocidad nominal	1480 1/min

Factor de potencia	
1/1 Load	0,83
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68
Eficiencia	
1/1 Load	92,5 %
3/4 Load	92,5 %
1/2 Load	92,0 %

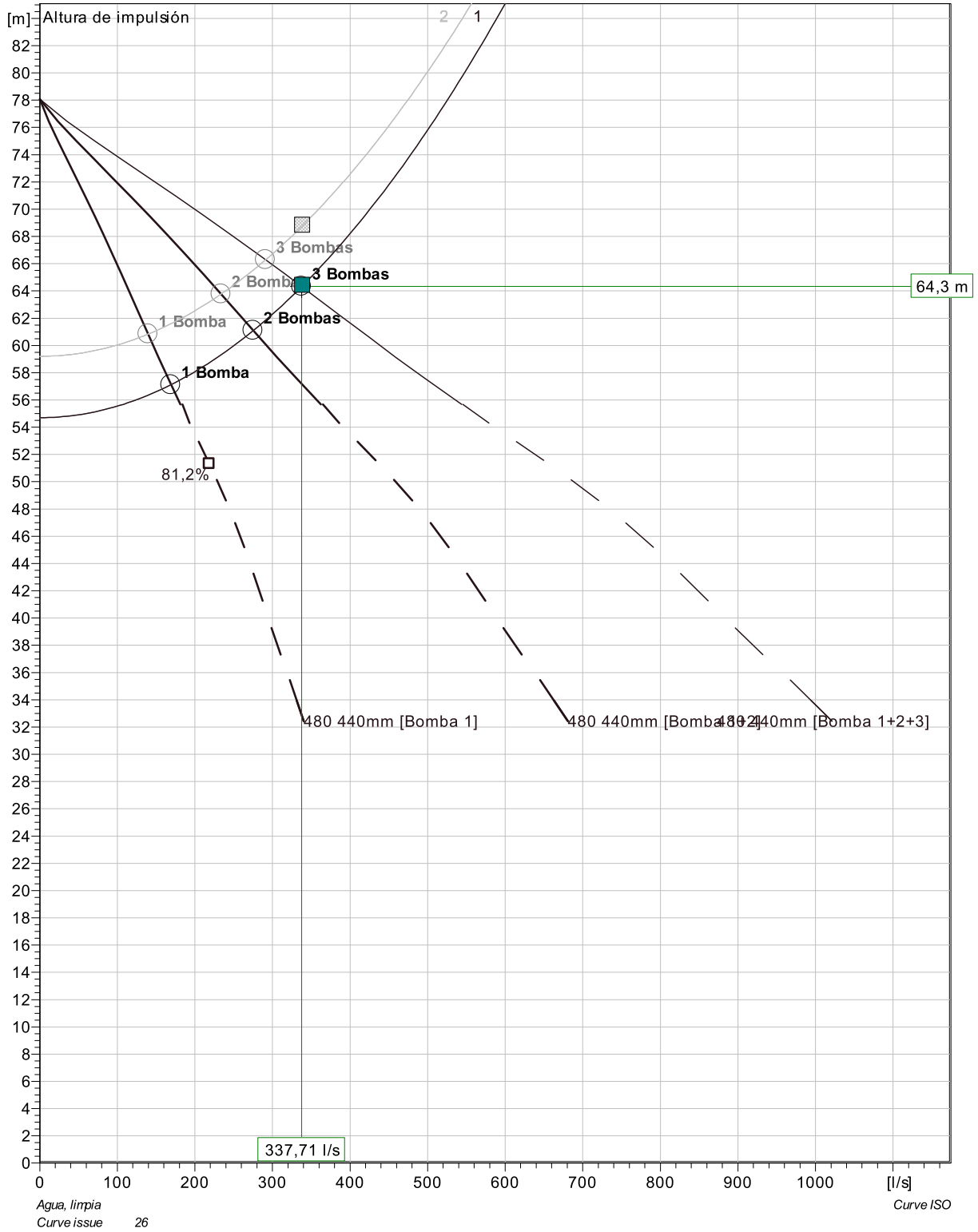
Dilixencia pola que se fai constar que o documento coincide co enviado a exposición pública
 Xefe de servizo de Planificación e Ordenación do Solo: Alberto Feijoo Rodríguez



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el 2016-05-23	Ultima actualización
----------	-------------	------------	-------------------------	----------------------

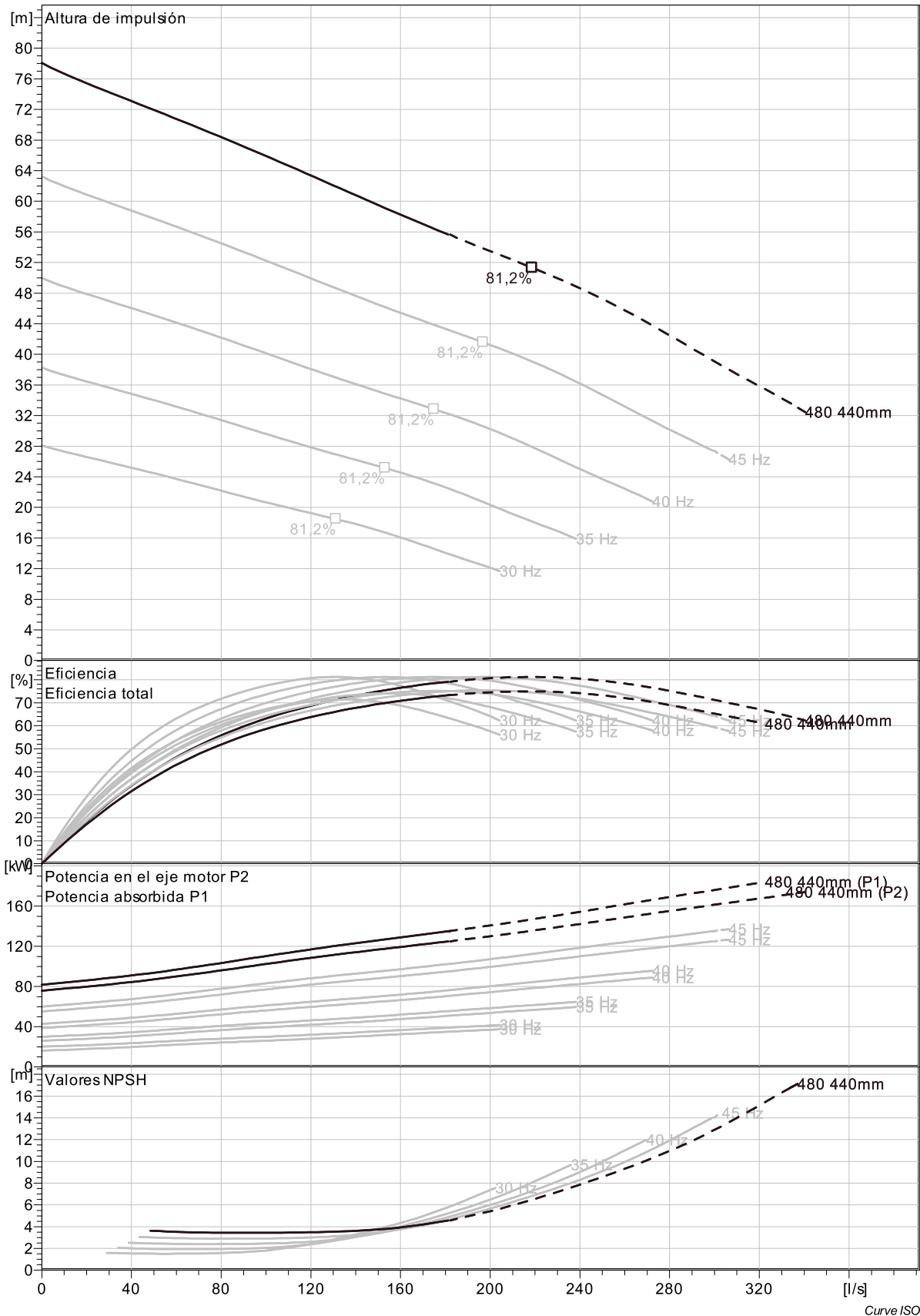


NP 3231/705 3~ 480 Duty Analysis



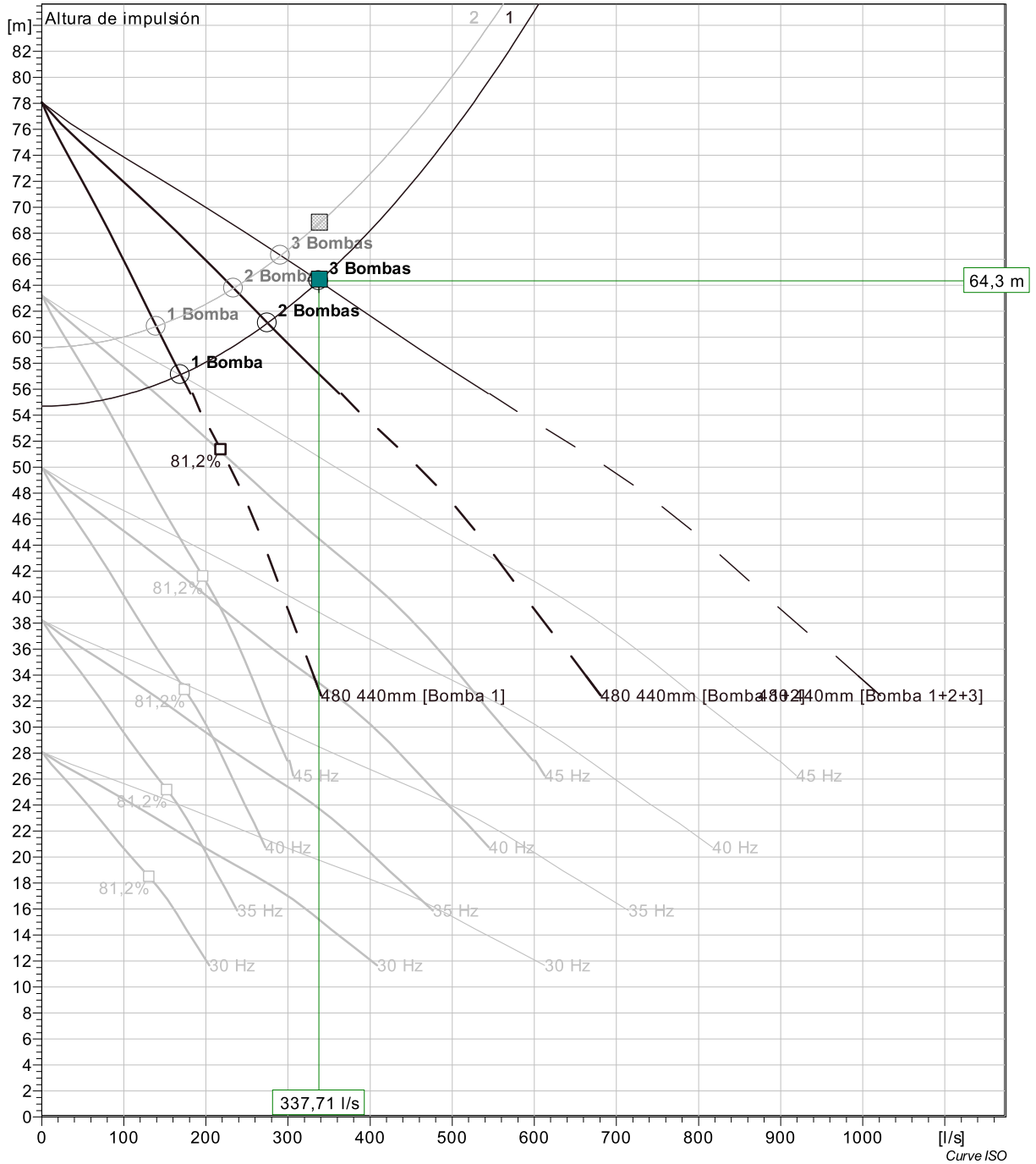
Pumps running /System	Individual pump			Total					
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSHre
1 / 2	140 l/s	60,8 m	114 kW	140 l/s	60,8 m	114 kW	73 %	0,244 kWh/m³	3,62 m
3 / 1	113 l/s	64,3 m	106 kW	338 l/s	64,3 m	319 kW	66,8 %	0,283 kWh/m³	3,47 m
2 / 1	138 l/s	61,1 m	114 kW	275 l/s	61,1 m	227 kW	72,6 %	0,247 kWh/m³	3,6 m
1 / 1	169 l/s	57,1 m	122 kW	169 l/s	57,1 m	122 kW	77,8 %	0,215 kWh/m³	4,18 m
Proyecto	ID proyecto			Creado por			Creado el	2016-05-23	Ultima actualización





Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el 2016-05-23	Ultima actualización
----------	-------------	------------	--------------------------------	----------------------



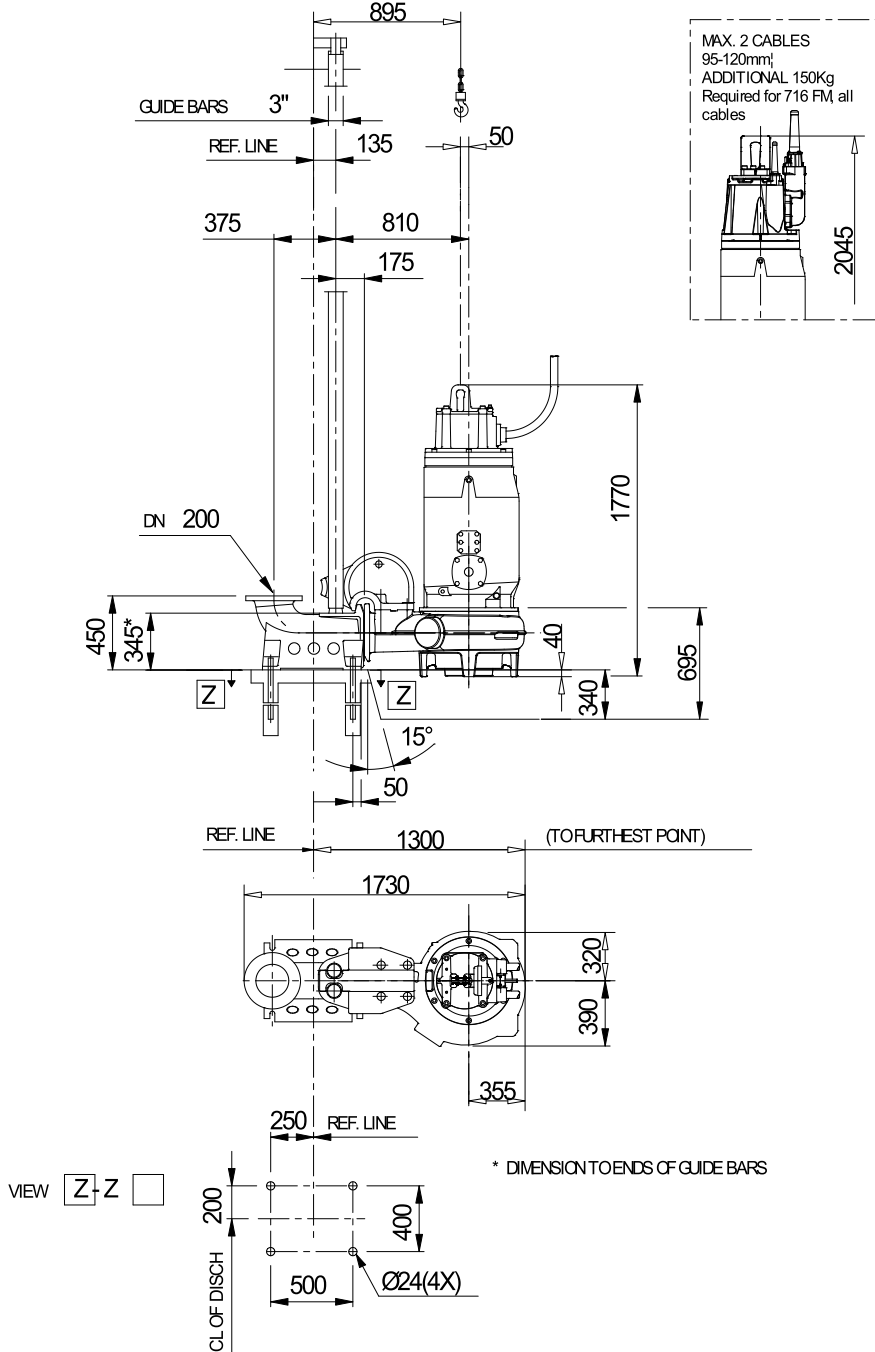


Pumps running /System	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hyd eff.	Specific energy	NPSHre
1 / 2	50 Hz	140 l/s	60,8 m	114 kW	140 l/s	60,8 m	114 kW	73 %	0,244 kWh/m ³	3,62 m
1 / 2	45 Hz	35,1 l/s	59,3 m	61,5 kW	35,1 l/s	59,3 m	61,5 kW	33,2 %	0,528 kWh/m ³	
1 / 2	40 Hz									
1 / 2	35 Hz									
1 / 2	30 Hz									
3 / 1	50 Hz	113 l/s	64,3 m	106 kW	338 l/s	64,3 m	319 kW	66,8 %	0,283 kWh/m ³	3,47 m
3 / 1	45 Hz	56,2 l/s	57,1 m	66,1 kW	169 l/s	57,1 m	198 kW	47,5 %	0,354 kWh/m ³	2,97 m
3 / 1	40 Hz									
3 / 1	35 Hz									
3 / 1	30 Hz									
2 / 1	50 Hz	138 l/s	61,1 m	114 kW	275 l/s	61,1 m	227 kW	72,6 %	0,247 kWh/m ³	3,6 m
2 / 1	45 Hz	65,2 l/s	56,1 m	68,3 kW	130 l/s	56,1 m	137 kW	52,5 %	0,315 kWh/m ³	2,93 m
2 / 1	40 Hz									
2 / 1	35 Hz									
2 / 1	30 Hz									

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
1 / 1	30 Hz		2016-05-23	



NP 3231/705 3~ 480 Dimensional drawing



Dimensional dwg

CP, NP 3231 705/715/706/716



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el 2016-05-23	Ultima actualización
----------	-------------	------------	-------------------------	----------------------

APÉNDICE Nº2: EBAR DE SABÓN. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA ACTUAL Y NUEVA CONDUCCIÓN.



NP 3231/705 3~ 480

Curva de funcionamiento

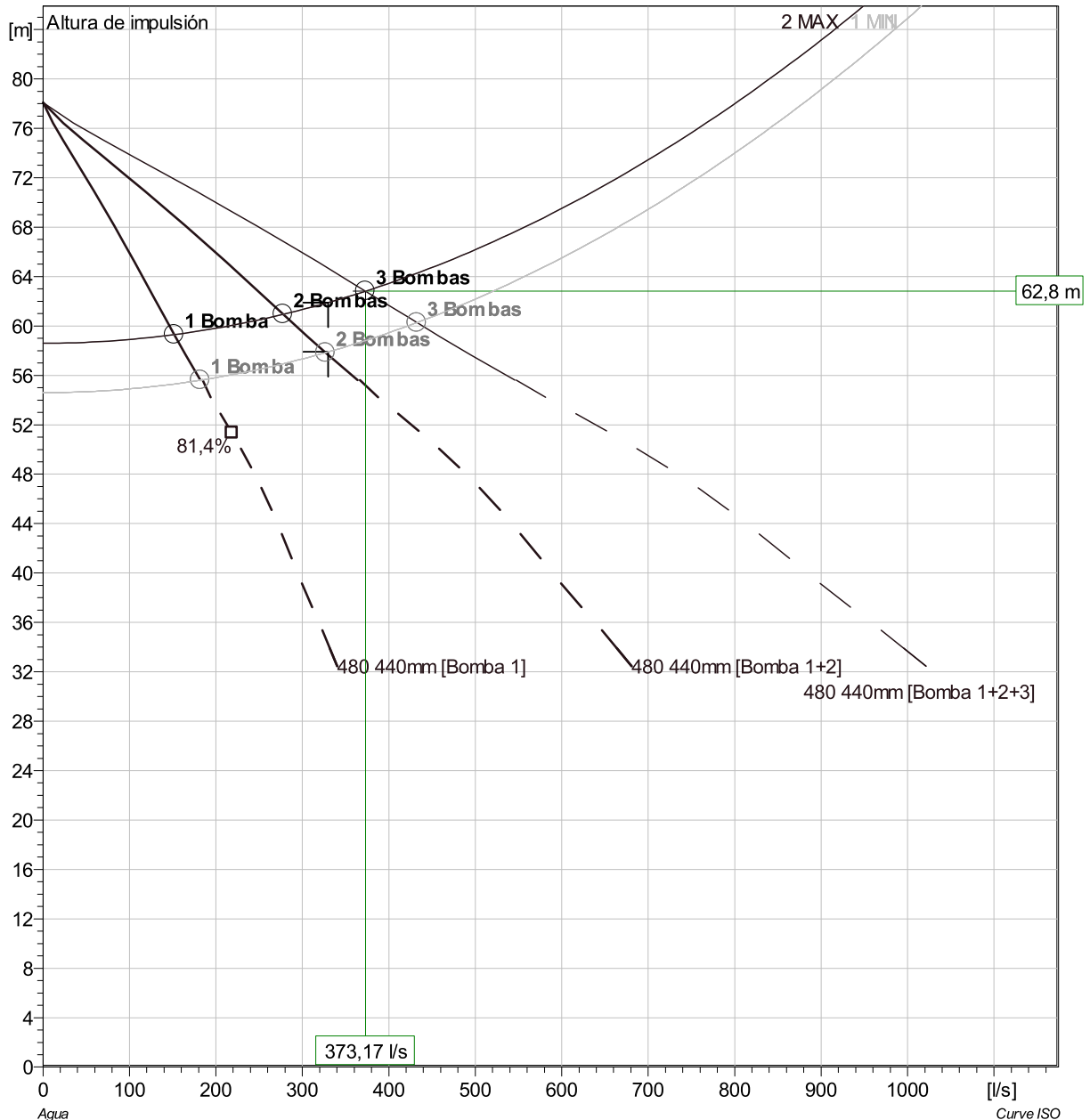
Bomba

Diam. de salida	200 mm
Suction Flange Diameter	250 mm
Impeller diameter	440 mm
Number of blades	3

Motor

Motor #	N0705.000 43-30-4AA-W 125KW
Stator variant	1
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Nº de polos	4
Fases	3~
Potencia nominal	125 kW
Corriente nominal	234 A
Corriente de arranque	1530 A
Velocidad nominal	1480 rpm

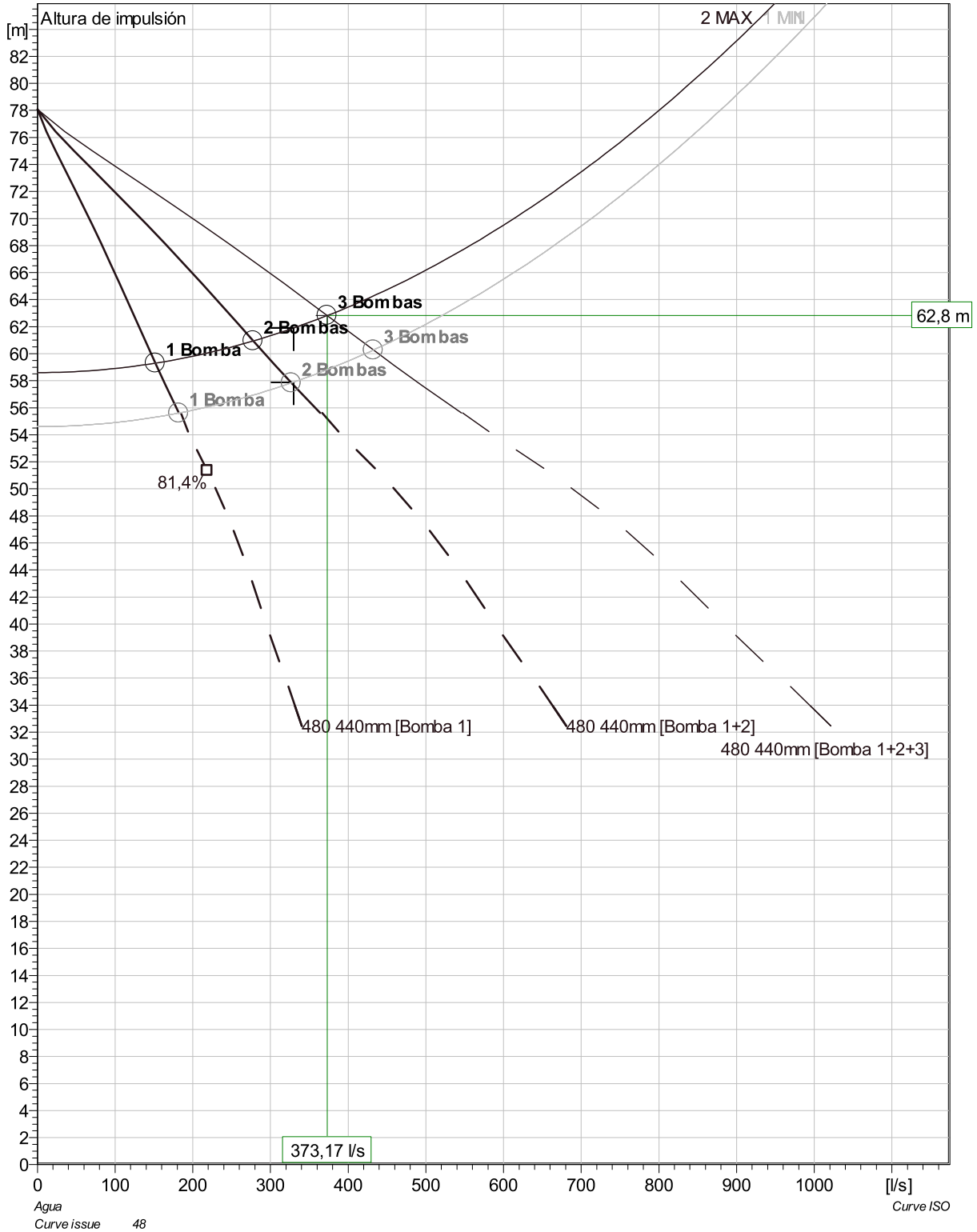
Factor de potencia	
1/1 Load	0,83
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68
Rendimiento del motor	
1/1 Load	92,5 %
3/4 Load	92,5 %
1/2 Load	92,0 %



Duty point		Guarantee
Flow	Head	
110 l/s	57,9 m	No

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
	ARTEIXO_SABÓN 3+1_F ACTUAL	Perfecto González González	6/19/2018	6/19/2018

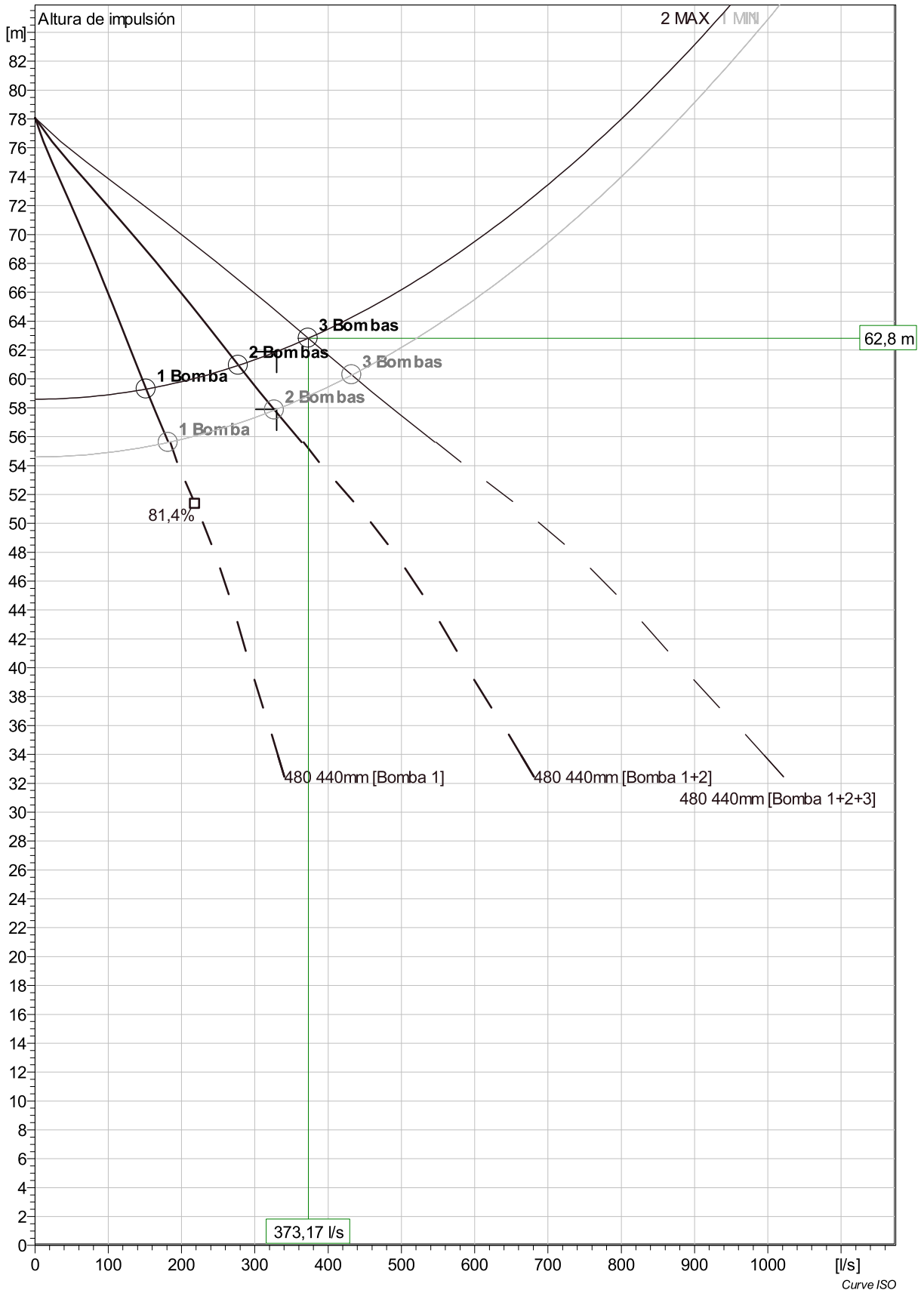




Pumps running /System	Individual pump			Total					
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSHre
1 / 1	182 l/s	55,6 m	125 kW	182 l/s	55,6 m	125 kW	79,4 %	0,206 kWh/m ³	4,61 m
3 / 1 MIN	144 l/s	60,3 m	115 kW	433 l/s	60,3 m	345 kW	74 %	0,239 kWh/m ³	3,67 m
2 / 1 MIN	163 l/s	57,8 m	120 kW	327 l/s	57,8 m	240 kW	77,1 %	0,221 kWh/m ³	4,02 m
1 / 1 MIN	182 l/s	55,6 m	125 kW	182 l/s	55,6 m	125 kW	79,4 %	0,206 kWh/m ³	4,61 m
Proyecto	ID proyecto			Creado por			Creado el		Ultima actualización
ARTEIXO_SABÓN 3+1_F ACTUAL				Perfecto González González			26/19/2018		6/19/2018



NP 3231/705 3~ 480 VFD Curve

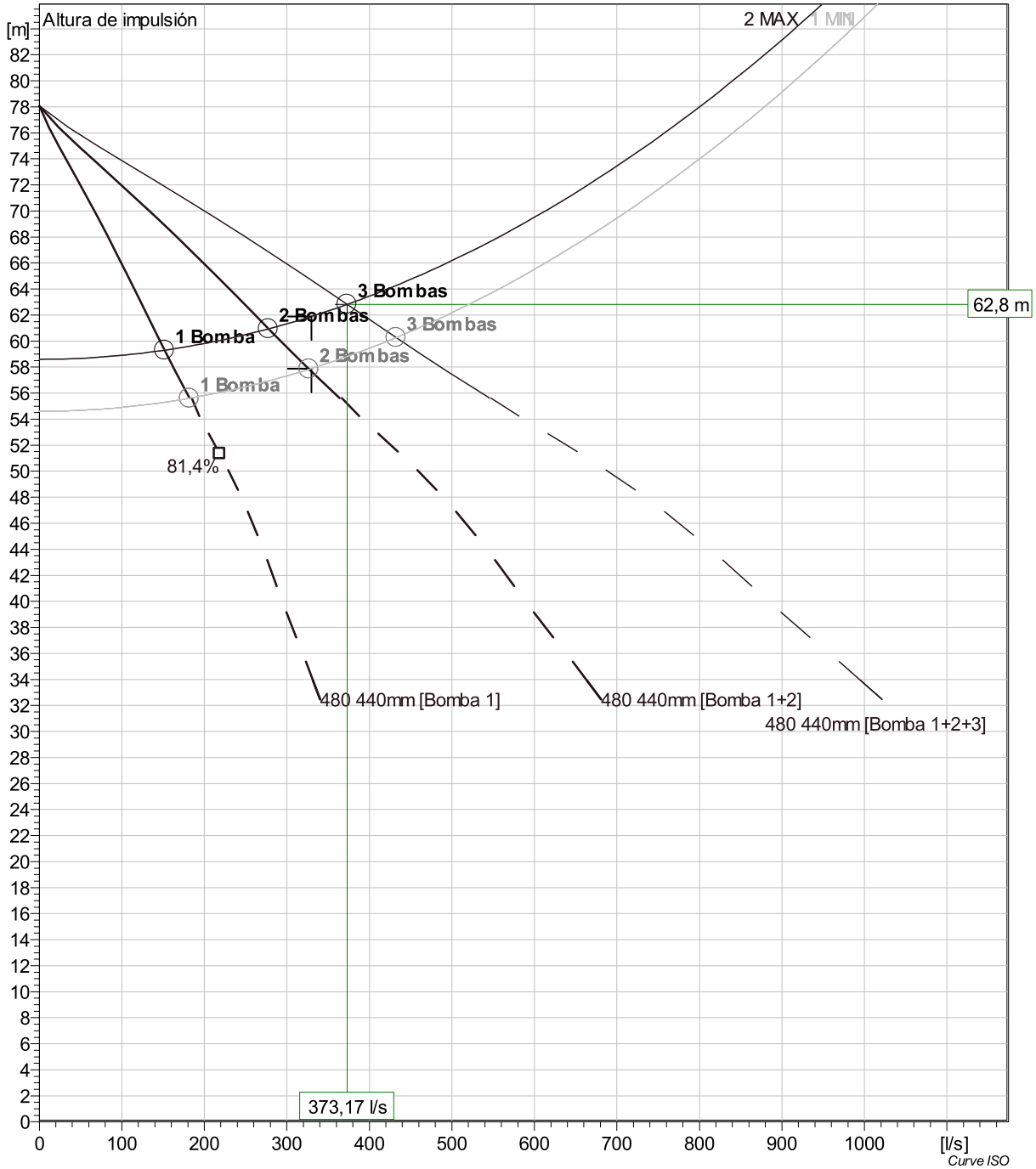


Dilixencia pola que se fai constar que o documento coincide co enviado a exposición pública
 Xefe de servizo de Planificación e Ordenación do Solo: Alberto Feijoo Rodríguez
 INSTITUTO GALEGO DA VIVENDA E SOLO

CVE: MQJkWP7X7
 Verificación: <https://sede.xunta.gal/cve>

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
	ARTEIXO_SABÓN 3+1_F ACTUAL	Perfecto González González	6/19/2018	6/19/2018



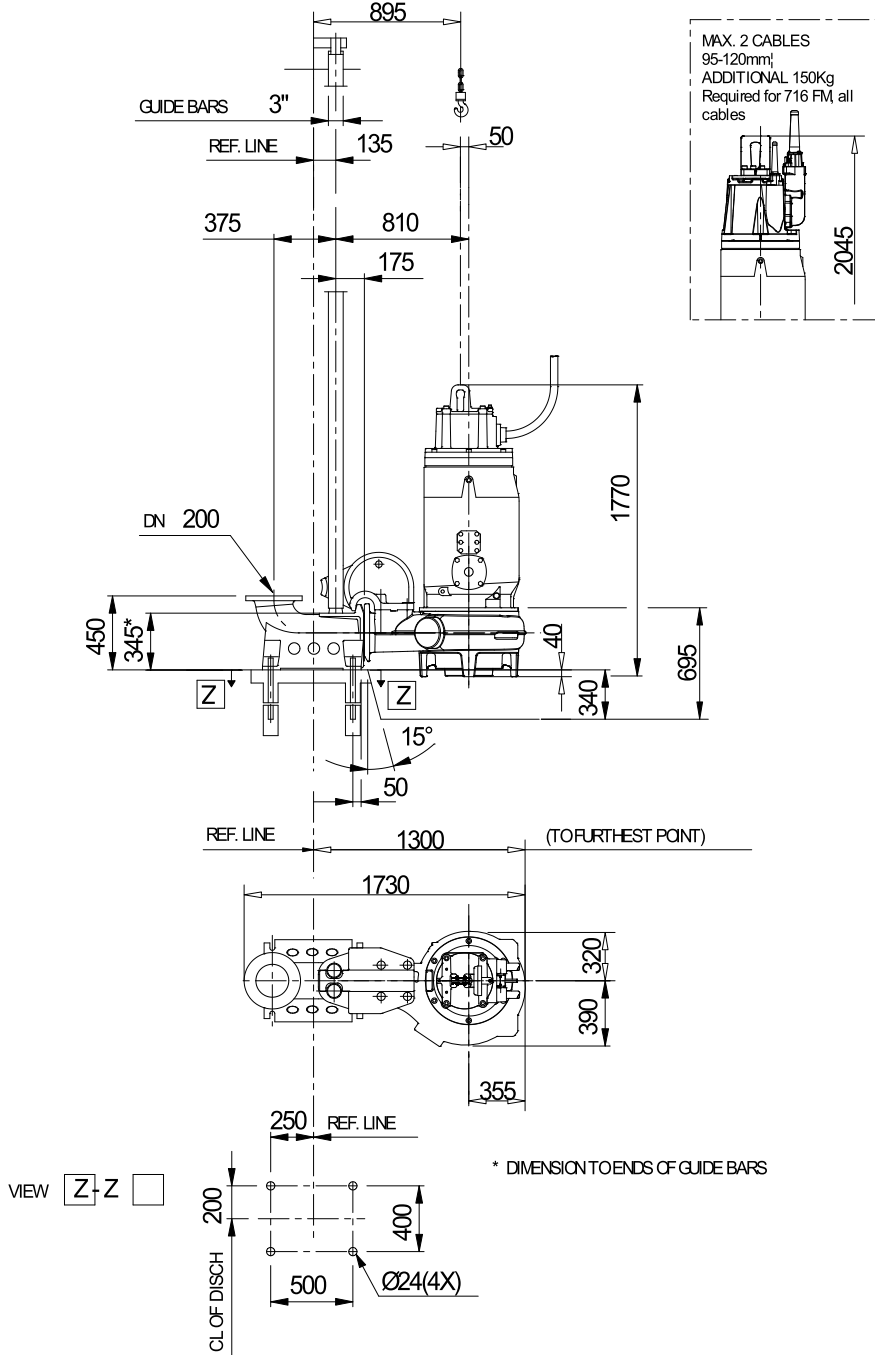


Pumps running /System	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSHre
1 / 1	50 Hz	182 l/s	55,6 m	125 kW	182 l/s	55,6 m	125 kW	79,4 %	0,206 kWh/m ³	4,61 m
1 / 1	45 Hz	78,3 l/s	54,8 m	71,7 kW	78,3 l/s	54,8 m	71,7 kW	58,7 %	0,275 kWh/m ³	2,91 m
1 / 1	40 Hz									
1 / 1	35 Hz									
1 / 1	30 Hz									
3 / 1 MIN	50 Hz	144 l/s	60,3 m	115 kW	433 l/s	60,3 m	345 kW	74 %	0,239 kWh/m ³	3,67 m
3 / 1 MIN	45 Hz	68,4 l/s	55,9 m	69,2 kW	205 l/s	55,9 m	207 kW	54,2 %	0,304 kWh/m ³	2,92 m
3 / 1 MIN	40 Hz									
3 / 1 MIN	35 Hz									
3 / 1 MIN	30 Hz									
2 / 1 MIN	50 Hz	163 l/s	57,8 m	120 kW	327 l/s	57,8 m	240 kW	77,1 %	0,221 kWh/m ³	4,02 m
2 / 1 MIN	45 Hz	74 l/s	55,3 m	70,6 kW	148 l/s	55,3 m	141 kW	56,8 %	0,286 kWh/m ³	2,91 m
2 / 1 MIN	40 Hz									
2 / 1 MIN	35 Hz									
2 / 1 MIN	30 Hz									

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
1 / 1 MIN	ARTEIXO_SABÓN 3+1_F ACTUAL	Perfecto González González	26/19/2018	6/19/2018



NP 3231/705 3~ 480 Dimensional drawing



Dimensional dwg

CP, NP 3231 705/715/706/716



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
	ARTEIXO_SABÓN 3+1_F ACTUAL	Perfecto González González	6/19/2018	6/19/2018

APÉNDICE Nº3: EBAR DE SABÓN. FUNCIONAMIENTO SEGÚN SISTEMA FUTURO CON LA INCORPORACIÓN DE LA TOTALIDAD DEL POLÍGONO DE MORÁS.



NP 3231/705 3~ 480

Curva de funcionamiento

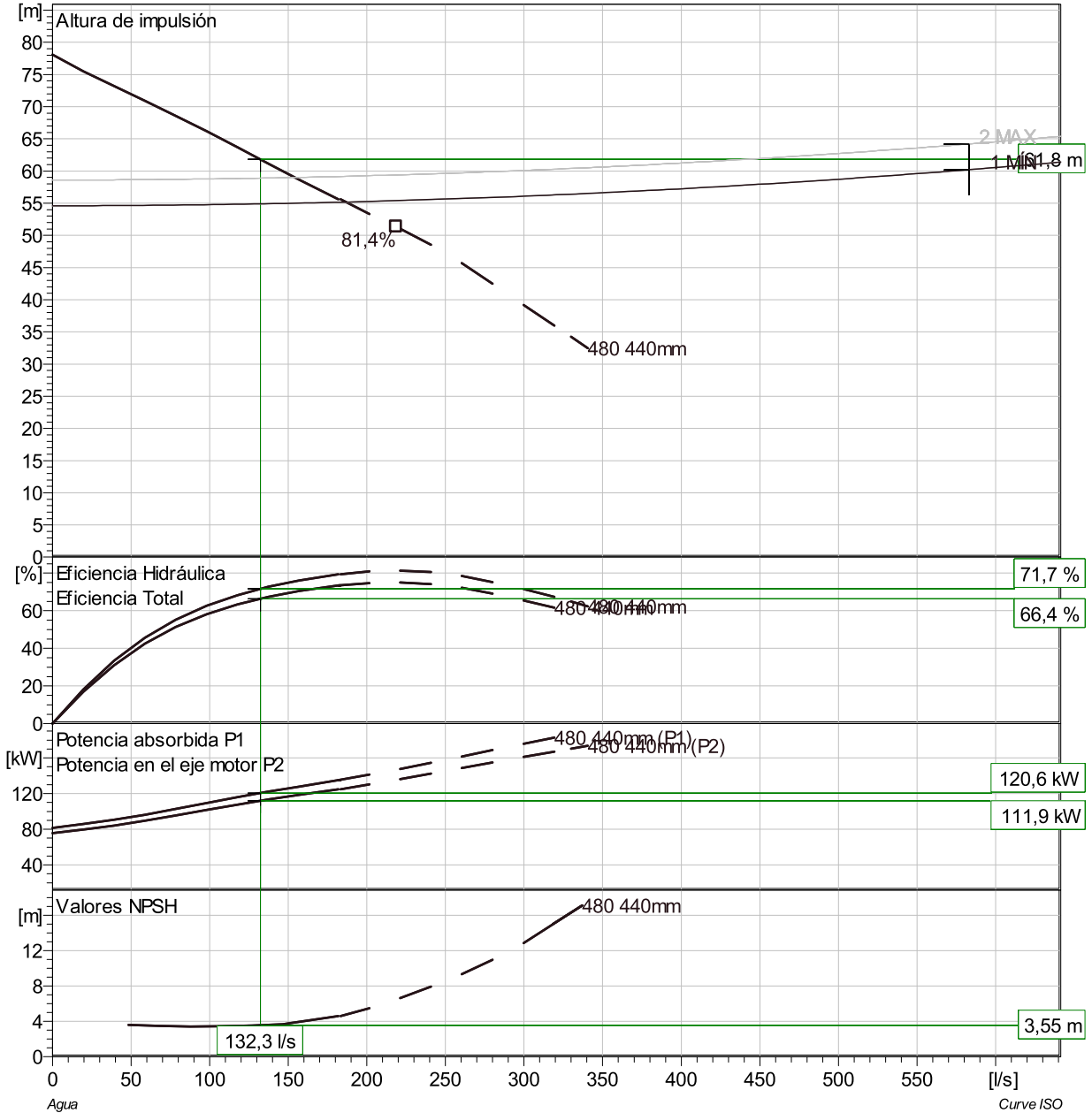
Bomba

Diam. de salida	200 mm
Suction Flange Diameter	250 mm
Impeller diameter	440 mm
Number of blades	3

Motor

Motor #	N0705.000 43-30-4AA-W 125KW
Stator variant	1
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Nº de polos	4
Fases	3~
Potencia nominal	125 kW
Corriente nominal	234 A
Corriente de arranque	1530 A
Velocidad nominal	1480 rpm

Factor de potencia	
1/1 Load	0,83
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68
Rendimiento del motor	
1/1 Load	92,5 %
3/4 Load	92,5 %
1/2 Load	92,0 %

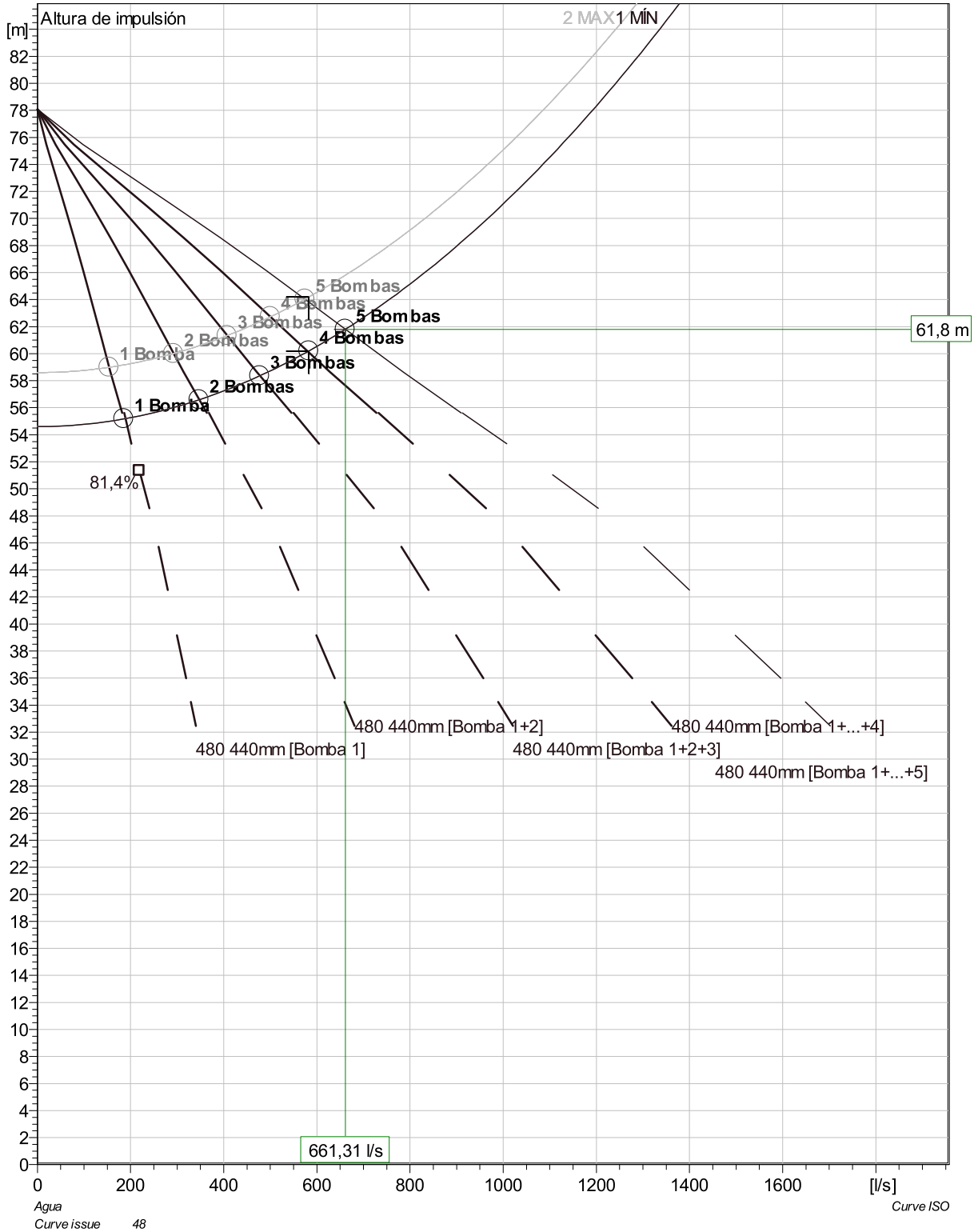


Duty point
Flow Head

Guarantee

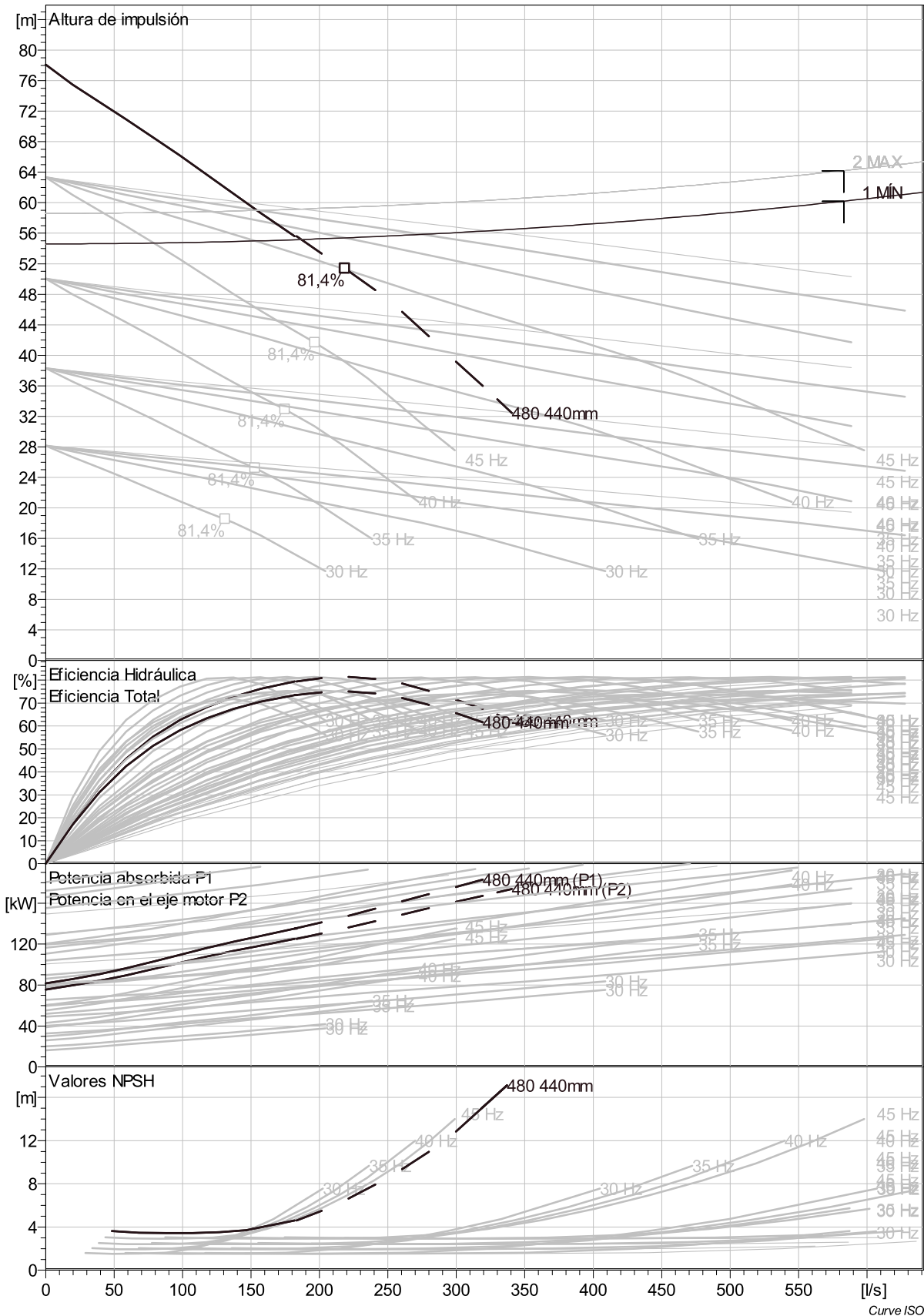
Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
	ARTEIXO_SABÓN 5+1	Perfecto González González	25/15/2018	6/11/2018





Pumps running /System	Individual pump			Total					Specific energy	NPSHre
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.			
4 / 1 MIN	146 l/s	60,2 m	116 kW	583 l/s	60,2 m	462 kW	74,3 %	0,238 kWh/m ³	3,69 m	
3 / 1 MIN	159 l/s	58,4 m	119 kW	478 l/s	58,4 m	357 kW	76,5 %	0,224 kWh/m ³	3,92 m	
2 / 1 MIN	174 l/s	56,6 m	123 kW	347 l/s	56,6 m	246 kW	78,5 %	0,212 kWh/m ³	4,31 m	
1 / 1 MIN	186 l/s	55,2 m	126 kW	186 l/s	55,2 m	126 kW	79,7 %	0,204 kWh/m ³	4,76 m	
Proyecto	ID proyecto			Creado por			Creado el	Ultima actualización		
	ARTEIXO_SABÓN 5+1			Perfecto González González			25/15/2018	6/11/2018		

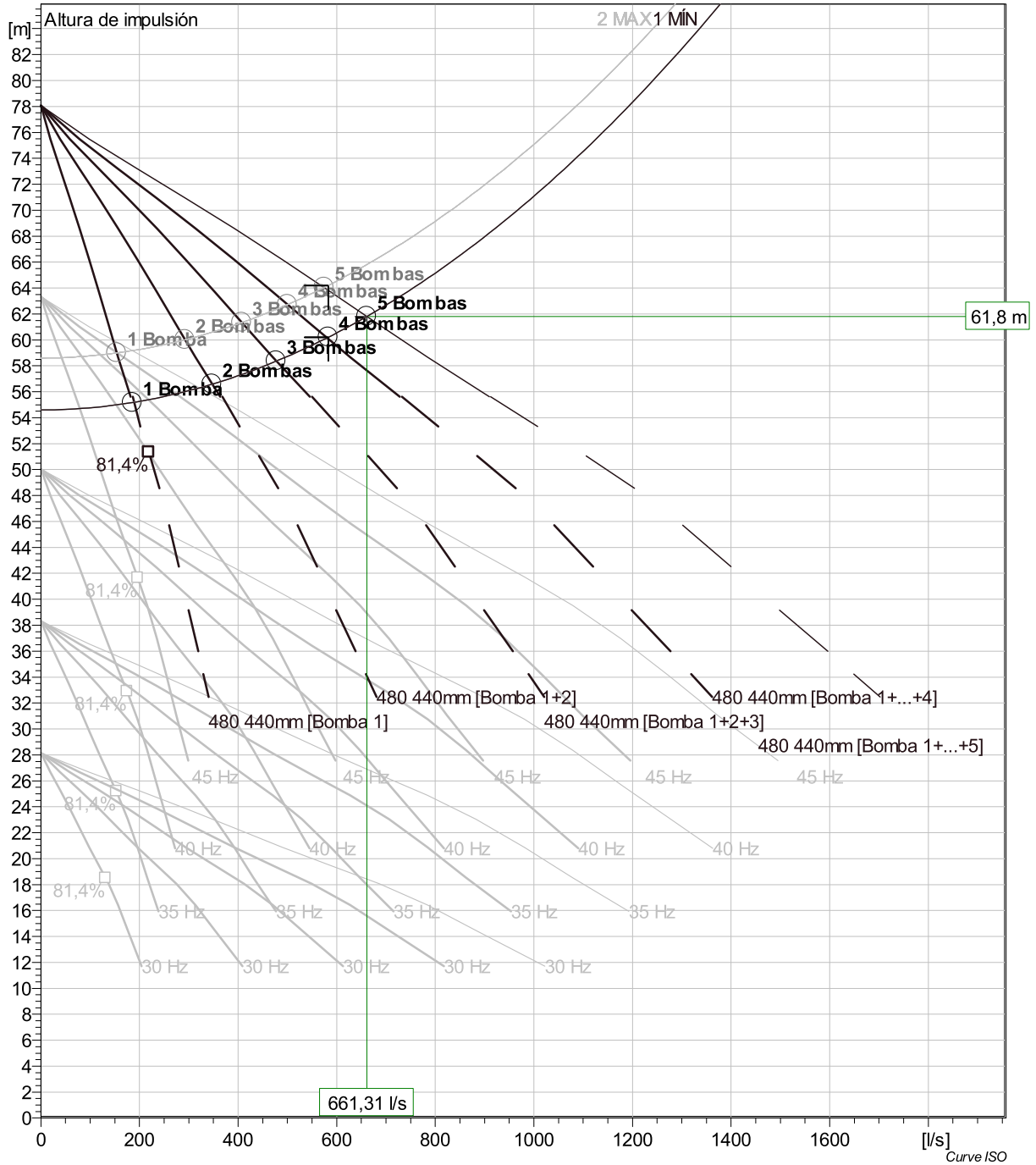




Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
	ARTEIXO_SABÓN 5+1	Perfecto González González	25/15/2018	6/11/2018



NP 3231/705 3~ 480 VFD Analysis



Pumps running /System	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSHre
4 / 1 MIN	50 Hz	146 l/s	60,2 m	116 kW	583 l/s	60,2 m	462 kW	74,3 %	0,238 kWh/m ³	3,69 m
4 / 1 MIN	45 Hz	68,6 l/s	55,8 m	69,2 kW	275 l/s	55,8 m	277 kW	54,3 %	0,303 kWh/m ³	2,92 m
4 / 1 MIN	40 Hz									
4 / 1 MIN	35 Hz									
4 / 1 MIN	30 Hz									
3 / 1 MIN	50 Hz	159 l/s	58,4 m	119 kW	478 l/s	58,4 m	357 kW	76,5 %	0,224 kWh/m ³	3,92 m
3 / 1 MIN	45 Hz	72,8 l/s	55,4 m	70,3 kW	219 l/s	55,4 m	211 kW	56,3 %	0,29 kWh/m ³	2,91 m
3 / 1 MIN	40 Hz									
3 / 1 MIN	35 Hz									
3 / 1 MIN	30 Hz									
2 / 1 MIN	50 Hz	174 l/s	56,6 m	123 kW	347 l/s	56,6 m	246 kW	78,5 %	0,212 kWh/m ³	4,31 m
2 / 1 MIN	45 Hz	76,5 l/s	55 m	71,2 kW	153 l/s	55 m	142 kW	57,9 %	0,279 kWh/m ³	2,91 m
2 / 1 MIN	40 Hz									
2 / 1 MIN	35 Hz									
2 / 1 MIN	30 Hz									

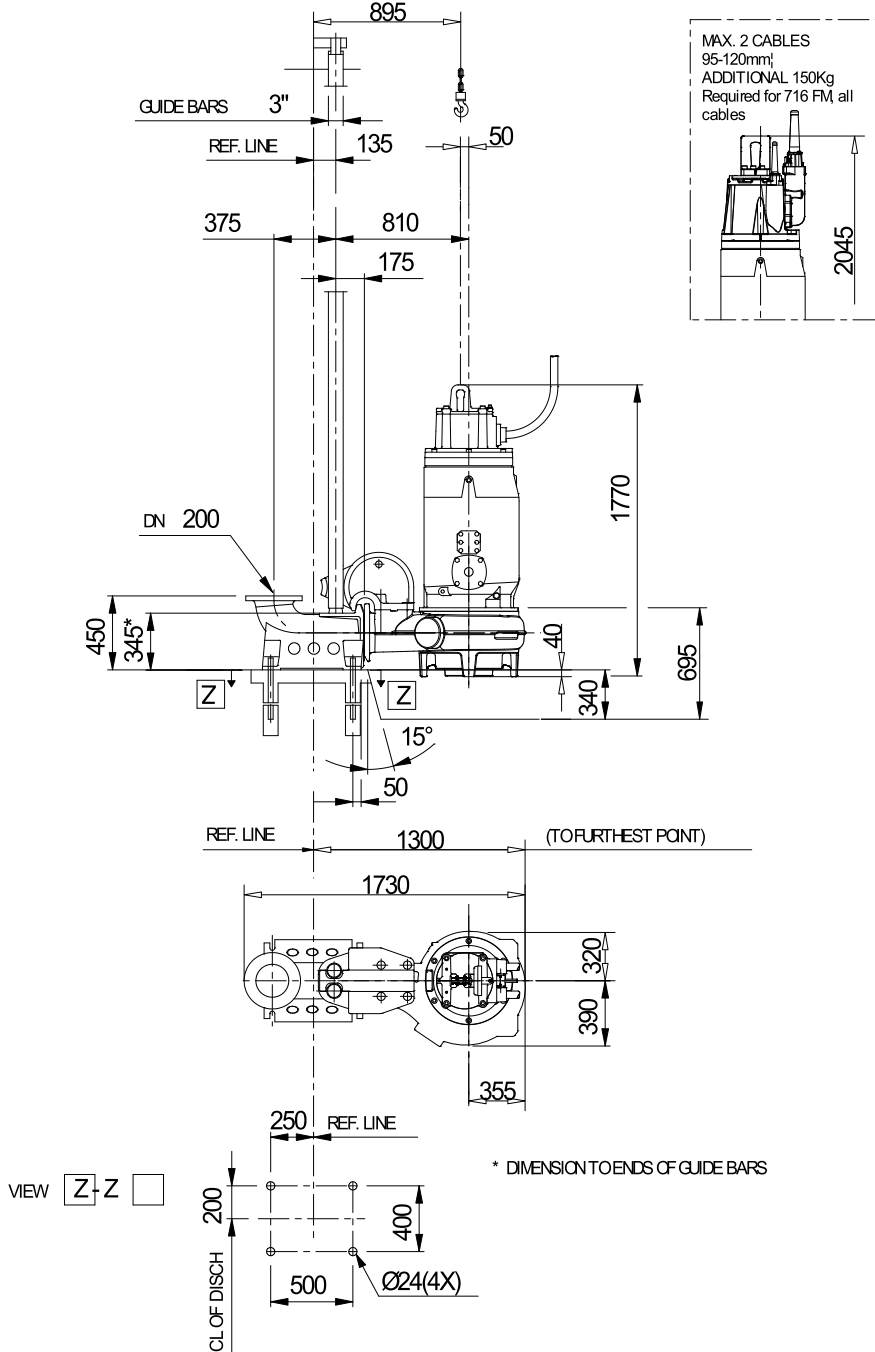
Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
1 / 1 MIN	ARTEIXO_SABÓN 5+1	Perfecto González González	25/15/2018	6/11/2018



NP 3231/705 3~ 480 Dimensional drawing



Diligencia pola que se fai constar que o documento coincide co enviado a
 exposición pública
 Xefe de servizo de Planificación e Ordenación do Solo: Alberto Feijoo Rodríguez



Dimensional dwg
CP, NP 3231 705/715/706/716



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
	ARTEIXO_SABÓN 5+1	Perfecto González González	25/15/2018	6/11/2018