



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

**Automatización del diseño de una sala de
máquinas mediante el uso de tecnología
BIM.**

Autor:

Merayo Alvarez, Alberto

Tutor:

Manso Burgos, Jose Gabriel

*Dpto. de CMelM/ Ingeniería
Mecánica*

Valladolid, Julio de 2018.

Agradecimientos

A mis padres y mi hermana por la constancia y el apoyo incondicional.

A mi tutor, por todo el conocimiento y el apoyo.

Resumen

La metodología BIM permite un diseño que busca la cohesión de todas las partes y fases integrantes de un proyecto para mantener un trabajo coordinado y eficiente que aporte valor al producto final. Un valor que se materializa a nivel de: información y comunicación de errores e interferencias, económico: nos ayudará a estimar los costes y permitir la visualización del producto final para dar solución a posibles errores evitando incurrir en gastos y finalmente a nivel medioambiental: nos ayudará a dimensionar el impacto energético y medioambiental que generará nuestro proyecto.

En este Trabajo de Fin de Grado se propone una solución para la creación de salas de calderas ayudados de esta metodología, haciéndola en parte más accesible al uso común mediante la optimización de los modelos y la automatización de las salas que nos dará como resultado un producto adaptable a múltiples casos.

Abstract

BIM Technology let us a design based on conection among all the steps of a project in order to keep a coordinated and efficient work which add value to the final product. Added value in level of information, generating automatic reports and failures communication. On economic terms, BIM helps us on cost estimation and lets us to view the final product. Finally on environment aspects we could estimate the environmental impact.

In this end-of degree project we propose a solution in order to build boiler rooms with BIM Technology, making it more accesible, with the optimization of models and automation of boiler rooms which may result in a flexible product into different situations.

Palabras clave

BIM, REVIT, MEP, salas de calderas, instalaciones.

Keywords

BIM, REVIT, MEP, boiler room, plumbing.

INDICE

Agradecimientos	I
Resumen	III
Abstract.....	III
Palabras clave	III
Keywords.....	III
Relación de imágenes	VII
Relación de tablas	XI
1. Objetivos del proyecto	1
2. Metodología BIM.	3
3.Colaboración con la empresa.....	7
4. Normativa y documentación técnica	11
5. Sala de calderas.....	19
5.1. Calderas.....	19
5.2. Bombas	24
5.3. Vasos de expansión.....	30
5.4. Acumuladores	32
5.5. Colectores	35
5.6. Intercambiadores de calor	36
5.7.Válvulas	39
5.8.Chimeneas.....	43
5.9. Tuberías.....	46
6.Revit 2017. Interfaz y uso.	61
7. Desarrollo de los equipos en Revit 2017.....	75
7.1. Calderas.....	75
7.2. Bombas	88
7.3. Vasos de expansión.....	93
7.4. Acumuladores de agua.....	102
7.5. Colectores	106
7.6. Intercambiadores de calor	109
7.7. Válvulas	113
7.8. Chimeneas.....	130
7.9. Tuberías.....	134

8. Desarrollo de la instalación de la sala de calderas.....	137
8.1. Diseño arquitectónico de la sala.	137
8.2. Equipos en las salas de calderas	138
8.3. Circuitos y sistemas de tuberías.....	142
8.4. Realización de la sala	143
8.5. Automatización	145
9. Ejemplos.....	147
9.1. Edificio del Banco de España en Valladolid.....	147
9.2. Bloque de viviendas en Avenida Salamanca en Valladolid	155
9.3. Edificio de viviendas en Valladolid.....	162
10. Conclusiones y líneas futuras.....	169
Bibliografía	173

Relación de imágenes

Imagen 1. Situación actual de BIM en el mundo [2]	5
Imagen 2. Modelo 3D Caldera Innovens De Dietrich (Modelo BIMetica)	8
Imagen 3. Materiales para conducciones	12
Imagen 4. Aislantes térmicos para conducciones.....	12
Imagen 5. Válvulas y llaves para instalaciones de calefacción	12
Imagen 6. Extracto de la norma UNE 60:601.....	13
Imagen 7. Extracto de la norma UNE 60:601.....	15
Imagen 8. Extracto de la norma UNE 60:601.....	15
Imagen 9. Caldera pirotubular	21
Imagen 10. Caldera acuotubular.....	22
Imagen 11. Bomba de émbolo.....	25
Imagen 12. Bomba de engranes	26
Imagen 13. Bomba de diafragma.....	27
Imagen 14. Bomba de paletas	28
Imagen 15. Bomba centrífuga.....	29
Imagen 16. Bomba de hélices.....	30
Imagen 17. Esquema uso vaso de expansión	31
Imagen 18. Vaso de expansión cerrado.....	32
Imagen 19. Acumulador de serpentín	33
Imagen 20. Acumulador de doble envolvente.....	34
Imagen 21. Acumulador estratificado	35
Imagen 22. Esquema instalación bitubular.....	36
Imagen 23. Esquema instalación monotubular	36
Imagen 24. Tipos de intercambiadores gas-sólido	37
Imagen 25. Intercambiadores fluido-fluido	37
Imagen 26. Intercambiador regenerativo.....	38
Imagen 27. Válvula de mariposa.....	40
Imagen 28. Válvula de globo.....	40
Imagen 29. Válvula de compuerta.....	41
Imagen 30. Válvula de diafragma	42
Imagen 31. Válvula de bola.....	42
Imagen 32. Válvula de alivio	43
Imagen 33. Válvula de retención	43
Imagen 34. Chimenea de doble pared DINAK	44
Imagen 35. Chimenea de simple pared DINAK.....	45
Imagen 36. Chimenea colectiva DINAK.....	45
Imagen 37. Pantalla de selección de conectores	62
Imagen 38. Pantalla inicial Revit 2017	63
Imagen 39. Pantalla de selección de plantillas	63
Imagen 40. Pantalla de edición de familias	64
Imagen 41. Pantalla de selección de subtipo de familia y propiedades.....	65
Imagen 42. Pantalla explorador de materiales.....	66
Imagen 43. Detalle de la creación o duplicación de materiales	67

Imagen 44. Pantalla explorador de materiales	67
Imagen 45. Configuración mecánica.....	69
Imagen 46. Creación de un nuevo segmento de tubería.....	70
Imagen 47. Navegador de propiedades para tuberías	70
Imagen 48. Menú de propiedades de tipo de tuberías	71
Imagen 49. Preferencias de enrutamiento	71
Imagen 50. Tipologías de tuberías	72
Imagen 51. Pantalla selección del tipo de plantilla.....	73
Imagen 52. Propiedades de la vista 3D copia	74
Imagen 53. Caldera C230 de De Dietrich	76
Imagen 54. Esquema con medidas de la gama C de De Dietrich.....	77
Imagen 55. Alzado Caldera C230	78
Imagen 56. Planta caldera C230	79
Imagen 57. Menú propiedades de las conexiones MEP	80
Imagen 58. Pantalla de creación de materiales	82
Imagen 59. Pantalla de selección de material	82
Imagen 60. Diseño 3D caldera C230.	83
Imagen 61. Caldera Innovens de De Dietrich.....	84
Imagen 62. Características geométricas calderas gama Innovens de De Dietrich (MCA15, MCA25, MCA35, MCA 25/28 MI)	86
Imagen 63. Características geométricas calderas gama Innovens de De Dietrich (MCA 25/28 BIC)	86
Imagen 64. Modelo 3D caldera gama Innovens de De Dietrich	88
Imagen 65. Bomba Stratos de rotor húmedo de Wilo.....	89
Imagen 66. Características geométricas bomba Wilo Stratos	89
Imagen 67. Alzado bomba Wilo Stratos	91
Imagen 68. Planta bomba Wilo Stratos	91
Imagen 69. Modelo 3D bomba Wilo Stratos	92
Imagen 70. Características geométricas de los vasos de expansión G	94
Imagen 71. Características geométricas de los vasos de expansión DD.....	95
Imagen 72. Características geométricas de los vasos de expansión DT	95
Imagen 73. Alzado vaso de expansión Reflex G600.....	99
Imagen 74. Planta vaso de expansión Reflex G600	99
Imagen 75. Alzado vaso de expansión Reflex DD25	100
Imagen 76. Planta vaso de expansión Reflex DD25.....	100
Imagen 77. Modelo 3D vaso de expansión Reflex G500	101
Imagen 78. Familia de acumuladores Coral Vitro.....	102
Imagen 79. Croquis acumuladores Coral Vitro	103
Imagen 80. Alzado acumulador Coral Vitro	104
Imagen 81. Planta acumuladores Coral Vitro	105
Imagen 82. Modelo 3D acumulador Coral Vitro	106
Imagen 83. Alzado colector 3 salidas (1").....	107
Imagen 84. Planta colector 3 salidas (1")	108
Imagen 85. Imagen 3D del colector de 3 salidas (1")	109
Imagen 86. Intercambiador de placas LPIC.....	109
Imagen 87. Croquis intercambiadores de placas LPIC	110

Imagen 88. Alzado intercambiador de placas LPIC	111
Imagen 89. Modelo 3D intercambiador de placas LPIC	113
Imagen 90. Válvula de mariposa biblioteca Revit	114
Imagen 91. Alzado válvula de mariposa biblioteca Revit	115
Imagen 92. Planta válvula de mariposa biblioteca Revit	115
Imagen 93. Válvula de 3 vías GENE BRE	116
Imagen 94. Válvula de 3 vías biblioteca Revit	116
Imagen 95. Alzado válvula de 3 vías biblioteca Revit	118
Imagen 96. Planta válvula de 3 vías biblioteca Revit	118
Imagen 97. Válvula de alivio GENE BRE	119
Imagen 98. Válvula de alivio biblioteca Revit	119
Imagen 99. Alzado válvula de alivio biblioteca Revit	120
Imagen 100. Planta válvula de alivio biblioteca Revit	121
Imagen 101. Válvula de compuerta GENE BRE	122
Imagen 102. Válvula de compuerta biblioteca Revit	122
Imagen 103. Alzado válvula de compuerta biblioteca Revit	123
Imagen 104. Planta válvula de compuerta biblioteca Revit	124
Imagen 105. Válvula de control GENE BRE	125
Imagen 106. Válvula de control biblioteca Revit	125
Imagen 107. Alzado válvula de compuerta biblioteca Revit	126
Imagen 108. Planta válvula de control biblioteca Revit	127
Imagen 109. Válvula esférica GENE BRE	128
Imagen 110. Válvula esférica biblioteca Revit	128
Imagen 111. Alzado válvula esférica biblioteca Revit	129
Imagen 112. Planta válvula esférica biblioteca Revit	130
Imagen 113. Croquis chimeneas DINAK DP	131
Imagen 114. Alzado chimenea DINAK DP	132
Imagen 115. Planta chimenea DINAK DP	133
Imagen 116. Modelo 3D chimenea DINAK DP	133
Imagen 117. Caldera Innovens Pro MCA-115	144
Imagen 118. Panel de selección	145
Imagen 119. Panel desplegable para la selección de tubería	145
Imagen 120. Caldera Innovens Pro MCA-115	148
Imagen 121. Bombas Wilo Stratos DN50	148
Imagen 122. Colector de 3 salidas (circuito de ida)	149
Imagen 123. Botellón de compensación (4")	149
Imagen 124. Acumulador Sedical Reflex G500	150
Imagen 125. Válvulas de mariposa	150
Imagen 126. Válvula de 3 vías	151
Imagen 127. Filtro en Y	151
Imagen 128. Planta sala de calderas Banco de España en Valladolid	152
Imagen 129. Esquema de principio sala de calderas del Banco de España en Valladolid	153
Imagen 130. Vista general de la sala de calderas del Banco de España en Valladolid ...	153
Imagen 131. Detalle calderas y vaso de expansión de la sala de calderas del Banco de España en Valladolid	154

Imagen 132. Detalle bombas y colectores de la sala de calderas del Banco de España en Valladolid	154
Imagen 133. Caldera C230-130 Eco	156
Imagen 134. Bomba Wilo Stratos DN40	156
Imagen 135. Colector de 3 salidas (circuito de retorno).....	157
Imagen 136. Botellón de compensación 3"	157
Imagen 137. Vaso de expansión Reflex DD8.....	157
Imagen 138. Acumulador CV800-MB1.....	158
Imagen 139. Válvula de mariposa.....	158
Imagen 140. Válvula de 3 vías.....	159
Imagen 141. Filtro en Y	159
Imagen 142. Planta sala de calderas bloque de viviendas en Avenida Salamanca	160
Imagen 143. Detalle esquema de principio bloque de viviendas en Avenida Salamanca	160
Imagen 144. Vista general del bloque de viviendas en Avenida Salamanca	161
Imagen 145. Detalle bombas y colectores bloque de viviendas en Avenida Salamanca	161
Imagen 146. Detalle calderas y vasos de expansión.....	162
Imagen 147. Caldera MCA 160	163
Imagen 148. Bomba Wilo Stratos DN80	163
Imagen 149. Vaso de expansión Reflex G500	164
Imagen 150. Acumulador CV300-M1S	164
Imagen 151. Válvulas de mariposa	165
Imagen 152. Válvula tridireccional	165
Imagen 153. Planta sala de calderas de edificio de viviendas en Valladolid	166
Imagen 154. Vista general de la sala de calderas de edificio de viviendas en Valladolid	166
Imagen 155. Detalle bombas, acumuladores y colectores en la sala de calderas de edificio de viviendas en Valladolid.....	167
Imagen 156. Detalle vaso de expansión, calderas y salidas de humos de edificio de viviendas en Valladolid	167

Relación de tablas

Tabla 1. Parámetros de un acumulador Coral Vitro	9
Tabla 2. Medidas tuberías acero galvanizado en instalaciones de suministro de agua	46
Tabla 3. Medidas tuberías de cobre en instalaciones de suministro de agua	47
Tabla 4. Medidas tuberías acero inoxidable en instalaciones de suministro de agua	48
Tabla 5. Medidas tuberías PVC en instalaciones de suministro de agua	49
Tabla 6. Medidas tuberías PVC-C en instalaciones de suministro de agua	50
Tabla 7. Medidas tuberías polietileno en suministros de agua	51
Tabla 8. Medidas tuberías PE-X en suministros de agua	52
Tabla 9. Medidas tuberías polibuteno en suministros de agua	53
Tabla 10. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie A)	54
Tabla 11. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie B1)	54
Tabla 12. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie B2)	55
Tabla 13. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie C)	55
Tabla 14. Diámetros exteriores medios y ovalación en tuberías de polietileno para el suministro de combustibles gaseosos	56
Tabla 15. Medidas normalizadas en tuberías de cobre para suministro de combustibles gaseosos	57
Tabla 16. Diámetros en tuberías de acero inoxidable para suministro de combustibles gaseosos (Serie 1)	58
Tabla 17. Diámetros en tuberías de acero inoxidable para suministro de combustibles gaseosos (Serie 2)	59
Tabla 18. Diámetros en tubos multicapa para suministro de combustibles gaseosos	60
Tabla 19. Parámetros de identidad	68
Tabla 20. Propiedades de las calderas gama C de De Dietrich	76
Tabla 21. Medidas gama C de De Dietrich	77
Tabla 22. Propiedades para la gama C de De Dietrich en Revit 2017	78
Tabla 23. Propiedades de material	81
Tabla 24. Datos de identidad caldera C230	83
Tabla 25. Propiedades de la gama Innovens de De Dietrich	85
Tabla 26. Parámetros de la gama Innovens de De Dietrich	87
Tabla 27. Parámetros bomba Wilo Stratos	90
Tabla 28. Parámetros y características de los vasos de expansión G	94
Tabla 29. Parámetros y características de los vasos de expansión DD	95
Tabla 30. Parámetros y características de los vasos de expansión DT	96
Tabla 31. Parámetros vasos de expansión Reflex G	97
Tabla 32. Parámetros vasos de expansión Refix DD	97
Tabla 33. Parámetros vasos de expansión Refix DT	98
Tabla 34. Parámetros acumuladores Coral Vitro	103
Tabla 35. Parámetros acumuladores Coral Vitro	104
Tabla 36. Parámetros del colector de 3 salidas (1")	107
Tabla 37. Parámetros intercambiadores de placas LPIC	110
Tabla 38. Parámetros intercambiadores de placas LPIC	111
Tabla 39. Perfil izquierdo intercambiador de placas LPIC	112

Tabla 40. Parámetros válvula de mariposa biblioteca Revit	114
Tabla 41. Parámetros válvula de 3 vías biblioteca Revit	117
Tabla 42. Parámetros de válvula de alivio biblioteca Revit	120
Tabla 43. Parámetros válvula de compuerta biblioteca Revit	123
Tabla 44. Parámetros válvula de control biblioteca Revit	126
Tabla 45. Parámetros válvula esférica biblioteca Revit	129
Tabla 46. Parámetros chimeneas DINAK DP	131
Tabla 47. Parámetros diseño chimeneas DINAK DP	132
Tabla 48. Dimensiones tuberías circuito ida	134

1. Objetivos del proyecto.

El propósito de este Trabajo Fin de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, se centra en el diseño de salas de máquinas de la forma más automatizada posible a través de la metodología BIM y más concretamente del software Revit 2017 de Autodesk.

Los objetivos generales que se persiguen son:

- El acercamiento a la metodología BIM. Por ello desde un primer momento el proyecto nos ofrecerá una visión general sobre esta forma de trabajo, es decir, cuáles son sus funcionalidades y que ventajas aporta sobre el resto de metodologías de diseño. A su vez, a medida que avancemos en el proyecto veremos funcionalidades que mostrarán el potencial real de esta metodología.
- El siguiente objetivo se centra en el desarrollo de la instalación de salas de máquinas.
 - En primer lugar, en el diseño de los diferentes equipos que conformaran una sala de máquinas, un diseño que se caracterizará por su sencillez pero que contemplará en todo momento los parámetros necesarios para el diseño óptimo de una sala de calderas, con las dimensiones de los equipos y las entradas y salidas de fluidos de estos mismos equipos para que puedan ser adaptadas a los diferentes susceptibles de existir en un proyecto real.
 - En segundo lugar, la distribución y conexión de todos estos equipos en lo que sería una posible sala de calderas para un edificio funcional, simulando, con esa distribución y red de conexiones una instalación real.

Una vez descritos los objetivos generales, nos concentramos en una serie de objetivos específicos centrados en los diferentes puntos de diseño de los equipos.

- *Diseños asimilables a la realidad:* el primer objetivo era conseguir un diseño que fuera parecido al equipo real que habíamos tomado como referencia, asemejándonos a las medidas reales, tanto en cuestiones volumétricas como en los tamaños de las múltiples conexiones.

- *Parametrización del modelo*: el segundo objetivo era parametrizar el diseño, para que desde un panel de datos, pudiéramos cambiar algunas medidas y remodelar el equipo, o bien seleccionar alguno de los modelos existentes.
- *Posicionamiento de los conectores MEP*: como parte del diseño de equipos, era vital establecer las conexiones MEP, para lo cual se requerirá de diferentes parámetros, para que la posición de estas conexiones varíe automáticamente al seleccionar otro modelo de una misma gama de equipos.

Este proyecto, como se puede concebir por lo descrito previamente, es inminentemente práctico, por lo tanto, agradecer a la empresa GTM Ingenieros S.L. la visión pragmática aportada en el diseño de los equipos y la instalación y el acompañamiento durante todo el desarrollo de este proyecto.

2. Metodología BIM.

Como hemos descrito en el punto anterior, el proyecto está enmarcado en la metodología BIM (Building Information Modeling), una forma de trabajo colaborativo, enfocada en la creación y gestión de un proyecto de construcción, que persigue un objetivo: centralizar la información del proyecto en un único modelo de información digital creado por todos sus agentes, permitiendo analizar y gestionar de forma efectiva todo el ciclo de vida de un proyecto.

Es decir, si nos imaginamos un proyecto de construcción de cualquier edificio, con todas sus instalaciones, la metodología BIM abarcaría desde los proyectistas que definen las formas del edificio, los ingenieros de estructuras que calculan las armaduras del edificio, hasta los electricistas o ingenieros que definen los circuitos eléctricos, de fontanería, sistemas de elevación, equipamiento, o las salas de calderas, es decir, un largo etcétera de campos dentro del entorno de un proyecto de construcción.

Además BIM supone un avance respecto a los antiguos sistemas clásicos de diseño 2D, puesto que incorpora el diseño en tres dimensiones, información sobre los tiempos, las cuestiones medio ambientales, y el mantenimiento del edificio durante su vida útil, permitiendo así cubrir una serie de objetivos en diferentes ámbitos como son:

- *A nivel medioambiental:* permite la búsqueda y selección de soluciones de diseño más eficientes, marcando políticas de actuación durante la explotación del edificio.
- *A nivel económico:* permite una rápida obtención de los costes estimados, una visualización de diseño sencilla, permitiendo así mostrar resultados a los clientes, con la repercusión económica que todo ello conlleva.
- *En el plano de la calidad:* permite establecer estándares en la calidad de la información y el intercambio de datos para conseguir mayor efectividad y eficiencia en los procesos de diseño y construcción.

Otro aspecto importante de la metodología BIM es que presenta diferentes niveles de madurez en función del nivel de implementación de esta forma de trabajo.

- Nivel 0: es en el que se usan softwares CAD para sustituir a los planos en papel.

- Nivel 1: introduce prácticas para la gestión, la distribución y la calidad de la información de la construcción, usando procesos normalizados para la colaboración
- Nivel 2: supone gestionar el proyecto con herramientas BIM de entornos 3D, buscando que todos los entornos se encuentren en un único modelo.
- Nivel 3: busca integrar a parte del modelo 3D, la planificación (4D), la gestión de costes (5D), la sostenibilidad (6D), el mantenimiento (7D) y la seguridad (8D).

Finalmente para hacernos una idea del impacto de esta metodología podemos analizar datos de algunas publicaciones del sector, que afirman que en 2020, el mercado BIM habrá crecido un 12% en Norte América, un 13 % en Europa y Asia y un 11% en el resto del mundo. Además, para ampliar la visión de la metodología, centramos la vista en la situación de BIM en Europa para poder comprobar cómo ha ido ganando parte del terreno en el campo de la arquitectura. La situación actual en varios de los países del viejo continente es la siguiente [1]:

- *Inglaterra*: el país anglosajón impone el uso de BIM como obligatorio en los proyectos de construcción a fin de mejorar las condiciones de entrega y aminorar los costes lo máximo posible.
- *Escocia*: adoptó a partir de abril de 2017 que para proyectos con costes superiores a los cuatro millones de libras la metodología BIM se instauraba como obligatoria.
- *Italia*: también marca la obligatoriedad del uso de BIM a partir de un coste fijo, en este caso los cinco millones de euros.
- *Suiza*: se creó una guía llamada OpenBIM con el fin de entender mejor la metodología en relación con las regulaciones y leyes del gobierno suizo.
- *Escandinavia*: los 3 países nórdicos (Noruega, Dinamarca y Suecia) imponen el uso de BIM como obligatorio para proyectos de titularidad pública.
- *España*: a partir de 2018 su uso será obligatorio en proyectos de carácter público.



Imagen 1. Situación actual de BIM en el mundo [2]

3.Colaboración con la empresa.

Este proyecto desde su inicio, se ha visto ligado a la empresa GTM Ingenieros S.L., localizada en Valladolid y dedicada a la realización de proyectos de ingeniería relativos a instalaciones de calefacción, climatización, fontanería, ventilación, electricidad en alta y baja tensión, saneamiento, etc.

Por el carácter inminentemente práctico de este proyecto, su realización ligada a esta empresa nos ha dado una visión general y pragmática a la hora de plantear el proyecto de una instalación, mostrándonos en todo momento los problemas que existen a la hora de comenzar desde cero un proyecto en BIM en el ámbito de las instalaciones.

Desde GTM Ingenieros S.L. siempre se han centrado en dos problemas principales a la hora de implementar un proyecto BIM.

- El primero de ellos, es relativo a la cantidad de memoria que ocupan los equipos diseñados en Revit.

Las compañías proveedoras de equipos, tanto de calderas, tuberías, acumuladores, etc., tienen sus propios modelos BIM para poder ser usados a través de un software BIM, sin embargo los modelos que generan estas compañías, buscan la representación exacta y detallada de sus equipos, provocando que el documento tenga un tamaño elevado, lo cual genera que el ordenador no pueda ejecutar con rapidez el programa y ralentice los procesos, dificultando algunas funcionalidades de BIM y concretamente de Revit, como por ejemplo el trabajo en línea.

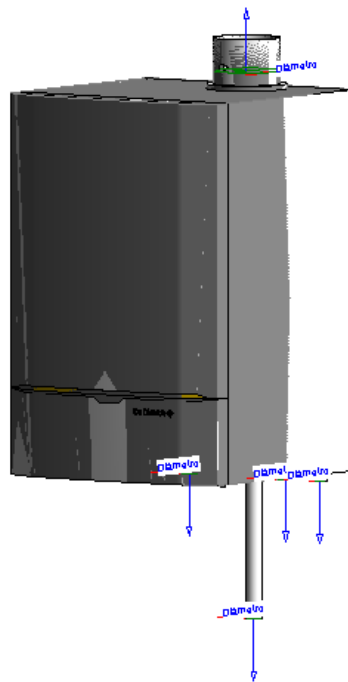


Imagen 2. Modelo 3D Caldera Innovens De Dietrich (Modelo BIMetica)

Por este motivo descrito anteriormente, en este punto se ha puesto un elevado énfasis, ya que para poder implementar proyectos en BIM y hacerlo de una forma rápida se requieren modelos de menor tamaño. Por lo tanto, los equipos que se han diseñado mantienen una forma externa que se asimila con su forma real, representando sus conexiones para que se puedan llevar a cabo los cálculos fluidomecánicos, sacrificando estéticamente el modelo, pero dotándolo de una mayor funcionalidad a la hora de implementarlo en un proyecto real.

Para que nos hagamos una idea el equipo detallado creado por una web de modelos BIM de la caldera Innovens de De Dietrich ocupa 1228 KB y tan solo representa un modelo de toda la gama Innovens. Por otro lado, la familia que hemos creado ocupa 660 KB y contiene 8 modelos de la gama. Esta diferencia supone una menor cantidad de memoria ocupada, además de que incluye un mayor número de modelos.

- El segundo problema se genera debido a que las compañías proveedoras de equipos, generan modelos BIM de sus productos, sin embargo, diseñan un modelo diferente por cada equipo del que disponen. Es decir, si una compañía fabricante de calderas tiene en su catálogo 30 equipos diferentes, se pueden dar dos casos; que haya 30 modelos de calderas diferentes generados como modelo BIM, o que únicamente haya algunos

equipos modelados, por lo cual nos quedamos con algunos equipos que no podemos implementar en caso de necesitarlos.

Por esos motivos, en este proyecto se ha optado por generar modelos más sencillos parametrizando las principales medidas de cada equipo pudiendo así organizarlos en familias, donde únicamente con variar los parámetros generamos un nuevo modelo, teniendo en cuenta que los diferentes modelos dentro de una gama varían en tamaños, pero no en formas externas. De este modo podemos, con sencillez, disponer de cualquier equipo del catálogo de una compañía.

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Acero vitrificado acumuladores	Acero vitrificado acumuladores ...	=
Cotas		
Altura entrada agua red	164.6	= 0.15 * Altura total
Altura entrada primario	823.1	= 0.75 * Altura total
Altura retorno primario	439.0	= 0.4 * Altura total
Altura salida ACS	1097.5	= Altura total
Altura total	1097.5	=
Diametro entrada agua red	18.8	=
Diametro entrada primario	12.5	=
Diametro exterior	480.0	=
Diametro retorno primario	12.5	= Diametro entrada primario
Diametro salida ACS	18.8	= Diametro entrada agua red
Radio entrada agua red	9.4	= Diametro entrada agua red / 2
Radio entrada primario	6.3	= Diametro entrada primario / 2
Radio exterior	240.0	= Diametro exterior / 2
Radio redondeo	100.0	=
Radio retorno primario	6.3	= Diametro retorno primario / 2
Radio salida ACS	9.4	= Diametro salida ACS / 2

Tabla 1. Parámetros de un acumulador Coral Vitro

Finalmente, cabe destacar que al trabajar con esta oficina técnica hemos observado de primera mano cómo se busca la implementación de estas nuevas metodologías en el trabajo cotidiano en pro de mejorar en los aspectos económicos que favorezcan al proyectista y al cliente, pero también en la transferencia de información de calidad, evitando disponer de todo tipo de catálogos para verificar cada equipo y pudiendo disponer en la propia obra de cualquier tipo de información sobre el equipo que deseemos. Finalmente en aspectos de sostenibilidad, tan necesarios a la par que en muchas ocasiones obligatorios, ayudando a determinar cómo se comportará un edificio y una

instalación con el paso del tiempo o a planear el uso de recursos para evitar su derroche.

Todos estos aspectos repercuten positivamente tanto a la propia oficina técnica como al cliente, los trabajadores y a la sociedad en general, permitiendo una mejor planificación y menor derroche de los recursos.

4. Normativa y documentación técnica.

Para el desarrollo de este proyecto, se ha tenido que contemplar diferente normativa, que atañe a las salas de máquinas propiamente.

- **Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE).**

Este documento, establece las condiciones que debe cumplir una instalación destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y ACS.[3]

Algunos objetivos que persigue son la mejora del rendimiento en los equipos, un grado de aislamiento mayor o un incremento del uso de las energías renovables en lugar de los combustibles sólidos más contaminantes.

- **Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico Salubridad (HS).**

En nuestro caso nos centraremos en el capítulo 4 del documento, donde se especifican aspectos como el dimensionado de las redes de distribución, ACS, así como de los equipos y elementos de la instalación.

También se centra en los ámbitos de diseño de la propia instalación y los componentes de esta, así como los materiales que se deben emplear, tanto en la construcción como en las conducciones y las incompatibilidades de estos entre sí o con el entorno.

6.2. Condiciones particulares de las conducciones

- 1 En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua potable los siguientes tubos:
 - a) tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996;
 - b) tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996;
 - c) tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997;
 - d) tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995;
 - e) tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000;
 - f) tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004;
 - g) tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003;

- h) tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004;
 - i) tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004;
 - j) tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004;
 - k) tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002;
 - l) tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.
- 2 No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Por accesorio se entienden aquellos elementos o partes de elementos que no siendo tubulares, se encuentren en contacto con el agua.

- 3 El ACS se considera igualmente agua para el consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.
- 4 Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.
- 5 Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

Imagen 3. Materiales para conducciones

6.2.2 Aislantes térmicos

- 1 El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Imagen 4. Aislantes térmicos para conducciones

6.2.3 Válvulas y llaves

- 1 El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.
- 2 El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.
- 3 Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.
- 4 Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

Imagen 5. Válvulas y llaves para instalaciones de calefacción

De esta norma podemos extraer las múltiples tipologías de tubería que podemos usar, así como los aislantes y los equipos de los que se puede disponer para la regulación de la instalación.

- ***UNE 60601: Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración que utilizan combustibles gaseosos.***

Esta norma nos indica en que consiste una sala de máquinas, definiéndola como un local técnico dedicado a albergar equipos de producción de calor

(calefacción y/o ACS), en los cuales la suma de la potencia de los generadores supera los 70 kW.

Cuando se supera la potencia indicada con anterioridad y el combustible empleado es un gas, las salas estarán sujetas a esta normativa.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma establece los requisitos exigibles a los locales o recintos que alberguen, bien generadores destinados a la producción de calor o frío mediante fluido caloportador, excluido el aire e incluido el vapor de agua a presión máxima de trabajo inferior o igual a 0,5 bar, cuya potencia útil nominal conjunta sea superior a 70 kW, o bien equipos de cogeneración cuyo consumo calorífico nominal conjunto sea superior a 70 kW, que utilicen combustibles gaseosos de las familias definidas en la Norma UNE-EN 437.

Esta norma también es de aplicación a los equipos autónomos, bien de generación de calor o frío, bien para cogeneración, ubicados en el exterior.

A efectos de cálculo de potencia, cuando en un mismo local coexistan generadores de calor o frío y equipos de cogeneración, se debe sumar el valor de la potencia útil nominal conjunta de los primeros y el consumo calorífico nominal conjunto de los segundos.

Esta norma no es de aplicación a los locales donde se instalen aparatos de los siguientes tipos, que utilicen combustibles gaseosos:

- aparatos destinados a la cocción de alimentos;
- generadores de aire caliente para calefacción por convección forzada;
- aparatos suspendidos de calefacción por radiación;
- aparatos de iluminación;
- aparatos para lavado, secado o planchado;
- aparatos destinados a procesos industriales.

Imagen 6.Extracto de la norma UNE 60:601

De acuerdo a esta norma, se establecen una serie de requisitos para la construcción, emplazamiento y disposición de las diferentes instalaciones en una sala de calderas.

En relación al emplazamiento, se hace necesario distinguir entre nueva construcción y reforma. En el primero de los casos la sala de calderas podrá ser un recinto con al menos un cerramiento en contacto con el exterior del edificio, o también una instalación dispuesta en la cubierta. Si fuera imposible situarla en alguno de estos dos emplazamientos, podrá localizarse en cualquier otro emplazamiento siempre y cuando quede justificado de una forma adecuada. Cuando se trata de una reforma, la sala de calderas puede disponerse en una zona exterior unida o no al edificio, pero también lo puede hacer en una zona interior, al nivel de la calle, de

cubierta, semisótano o primer sótano cumpliendo con los requisitos impuestos en la normativa.

Por otra parte la norma también refleja datos referentes a las características constructivas y dimensionales de la sala estableciendo como requisitos generales entre otros el cumplimiento de las normativas referentes a protección de incendios, protección contra ruido o seguridad estructural. A su vez afirma que debe existir accesibilidad a generadores y conductos de evacuación de productos de la combustión y las chimeneas.

A continuación el trabajo se centrará en valorar cada uno de los puntos de seguridad.

En el caso de protección contra incendios, la norma categoriza las salas de calderas como recintos de riesgo especial y valora el tipo de cerramientos, accesos y especificaciones dimensionales que se hacen necesarios en un habitáculo de estas características.

También se evalúa la instalación eléctrica, exigiendo el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y teniendo en cuenta que al menos el interruptor general debe estar próximo al acceso, así como en la medida que sea posible también deberían estarlo el cuadro de protección y mando y el interruptor del sistema de ventilación forzada.

Finalmente valora las instalaciones de iluminación, informando que se requiere una intensidad lumínica de 200 lux con una densidad mínima de 0,5, así como señalización de las salidas con aparatos autónomos.

Las salas deben constar de una información de seguridad que debe tener los siguientes puntos extraídos directamente de la norma.

5.2.7 Información de seguridad

En el interior de la sala de máquinas deben figurar, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:

- instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido;
- el nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación;
- la dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio;
- indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos;
- plano con esquema de principio de la instalación.

Imagen 7.Extracto de la norma UNE 60:601

La normativa también hace hincapié en la existencia de salas de caldera de seguridad elevada cuando se dan las siguientes características.

5.3 Salas de máquinas de seguridad elevada

Este apartado únicamente es de aplicación para salas de máquinas de nueva construcción, tanto en el caso de edificios nuevos como en el de edificios existentes, no siendo de aplicación en actuaciones motivadas por cambio de tipo de combustible en salas existentes.

Las instalaciones que requieren sala de máquinas de seguridad elevada son las siguientes:

- a) las realizadas en edificios institucionales o de pública concurrencia; o
- b) las que trabajen con agua a temperatura superior a 110 °C.

Además de los requisitos exigidos en los apartados anteriores para cualquier sala de máquinas, una sala de máquinas de seguridad elevada debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) ningún punto de la sala debe estar a más de 7,5 m de una salida, cuando la sala tenga más de 100 m² de superficie en planta;
- b) cuando la sala tenga dos o más accesos, uno de ellos al menos debe dar salida directa al exterior. Este acceso no debe estar próximo a ninguna escalera, ni a escapes de humos o fuegos;
- c) el cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general y el interruptor del sistema de ventilación deben situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.

Imagen 8.Extracto de la norma UNE 60:601

La UNE 60:601 contempla cuestiones relativas al aire de combustión. Entre ellas la entrada inferior de aire para combustión y ventilación de los locales que puede darse a través de las paredes exteriores, conductos o medios mecánicos o los sistemas de ventilación a través de orificio o conductos.

Finalmente hace indicaciones sobre medidas suplementarias de seguridad; entre ellas los sistemas de detección y corte y los sistemas de extracción para gases más densos que el aire.

- **UNE EN 60670: Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar.**

Esta normativa describe diferentes aspectos de las instalaciones de gas, como los requisitos generales, los tipos de tuberías, el diseño y la construcción, los recintos destinados a la instalación de los contadores de gas, los requisitos de ventilación y evacuación de los productos de combustión, los de conexión e instalación de los aparatos de gas, las múltiples pruebas a ejecutar antes de la puesta en marcha o las cuestiones sobre mantenimiento y operación en este tipo de instalación.

Puesto que nosotros ya disponemos de unos equipos dados y unas ventilaciones calculadas y las tareas de mantenimiento no se contemplan en este proyecto; lo más importante será lo relativo al tipo de tuberías, puesto que lo definimos en el software nosotros mismos. Por lo tanto nos centraremos en ese aspecto, aportando a continuación algunos datos sobre los materiales y los diámetros permitidos.

- *Polietileno*: la norma específica que en caso de usar este material, estos deben ser de calidad PE80 o PE100 y deben ser conformes a la norma UNE-EN 1555. Su uso se debe limitar a tuberías enterradas.
 - *Cobre*: el tubo de cobre debe ser redondo de precisión y estirado en frío sin soldadura, del tipo Cu-DHP que se rige bajo la norma UNE-EN 1057.
 - *Acero*: la tubería de acero debe conformarse sin soldadura en caliente o con soldadura longitudinal por conformado en frío a partir de banda de acero laminada en caliente. Este tipo de conducción se regirá por la normativa UNE-EN 10255.
 - *Acero inoxidable*: esta tipología de tubo debe fabricarse a partir de banda de acero inoxidable soldada longitudinalmente. Estas tuberías serán conformes a la normativa UNE-EN 10312.
 - *Sistemas tubo multicapa*: estos tubos deben ser del tipo polímero-aluminio-polímero y seguirán la normativa UNE 53008.
- **UNE 19047:1996: Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente.**

- **UNE EN 1057:2007: Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.**
- **UNE 19049:1997: Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente.**
- **UNE 545:2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.**
- **UNE EN 1452:2010: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).**
- **UNE ISO 15877:2009: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Poli(cloruro de vinilo) clorado (PVC-C).**
- **UNE EN 12201:2003: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE).**
- **UNE EN ISO 15875:2004: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X).**
- **UNE EN ISO 15876:2004: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibuteno (PB).**
- **UNE EN ISO 15874:2013: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP).**
- **UNE 53960 EX 2002: Plásticos. Tubos multicapa para conducción de agua fría y caliente a presión. Tubos de polímero/aluminio (Al)/polietileno resistente a la temperatura (PE-RT).**
- **UNE-EN 1555:2011: Sistemas de canalización en materiales plásticos para el suministro de combustibles gaseosos. Polietileno (PE).**
- **UNE-EN 10255:2005: Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro.**

- **UNE-EN 10312:2003: Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de líquidos acuosos incluyendo el agua destinada al consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.**
- **UNE 53008:2014: Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalización de tubos multicapa para instalaciones receptoras de gas con una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar (500 kPa).**

5. Sala de calderas.

Como hemos definido en la introducción, el proyecto se basa en el diseño de una sala de máquinas, y más concretamente una de calderas, así que el primer punto consistirá en definir de que se trata, que finalidad tiene en un edificio así como los equipos que la componen y las normativas a las que está sujeto su diseño y puesta en marcha.

Una sala de máquinas, de acuerdo con la normativa UNE 60601 es un local técnico dedicado a albergar equipos de producción de calor (calefacción y/o ACS), en el cual la suma de la potencia de los generadores supera los 70 kW.

Las características generales que debe cumplir la sala se han determinado en el apartado anterior de normativa, por lo tanto, no recalaremos de nuevo en ella.

Su finalidad en el edificio es clara, producir energía térmica para calentar el agua que recorrerá el sistema de calefacción o que permitirá la obtención de agua caliente sanitaria (ACS).

Una vez determinadas las características principales del habitáculo, nos queda hablar de los diferentes equipos que componen la sala de calderas. A continuación, haremos una recopilación de estos, evaluando las funciones que desempeñan en la sala, así como sus características generales.

5.1. Calderas

Se define como caldera a cualquier aparato donde el calor procedente de una fuente de energía se transforma en utilizable a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

En las calderas ocurren dos operaciones de vital importancia:

- La primera, la liberación del calor del combustible (combustión)
- La segunda, la captación de este calor liberado por el fluido que circula por ella y en el que a veces se produce un cambio de estado físico (caldera de vapor).

Son de múltiples tipos y se acomodan a una clasificación en función de la disposición de los fluidos:

- *Calderas de tubos de humos (pirotubulares)*: son calderas compuestas por unos tubos, sumergidos en el fluido caloportador, por el interior de los cuales circulan los gases calefactores.

Las calderas pirotubulares se componen de tres partes:

- Una caja de fuego, donde va alojado el hogar. Esta caja puede presentar una sección rectangular o cilíndrica y de doble pared quedando el hogar rodeado por una masa de agua.
- Un cuerpo cilíndrico atravesado, de forma longitudinal, por tubos de pequeña sección que llevan en su interior los gases calientes.
- Una caja de humos, que es prolongación del cuerpo cilíndrico, a la que llegan los gases tras haber pasado a través de los tubos en dirección hacia la chimenea.

Las principales ventajas de este tipo de calderas son:

- Menor coste inicial por la simplicidad de diseño.
- Mayor flexibilidad de operación, ya que el gran volumen de agua permite absorber mejor las fluctuaciones en la demanda.
- Exige menor pureza en el agua de alimentación.
- Permite inspecciones, reparaciones y limpieza más sencillas.

Las principales desventajas son:

- Tamaño y peso más elevado que las acuotubulares de igual capacidad.
- Requieren más tiempo para elevar la presión, no siendo aptas para presiones elevadas.

- Genera mayores peligros en caso de ruptura por el elevado volumen de agua almacenado.

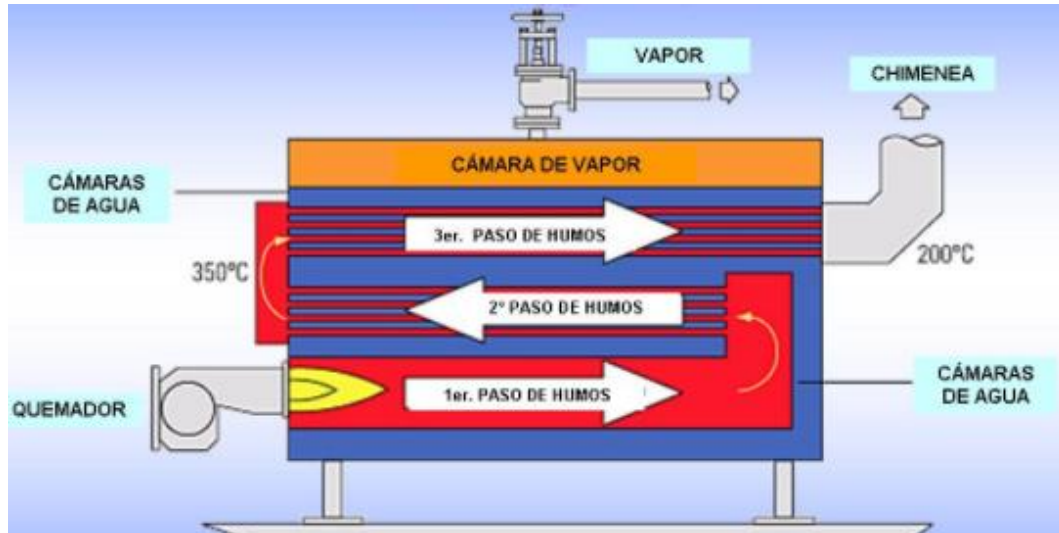


Imagen 9. Caldera pirotubular

En la imagen podemos ver como se generan los gases de las combustión en el quemador y estos van pasado a través de los tubos calentando el agua que tenemos en la caldera hasta que salen por la chimenea.

- *Calderas de tubos de agua (acuotubulares):* son calderas compuestas por unos tubos por los cuales circula el fluido caloportador. En este tipo de caldera, por el interior de los tubos no pasa gas resultado de la combustión, si no agua o vapor de agua provocando que los gases calientes que contactan con las caras externas de estos van calentando esta agua. Las principales ventajas de estas calderas son:

- Menor peso por unidad de potencia generada.
- Mayor seguridad para altas presiones.
- Mayor eficiencia, ya que la circulación del agua, alcanza velocidades considerables, consiguiendo una transmisión

eficiente del calor y elevando la capacidad de producir vapor.

Las desventajas que presenta son las siguientes:

- Costes más elevados.
- El agua de alimentación requiere ser de gran pureza, puesto que en ocasiones las incrustaciones en el interior de los tubos resultan inaccesibles y pueden provocar roturas de los mismos.
- Por su pequeño volumen de agua, es más complejo ajustarse a las grandes variaciones del consumo de vapor, haciendo necesario su funcionamiento a mayor presión de la requerida.

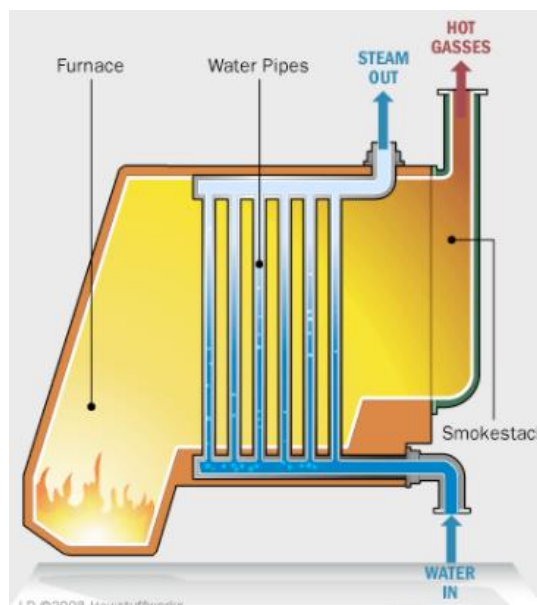


Imagen 10. Caldera acuotubular

En la imagen podemos observar como en este caso los gases de la combustión son los que ocupan el hogar y el agua es la que circula a través de los tubos, siendo calentada por los humos generados en la combustión.

Esta clasificación propuesta por la norma UNE, no incluye toda la gama de calderas existentes por lo que hemos recurrido a nuevas categorías que atienden a aspectos diferentes de las calderas:

- Según la circulación de los fluidos
 - *Calderas de circulación natural*: el movimiento del fluido caloportador se obtiene por convección natural.
 - *Caldera de circulación forzada*: el movimiento del fluido portador térmico se obtiene mediante una bomba que impulsa la totalidad del fluido a través de la caldera.
- Según la transmisión de calor
 - *Calderas de convección*: la transmisión de calor se realiza solamente mediante superficies de calefacción por convección.
 - *Calderas de radiación*: la transmisión de calor se realiza exclusivamente por medio de superficies de calefacción por radiación.
 - *Caldera de radiación y convección*: la transmisión de calor se realiza por medio de una combinación de superficies de calefacción por radiación y por convección.
- Según el combustible utilizado
 - *Calderas de carbón*: son aquellas diseñadas y fabricadas para usar como aporte calorífico el calor que se desprende en la combustión de un carbón. Las calderas de carbón pueden ser: de parrilla fija, de parrilla móvil y de carbón pulverizado.
 - *Calderas de combustible líquido*: son aquellas diseñadas para utilizar un combustible líquido como aporte calorífico.
 - *Calderas de combustible gaseoso*: es la fabricada para que genere calor a través de la combustión de un producto gaseoso.

- *Calderas para combustibles especiales*: son aquellas que usan otro tipo de combustible como biomasa.
- *Calderas de recuperación de calor de gases*: son aquellas que utilizan como fuente de aportación calorífica, el calor residual de gases o de líquidos calientes que proceden de un proceso industrial.

5.2. Bombas

Son equipos destinados a la extracción, elevación o impulsión de líquidos, entre dos puntos diferentes. Su funcionamiento se basa en las diferencias de presión entre los dos puntos que se comunican. Generalmente su uso se centra en aumentar la presión añadiendo energía al sistema hidráulico, para llevar el fluido de un punto de menor presión a otro con mayor presión.

Las bombas se clasifican en:

- ***Bombas de desplazamiento positivo***: esta tipología de bombas, tiene una transferencia de energía al fluido de tipo hidrostática; esto quiere decir que un cuerpo de desplazamiento (por ejemplo un pistón) reduce el espacio de trabajo, que está lleno de fluido, provocando el bombeo de este hacia la tubería.[4]

Se caracterizan principalmente porque el caudal depende en baja medida de la altura de elevación, es además apropiada para altas presiones y viscosidades elevadas. Sin embargo, presenta problemas principalmente por no incluir límites de presión y por lo tanto tener que equiparla con una válvula limitadora de presión. A su vez se distinguen:

- *Bombas de émbolo*: en las bombas de émbolo el líquido es forzado por el movimiento de uno o más pistones ajustados a sus respectivos cilindros tal y como lo hace un compresor.

El funcionamiento obedecería a la siguiente secuencia: durante la carrera de descenso del pistón, se abre la válvula de admisión accionada por el vacío creado por el propio pistón, mientras la de descarga se aprieta contra su asiento, de esta forma se llena de líquido el espacio sobre él. Luego, cuando el pistón sube, el incremento de presión cierra la válvula de admisión y empuja la de escape abriéndola, con lo que se produce la descarga. La repetición de este ciclo de trabajo

produce un bombeo pulsante a presiones que pueden ser muy elevadas.

El accionamiento del pistón en las bombas reales se fuerza a través de diferentes mecanismos, los más comunes son:

- Mecanismo pistón-biela-manivela.
- Una leva que empuja el pistón en la carrera de impulsión y un resorte de retorno para la carrera de succión como en la bomba de inyección Diésel.

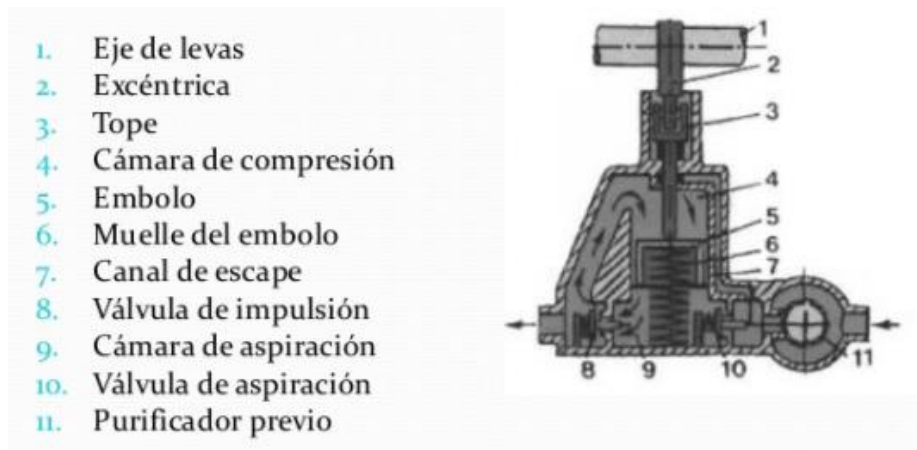


Imagen 11. Bomba de émbolo

Las principales desventajas de este tipo de bomba son:

- Fugas del fluido impulsado.
 - Posibilidades de presión excesiva.
- *Bombas de engranes*: hay diferentes variantes de estos tipos de bombas pero la más común es la conformada por un cuerpo cerrado donde están colocados dos engranes acoplados de manera que la holgura entre estos y el cuerpo sea muy pequeña. El accionamiento de la bomba se realiza por un árbol acoplado a uno de los engranes y que sale al exterior. Este engrane motriz arrastra el otro.

Los engranes al girar atrapan el líquido en el volumen de la cavidad de los dientes en uno de los lados del cuerpo, zona de succión y lo trasladan confinado por las escasas holguras hacia el otro lado. En este otro lado, zona de impulsión, el líquido es desalojado de la cavidad por la entrada del diente del engrane conjugado, por lo que se ve obligado a salir por el conducto de descarga.

La presión a la salida de estas bombas es también pulsante como en las bombas de pistones, pero los pulsos de presión son en general menores en magnitud y más frecuentes, por lo que puede decirse que tienen un bombeo más continuo.

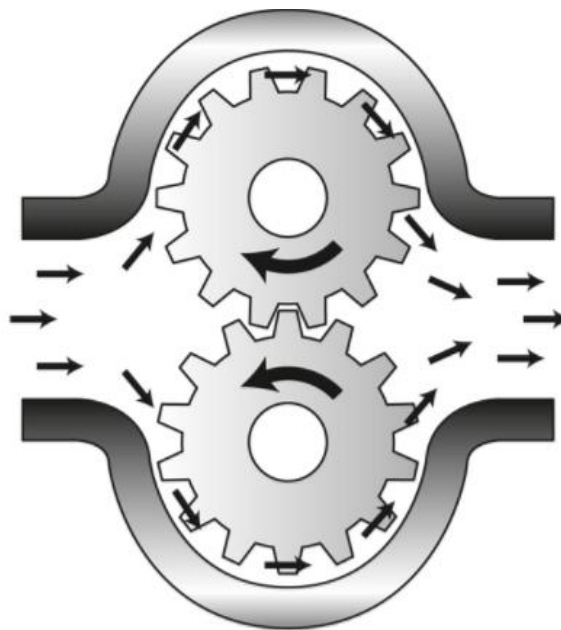


Imagen 12. Bomba de engranes

- **Bombas de diafragma:** para este tipo de bomba, el elemento de bombeo es un diafragma flexible, colocado dentro de un cuerpo cerrado que se acciona desde el exterior por un mecanismo reciprocante. Este movimiento hace aumentar y disminuir el volumen debajo del diafragma.

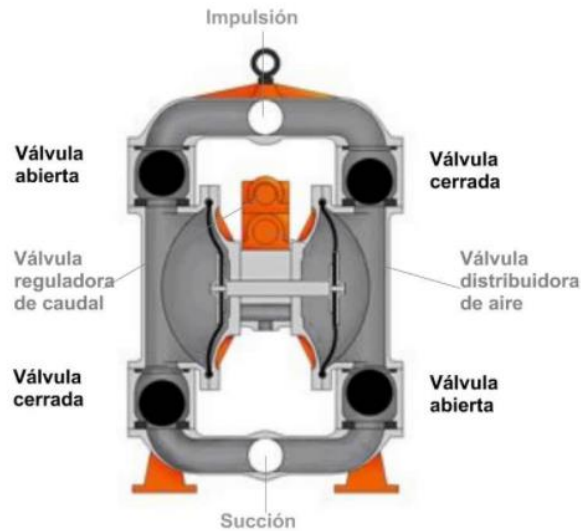


Imagen 13. Bomba de diafragma

- **Bombas de paletas:** la fisionomía de este tipo de bombas consiste en una cavidad interior cilíndrica en la que se encuentra un rotor giratorio excéntrico. Este rotor posee unos canales que albergan a paletas deslizantes, construidas en un material resistente a la fricción.

Cada una de las paletas es empujada por un resorte colocado en el fondo del canal respectivo contra la superficie interior de la cavidad del cuerpo. Este resorte elimina la holgura entre la paleta y el interior de la bomba con independencia de la posición del rotor y además compensa el desgaste que puede producirse en ellas con el uso prolongado.

Cuando el rotor excéntrico gira, los espacios entre las paletas se convierten en cámaras que atrapan el líquido en el conducto de entrada y lo trasladan al de salida. Observe que, debido a la excentricidad, del lado de la entrada, la cámara se agranda con el giro y crea succión, mientras que del lado de la salida, la cámara se reduce y obliga al líquido a salir presurizado.

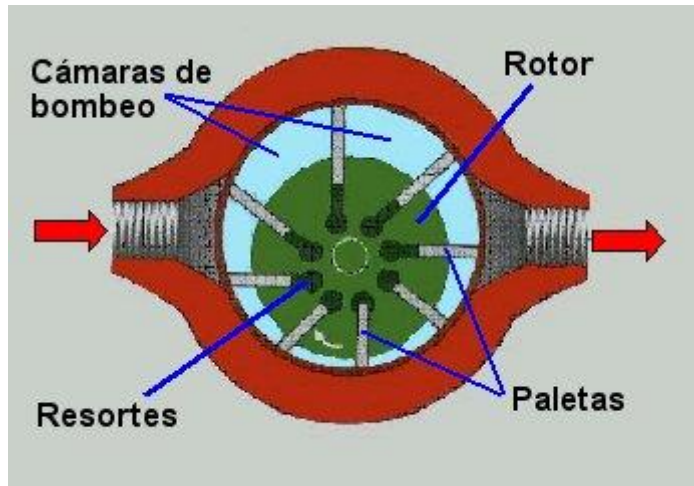


Imagen 14. Bomba de paletas

Lo principales fallos que genera esta tipología de bomba son:

- Se puede producir un desgaste por cavitación.
 - El caudal que ingresa puede no ser el necesario para abastecer al sistema.
- **Bombas de presión límite:** son aquellas que impulsan el líquido solo hasta determinada presión, a partir de la cual el caudal es cero. Estas bombas pueden funcionar por un tiempo relativamente largo sin averías con el conducto de salida cerrado. Existe en ellas una dependencia generalmente no lineal entre el caudal bombeado y la presión de descarga.

Entre las más comunes de este grupo aparecen:

- **Bombas centrífugas:** tal y como indica su nombre, este tipo de bomba utiliza la fuerza centrífuga inducida al líquido por un impelente con paletas que gira a alta velocidad dentro de un cuerpo de dimensiones y forma adecuados. Este impelente se mueve confinado en el interior de un cuerpo en forma de espiral conocido como voluta, que dirige el líquido impelido por la fuerza centrífuga a la salida. Cuando el impelente gira dentro del líquido, sus paletas lo atrapan por el borde interior y lo conducen dirigido por el perfil de la paleta.

Como consecuencia de la alta velocidad de giro, el fluido adquiere un movimiento circular muy rápido que lo proyecta radialmente con fuerza, el cuerpo entonces completa el trabajo dirigiéndolo al conducto de salida.

Por el modo de funcionamiento, estas bombas solo pueden generar presiones de salida limitadas, está claro, la presión la genera la fuerza centrífuga, por lo que su máximo valor dependerá de esta, la que a su vez depende de la velocidad de giro y del diámetro del impelente, de manera que, a mayor velocidad y diámetro, mayor presión final.

Como la velocidad de giro y el diámetro del impelente no pueden aumentarse indefinidamente sin que peligre su integridad física, entonces estas bombas, no pueden generar presiones muy altas como lo hacen las de desplazamiento positivo.

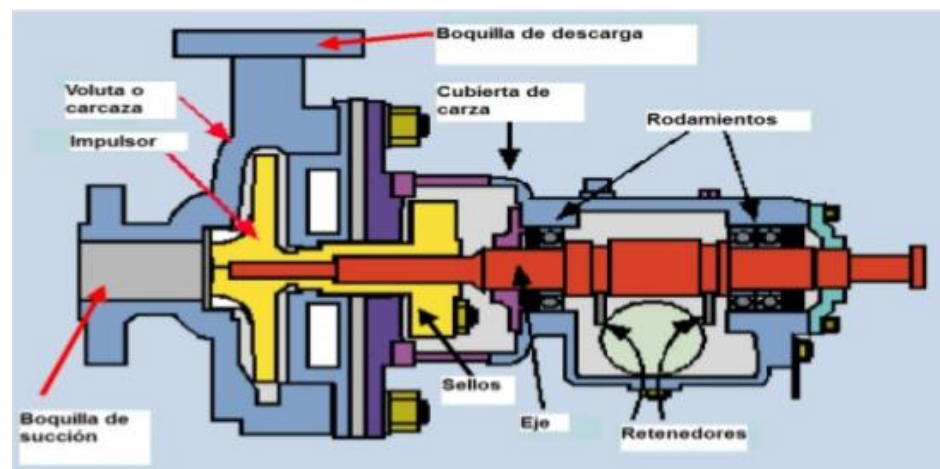


Imagen 15. Bomba centrífuga

- **Bombas de hélice:** estos equipos se comportan con el mismo principio que las centrífugas, salvando la diferencia de que las presiones de trabajo son menores. Su uso principal se centra en las situaciones donde la bomba está sumergida, o por debajo del nivel del líquido a bombear y donde se necesiten grandes caudales de bombeo a bajas presiones.

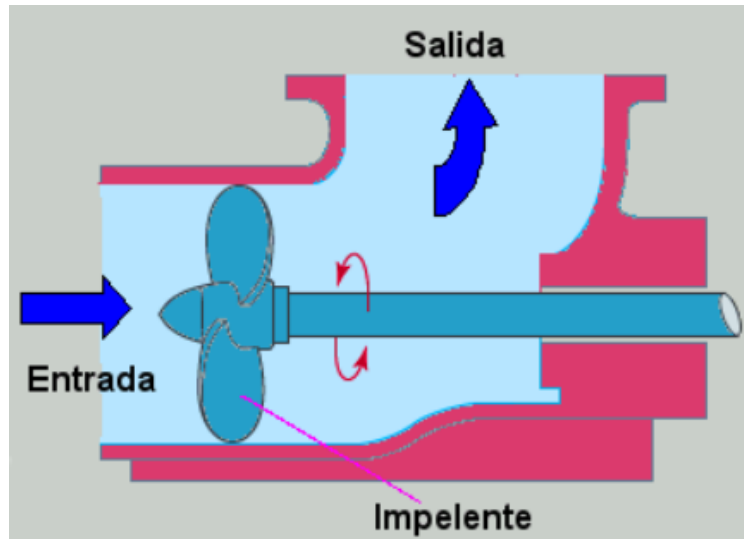


Imagen 16. Bomba de hélices

- *Bombas de diafragma con resorte:* esta clase de bombas son en principio iguales a las de diafragma de desplazamiento positivo, a diferencia de que el mecanismo de accionamiento solo mueve el diafragma en la dirección de succión, la carrera de impulsión se hace por el empuje de un resorte, siendo la fuerza de este resorte es la que determina la presión máxima de bombeo.

Como apunte final, en este punto se han descrito los diferentes tipos de bombas, sin embargo, en las salas de máquinas y más concretamente en las de calderas, las bombas centrífugas son las que se emplean de forma mayoritaria puesto que permiten el control de la presión del fluido de salida, además presentan un bombeo continuo y su mantenimiento es sencillo.

5.3. Vasos de expansión

Son un elemento de seguridad utilizado en los circuitos de calefacción y ACS, cuya función es la de absorber el aumento de presión del agua que se origina en un circuito de ACS o calefacción cuando se calienta el agua. Al elevar la temperatura, el agua se expande y presiona la membrana elástica, comprimiendo el aire o gas que contiene la otra parte del vaso. De esta forma el aire o gas absorbe el aumento de presión, logrando que en el circuito se mantenga siempre una presión que no

sobrepase la máxima presión de diseño establecida por el elemento más débil, es decir el que presente menor presión máxima.

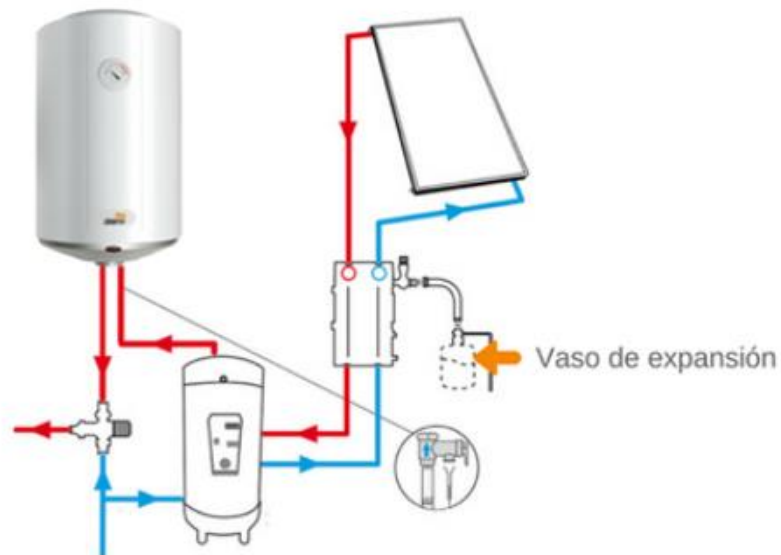


Imagen 17. Esquema uso vaso de expansión

Entre los vasos de expansión hay diferentes tipologías:

- *Abiertos*: estos vasos deben ser colocados en la parte más alta de la instalación. Es importante que el agua contenida en este depósito tenga el menor contacto posible con el aire, puesto que si se oxigena puede provocar la oxidación de los componentes de la instalación. El vaso de expansión abierto debe tener, habitualmente, un dispositivo que evite que el agua contenida se hiele.

Debido a estos inconvenientes y otros como un montaje más complejo, o la necesidad de conductos más largos, este tipo de vaso ha caído en desuso en detrimento del cerrado.

- *Cerrados*: funcionan por compresión de una cámara de gas, contenida en el interior del mismo, separado del agua de la instalación, por una membrana elástica e impermeable. De esta forma, el agua contenida en la instalación no tiene ningún punto de contacto con la atmósfera. Este tipo de vasos presenta ventajas frente a los abiertos puesto que son de fácil montaje, no absorben oxígeno, eliminan la necesidad de colocar conductos de seguridad y eliminan las pérdidas de agua por evaporación.



Imagen 18. Vaso de expansión cerrado

5.4. Acumuladores

Se trata de un dispositivo que se integra en los sistemas de calefacción con el fin de, como su nombre indica, acumular agua caliente.

Su funcionamiento es sencillo, en el interior del acumulador se almacenará el agua caliente, esta agua puede ser calentada de múltiples formas, que definirán la tipología del acumulador en función de si requiere resistencias eléctricas, serpentines o estructuras envolventes.

- *Acumuladores sin intercambiador de calor:* los acumuladores más sencillos son aquellos que almacenan el agua caliente y contienen en su interior el sistema de generación de calor; generalmente una resistencia eléctrica para su funcionamiento. Son conocidos como termos eléctricos.
- *Acumuladores de serpentín:* cuando el generador de calor no está contenido en el propio acumulador, es necesario disponer de un dispositivo que realice el intercambio de calor, en este caso tiene forma helicoidal para transmitir el calor desde el hogar de la caldera, paneles solares o el sistema elegido, hasta el acumulador.

Presenta ventajas por su independencia entre el circuito de calefacción y el de agua de consumo, esta característica nos permitirá introducir productos como anticongelantes evitando que se contamine el ACS.

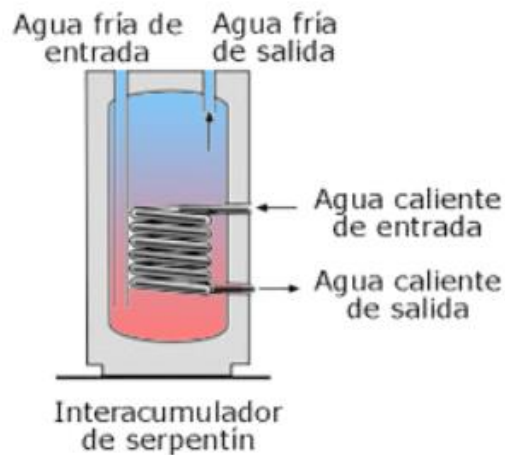


Imagen 19. Acumulador de serpentín

- *Acumuladores de doble envoltante*: este tipo de acumulador aumenta el rendimiento de intercambio de calor al contener el circuito primario, el que pasa por el generador de calor, al circuito secundario, el de consumo, produciéndose el intercambio a través de la superficie en contacto con el fluido acumulado. En este tipo de acumuladores el volumen máximo es limitado, siendo suficiente para una vivienda unifamiliar pero no para un edificio de varias viviendas o industrias.
- *Acumuladores de doble serpentín*: este tipo de acumulador se usa principalmente cuando además de proporcionar agua caliente sanitaria se quiere usar la energía acumulada para una instalación de calefacción a baja temperatura y el segundo serpentín aprovecha el calor acumulado para el circuito de calefacción y se sitúa en la parte superior del acumulador.



Imagen 20. Acumulador de doble envoltente

- *Acumuladores estratificados*: aprovechando la capacidad del agua para estratificarse en multitud de capas a distinta temperatura, surgen un tipo de acumuladores que pueden tener multitud de entradas de energía como: paneles solares, calderas u otros generadores de calor y múltiples salidas de energía como: ACS, calefacción o calentamiento de piscinas, de tal forma que priorizando siempre la utilización de la energía solar, puedan dar solución a todas las demandas de una vivienda, distinguiendo por la temperatura de utilización de cada sistema, la altura a la que incorpora o extrae la energía del acumulador.

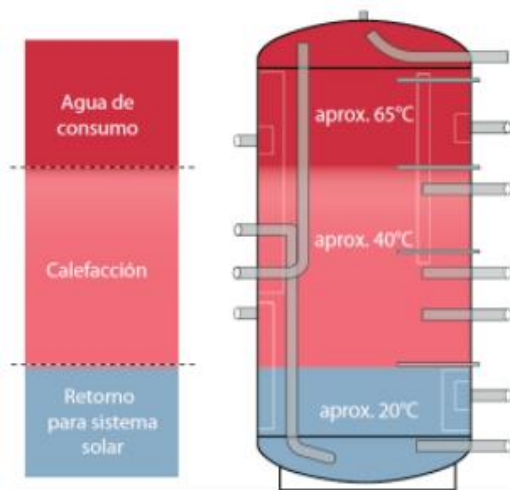


Imagen 21. Acumulador estratificado

5.5. Colectores

Los colectores son los elementos que permiten la distribución del fluido que circula por un conducto, en diferentes conductos secundarios. Pueden llevar integrada una válvula en cada vía, que permite aislar cada circuito o realizar el equilibrado del mismo. Los colectores tienen como particularidad su exclusividad, es decir se realizan en función de la instalación y con el mismo material que las tuberías de la instalación.

- *Distribución en salas de calderas:* en las salas de calderas, los colectores suponen el punto de partida de la instalación de distribución de calor. Estos constan de dos tuberías (una de impulso y otra de retorno) por cada circuito.
- *Distribución sanitaria:* esta tipología de colectores permite realizar la distribución de agua fría/caliente de una forma centralizada sin necesidad de realizar uniones entre el colector y el elemento al que se quiere hacer llegar el agua.
- *Suelo radiante:* para los suelos radiantes, el colector de impulso permite realizar la distribución de agua caliente de la caldera a los diversos circuitos que componen la instalación y el colector de retorno devuelve el agua enfriada en la instalación para que se caliente de nuevo.
- *Para radiadores*

○ *Instalaciones bitubulares*

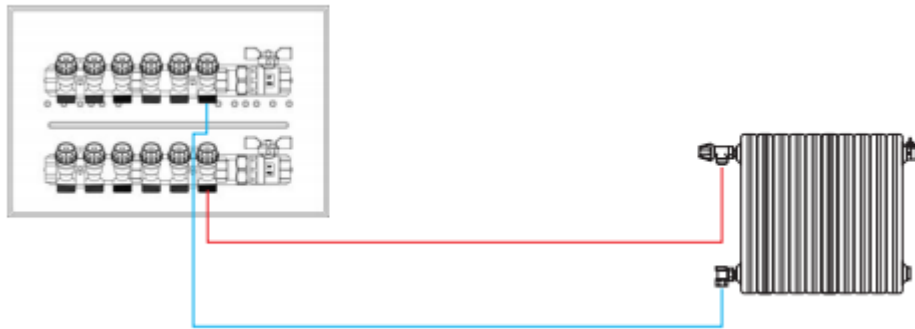


Imagen 22. Esquema instalación bitubular

○ *Instalaciones monotubulares*

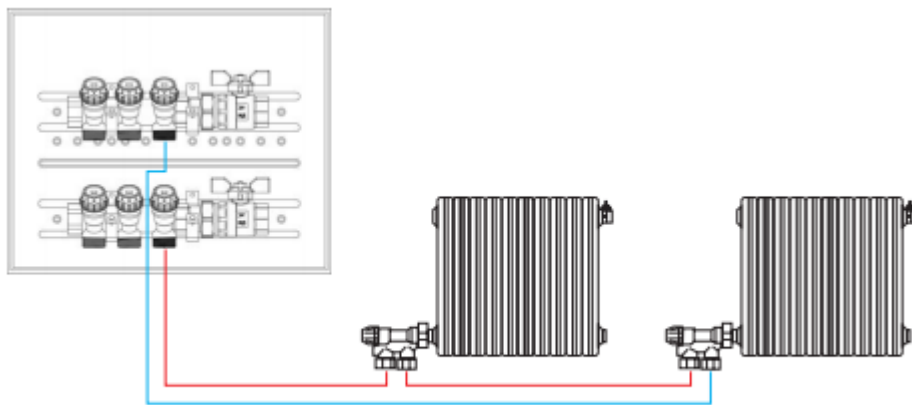


Imagen 23. Esquema instalación monotubular

5.6. Intercambiadores de calor

Son dispositivos utilizados para transferir energía de un medio a otro, sin embargo, nosotros nos referiremos exclusivamente a la transferencia de energía entre fluidos a través de los fenómenos de conducción y convección.

Existen diferentes tipologías de intercambiadores:

- *Intercambiador de contacto directo:* en este tipo de intercambiador, las corrientes contactan una con otra íntimamente, cediendo la corriente más caliente directamente su calor a la corriente más fría. Esta tipología se usa exclusivamente cuando las dos fases en contacto son mutuamente insolubles y no reaccionan una con otra.
 - *Intercambiadores gas-sólido:* existen diferentes casos dispuestos en la siguiente imagen.



Imagen 24. Tipos de intercambiadores gas-sólido

- *Intercambiadores fluido-fluido:* ambos fluidos en contacto son mutuamente inmiscibles.



Imagen 25. Intercambiadores fluido-fluido

- *Intercambiador de contacto indirecto:*

- *Regenerativos*: en los intercambiadores regenerativos, una corriente caliente transfiere su calor a un cuerpo intermedio, normalmente un sólido, que posteriormente cede calor almacenado, a una segunda corriente de un gas frío. Existe una serie de diferentes maneras de hacer esto que exponemos a través de la siguiente figura.

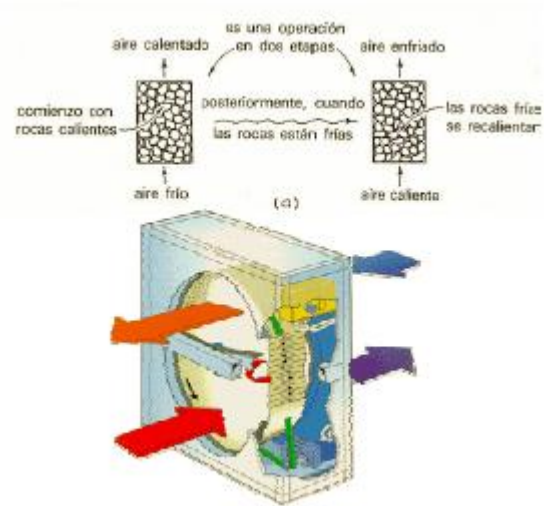


Imagen 26. Intercambiador regenerativo

- *Recuperativos*: en esta tipología existen diversas configuraciones geométricas de flujo posibles en un intercambiador, las más importantes son las que se enumeran a continuación:
 - *Una sola corriente*
 - Dos corrientes en flujo paralelo
 - Dos corrientes en contracorriente
 - Dos corrientes en flujo cruzado
 - Dos corrientes en contraflujo cruzado

- Dos corrientes a pasos múltiples
- *Intercambiadores de placas*: son equipos que consisten en varias placas separadas por juntas y resulta más adecuado para gases a baja presión. Dentro de esta familia de intercambiadores existen dos tipologías:
 - Dos corrientes en contracorriente: las corrientes circulan paralelas pero en sentido opuesto.
 - Dos corrientes en flujo cruzado: las corrientes fluyen en direcciones perpendiculares.

5.7.Válvulas

Las válvulas son dispositivos que se encargan de la regulación y control de un fluido. Su funcionamiento básico se sustenta sobre una pieza móvil que se abre o cierra provocando la obstrucción del fluido que circula a través de ella.

Su tipología es extensa, a continuación, facilitamos aquellos tipos más habituales:

- *Válvula de mariposa*: las válvulas de mariposa son muy versátiles, con una gran capacidad de adaptación a tamaños, presiones, temperaturas, conexiones, etc.
Su funcionamiento es básico, un giro de 90º para permitir su apertura máxima. Esto genera poco desgaste del eje, poca fricción y un menor par. A su vez genera bajas pérdidas de carga, ya que la superficie que dificulta el paso de la corriente es muy bajo.



Imagen 27. Válvula de mariposa

- *Válvula de globo*: este tipo de válvula se usa en múltiples aplicaciones, permitiendo un control de caudal con posiciones intermedias. Cuando el tapón de la válvula está en contacto firme con el asiento, estará cerrada. Cuando el tapón se aleja del asiento, esta se abre, por lo tanto, la regulación de caudal está determinado por el levantamiento del tapón de la válvula.

Para este caso, la vía de circulación es en forma de “S” y por lo tanto la caída de presión es mayor que el de otros tipos. Otro inconveniente es que el tapón se abre y cierra en múltiples ocasiones, provocando fugas a través de la glándula de sello.



Imagen 28. Válvula de globo

- *Válvula de compuerta*: se trata de un tipo de válvula que se abre mediante el levantamiento de una compuerta o cuchilla, permitiendo el paso del fluido.

Su diferencia con otras, se genera a través del sello, pues en este caso se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras del disco. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña.

Poseen ventajas como la alta capacidad, cierre hermético, bajo coste y diseño sencillo; aunque también puntos negativos como un deficiente control de la circulación y presencia de cavitación cuando la presión baja.



Imagen 29. Válvula de compuerta

- *Válvula de diafragma*: el diafragma está sujeto a un compresor que provoca el movimiento de un vástago que genera el bloqueo del fluido. Se usa para cierre o apertura total y cuando las presiones de operación son bajas. Como ventaja presenta bajo coste, y no permite fugas por el vástago. Entre los inconvenientes el diafragma es susceptible de desgaste y genera una elevada torsión al cerrar con la tubería llena.



Imagen 30. Válvula de diafragma

- *Válvulas de bola:* generan muy buena capacidad de cierre, y resultan prácticas, ya que la operación de abrir o cerrar se realiza con un giro de la llave de 90°. Si la apertura es de paso completo, la pérdida de presión es muy pequeña. Otra característica de esta tipología de válvula es la disminución del riesgo de fuga. Por otro lado, presenta un claro inconveniente, esta válvula es únicamente para dos posiciones: abierta o cerrada, pero nunca posiciones intermedias que permitan controlar el caudal.

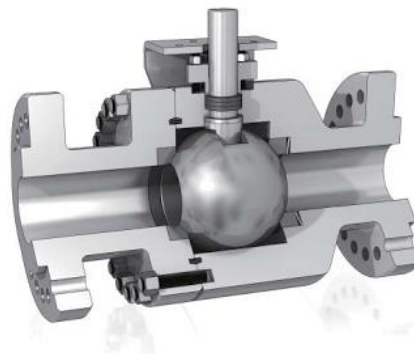


Imagen 31. Válvula de bola

- *Válvula de alivio:* son válvulas diseñadas para reducir la presión de un fluido cuando este supera un límite preestablecido, evitando la explosión del sistema o el fallo de un equipo o tubería de la instalación. Su uso más común es en los calentadores de agua por acumulación, su diseño provoca, como ya hemos dicho, que la válvula se abra para liberar la presión dejando salir el fluido en caso de superar la presión límite.



Imagen 32. Válvula de alivio

- *Válvula de retención:* son válvulas conocidas como anti-retorno, tienen por función cerrar por completo el paso de un fluido en circulación en un sentido y dejar paso en el contrario. Como ventaja presenta un recorrido mínimo del disco u obturador a la posición de apertura total. Su uso común es en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete y en sistemas de calefacción para evitar circulaciones incorrectas en circuitos cuando no están en funcionamiento sus bombas.



Imagen 33. Válvula de retención

- *Válvula de control:* es un tipo de válvula usada para controlar el flujo, mediante la señal de un controlador.

5.8. Chimeneas

Las chimeneas son conductos destinados para la conducción del humo desde el hogar de una caldera hacia el exterior.

Entre las chimeneas existen diferentes tipologías, que pasaremos a describir a continuación:

- *Chimeneas de doble pared:* son aquellas conformadas por tubos de doble pared o aislados, formados por un tubo interior de la medida de la boca de salida, un recubrimiento de lana de roca, un tubo que rodea a esta y un tubo exterior. Estos tipos de chimeneas se usan fundamentalmente para mantener la temperatura de los humos y evitar problemas de revoco de humos y condensación.



Imagen 34. Chimenea de doble pared DINAK

- *Chimeneas de simple pared:* a diferencia de las de doble y como se puede suponer, estas chimeneas disponen de un único tubo. Su uso es más limitado y se recomienda para conductos entubados o campanas extractoras y para calderas estancas o de condensación.



Imagen 35. Chimenea de simple pared DINAK

- **Chimeneas colectivas:** están enfocadas a que lleven conexión de varias calderas a diferentes alturas. Suelen estar conformadas por dos tubos. Por la corona circular que generan estos dos tubos circula aire a contracorriente y por el tubo interior, se mueven, hacia el exterior los humos.



Imagen 36. Chimenea colectiva DINAK

5.9. Tuberías

Las tuberías son equipos a través de los cuales se dirigen los fluidos. En nuestro caso el ACS, el agua fría y gas natural.

De acuerdo a las normativas vigentes se puede optar por múltiples materiales para la distribución del agua como:

- *Acero galvanizado*: las tuberías de acero galvanizado, se rigen por la normativa UNE 19047:1996.

Las medidas establecidas por la normativa son las siguientes:

Tabla 2
Medidas

Designación de Rosca	Diámetro nominal ¹⁾	Diámetro exterior en mm			Espesor de pared en mm		Masa en kg/m ²⁾	
		Teórico	Máximo	Mínimo	Teórico	Mínimo	sin manguito	con manguito
3/8	DN 10	17,2	17,5	16,7	2,3	2,01	0,883	0,89
1/2	DN 15	21,3	21,8	21,0	2,6	2,28	1,25	1,26
3/4	DN 20	26,9	27,3	26,5	2,6	2,28	1,62	1,63
1	DN 25	33,7	34,2	33,3	3,2	2,80	2,48	2,50
1 1/4	DN 32	42,4	42,9	42,0	3,2	2,80	3,19	3,23
1 1/2	DN 40	48,3	48,8	47,9	3,2	2,80	3,70	3,75
2	DN 50	60,3	60,8	59,7	3,6	3,15	5,18	5,26
2 1/2	DN 65	76,1	76,6	75,3	3,6	3,15	6,62	6,76
3	DN 80	88,9	89,5	88,0	4,0	3,50	8,59	8,79
4	DN 100	114,3	115,0	113,1	4,5	3,94	12,50	12,90
5	DN 125	139,7	140,8	138,5	5,0	4,38	16,90	17,50
6	DN 150	165,1 ³⁾	166,5	163,9	5,0	4,38	20,10	20,80

1) A efectos de designación (véase apartado 4.5).

2) Véase el capítulo 6.

3) Este diámetro no se menciona en la Norma UNE 19011, pero la masa lineal para este tubo ha sido calculada de acuerdo con las disposiciones del capítulo 6.

Tabla 2. Medidas tuberías acero galvanizado en instalaciones de suministro de agua

No optaremos por el acero galvanizado, puesto que presenta desventajas como la presencia de parches ásperos en las tuberías que puede ocasionar fallas que resultarían complejas de reparar.

- *Cobre*: las conducciones de cobre obedecen a la norma UNE EN 1057:2007.

La normativa establece los siguientes diámetros nominales:

Tabla 3 – Medidas normalizadas

Valores en milímetros

Diámetro exterior nominal <i>d</i>	Espesor de pared nominal <i>e</i>											
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6		R		R		R						
8		R		R		R						
10		R	R	R		R						
12		R	R	R		R						
14				R		R						
15			R	R		R						
16						R						
18				R		R						
22					R	R	R	R	R			
28					R	R		R	R			
35						R		R	R			
40						R						
42						R		R	R			
54						R		R	R	R		
64										R		
66,7								R		R		
76,1									R	R		
88,9										R		
108									R		R	
133									R			R
159										R		R
219												R
267												R

R Indica las medidas recomendadas en los códigos nacionales de buena práctica. Véase también el anexo A.

Tabla 3. Medidas tuberías de cobre en instalaciones de suministro de agua

El cobre presenta múltiples ventajas como elevada resistencia a la temperatura, presión y oxidación, sin embargo, presenta problemas de corrosión al contacto con el yeso o el cemento y a su vez resulta un producto de elevado precio.

- *Acero inoxidable*: las conducciones de acero inoxidable se rigen a través de la norma UNE 19049:1997.

Las medidas regladas, son las siguientes:

Tabla 1
Medidas y masa lineales

Diámetro nominal mm	Diámetro exterior mm		Espesor teórico de pared mm ²	Masa lineal ¹⁾ kg/m
	máx.	mín.		
6	6,045	5,940	0,6	0,080
8	8,045	7,940	0,6	0,109
10	10,045	9,940	0,6	0,139
12	12,045	11,940	0,6	0,169
15	15,045	14,940	0,6	0,213
18	18,045	17,940	0,7	0,299
22	22,055	21,950	0,7	0,368
28	28,055	27,950	0,8	0,537
35	35,070	34,965	1,0	0,838
42	42,070	41,965	1,1	1,110
54	54,070	53,840	1,2	1,563
66,7	66,750	66,080	1,2	2,448
76,1	76,300	75,540	1,5	2,448
88,9	89,12	88,23	2	4,350
108	108,25	107,17	2	5,307

1) Véase el capítulo 5.

2) Véase apartado 9.2.1.

Tabla 4. Medidas tuberías acero inoxidable en instalaciones de suministro de agua

Las tuberías de acero inoxidable, presentan bajos niveles de corrosión, robustez, reciclabilidad y duraderos. Además el acero presenta precios más contenidos que el cobre.

- *Fundición dúctil*: la fundición dúctil sigue la norma UNE 545:2011.

Las medidas normalizadas en este caso dependen de unas características relativas al espesor y no como en los casos anteriores con una serie de diámetros normalizados.

Como en la mayoría de los materiales metálicos, la principal desventaja de la fundición dúctil es la corrosión.

- *Policloruro de vinilo no plastificado (PVC)*: esta tipología de tuberías se rige de acuerdo a la norma UNE EN 1452:2000.

Las medidas normalizadas para estas tuberías son:

Tabla 1 – Diámetros exteriores nominales y sus tolerancias

Medidas en milímetros

Diámetro exterior nominal d_n	Tolerancia para el diámetro exterior medio, d_{ec} ^a x	Tolerancia para la ovalación ^b	
		S 20 a S 16 ^c	S 12,5 a S 5 ^d
12	0,2	—	0,5
16	0,2	—	0,5
20	0,2	—	0,5
25	0,2	—	0,5
32	0,2	—	0,5
40	0,2	1,4	0,5
50	0,2	1,4	0,6
63	0,3	1,5	0,8
75	0,3	1,6	0,9
90	0,3	1,8	1,1
110	0,4	2,2	1,4
125	0,4	2,5	1,5
140	0,5	2,8	1,7
160	0,5	3,2	2,0
180	0,6	3,6	2,2
200	0,6	4,0	2,4
225	0,7	4,5	2,7
250	0,8	5,0	3,0
280	0,9	6,8	3,4
315	1,0	7,6	3,8
355	1,1	8,6	4,3
400	1,2	9,6	4,8
450	1,4	10,8	5,4
500	1,5	12,0	6,0
560	1,7	13,5	6,8
630	1,9	15,2	7,6
710	2,0	17,1	8,6
800	2,0	19,2	9,6
900	2,0	21,6	—
1 000	2,0	24,0	—

^a La tolerancia se ajusta al grado D de la Norma ISO 11922-1^[1] para $d_n \leq 50$ y al grado C para $d_n > 50$. La tolerancia se expresa en forma $^{+x}_0$ mm, donde x es el valor de la tolerancia.

^b La tolerancia se expresa como la diferencia entre el valor mayor y el valor menor del diámetro exterior en una sección transversal del tubo (es decir, $d_{max} - d_{min}$).

^c Para $d_n \leq 250$, la tolerancia se ajusta al grado N de la Norma ISO 11922-1^[2].
Para $d_n > 250$, la tolerancia se ajusta al grado M de la Norma ISO 11922-1^[1]. El requisito de ovalación sólo es aplicable antes del almacenamiento.

^d Para d_n de 12 a 1 000, la tolerancia se ajusta a 0,5 grado M de la Norma ISO 11922-1^[1]. El requisito de la ovalación sólo es aplicable antes de que el tubo abandone las instalaciones del fabricante.

Tabla 5. Medidas tuberías PVC en instalaciones de suministro de agua

Las tuberías de PVC, tienen limitaciones con las altas temperaturas, pues esto puede ocasionar alteraciones en el material. Las temperaturas bajas también le afectan negativamente provocando rigidez en el plástico.

- *Policloruro de vinilo clorado (PVC-C)*: las tuberías de PVC-C se rige a través de la norma UNE ISO 15877:2004.

Las medidas normalizadas para este material son:

Tabla 3 – Diámetros y espesores de pared

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal d_n	Diámetro exterior medio		Series de tubo		
		$d_{em,min.}$	$d_{em,max.}$	S 6,3	S 5	S 4
				Espesor de pared mínimo $e_{min.}$ y e_n		
12	12	12,0	12,2	1,4	1,4	1,4
14	14	14,0	14,2	1,4	1,4	1,6
16	16	16,0	16,2	1,4	1,5	1,8
20	20	20,0	20,2	1,5	1,9	2,3
25	25	25,0	25,2	1,9	2,3	2,8
32	32	32,0	32,2	2,4	2,9	3,6
40	40	40,0	40,2	3,0	3,7	4,5
50	50	50,0	50,2	3,7	4,6	5,6
63	63	63,0	63,3	4,7	5,8	7,1
75	75	75,0	75,3	5,6	6,8	8,4
90	90	90,0	90,3	6,7	8,2	10,1
110	110	110,0	110,4	8,1	10,0	12,3
125	125	125,0	125,4	9,2	11,4	14,0
140	140	140,0	140,5	10,3	12,7	15,7
160	160	160,0	160,5	11,8	14,6	17,9

NOTA Los tamaños son conformes a las Norma ISO 4065⁽¹⁾ y aplicables para todas las clases de condiciones de servicio

Tabla 6. Medidas tuberías PVC-C en instalaciones de suministro de agua

Presenta ventajas frente al PVC en la rigidez, aumentando su resistencia a altas temperaturas.

- *Polietileno*: las tuberías de este plástico vienen reguladas por la UNE EN 12201:2003.

Sus medidas normalizadas quedan reguladas en la siguiente tabla:

Tabla 1 – Diámetros exteriores medios y ovalación

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal d_e	Diámetro exterior medio ^a		Ovalación máxima ^{b,c}
		$d_{m,ext}$	$d_{m,ext}$	
16	16	16,0	16,3	1,2
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2
125	125	125,0	125,8	2,5
140	140	140,0	140,9	2,8
160	160	160,0	161,0	3,2
180	180	180,0	181,1	3,6
200	200	200,0	201,2	4,0
225	225	225,0	226,4	4,5
250	250	250,0	251,5	5,0
280	280	280,0	281,7	9,8
315	315	315,0	316,9	11,1
355	355	355,0	357,2	12,5
400	400	400,0	402,4	14,0
450	450	450,0	452,7	15,6
500	500	500,0	503,0	17,5
560	560	560,0	563,4	19,6
630	630	630,0	633,8	22,1
710	710	710,0	716,4	24,9
800	800	800,0	807,2	28,0
900	900	900,0	908,1	-
1 000	1 000	1 000,0	1 009,0	-
1 200	1 200	1 200,0	1 210,8 ^c	-
1 400	1 400	1 400,0	1 412,6 ^c	-
1 600	1 600	1 600,0	1 614,4 ^c	-
1 800	1 800	1 800,0	1 816,2 ^c	-
2 000	2 000	2 000,0	2 018,0 ^c	-
2 250	2 250	2 250,0	2 270,3 ^c	-
2 500	2 500	2 500,0	2 522,5 ^c	-

a En conformidad con la Norma ISO 11922-1:1997 [7] grado B, para las dimensiones ≤ 630 y grado A para las dimensiones > 710 excepto para d_e 40 y 50.
b En conformidad con la Norma ISO 11922-1:1997 [7] grado N, para las dimensiones ≤ 630 y midiendo en el punto de fabricación.
c Tolerancia calculada como 0,009 d_e , y no conforme con el grado A de la Norma ISO 11922-1:1997 [7].
d Para longitudes rectas de tubos con un diámetro ≥ 900, la ovalación máxima debe acordarse entre el fabricante y el comprador.

Tabla 7. Medidas tuberías polietileno en suministros de agua

- **Polietileno reticulado:** el polietileno reticulado viene reglado por la norma UNE EN ISO 15875:2004.

Sus dimensiones se especifican a continuación:

Tabla 2
Dimensiones de tubo para la clase de dimensión A
 (dimensiones de acuerdo con la Norma ISO 4065:1996^[2] y aplicables
 a todas las clases de condiciones de servicio)

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal	Diámetro exterior medio		Serie de tubo			
				S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
				Espesor de pared			
d_n	$d_{em,min.}$	$d_{em,máx.}$	$e_{min.}$ y e_n				
12	12	12,0	12,3	–	1,3 ^a	1,4	1,7
16	16	16,0	16,3	1,3	1,5	1,8	2,2
20	20	20,0	20,3	1,5	1,9	2,3	2,8
25	25	25,0	25,3	1,9	2,3	2,8	3,5
32	32	32,0	32,3	2,4	2,9	3,6	4,4
40	40	40,0	40,4	3,0	3,7	4,5	5,5
50	50	50,0	50,5	3,7	4,6	5,6	6,9
63	63	63,0	63,6	4,7	5,8	7,1	8,6
75	75	75,0	75,7	5,6	6,8	8,4	10,3
90	90	90,0	90,9	6,7	8,2	10,1	12,3
110	110	110,0	111,0	8,1	10,0	12,3	15,1
125	125	125,0	126,2	9,2	11,4	14,0	17,1
140	140	140,0	141,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	160	160,0	161,5	11,8	14,6	17,9	21,9

^a Se admite un espesor de pared de 1,1 mm, espesor no recomendado, para la dimensión $d_n = 12$.

Tabla 8. Medidas tuberías PE-X en suministros de agua

Presenta claras ventajas como la resistencia hasta temperaturas de 110°C, con ciclos de vida de 50 años, excelente resistencia a la abrasión y a los agentes químicos.

- **Polibutileno:** las conducciones de polibutileno vienen determinadas por la norma UNE EN ISO 15876:2004.

Su relación de medidas normalizadas, queda materializada en la siguiente tabla:

Tabla 3 – Dimensiones de tubo para la clase de dimensión A (dimensiones de acuerdo con la Norma ISO 4065 y aplicables a todas las clases de condiciones de servicio)

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal d_n	Diámetro exterior medio $d_{em,mín.}$ $d_{em,máx.}$		Series de tubo					
				S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
				Espesores de pared $e_{mín.}$ y e_n					
12	12	12,0	12,3	1,3 ^a	1,3 ^a	1,3 ^a	1,3 ^a	1,4	1,7
16	16	16,0	16,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,8	2,2
20	20	20,0	20,3	1,3	1,3	1,5	1,9	2,3	2,8
25	25	25,0	25,3	1,3	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5
32	32	32,0	32,3	1,6	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4
40	40	40,0	40,4	1,9	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5
50	50	50,0	50,5	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	63	63,0	63,6	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	75	75,0	75,7	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	90	90,0	90,9	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	110	110,0	111,0	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	125	125,0	126,2	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	140	140,0	141,3	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	160	160,0	161,5	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9

^a Se admite un espesor de pared de 1,1 mm, espesor no recomendado, para la dimensión $d_n = 12$.

Tabla 9. Medidas tuberías polibuteno en suministros de agua

El polibuteno presenta gran flexibilidad, baja conductividad térmica y bajas pérdidas de carga por la suavidad del material.

- *Polipropileno*: estos tubos vienen reglados por la normativa UNE EN ISO 15874:2004.

Las medidas que se establecen como normalizadas son las siguientes:

Tabla 5 – Dimensiones de tubo para la clase de dimensión A
(dimensiones de acuerdo a la Norma ISO 4065:1996 y aplicables a todas las clases de condiciones de servicio)

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal	Diámetro exterior medio		Serie de tubo						
				S 8 *	S 6,3 *	S 5	S 4 *	S 3,2	S 2,5	S 2
				Espesor de pared						
d_n	$d_{em,mín.}$	$d_{em,máx.}$	$e_{mín.}$ y e_n							
12	12	12	12,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,4
16	16	16	16,3	1,8	1,8	1,8	1,8	2,2	2,7	3,3
20	20	20	20,3	1,8	1,8	1,9	2,3	2,8	3,4	4,1
25	25	25	25,3	1,8	1,9	2,3	2,8	3,5	4,2	5,1
32	32	32	32,3	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4	5,4	6,5
40	40	40	40,4	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5	6,7	8,1
50	50	50	50,5	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9	8,3	10,1
63	63	63	63,6	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6	10,5	12,7
75	75	75	75,7	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3	12,5	15,1
90	90	90	90,9	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3	15,0	18,1
110	110	110	111	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1	18,3	22,1
125	125	125	126,2	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1	20,8	25,1
140	140	140	141,3	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2	23,3	28,1
160	160	160	161,5	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9	26,6	32,1

* Solo válido para PP-RCT.

Tabla 10. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie A)

Tabla 6 – Dimensiones de tubo para la clase de dimensión B1
(dimensiones basadas en dimensiones de tubo de cobre y aplicables a todas las clases de condiciones de servicio)

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal	Diámetro exterior medio		Serie de tubo						
				S 8 *	S 6,3 *	S 5	S 4 *	S 3,2	S 2,5	S 2
				Espesor de pared						
d_n	$d_{em,mín.}$	$d_{em,máx.}$	$e_{mín.}$ y e_n							
10	10	9,9	10,2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0
12	12	11,9	12,2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,4
15	15	14,9	15,2	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,5	3,0
18	18	17,9	18,2	1,8	1,8	1,8	2,0	2,4	3,0	3,6
22	22	21,9	22,2	1,8	1,8	2,0	2,5	3,0	3,7	4,4
28	28	27,9	28,2	1,8	2,1	2,5	3,2	3,8	4,7	5,6
35	35	34,9	35,4	2,1	2,6	3,2	3,9	4,8	5,8	7,0

* Solo válido para PP-RCT.

Tabla 11. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie B1)

Tabla 7 – Dimensiones de tubo para la clase de dimensión B2
(dimensiones basadas en dimensiones de tubo de cobre y aplicables a todas las clases de condiciones de servicio)

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal d_n	Diámetro exterior medio		Espesor de pared $e_{min.}$ y e_n	S_{calc}
		$d_{em,min.}$	$d_{em,mix.}$		
14,7	14,7	14,63	14,74	1,6	4,1
21	21	20,98	21,09	2,05	4,6
27,4	27,4	27,33	27,44	2,6	4,8
34	34	34,08	34,19	3,15	4,9

Tabla 12. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie B2)

Tabla 8 – Dimensiones de tubo para la clase de dimensión C
(dimensiones de tubo no recomendadas empleadas, por ejemplo, en sistemas de calefacción)

Medidas en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal d_n	Diámetro exterior medio		Espesor de pared $e_{min.}$ y e_n	S_{calc}
		$d_{em,min.}$	$d_{em,mix.}$		
14	14	14,0	14,3	2,0	3,0
15	15	15,0	15,3	2,0	3,2
16	16	16,0	16,3	2,0	3,5
17	17	17,0	17,3	2,0	3,8
18	18	18,0	18,3	2,0	4,0
20	20	20,0	20,3	2,0	4,5

Tabla 13. Medidas tubería polipropileno en suministros de agua (Serie C)

Las ventajas de este plástico es que es de bajo coste, fácil moldeo y coloreo y elevada resistencia a la fractura así como buena estabilidad térmica.

- *Multicapa de polímeros*: estas tuberías, están reguladas por la normativa UNE 53960 EX 2002.

Para la distribución del gas natural las opciones también son múltiples:

- *Polietileno*: estas conducciones se rigen por la normativa UNE-EN 1555.

La medidas normalizadas para este material son:

Tabla 1 - Diámetros exteriores medios y ovalación

Medidas en milímetros

Tamaño nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal d_n	Diámetro exterior medio		Ovalación máxima para tubos rectos ^{b c}
		$d_{em,min.}$	$d_{em,mix.}^a$	
16	16	16,0	16,3	1,2
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2
125	125	125,0	125,8	2,5
140	140	140,0	140,9	2,8
160	160	160,0	161,0	3,2
180	180	180,0	181,1	3,6
200	200	200,0	201,2	4,0
225	225	225,0	226,4	4,5
250	250	250,0	251,5	5,0
280	280	280,0	281,7	9,8
315	315	315,0	316,9	11,1
355	355	355,0	357,2	12,5
400	400	400,0	402,4	14,0
450	450	450,0	452,7	15,6
500	500	500,0	503,0	17,5
560	560	560,0	563,4	19,6
630	630	630,0	633,8	22,1

a Grado B de acuerdo con la Norma ISO 11922-1:1997 [3].
b La medición de la ovalación se debe realizar en el lugar de la fabricación.
c Si hacen falta otros valores para la ovalación distintos de los indicados en esta tabla (por ejemplo para los tubos enrollados), deben acordarse entre el fabricante y el usuario final.

Tabla 14. Diámetros exteriores medios y ovalación en tuberías de polietileno para el suministro de combustibles gaseosos

Este tipo de tubería no resulta óptima, pues su uso se recomienda que sea restringido a las tuberías subterráneas.

- **Cobre:** las tuberías de este tipo deberán obedecer a la normativa UNE-EN 1057, donde se muestran las siguientes medidas normalizadas.

Tabla 3 – Medidas normalizadas

Valores en milímetros

Diámetro exterior nominal <i>d</i>	Espesor de pared nominal <i>e</i>											
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6		R		R		R						
8		R		R		R						
10		R	R	R		R						
12		R	R	R		R						
14				R		R						
15			R	R		R						
16						R						
18				R		R						
22					R	R	R	R	R			
28					R	R	R	R	R			
35						R		R	R			
40						R						
42						R		R	R			
54						R		R	R	R		
64										R		
66,7							R			R		
76,1								R		R		
88,9									R	R		
108								R			R	
133								R				R
159									R			R
219												R
267												R

R Indica las medidas recomendadas en los códigos nacionales de buena práctica. Véase también el anexo A.

Tabla 15. Medidas normalizadas en tuberías de cobre para suministro de combustibles gaseosos

La tubería de cobre resulta idónea para el suministro de gas natural por su elevada resistencia a la corrosión, y su alto grado de impermeabilidad. Sin embargo su precio es elevado, lo cual supone un importante gasto cuando la instalación es de un importante volumen.

- **Acero:** las tuberías de acero deben regirse por la normativa UNE-EN 10255, en la cual se muestran pautas y tolerancias sobre las dimensiones de los tubos, pero no se ofrece una tabla con medidas normalizadas.
- **Acero inoxidable:** estas conducciones obedecen a la normativa UNE-EN 10312, donde se ofrecen las siguientes medidas normalizadas.

Tabla 1
Dimensiones de los tubos de acero inoxidable de pequeño espesor
Serie 1

Dimensiones en milímetros

Diámetro exterior especificado <i>D</i>	Diámetro exterior		Espesor de pared especificado <i>T</i>
	máximo	mínimo	
6	6,04	5,94	0,6
8	8,04	7,94	0,6
10	10,04	9,94	0,6
12	12,04	11,94	0,6
15	15,04	14,94	0,6
18	18,04	17,94	0,7
22	22,05	21,95	0,7
28	28,05	27,95	0,8
35	35,07	34,97	1,0
42	42,07	41,97	1,1
54	54,07	53,84	1,2
66,7	66,75	66,08	1,2
76,1	76,30	75,54	1,5
(103)	103,8	102,2	1,5
108	108,3	107,2	1,5
(128)	129,0	127,0	1,5
133	133,5	132,2	1,5
(153)	154,5	151,5	1,5
159	159,5	157,9	2,0

NOTA – Los diámetros de tubo no preferentes se indican entre paréntesis.

Tabla 16. Diámetros en tuberías de acero inoxidable para suministro de combustibles gaseosos (Serie 1)

Tabla 2
Dimensiones de los tubos de acero inoxidable de pequeño espesor
Serie 2

Dimensiones en milímetros

Diámetro exterior especificado D	Tolerancia sobre D	Espesor de pared especificado T	Tolerancia sobre T
12,0	± 0,10	1,0	± 0,10
15,0	± 0,10	1,0	± 0,10
18,0	± 0,10	1,0	± 0,10
22,0	± 0,11	1,2	± 0,10
28,0	± 0,14	1,2	± 0,10
35,0	± 0,18	1,5	± 0,10
42,0	± 0,21	1,5	± 0,10
54,0	± 0,27	1,5	± 0,10
64,0	± 0,32	2,0	± 0,15
76,1	± 0,38	2,0	± 0,15
88,9	± 0,44	2,0	± 0,15
108,0	± 0,54	2,0	± 0,15
133,0	± 1,00	3,0	± 0,30
159,0	± 1,00	3,0	± 0,30
219,0	± 1,50	3,0	± 0,30
267,0	± 1,50	3,0	± 0,30

Tabla 17. Diámetros en tuberías de acero inoxidable para suministro de combustibles gaseosos (Serie 2)

- **Sistemas tubo multicapa:** estos tubos conformados por una combinación de polímero y aluminio se rigen por la normativa UNE 53008.
 La norma nos ofrece la siguiente tabla de medidas normalizadas.

Tabla 2 – Dimensiones de los tubos multicapa

Diámetro nominal DN/OD	Diámetro exterior	Diámetro exterior medio		Espesor de pared		Espesor mínimo del aluminio mm $e_{AL,min}$
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	Espesor nominal ^a , mm e_n	Espesor mínimo ^a , mm e_{min}	
16	16	16,0	16,4	2	1,9	0,2
20	20	20,0	20,4	2	1,9	0,2
25	25	25,0	25,4	2,5	2,3	0,3
26	26	26,0	26,4	3	2,8	0,3
32	32	32,0	32,5	3	2,8	0,3
40	40	40,0	40,5	3,5	3,2	0,35
50	50	50,0	50,5	4,5	4,3	0,5
63	63	63,0	63,6	6	5,7	0,6
75	75	75,0	75,8	7,5	7,1	0,7
90	90	89,9	90,8	8,5	8,3	0,8
110	110	109,8	110,8	10	9,8	1,0

^a Se admiten otros espesores siempre y cuando sean superiores a los indicados en esta tabla.

Tabla 18. Diámetros en tubos multicapa para suministro de combustibles gaseosos

6.Revit 2017. Interfaz y uso.

Revit es un software BIM (Building Information Modelling) desarrollado por la empresa Autodesk. Su mayor potencial se centra en el diseño basado en objetos inteligentes en 3 dimensiones, generando una asociatividad completa de orden bidireccional, es decir, un cambio generado en cualquier vista, se replica en todos los lugares a los que afecta, sin necesidad de que el usuario edite dicho objeto en cada vista.

Dentro del software BIM existe un módulo de trabajo sobre el que nos centraremos que se trata de MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) y que se constituye como la herramienta para la creación de instalaciones. Este módulo permite la creación de equipos mecánicos, eléctricos y de climatización que disponen de una serie de componentes como serán los conectores MEP que nos permitirán crear una instalación inteligente donde existan conexiones entre los equipos que se modificarán automáticamente para adaptarse a los cambios.

Para ponernos en contexto y poder seguir el resto de puntos, se requieren unos conceptos iniciales que nos ayudarán en la comprensión de este apartado.

- *Familia*: se trata de un tipo de archivo conformado por uno o varios modelos 3D parametrizados o no que se agrupan bajo un mismo nombre. Por ejemplo, una familia podría ser: “*calderas INNOVENS de Dietrich*”, que agruparía todos los equipos que hemos diseñado como calderas.
- *Tipologías de plantilla de proyecto*: este tipo de archivo nos sirve como punto de partida para los proyectos nuevos. Estas plantillas proporcionan algunos parámetros definidos (unidades, estilos de línea, escalas, etc.), familias cargadas o plantillas de vistas.

Al iniciar un proyecto, Revit nos ofrece 3 tipos de plantillas de proyecto en función del tipo de trabajo que vayamos a abordar: eléctrico, mecánico y arquitectónico. Sin embargo, se pueden crear plantillas nuevas adaptadas a las necesidades del proyecto o añadir algunas otras que tiene por defecto Revit.

- *Tipologías de plantilla de familia*: del mismo modo que cuando creamos un proyecto, al crear una familia se nos facilitan unas plantillas como punto de partida. Estas contienen la información básica para comenzar la edición de las familias.

- **Módulo MEP:** el módulo MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) es la herramienta de Revit 2017 para la creación y análisis de las instalaciones de fontanería, climatización y electricidad.
- **Conectores MEP:** cuando nos referimos a conectores MEP hablamos de conexiones que se comportan con inteligencia. Estos conectores actúan como entidades lógicas que permiten calcular cargas (climatización, iluminación). Presenta múltiples tipos según estemos trabajando con electricidad (conectores eléctricos, conectores de bandejas de cables), ventilación (conectores de conductos), fontanería (conectores de tuberías).

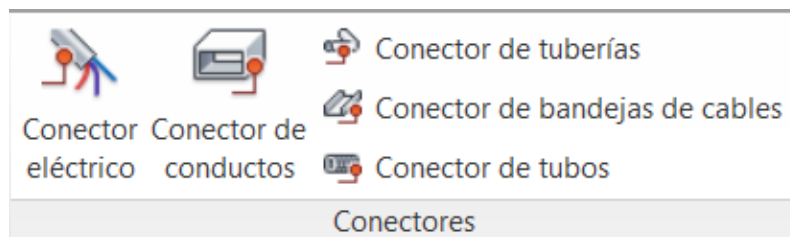


Imagen 37. Pantalla de selección de conectores

Nuestro trabajo con Revit 2017 se basa en la creación de diferentes familias de equipos que conforman las salas de calderas y posteriormente en el desarrollo del proyecto de la sala de calderas, para poder distribuir los diferentes equipos y establecer las conexiones entre equipos y tuberías.

Para explicar el software Revit, dividiremos en diferentes aspectos:

- **Edición de familias:** para la edición de familias accedemos a través de la siguiente interfaz:

En esta pantalla mostrada anteriormente, tenemos el inicio del programa, donde podemos seleccionar la creación de una familia. Posteriormente nos ofrece diferentes opciones de modelos creados por el propio software para generar nuestra familia.

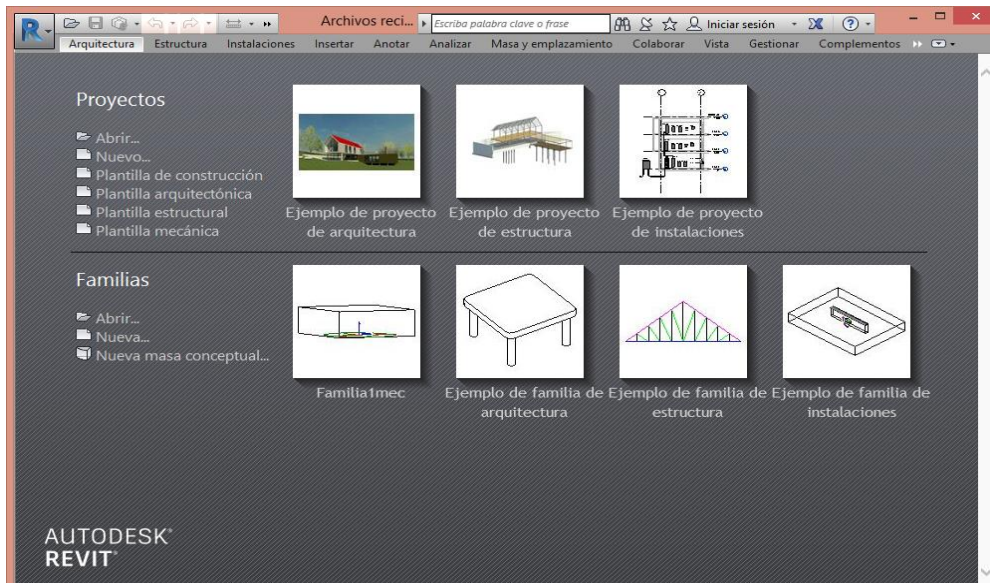


Imagen 38. Pantalla inicial Revit 2017

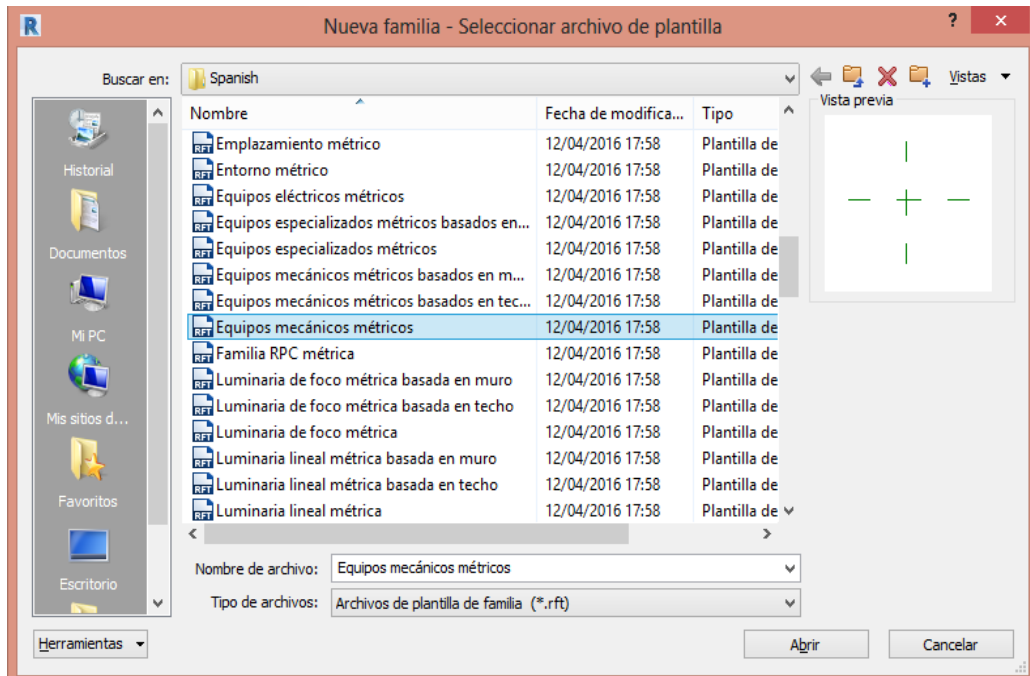


Imagen 39. Pantalla de selección de plantillas

En nuestro caso, puesto que vamos a crear un proyecto mecánico deberemos elegir la plantilla de equipos mecánicos métricos. Al escoger otra plantilla, los modelos no serán visibles cuando seleccionamos un proyecto mecánico, como el que realizaremos nosotros.

Una vez abierto este tipo de plantilla, Revit muestra la siguiente pantalla donde ya podremos editar y diseñar el equipo que deseemos.

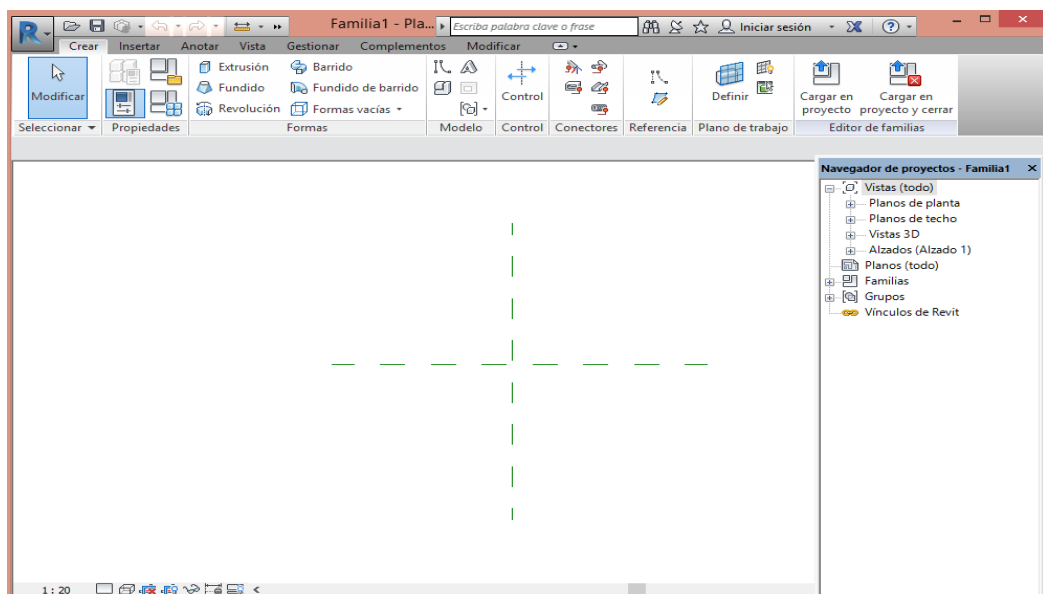


Imagen 40. Pantalla de edición de familias

Desde esta interfaz, se nos permite generar diferentes modelos 3D mediante acciones de extrusión o fundido que resultan similares a las de cualquier otro software de diseño 3D. Para ello se crea una forma plana que se replica mediante estos comandos generando un modelo 3D.

En función de la forma del objeto escogeremos alguna de las opciones. En nuestro caso lo más habitual ha sido usar la extrusión para objetos de múltiples formas y la revolución para generar cuerpos cilíndricos.

- **Parametrización:** el software Revit 2017 al diseñar los objetos 3D nos permite parametrizar, lo cual resulta de vital importancia para

simplificar los modelos. Esta parametrización presenta diferentes tipologías, que describiremos a continuación:

- *Cotas y dimensiones*: los parámetros de cotas, nos permiten fijar dimensiones de un objeto para que, en caso de variar estas, varíe la forma del objeto de forma automática. Así de este modo, por ejemplo, para un tipo de caldera podemos fijar una serie de parámetros dimensionales para que al variarlos tengamos los diferentes modelos de una gama.

Por ejemplo, lo podemos ver a continuación en la familia de calderas C230 de De Dietrich.

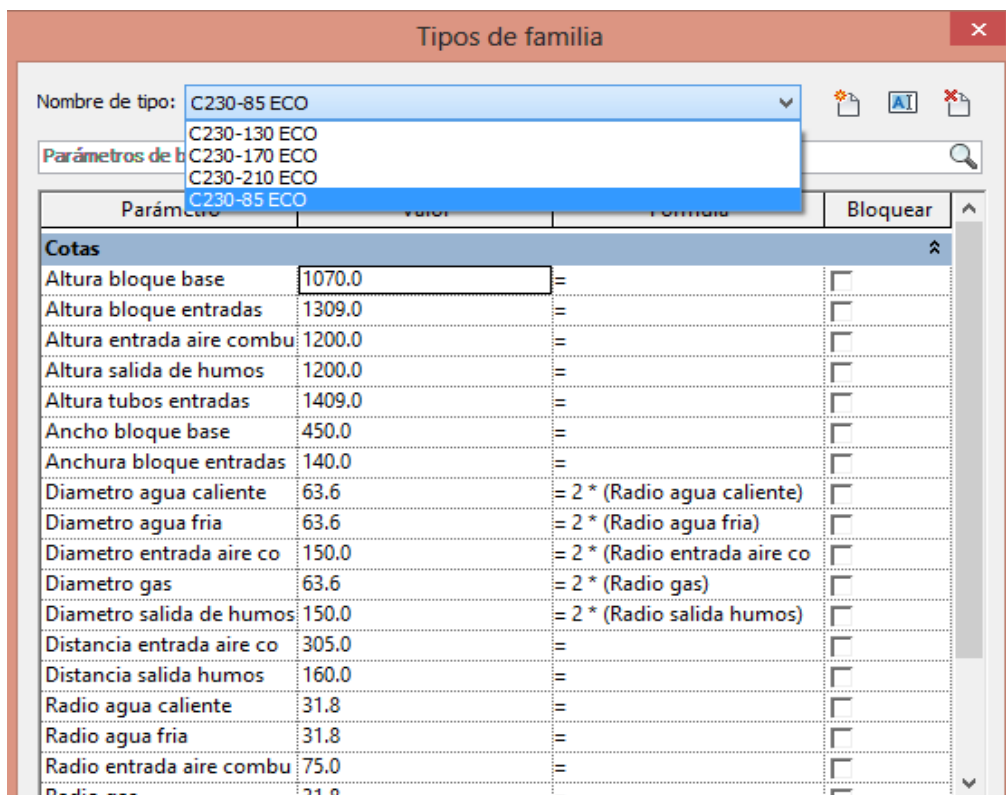


Imagen 41. Pantalla de selección de subtipo de familia y propiedades

En la imagen podemos observar como tenemos los 4 modelos de calderas C230 de Dietrich con algunos de sus parámetros.

Por lo tanto, la creación de parámetros dimensionales nos permite generar diferentes modelos de forma más sencilla. Variando únicamente estos parámetros obtenemos nuevos modelos, ocupando una cantidad de memoria menor que

para un solo modelo de los que proveen los fabricantes de estos equipos, solucionando así uno de los problemas que generaba el uso de los diseños que ofrecen los fabricantes.

- **Material**: este tipo de parámetro, nos permite definir un material ya existente o crear uno nuevo que podremos aplicar al objeto que estamos diseñando.

Es importante en este punto describir como se confecciona un parámetro de este tipo. El primer paso es acceder al explorador de materiales que se muestra en la siguiente pantalla.

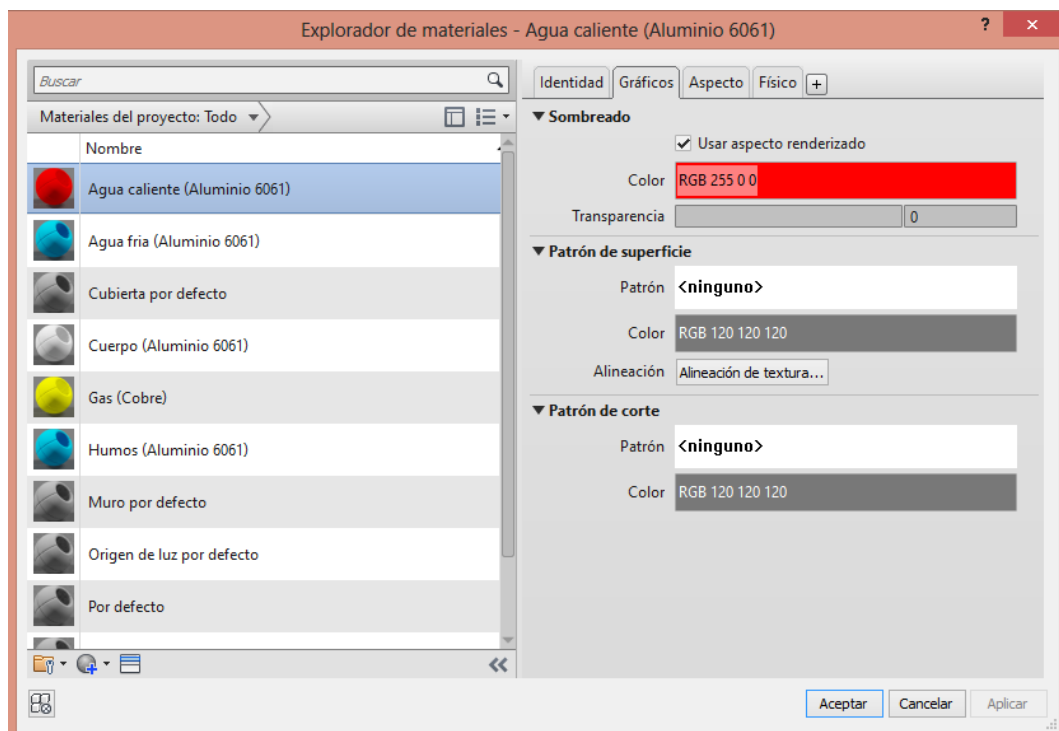


Imagen 42. Pantalla explorador de materiales

Desde esta interfaz generamos un nuevo material, o si queremos un producto igual al que únicamente queremos cambiarle el color, duplicaremos el ya existente.

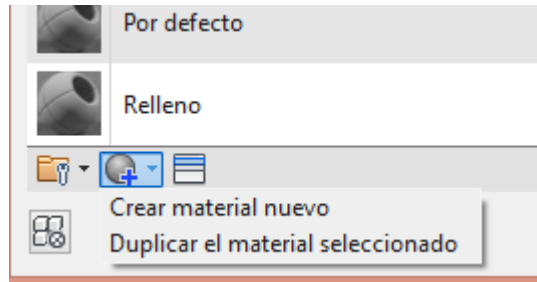


Imagen 43. Detalle de la creación o duplicación de materiales

Si duplicamos un material, este nuevo objeto tendrá las mismas propiedades que el producto ya existente. Sin embargo, si creamos un nuevo material, deberemos seleccionar el material a través de la interfaz del explorador de objetos.

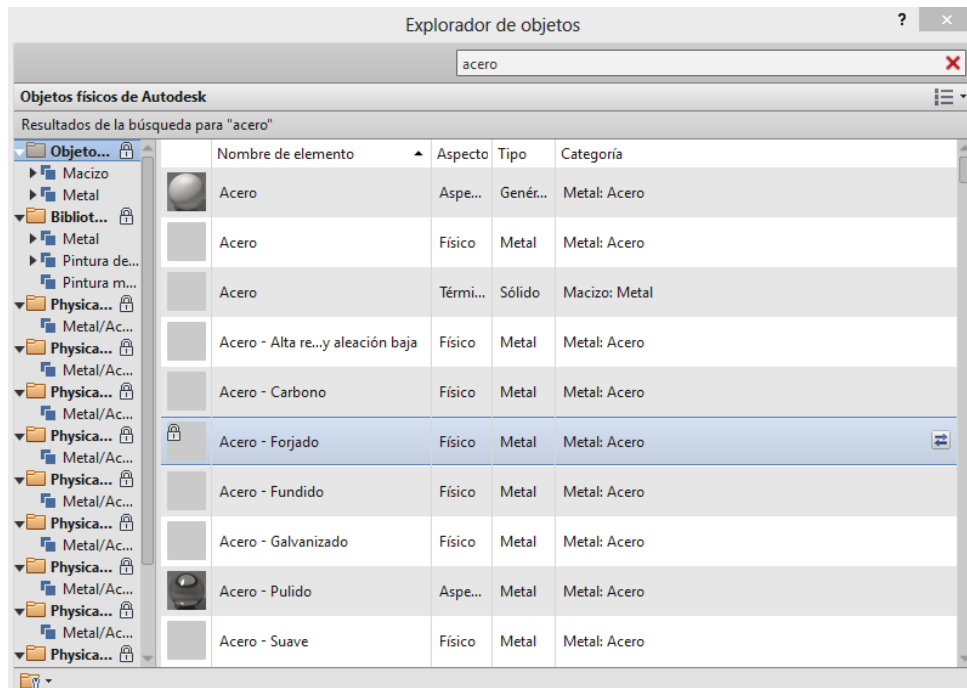


Imagen 44. Pantalla explorador de materiales

De este modo, siguiendo estos pasos, obtendremos un nuevo material, con el producto que hayamos seleccionado, así como su color y aspecto a través de las pestañas de aspecto, gráficos y físico que podemos observar en la imagen 41.

- *Identidad*: en estas tipologías de parámetro se incluyen datos de todo tipo que permiten definir el modelo que estamos creando. Por ejemplo, en el caso de la caldera, podremos añadir datos como la URL del fabricante o el costo del producto, pero también los valores de potencias y rendimientos.

A continuación, podemos observarlo en la siguiente imagen.

Datos de identidad		
Imagen de tipo	C230.jpg	=
Nota clave		=
Modelo	C230-210 ECO	=
Fabricante	De Dietrich	=
Comentarios de tipo		=
Potencia	217 kW	=
Rendimiento (media 70°C / 100%)	97,6 %	=
Rendimiento (retorno 30°C / 100%)	105,7 %	=
Rendimiento (retorno 30°C / 30%)	108,4 %	=
URL	http://www.dedietrich-calefaci	=
Descripción	Caldera de condensación fabricad	=
Código de montaje		=
Costo	11612.00	=
URL Tarifas	pro.dedietrich-calefaccion.es/d	=

Tabla 19. Parámetros de identidad

- *Tuberías y sistemas*: puesto que nuestro proyecto se basa en realizar una instalación de fontanería, las tuberías resultarán indispensables. Desde el software se nos proporciona una interfaz para trabajar con las tuberías, sin embargo, nos dan un producto por defecto y nosotros buscamos personalizarlo y adaptarlo a nuestro proyecto. Para ello recurrimos a determinar en primer lugar una serie de materiales como ya hemos descrito en el apartado de parametrización para asignar a las tuberías. Una vez en ese punto acudimos a la configuración mecánica.

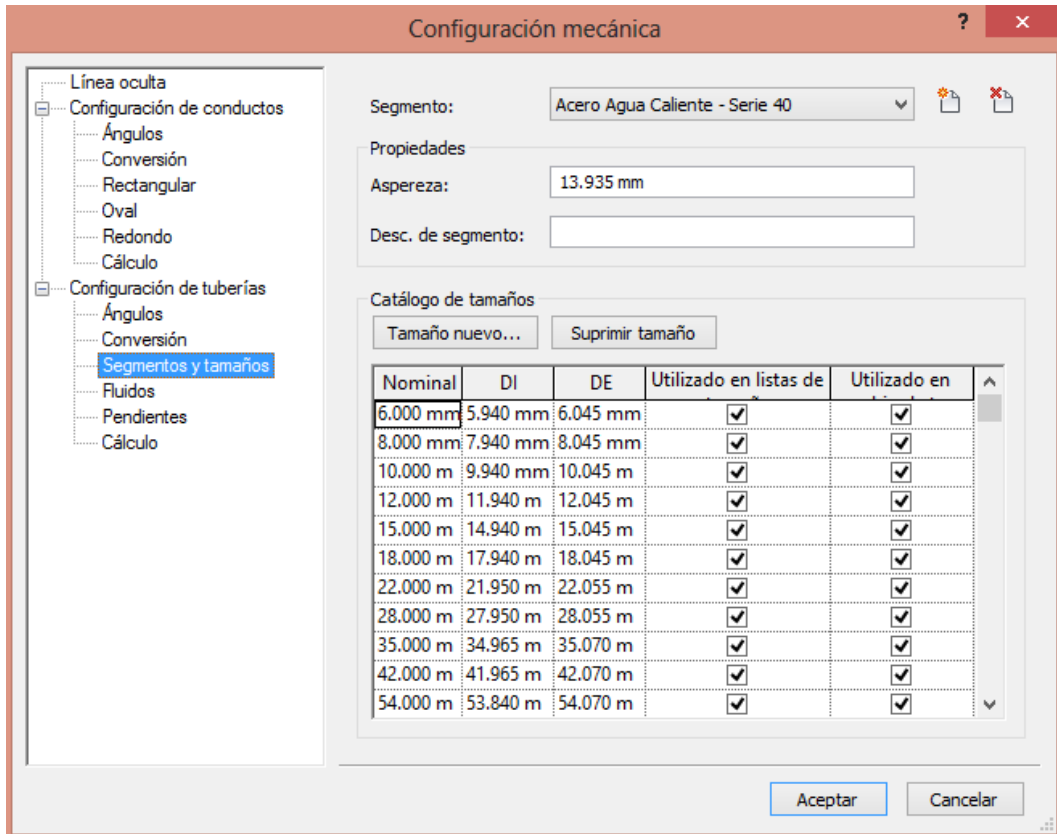


Imagen 45. Configuración mecánica

Desde esta interfaz podemos crear un nuevo segmento para así dotarlo del material que deseemos y posteriormente adaptar sus tamaños nominales y de espesores de acuerdo a las normativas que estén en vigencia.

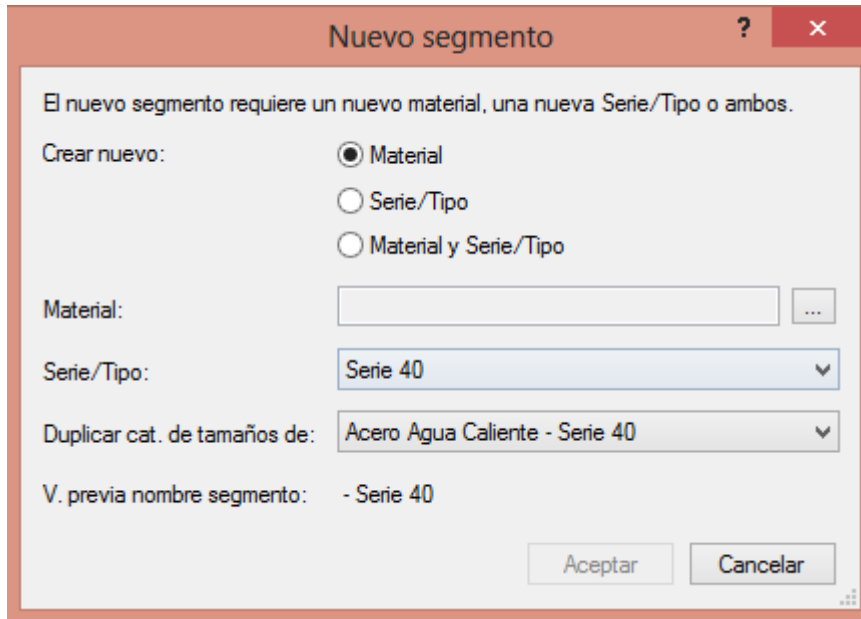


Imagen 46.Creación de un nuevo segmento de tubería

Una vez constituidos todos los segmentos que deseemos, desde el navegador de propiedades, al seleccionar el equipo tubería podemos editar el tipo.

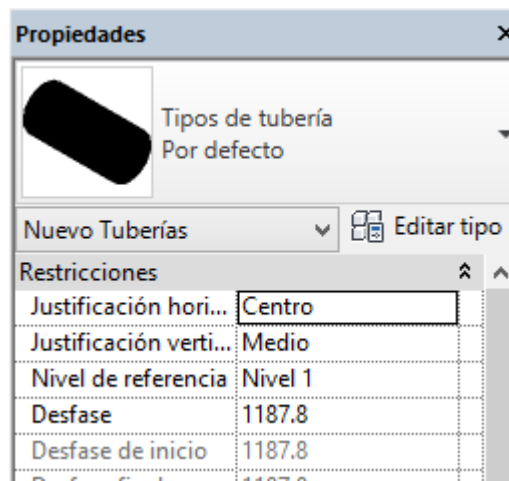


Imagen 47.Navegador de propiedades para tuberías

Al acceder a las propiedades nos salta el siguiente menú donde deberemos duplicar el tipo y asignarle el nombre que deseemos para posteriormente acceder a las preferencias de enrutamiento.

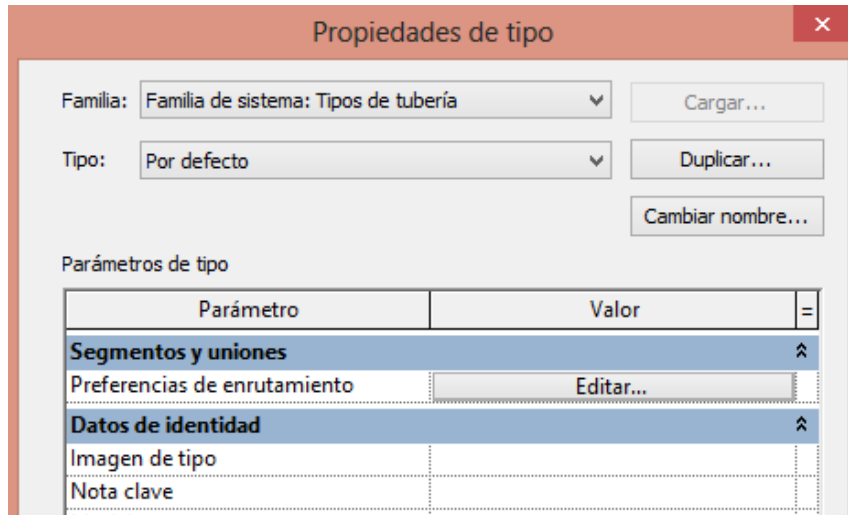


Imagen 48. Menú de propiedades de tipo de tuberías

Una vez duplicado el tipo y accedido a las preferencias de enrutamiento obtenemos la siguiente pantalla.

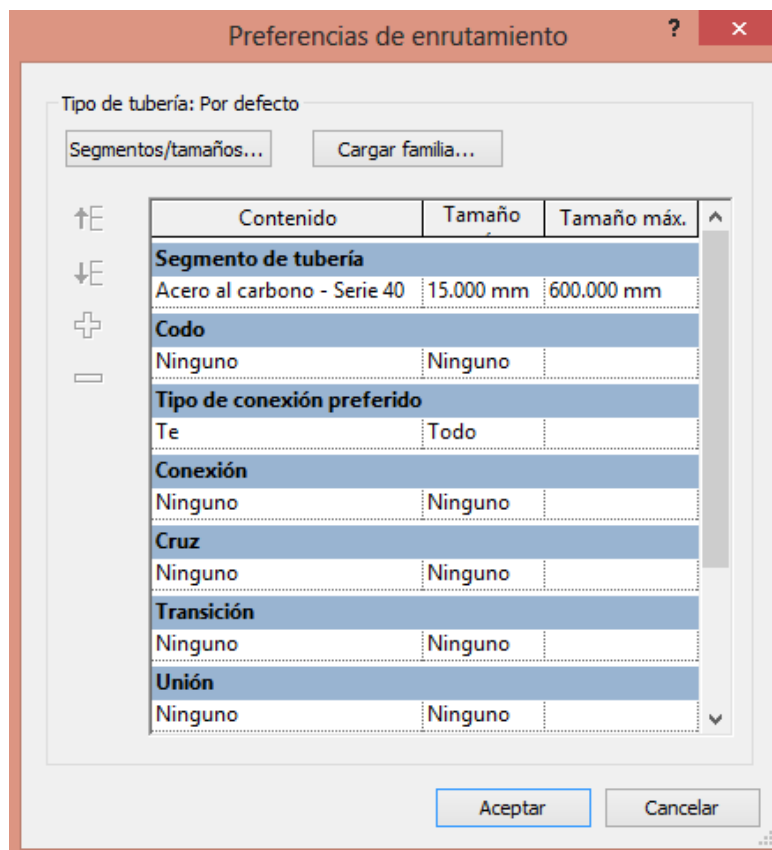


Imagen 49. Preferencias de enrutamiento

Desde esta interfaz podemos seleccionar a través del segmento de tubería la nueva tubería que hemos creado previamente. A través de los codos y tipos de conexión podremos determinar cuáles y cómo (soldados, roscados, embridados, etc.) serán los objetos que pueden unir los diferentes tramos de tubería.

Para ejemplificar como quedarían los diferentes tipos de tubería en el menú de propiedades, tenemos la siguiente imagen.

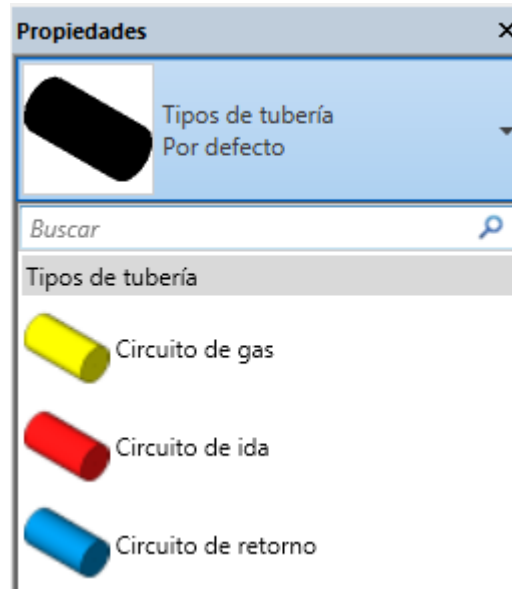


Imagen 50. Tipologías de tuberías

Además, las tuberías tendrán un sistema propio de clasificación que coincidirá con el sistema que también tendrán las conexiones MEP de los equipos. En nuestro caso habrá varios sistemas:

- *Agua fría doméstica*: este sistema corresponde con el que transporta el agua fría para consumo humano.
- *Agua caliente doméstica*: del mismo modo que ocurre para el agua fría, ocurre para la caliente, usando otro sistema distinto, pero cuya función es el transporte de agua caliente para consumo humano (ACS).
- *Suministro hidrónico*: transporta el agua caliente que sale de la caldera y que se distribuye hacia los sistemas de calefacción del edificio.

- *Retorno hidrónico*: se encarga de devolver el agua que ha recorrido la calefacción del edificio hacia la caldera para cerrar el circuito.
 - *Otros*: este sistema lo hemos usado para las tuberías que suministran el gas natural desde el exterior hasta las calderas.
 - *Ventilación*: se ha usado para los circuitos de humos, encargados de transportar los mismos hacia el exterior.
- *Proyecto*: por otro lado, como apuntamos al principio de este punto, tenemos que desarrollar la instalación de la sala de calderas, para ello deberemos establecer un proyecto mecánico donde poder disponer los equipos que hemos modelado a través de familias, y poder establecer las conexiones con las tuberías y entre ellos, distribuyéndolos en el espacio.
El programa al iniciarse, como hemos visto nos ofrece a parte de la opción de las familias, una opción para la creación de un nuevo proyecto.

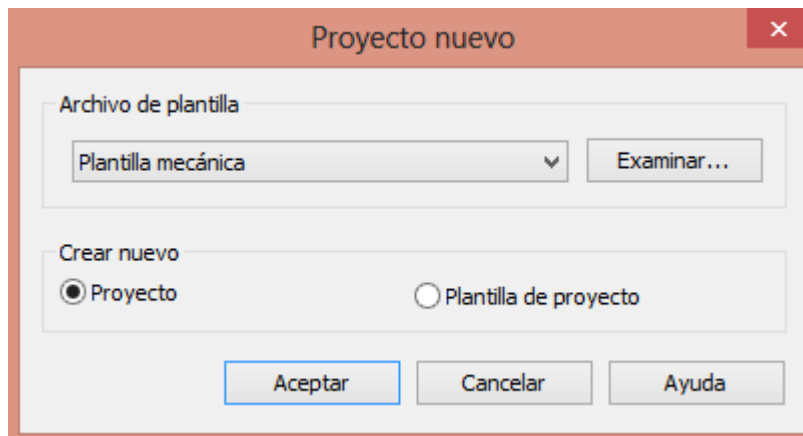


Imagen 51. Pantalla selección del tipo de plantilla

En la imagen, como ya hemos descrito al inicio de este apartado, podemos ver la selección de plantilla mecánica, pero a parte también tendríamos la estructural y la arquitectónica que usaremos para definir los límites estructurales de nuestra sala de calderas, es decir las paredes, ventanas, techos, suelos, etc.

Desde la plantilla mecánica podremos disponer de todas las familias creadas como equipos mecánicos métricos para poder disponerlos en la sala que habremos creado. El valor de este tipo de plantilla es que nos permite el uso de conexiones MEP que permiten el cálculo fluidomecánico de cada componente que hemos diseñado.

Cabe destacar que la forma de operar será la de crear un proyecto y una vez creado, duplicar algunas vistas para editar, disponiéndolas como plantillas mecánicas. A continuación, podemos observar cómo se configura ese aspecto.

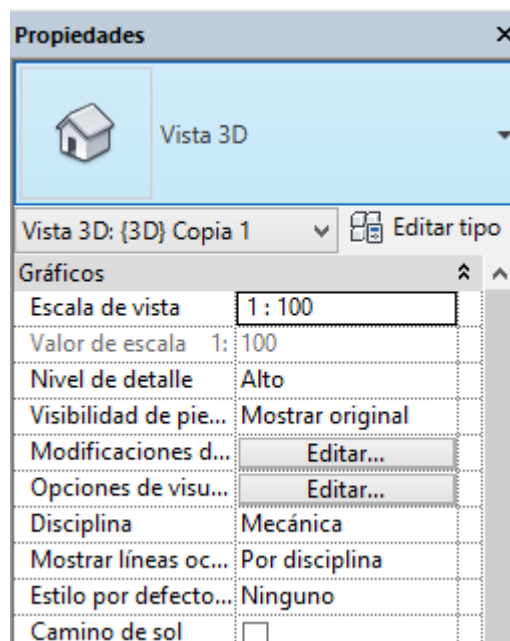


Imagen 52. Propiedades de la vista 3D copia

Como podemos observar en esta copia de la vista 3D, se ha seleccionado en la disciplina la tipología mecánica, para así poder diseñar los circuitos de tuberías, incluyendo los equipos requeridos.

De este modo en un mismo proyecto disponemos tanto de la vista arquitectónica, que nos ofrece una vista más realista y la mecánica que nos permite diseñar a la perfección la instalación.

7. Desarrollo de los equipos en Revit 2017.

Como hemos apuntado en el apartado 6, los equipos se han creado a partir de la tipología de familia y concretamente de la plantilla que nos da Revit 2017 como “Equipos mecánicos métricos”.

Partiendo de esta premisa describiremos como se ha procedido para el desarrollo de los equipos, determinando a partir de que catálogos hemos extraído las formas, los parámetros, así como aportando también los datos más relevantes de cada uno de los equipos conformados.

7.1. Calderas

Para el diseño de la caldera hemos determinado que sería de vital importancia la posición de las conexiones de gas, humos, agua fría y agua caliente así como las dimensiones externas del objeto para que al diseñar nuestra sala de calderas, podamos comprobar si dispone de espacio real en la habitación.

Para su desarrollo, consultamos múltiples marcas entre las que destaca Bosch, Viessmann o Ygnis que finalmente fueron descartadas en pro del fabricante neerlandés De Dietrich de cuyo catálogo extrajimos concretamente sus gamas C e Innovens, conformadas por calderas de condensación de mediana y gran potencia en el caso de la gama C y calderas de condensación de tipo mural en el caso de la serie Innovens, fabricadas ambas con elementos de fundición de aluminio-silicio y quemadores modulantes que se adaptan a bastantes de las situaciones reales que se afrontan desde una oficina técnica.

En un primer lugar nos centramos en la gama C de De Dietrich que presenta diferentes modelos en función de la potencia que generan. En su catálogo podemos comprobar la existencia de unos modelos C230, C330 y C630. Nos centraremos individualmente en el desarrollo del modelo C230 que abarca otros submodelos de diferentes potencias.



Imagen 53. Caldera C230 de De Dietrich

- **Modelos C230:** se tratan de las calderas menos potentes de la gama C de De Dietrich conformado por calderas que van desde los 9 kW hasta los 217 kW.

En la siguiente tabla se recogen las características de los 4 submodelos que integran el grupo C230.

Caldera tipo		C 230	85	130	170	210
Potencia útil máxima a 50/30 °C		kW	93	129	179	217
Rendimiento en % Pci con carga... % Pn y temp. agua... °C	100 % Pn a temp. media 70 °C	%	97,4	97,5	97,5	97,6
	30% Pn a temp. retorno 30 °C	%	107,9	108,1	108,3	108,4
	100% Pn a temp. retorno 30 °C	%	104,3	104,7	105,2	105,7
Caudal nominal de agua a $\Delta t = 20$ K		m ³ /h	3,73	5,16	7,14	8,17
Pérdidas en la parada a $\Delta t = 30$ K		W	230	257	276	288
% pérdida por las paredes/pérdidas totales		%	75	75	75	75
Potencia eléctrica auxiliar a Pn de la caldera		W	125	193	206	317
Potencia eléctrica auxiliar a Pmin de la caldera		W	34	36	56	59
Potencia nominal mínima a 50/30 °C		kW	18	24	33	44
Potencia nominal máxima a 80/60 °C		kW	87	120	166	200
Potencia nominal mínima a 80/60 °C		kW	16	22	29	39
Pérdidas de carga lado agua a $\Delta t = 20$ K		mbar	165	135	170	180
Caudal de gas	gas natural H	m ³ /h	9,4	13,0	18,0	21,7
	propano	kg/h	6,91	9,56	13,21	15,93
Caudal másico de los humos		kg/h	149,7	206,9	286,0	344,9
Temperatura máxima de los humos a 40/30 °C		°C	43	43	43	43
Presión disponible en la salida de caldera		Pa	130	130	130	130
Capacidad de agua		l	12	16	20	24
Caudal de agua mínimo necesario (I)		m ³ /h	1,12	1,49	2,14	2,59
Superficie suelo		m ²	0,54	0,54	0,54	0,54
Peso		kg	115	135	165	188

(I) sólo es necesario si la temperatura máxima supera los 75 °C.

Tabla 20. Propiedades de las calderas gama C de De Dietrich

Aunque estos datos resultan de vital importancia a la hora de diseñar la sala de calderas, para el diseño propiamente de la caldera necesitaremos los valores de las medidas exteriores, así como las posiciones de las entradas (agua fría y gas) y las salidas (agua caliente y humos). Estos valores se recogen en la siguiente imagen extraída del catálogo del fabricante.

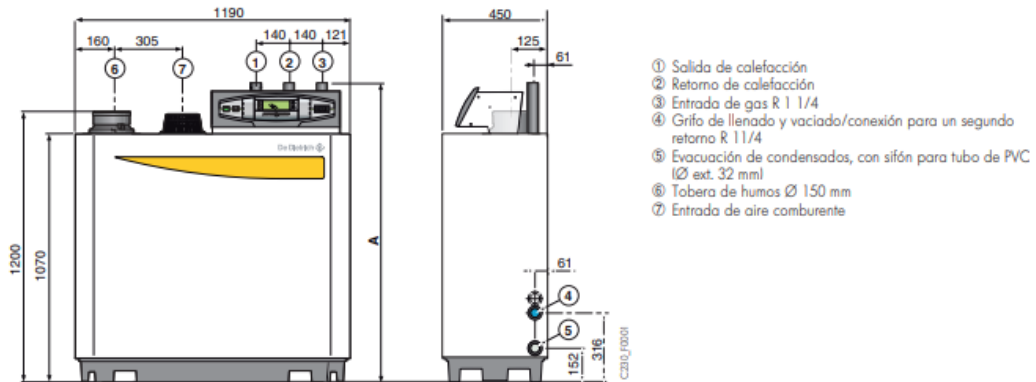


Imagen 54. Esquema con medidas de la gama C de De Dietrich

Una vez en posesión de estos valores, entramos al diseño en Revit 2017 de la caldera partiendo de la plantilla de “Equipos mecánicos métricos”. Como hemos apuntado durante todo el trabajo en el diseño buscamos la sencillez de los equipos manteniendo unas formas externas asimilables con la realidad pero sin excedernos en los detalles para evitar un tamaño excesivo del archivo.

	A	①	②
C 230-85 Eco	1309	R 1 1/4	R 1 1/4
C 230-130 Eco	1309	R 1 1/4	R 1 1/4
C 230-170 Eco	1309	R 1 1/4	R 1 1/4
C 230-210 Eco	1324	R 1 1/2	R 1 1/2

Tabla 21. Medidas gama C de De Dietrich

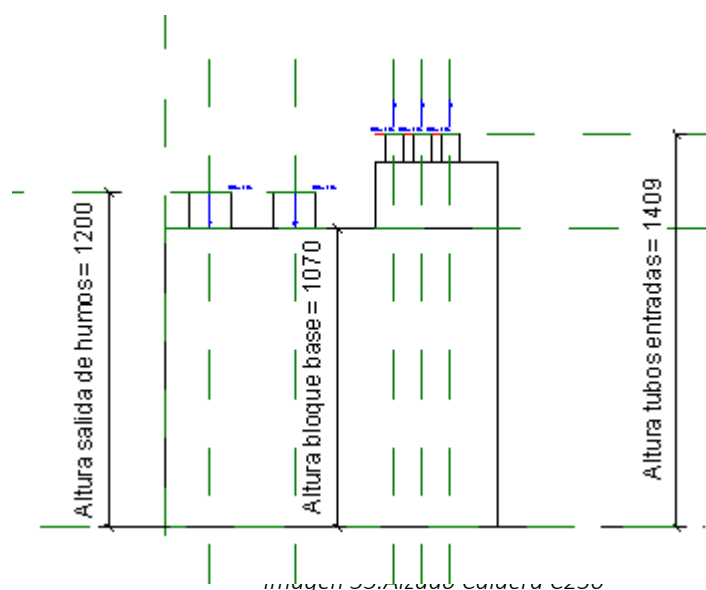
Lo primero que determinamos en el diseño son los parámetros que vamos a usar. Como podemos ver en las tablas anteriores, hay valores que varían en función del tipo de submodelo por lo tanto, al parametrizar nos resultará más sencillo obtener los múltiples tipos de calderas C230.

A través de Revit 2017 hemos establecido los siguientes parámetros del tipo cotas para el diseño:

Parámetro	Valor	Fórmula
Cotas		
Altura bloque base	1070.0	=
Altura bloque entradas	1309.0	=
Altura entrada aire comburente	1200.0	=
Altura salida de humos	1200.0	=
Altura tubos entradas	1409.0	=
Ancho bloque base	450.0	=
Anchura bloque entradas	140.0	=
Diametro agua caliente	63.6	= 2 * (Radio agua caliente)
Diametro agua fria	63.6	= 2 * (Radio agua fria)
Diametro entrada aire comburente	150.0	= 2 * (Radio entrada aire comburente)
Diametro gas	63.6	= 2 * (Radio gas)
Diametro salida de humos	150.0	= 2 * (Radio salida humos)
Distancia entrada aire comburente	305.0	=
Distancia salida humos	160.0	=
Radio agua caliente	31.8	=
Radio agua fria	31.8	=
Radio entrada aire comburente	75.0	=
Radio gas	31.8	=
Longitud bloque base	1190.0	=
Longitud bloque entradas	440.0	=
Radio salida humos	75.0	=

Tabla 22. Propiedades para la gama C de De Dietrich en Revit 2017

A continuación, facilitamos las diferentes vistas del diseño para el submodelo C230-85, para poder comprobar con que magnitud se corresponde cada parámetro.



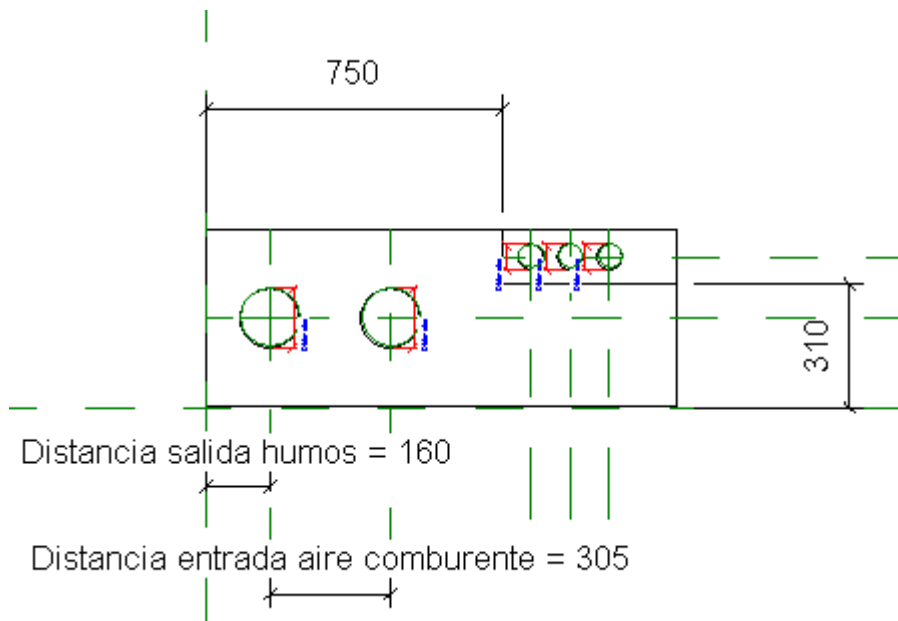


Imagen 56.Planta caldera C230

Algunos de los parámetros descritos en la tabla son diámetros o niveles de extrusión que se determinan en los menús de propiedades.

Siguiendo con los aspectos de diseño de la caldera, una vez determinados todos los parámetros necesarios, nos centramos en las formas de la caldera, para ello usamos las herramientas de diseño que dispone Revit 2017. Para este caso se ha usado la extrusión que se basa en la creación de una forma plana a la que posteriormente le otorgas una altura de extrusión, que como hemos dicho en muchos casos es un parámetro ya fijado, hasta la que genera una réplica de la misma forma plana que hemos determinado. Para el caso específico de la caldera, hemos usado dos tipologías de rectángulo para el cuerpo y para el bloque que alberga la entrada de agua fría y gas y la salida de agua caliente y además la forma circular para establecer las entradas y salidas necesarias.

También entre los aspectos de diseño cabe destacar uno de los puntos principales, como es establecer las entradas y salidas a través de las conexiones, que nos permitirán determinar el tipo de flujo, la dirección y una vez incorporado al proyecto, el sistema al que pertenecen, es decir ACS, agua fría, gas o humos. A continuación, mostramos un corte del menú de propiedades de una de estas conexiones para observar todos los datos que se pueden incluir:

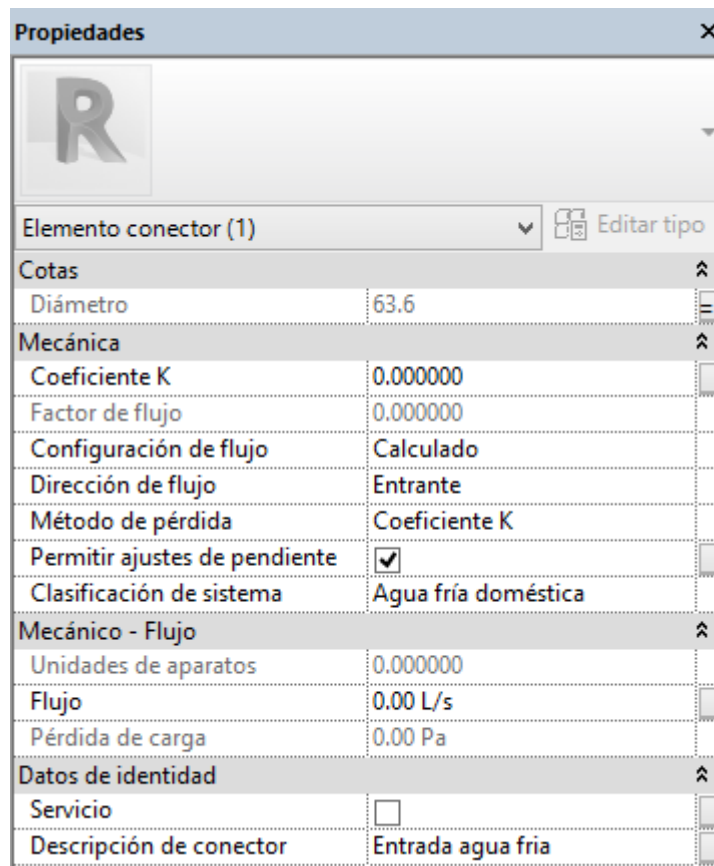


Imagen 57. Menú propiedades de las conexiones MEP

Como podemos comprobar en la imagen, se determina el diámetro, que en nuestro caso es un parámetro, también el coeficiente K para el cálculo de las pérdidas, así como los flujos, el sistema y la dirección del flujo.

Este tipo de conector, permitirá que al incluir el modelo en un proyecto podamos establecer conexiones entre los diferentes equipos y tuberías estableciendo los sistemas que requiramos para el diseño de la sala.

Otro aspecto de diseño es la selección del material, por ejemplo, en este caso la caldera tal y como indica el catálogo está conformada por una aleación de aluminio y silicio. Por ello a través de Revit 2017 podemos determinar el tipo de material entre múltiples opciones predeterminadas. En este caso hemos seleccionado el Aluminio 6061 que se trata de una aleación de aluminio con silicio y magnesio, que puede acercarse a la real que indica De Dietrich para sus calderas. Además, podemos determinar el color para así generar un reconocimiento visual rápido de las diferentes partes de la caldera, usando el azul para las entradas de agua fría, el rojo

para las salidas de agua caliente, el amarillo para los elementos relacionados con el gas natural y el negro para las salidas de humos.

En la siguiente imagen podemos observar cómo hemos establecido diferentes colores para un mismo material, como hemos apuntado, para conseguir que visualmente sea más sencilla la identificación de cada elemento.

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
AGUA CALIENTE	AGUA CALIENTE (Aluminio-Sili	=
AGUA FRIA	AGUA FRIA (Aluminio-Silicio)	=
CUERPO	CUERPO (Aluminio-Silicio)	=
GAS	GAS (Aluminio-Silicio)	=
HUMOS	HUMOS (Aluminio-Silicio)	=

Tabla 23. Propiedades de material

Si nos adentramos específicamente en el editor de materiales tendríamos las siguientes pantallas:

En esta primera nos permite la creación del nuevo material, así como configuraciones de aspecto y propiedades.

Nosotros hemos creado, diferentes variantes con nombres que nos permitan identificar el uso de cada tipo de material, pero podemos comprobar como las propiedades del material se mantienen a pesar de los cambios de aspecto y nombre.

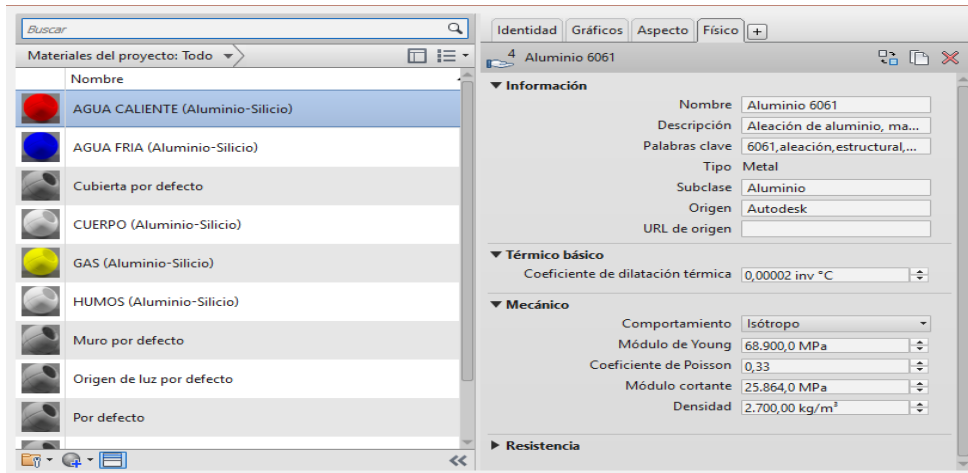


Imagen 58. Pantalla de creación de materiales

En la imagen que vemos a continuación tendríamos los materiales de los que dispone Revit 2017 para seleccionar. En este caso nos centramos en las aleaciones de aluminio.

Elementos de d...	Nombre de elemento	Aspecto	Tipo	Categoría
Objetos fi... Macizo	Aluminio 2014-T6	Físico	Metal	Metal: Aluminio
Metal	Aluminio 3003-H12	Físico	Metal	Metal: Aluminio
Bibliotec... Cubierta	Aluminio 5005-H12	Físico	Metal	Metal: Aluminio
Metal	Aluminio 5052 H32	Físico	Metal	Metal: Aluminio
	Aluminio 5052-H32	Físico	Metal	Metal: Aluminio
	Aluminio 5083 87 en frío	Físico	Metal	Metal: Aluminio
	Aluminio 5454 0 en frío	Físico	Metal	Metal: Aluminio
	Aluminio 6061	Físico	Metal	Metal: Aluminio
	Aluminio 6061	Físico	Metal	Metal: Aluminio
	Aluminio 6061 - Soldado	Físico	Metal	Metal: Aluminio

Imagen 59. Pantalla de selección de material

Ya por último, uno de los principales potenciales de Revit 2017 a parte de su capacidad para el diseño, es su capacidad de contener información, por ello, en este caso para esta familia de calderas hemos dispuesto un apartado de datos de identidad donde se facilitan las URL del fabricante para poder acceder a los catálogos y tarifas entre otros datos así como el coste de cada producto, la potencia y los rendimientos de la caldera en diferentes situaciones.

Datos de identidad	
Imagen de tipo	C230.jpg
Nota clave	
Modelo	C230-210 ECO
Fabricante	De Dietrich
Comentarios de tipo	
Potencia	217 kW
Rendimiento (media 70°C / 100%)	97,6 %
Rendimiento (retorno 30°C / 100%)	105,7 %
Rendimiento (retorno 30°C / 30%)	108,4 %
URL	http://www.dedietrich-calefacci
Descripción	Caldera de condensación fabricad
Código de montaje	
Costo	11612.00
URL Tarifas	pro.dedietrich-calefaccion.es/d

Tabla 24. Datos de identidad caldera C230

Cada uno de estos datos estará dispuesto para todos los modelos de calderas y se accederá como a cualquiera del resto de parámetros.

Finalmente, tras ejecutar todos estos aspectos relativos al diseño obtenemos el siguiente resultado:

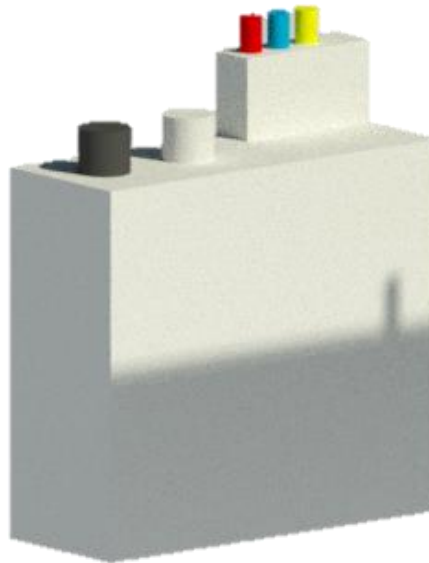


Imagen 60. Diseño 3D caldera C230.

En la imagen podemos apreciar como la forma resulta sencilla, pero es fácilmente reconocible como caldera apreciando las entradas y salidas de los diferentes fluidos identificados con sus colores habituales (rojo para

agua caliente, azul para agua fría, amarilla para gas natural y negro para humos) para así, establecer un reconocimiento visual rápido.

- *Calderas Innovens*: con un proceso idéntico, aunque variando los datos de parámetros hemos operado para reproducir el símil de las calderas de la gama Innovens de De Dietrich.



Imagen 61. Caldera Innovens de De Dietrich

De este equipo también disponemos de los datos más generales:






Caldera	Modelo con salida de humos		Potencia útil	
	horizontal (Ø 60/100 mm)	vertical (Ø 80/125 mm + adaptador)	calefacción 50/30 °C (kW)	a.c.s. 80/60 °C (kW)
 MCA_00101A Para calefacción	MCA 15 VH MCA 25 VH MCA 35 VH	MA 15 VV MCA 25 VV MCA 35 VV	3,4-15,8 5,6-25,5 7,0-35,9	- - -
 MCA_0003 Para calefacción y agua caliente sanitaria mediante 3 acumuladores con una capacidad total de 40 litros	MCA 25/28 BIC VH	MCA 25/28 BIC VV	5,6-25,5	5,0-29,9
 MCA_0008 Para calefacción y producción de agua caliente sanitaria mediante un acumulador de 60 litros dispuesto a la derecha o a la izquierda de la caldera	MCA 15 VH/BS 60 MCA 25 VH/BS 60 MCA 35 VH/BS 60	MCA 15 VV/BS 60 MCA 25 VV/BS 60 MCA 35 VV/BS 60	3,4-15,8 5,6-25,5 7,0-35,9	3,0-14,5 5,0-24,1 6,3-34,0
 MCA_00103A Para calefacción y producción de agua caliente sanitaria mediante un acumulador de 130 litros instalado debajo de la caldera	MCA 15 VH/BS 130 MCA 25 VH/BS 130 MCA 35 VH/BS 130	MCA 15 VV/BS 130 MCA 25 VV/BS 130 MCA 35 VV/BS 130	3,4-15,8 5,6-25,5 7,0-35,9	3,0-14,5 5,0-24,1 6,3-34,0
 MCA_0001A Para calefacción y agua caliente sanitaria instantánea	MCA 25/28 MI/VH	MCA 25/28 MI/VV	5,6-25,5	5,0-28,6

Tabla 25. Propiedades de la gama Innovens de De Dietrich

Así como de los datos que atañen propiamente a la actividad de diseño, que en este caso varían de forma más notable que en el caso de la gama C en cada modelo:

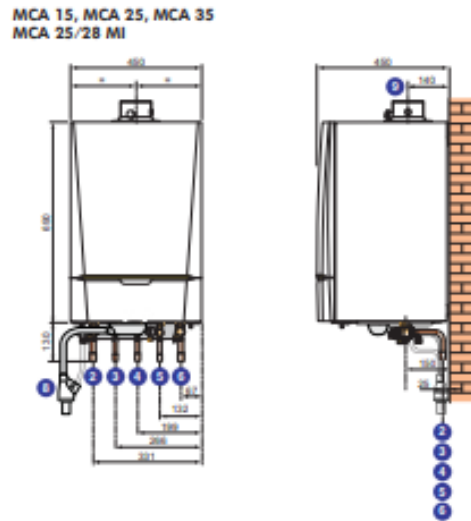


Imagen 62. Características geométricas calderas gama Innovens de De Dietrich (MCA15, MCA25, MCA35, MCA 25/28 MI)

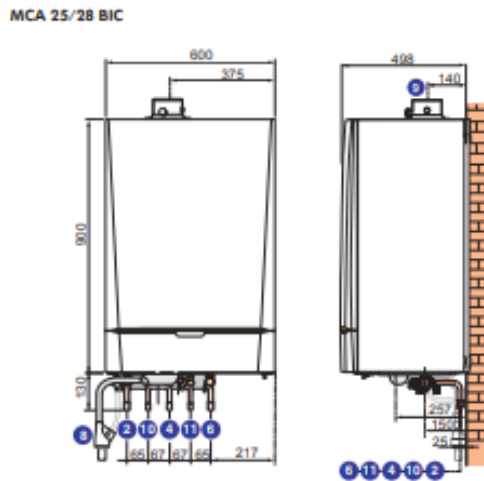


Imagen 63. Características geométricas calderas gama Innovens de De Dietrich (MCA 25/28 BIC)

A partir de estos datos también hemos generado una tabla de parámetros en Revit:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura	690.0	=
Altura negativa	-690.0	= -Altura
Altura salida humos (negativa)	-790.0	= -Altura - 100 mm
Altura salida humos (positiva)	790.0	= Altura + 100 mm
Altura tuberías	130.0	=
Ancho	450.0	=
Ancho salida de humos	199.0	=
Diametro llegada gas	18.0	=
Diametro retorno calefaccion	22.0	=
Diametro salida agua caliente	22.0	=
Diametro salida de humos	80.0	=
Distancia llegada gas	199.0	=
Distancia retorno calefaccion	67.0	=
Distancia salida agua caliente	331.0	=
Profundidad	450.0	=
Profundidad tuberías	117.9	=
Radio llegada gas	9.0	= Diametro llegada gas / 2
Radio retorno calefaccion	11.0	= Diametro retorno calefaccion / 2
Radio salida agua caliente	11.0	= Diametro salida agua caliente / 2
Radio salida de humos	40.0	= Diametro salida de humos / 2
Salida de humos (profundidad)	140.0	=

Tabla 26. Parámetros de la gama Innovens de De Dietrich

Y del mismo modo se han añadido las conexiones MEP, los materiales que la componen y algunos datos característicos como su potencia.

El producto final queda con el siguiente aspecto donde de nuevo hacemos mención de los colores que nos permitirán identificar de forma sencilla que función tiene cada parte de la caldera.



Imagen 64. Modelo 3D caldera gama Innovens de De Dietrich

7.2. Bombas

Para el diseño de las bombas, hemos optado, tras haber contrastado con marcas como Grundfos o Flygt, por el modelo Stratos de la marca Wilo, fijando el diámetro de entrada y salida, así como la distancia entre las bridas de entrada y salida, el tamaño del motor y del cuerpo que contiene toda la estructura de la bomba y que nos permitirá concebir los volúmenes que ocuparía en una instalación real.

Las bombas son circuladoras de rotor húmedo con conexión roscada o embridada y motor EC con adaptación automática de potencia. Su uso está centrado en sistemas de calefacción por agua caliente, instalaciones de climatización, circuitos cerrados de refrigeración y sistemas industriales de circulación, por lo que resultarán idóneas para nuestro proyecto.

La bomba, según indicaciones del fabricante, está realizada en fundición gris, el rodete en plástico, el eje en acero inoxidable y el cojinete en carbono.



Imagen 65. Bomba Stratos de rotor húmedo de Wilo

La gama Stratos tiene múltiples modelos con diferentes diámetros nominales para las entradas y salidas que van desde 1" hasta diámetros nominales de 100 mm.

A continuación facilitamos los valores que propiamente afectan al diseño externo del producto, también obtenidos a través de los datos que proporciona el fabricante.

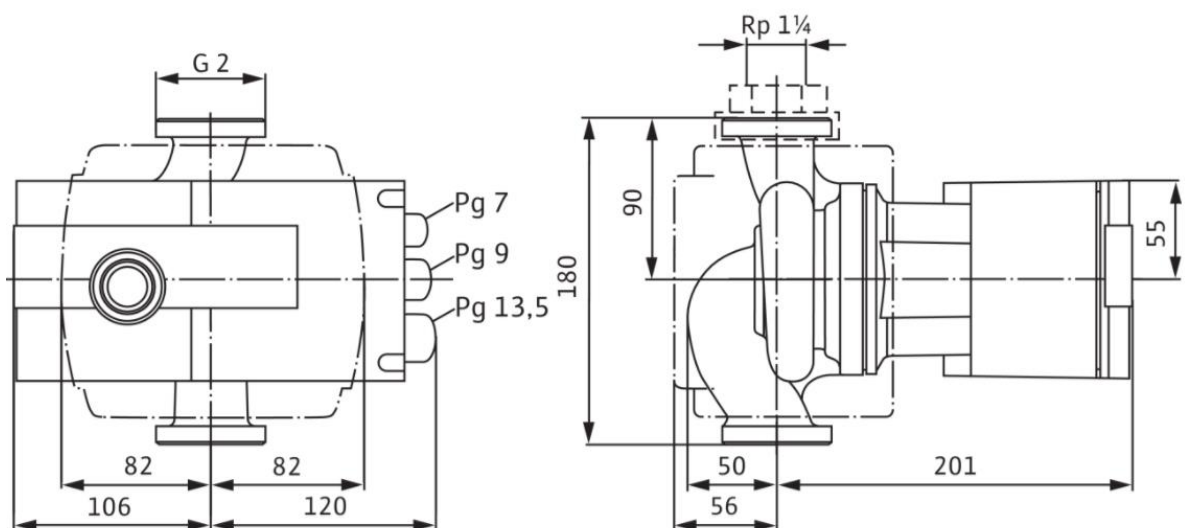


Imagen 66. Características geométricas bomba Wilo Stratos

En la imagen podemos comprobar las diferentes medidas que determinan las dimensiones finales de la bomba.

A continuación, una vez conocidos estos datos, los introducimos en Revit:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Fundición gris bomba	Fundición gris bomba	=
Cotas		
Altura cuerpo	155.0	= Longitud efectiva - 25 mm
Altura motor	90.0	= Longitud efectiva / 2
Ancho	76.0	=
Cuerpo motor	182.0	=
Diametro nominal brida	31.8	=
Diametro conexion tuberia	31.8	=
Diametro racord	31.8	=
Distancia eje anillos-motor	182.0	= Longitud efectiva + 2 mm
Estrechamiento anillos	10.0	=
Grosor estrechamiento anillos	15.0	= Grosor anillos + 5 mm
Grosor estrechamiento superior	170.0	= Altura cuerpo + Grosor estrechamiento
Longitud efectiva	180.0	=
Grosor anillos	10.0	=
Media anchura cuerpo	89.0	=
Media anchura cuerpo amplia	114.0	=
Media anchura negativa caja	-56.0	=
Median anchura positiva caja	56.0	=
Mitad distancia entre anillos	90.0	=
Radio conexion tuberia	15.9	= Diametro conexion tuberia / 2
Radio motor	49.0	=
Radio nominal brida	15.9	= Diametro nominal brida / 2
Radio racord	15.9	= Diametro racord / 2
Radio soporte	36.8	= Radio conexion tuberia + Radio no

Tabla 27. Parámetros bomba Wilo Stratos

Una vez parametrizados los datos, procedemos al diseño de la bomba obteniendo las siguientes vistas del modelo:

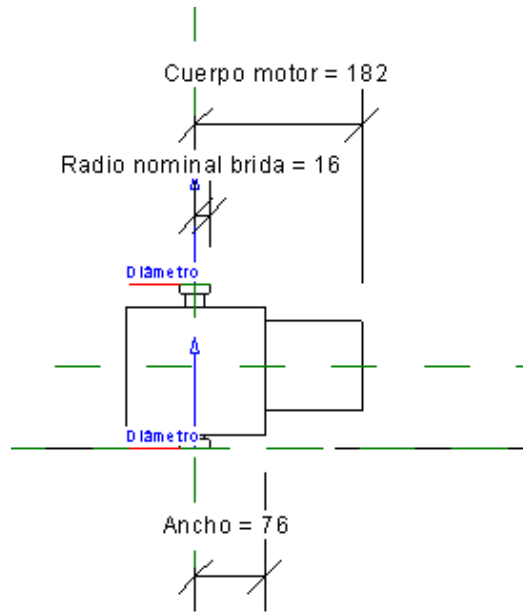


Imagen 67. Alzado bomba Wilo Stratos

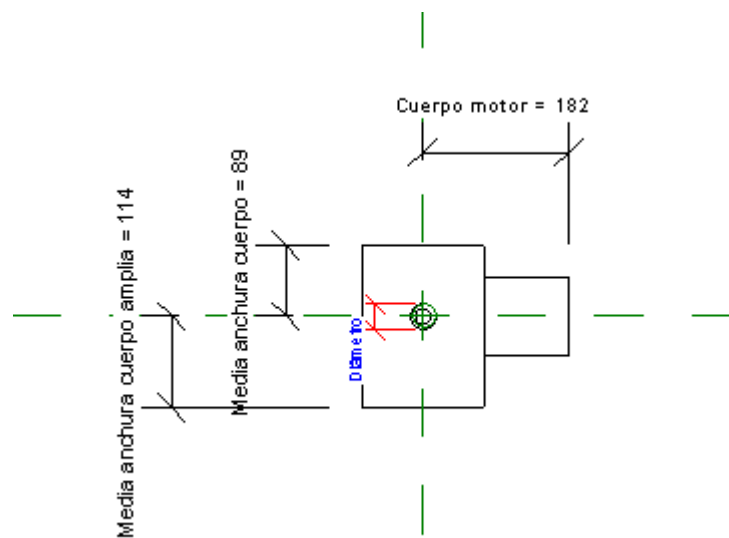


Imagen 68. Planta bomba Wilo Stratos

Como en el caso de las calderas, algunos de los parámetros corresponden con diámetros o niveles de extrusión que se implementan en los menús de propiedades.

Continuando con los aspectos de diseño de la caldera, cuando hemos determinado los parámetros necesarios nos centraremos en darle forma al equipo usando las herramientas de Revit, principalmente en este caso, la extrusión.

También referente al diseño, es vital establecer las entradas y salidas, en este caso una de cada tipo, para así poder conectar con las tuberías y poder calcular los valores fluidomecánicos de la instalación. Puesto que ya hemos mostrado en el caso de las calderas, el menú que facilita la información de estas conexiones no lo repetiremos a continuación ya que este resulta idéntico, a excepción de las variaciones en las dimensiones de los diámetros.

Otro aspecto importante en el diseño de un equipo como la bomba, es la elección de materiales, en un primer lugar para asemejarlos con la realidad, pero también para conferirles un color que resulte identificativo cuando realicemos la instalación definitiva. En este caso, el material que nos indica el fabricante es la fundición gris y el color que usaremos por ser concretamente el original y representativo de la marca Wilo, será el verde.

Como ya describimos en el caso de la caldera el proceso de selección y configuración del material, no repetiremos mediante imágenes el proceso, puesto que la técnica es idéntica.

Después de procesar todos estos datos y elaborar el diseño, el equipo queda con un aspecto tal se muestra:



Imagen 69. Modelo 3D bomba Wilo Stratos

Como hemos mentado previamente, le hemos conferido un color verde con el fin de hacerla fácilmente identificable una vez que se realice la instalación.

7.3. Vasos de expansión

En pro de diseñar los vasos de expansión, lo primero será determinar que parámetros resultan de vital importancia para su conceptualización.

Puesto que estos equipos exclusivamente disponen de una entrada o de entrada y salida, los parámetros que definan a estas conexiones serán necesarias, es decir su posición o diámetro. A modo de aclaración hablamos de una entrada cuando tenemos un vaso de expansión para los circuitos de agua caliente que no será para consumo humano, y de entrada y salida cuando los circuitos de agua caliente son para consumo humano. Esta funcionalidad se debe a que el agua caliente de uso humano, no puede mantenerse estancada durante largos periodos de tiempo para evitar la proliferación del virus de la legionella.

Otros parámetros importantes serán, el diámetro del vaso, así como su altura y en el caso de tener patas de apoyo, las dimensiones de estas, tanto en altura como en diámetro.

Para el diseño, manejamos diferentes referencias de la marca Ibaiondo, aunque finalmente, por el mayor número de opciones nos decantamos por los vasos de expansión de la compañía Sedical, centrándonos en diferentes modelos que permiten cumplir con todas las necesidades que previsiblemente tendremos durante el diseño de la sala de calderas.

En el catálogo no se indica el material, pero de atendiendo a sus competidores en el mercado, el producto usado es acero en la mayoría de casos y membranas no recambiables que atienden a la normativa DIN 4807.

En nuestro caso como hemos dicho anteriormente, hemos optado por los modelos "Reflex G", "Refix DD" y "Refix DT". Estos dos últimos modelos, son los que hemos descrito previamente como de entrada y salida y que permiten evitar el desarrollo del virus de la legionella y por lo tanto enfocados al ACS, mientras que los 3 primeros modelos van destinados a instalaciones de calefacción y climatización.

A continuación exponemos los diferentes tipos con los parámetros que los describen a nivel de funcionalidad y paramétrica:

- **Modelos Reflex G:**

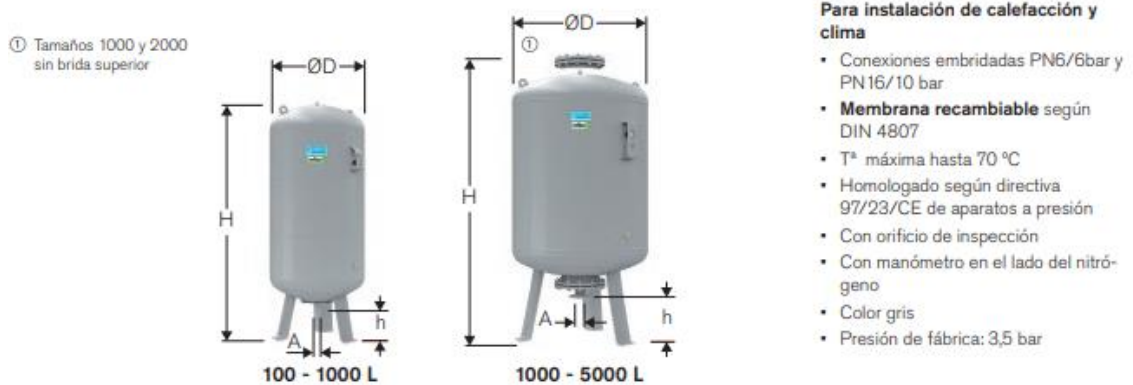


Imagen 70. Características geométricas de los vasos de expansión G

Modelo litros	A R = roscada DN = embridada	Dimensiones			Presión/Tª máx. de trabajo	Referencia
		Ø D	H	h		
G 400	R 1"	740	1253	146	6 bar / 120 °C	8521605
G 500	R 1"	740	1473	146		8521705
G 600	R 1"	740	1718	146		8522605
G 800	R 1"	740	2183	146		8523610
G 1000*$\text{D}=740$	R 1"	740	2593	146		8546605
G 1000*$\text{D}=1000$	DN 65 / PN 6	1000	1975	305	6 bar / 120 °C	8524605
G 1500	DN 65 / PN 6	1200	1975	305		8526605
G 2000	DN 65 / PN 6	1200	2430	305		8527605
G 3000	DN 65 / PN 6	1500	2480	335		8544605
G 4000	DN 65 / PN 6	1500	3055	335		8529605
G 5000	DN 65 / PN 6	1500	3590	335	8530605	
G 100	R 1"	480	856	152	10 bar / 120 °C	8518000
G 200	R 1 1/4"	634	972	144		8518100
G 300	R 1 1/4"	634	1267	144		8518200
G 400	R 1 1/4"	740	1245	133		8521005
G 500	R 1 1/4"	740	1475	133		8521006
G 600	R 1 1/2"	740	1859	263		8522006
G 800	R 1 1/2"	740	2324	263		8523005
G 1000*$\text{D}=740$	R 1 1/2"	740	2604	263		8546005
G 1000*$\text{D}=1000$	DN 65 / PN 16	1000	2000	290	10 bar / 120 °C	8524005
G 1500	DN 65 / PN 16	1200	2000	290		8526005
G 2000	DN 65 / PN 16	1200	2450	290		8527005
G 3000	DN 65 / PN 16	1500	2580	320		8544005
G 4000	DN 65 / PN 16	1500	3070	320		8529005
G 5000	DN 65 / PN 16	1500	3610	320	8530005	

Tabla 28. Parámetros y características de los vasos de expansión G

- **Modelo Refix DD:**

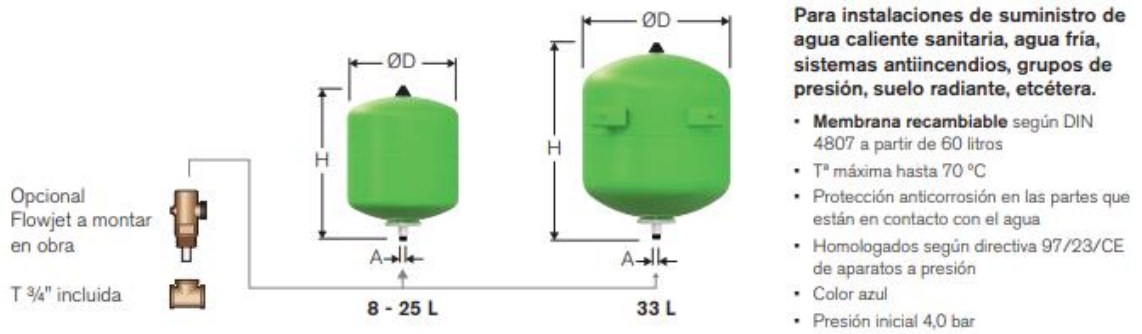


Imagen 71. Características geométricas de los vasos de expansión DD

Modelo Color verde	A R = roscada DN = embreada	ØD	Dimensiones (mm)			Presión / Tª máx. de trabajo	Referencia
			H	h			
DD 8	R 3/4"	206	335	-	10 bar / 70 °C	7308000	
DD 12	R 3/4"	280	325	-		7308200	
DD 18	R 3/4"	280	395	-		7308300	
DD 25	R 3/4"	280	515	-		7308400	
DD 33	R 3/4"	354	465	-		7380700	
DD 8	R 3/4"	206	335	-	25 bar / 70 °C	7290200	

Tabla 29. Parámetros y características de los vasos de expansión DD

- **Modelo Refix DT:**



Imagen 72. Características geométricas de los vasos de expansión DT

Modelo	A R = rosca DN = embridada PN16	ØD	Dimensiones		Presión/Tª máx. de trabajo 16 bar/70 °C Referencia	Presión/Tª máx. de trabajo 16 bar/70 °C Referencia
			H	h		
DT 60	R 1 1/4"	409	766	80	7309000	--
DT 80	R 1 1/4"	480	750	65	7309100	7316005
	DN 50	480	750	100	7365000	7370000
	DN 65	480	750	110	7335705	7310306
	DN 80	480	750	115	7335805	7310307
DT 100	R 1 1/4"	480	835	65	7309200	7365408
	DN 50	480	835	100	7365400	7370100
	DN 65	480	835	110	7365405	7370101
	DN 80	480	835	115	7365406	7370102
DT 200	R 1 1/4"	634	975	80	7309300	7365108
	DN 50	634	975	105	7365100	7370200
	DN 65	634	975	115	7365105	7370205
	DN 80	634	975	120	7365106	7370206
DT 300	R 1 1/4"	634	1275	80	7309400	7319205
	DN 50	634	1275	105	7365200	7370300
	DN 65	634	1275	115	7336305	7314205
	DN 80	634	1275	120	7336405	7314206
DT 400	R 1 1/4"	740	1245	70	7319305	--
	DN 50	740	1245	95	7365500	7370400
	DN 65	740	1245	105	7336505	7339006
	DN 80	740	1245	110	7336605	7339005
DT 500	R 1 1/4"	740	1475	70	7309500	--
	DN 50	740	1475	90	7365300	7370500
	DN 65	740	1475	100	7365307	7370507
	DN 80	740	1475	110	7365305	7370505
DT 600	DN 50	740	1860	235	7365600	7370600
	DN 65	740	1860	235	7336705	7339105
	DN 80	740	1860	235	7336806	7339205
DT 800	DN 50	740	2325	235	7365700	7370700
	DN 65	740	2325	235	7336905	7339305
	DN 80	740	2325	235	7337006	7339406
DT 1000* (D=740)	DN 50	740	2604	235	7365800	7370800
	DN 65	740	2604	235	7337105	7339505
	DN 80	740	2604	235	7337205	7339605
DT 1000* (D=1000)	DN 65	1000	2000	160	7320105	7320205
	DN 80	1000	2000	150	7337305	7339705
	DN 100	1000	2000	140	7337405	7339805
DT 1500	DN 65	1200	2000	160	7320305	7320405
	DN 80	1200	2000	150	7337505	7339905
	DN 100	1200	2000	140	7337605	7340005
DT 2000	DN 65	1200	2450	160	7320505	7320605
	DN 80	1200	2450	150	7337705	7340105
	DN 100	1200	2450	140	7337805	7340205
DT 3000	DN 65	1500	2520	190	7320705	7320805
	DN 80	1500	2520	180	7337905	7340305
	DN 100	1500	2520	170	7338005	7340405

Tabla 30. Parámetros y características de los vasos de expansión DT

Una vez que disponemos de estos datos ya podemos especificar los parámetros en Revit tal y como especificamos a continuación:

- Modelos Reflex G:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura	345.0	=
Altura patas	1.0	=
Ancho brida	40.0	= 10 mm + Longitud salida
Diametro	280.0	=
Diametro bridas	29.1	= Diametro conexion + 10 mm
Diametro conexion	19.1	=
Diametro patas	25.4	=
Distancia patas	90.0	=
Longitud salida	30.0	=
Radio	140.0	= Diametro / 2
Radio bridas	14.6	= Diametro bridas / 2
Radio conexion	9.6	= Diametro conexion / 2
Radio patas	12.7	= Diametro patas / 2

Tabla 31. Parámetros vasos de expansión Reflex G

- Modelos Reflex DD:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura cuerpo	325.0	=
Diametro cuerpo	280.0	=
Diametro T	19.1	=
Extrusión negativa T	-14.3	= -1.5 * Radio T
Extrusión positiva T	14.3	= 1.5 * Radio T
Longitud T	28.7	= 3 * Radio T
Longitud salida	28.7	= 3 * Radio T
Radio cuerpo	140.0	=
Radio T	9.6	= Diametro T / 2

Tabla 32. Parámetros vasos de expansión Reflex DD

- Modelos Refix DT:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura cuerpo	835.0	=
Altura patas	-500.0	=
Diametro T	50.0	=
Diametro bridas	70.0	= 2 * Radio bridas
Diametro cuerpo	480.0	=
Diametro patas	50.8	= 2 * Radio patas
Distancia patas	259.9	=
Espesor bridas	10.0	=
Extrusión negativa T	-37.5	= -1.5 * Radio T
Extrusión negativa brida	-47.5	= Extrusión negativa T - 10 mm
Extrusión positiva T	37.5	= 1.5 * Radio T
Extrusión positiva brida	47.5	= Extrusión positiva T + 10 mm
Longitud T	75.0	= 3 * Radio T
Longitud salida	75.0	= 3 * Radio T
Radio T	25.0	= Diametro T / 2
Radio bridas	35.0	= Radio T + 10 mm
Radio cuerpo	240.0	= Diametro cuerpo / 2
Radio patas	25.4	=

Tabla 33. Parámetros vasos de expansión Refix DT

Como podemos comprobar los parámetros de diseño son similares a excepción de los equipos que disponen de patas o bridas en sus conexiones, que añaden algunos parámetros a mayores.

También cabe destacar que se establecen algunas relaciones como las extrusiones de las bridas o el diámetro de las patas que se han elegido en consonancia con las dimensiones del equipo, puesto que son valores que no aparecen especificados en las características del catálogo.

Para asociar parte de estos parámetros exponemos las vistas de planta y alzado de algunos de los equipos; si bien hemos de tener en cuenta que parte de estos parámetros se implementan en el menú de opciones, pues corresponden a diámetros o niveles de extrusión.

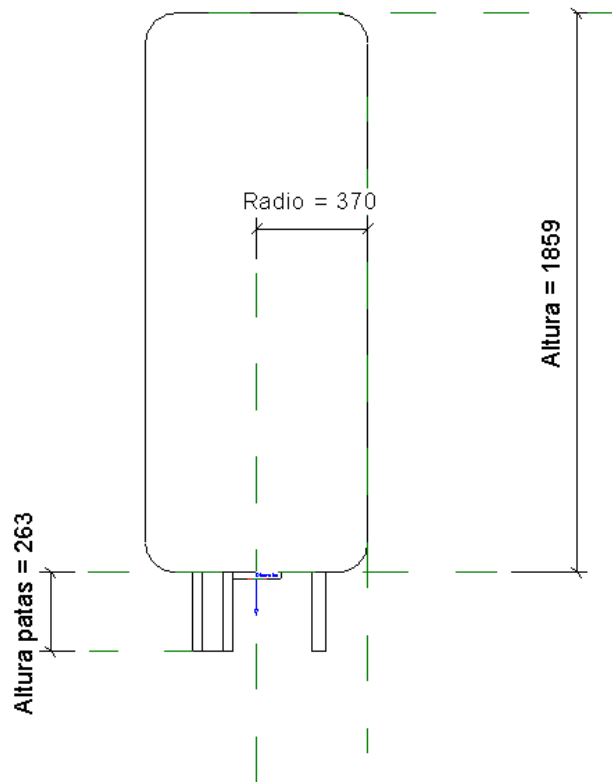


Imagen 73. Alzado vaso de expansión Reflex G600

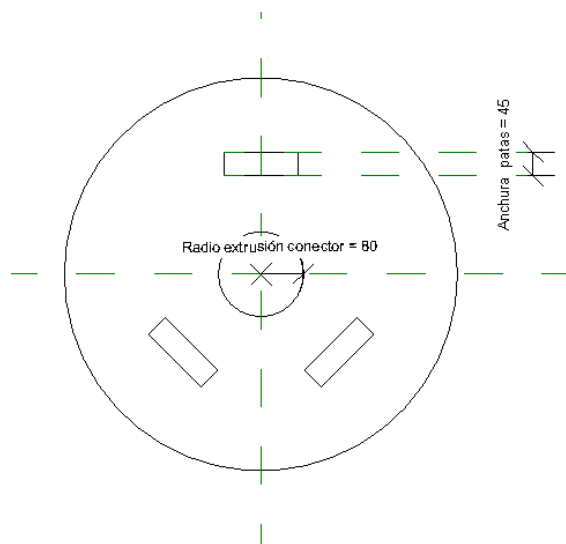


Imagen 74. Planta vaso de expansión Reflex G600

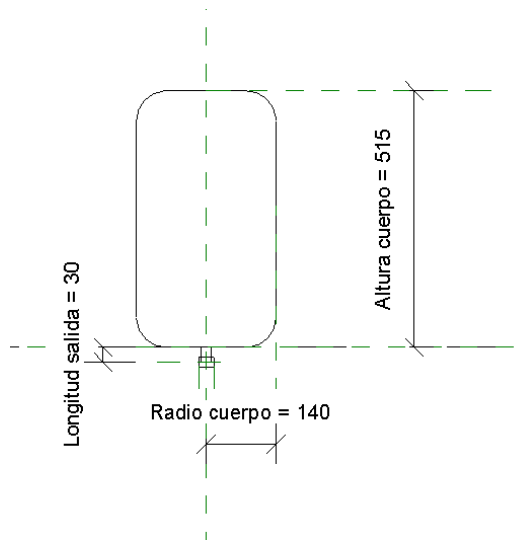


Imagen 75. Alzado vaso de expansión Reflex DD25

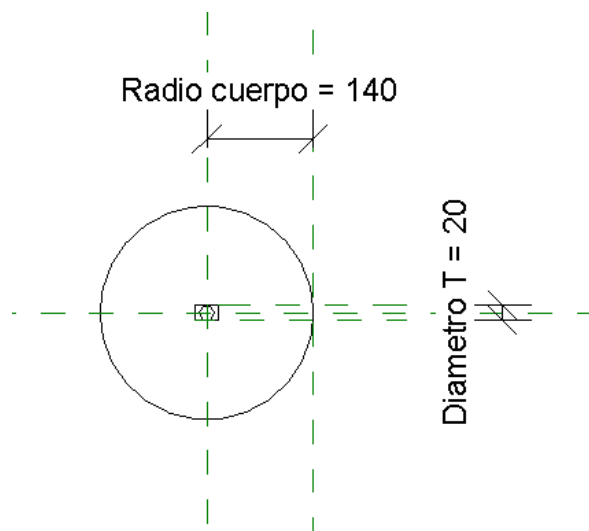


Imagen 76. Planta vaso de expansión Reflex DD25

Como en los casos anteriores, una vez que ya hemos determinado todos los parámetros, nos centramos en las formas de los vasos de expansión; para su desarrollo utilizamos las herramientas de revolución y extrusión.

También es parte del diseño, establecer las entradas y salidas, para determinar los cálculos fluidomecánicos. El proceso de situación y los menús de conexiones se han expuesto en el apartado de calderas y el funcionamiento es idéntico, por lo tanto no expondremos a continuación los mismos datos.

Otro aspecto de diseño es la selección de material, en este caso el vaso de expansión se construye en acero. Esta creación y selección de material se realiza de forma idéntica que en el caso de la caldera determinando también el color.

Por último y atendiendo a uno de los potenciales principales potenciales de Revit 2017, como es su capacidad para almacenar información, se ha dispuesto un apartado de datos de identidad donde se almacenan las URL del fabricante y algunos datos importantes relativos a la funcionalidad del equipo, como las presiones máximas de trabajo, el volumen máximo de almacenamiento, etc.

Estos datos se dispondrán para cada modelo de vaso de expansión y se accederá como si de cualquier otro parámetro se tratara.

Ya por último tras incluir todos los datos descritos anteriormente, tanto los de identidad, como las posiciones de los conectores, los materiales y el dimensionamiento, obtenemos el siguiente equipo:



Imagen 77. Modelo 3D vaso de expansión Reflex G500

Como podemos observar lo hemos dispuesto de color verde, tal y como indica el catálogo, y que por lo tanto nos permitirá identificar muy rápidamente de que equipo se trata.

7.4. Acumuladores de agua

Para diseñar estos equipos, hemos seleccionado como modelo el Coral Vitro, de la casa Lapesa. Para su diseño, hemos fijado las alturas, los diámetros de entradas y salidas, para así conseguir los volúmenes reales.

Los equipos tienen forma cilíndrica y disponen de una entrada para el agua de red, un retorno y una entrada del primario y una salida de ACS. El producto dispone de un serpentín y se fabrica en acero vitrificado con un asilamiento rígido de PU inyectado.



Imagen 78. Familia de acumuladores Coral Vitro

La familia Coral Vitro dispone de varios modelos que abarcan capacidades de 80, 110, 150, 200 y 300 litros.

Para el diseño externo del equipo disponemos de los siguientes datos facilitados por el fabricante:

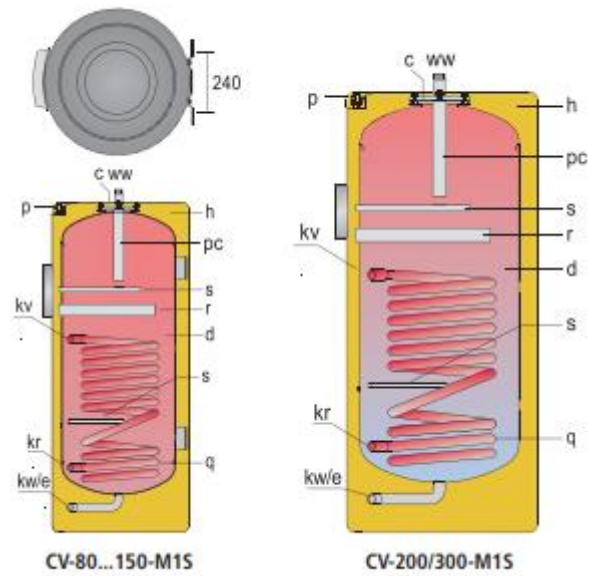


Imagen 79. Croquis acumuladores Coral Vitro

CARACTERÍSTICAS GENERALES		CV-80-M1S	CV-110-M1S	CV-150-M1S	CV-200-M1S	CV-300-M1S
Capacidad ACS	l.	80	110	150	200	300
D: Diámetro exterior	mm.	480	480	560	620	620
H: Altura total	mm.	935	1155	1265	1205	1685
kw: entrada agua red / vaciado	* GAS/M	3/4	3/4	3/4	1	1
ww: salida ACS	* GAS/M	3/4	3/4	3/4	1	1
kv: entrada primario	* GAS/H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
kr: retorno primario	* GAS/H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Superficie serpentín	m ²	0,3	0,5	0,6	0,8	1,3
Peso en vacío (aprox.)	Kg	43	51	65	72	91

- c - Boca de inspección
- d - Depósito A.C.S.
- f - Forro externo
- g - Cubierta
- q - Serpentín intercambiador
- h - Aislamiento térmico
- s - Vaina sensores
- r - Vaina resistencia
- p - Medidor ánodo
- pc - Protección catódica

Tabla 34. Parámetros acumuladores Coral Vitro

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura entrada agua red	140.3	= 0.15 * Altura total
Altura entrada primario	701.3	= 0.75 * Altura total
Altura retorno primario	374.0	= 0.4 * Altura total
Altura salida ACS	935.0	= Altura total
Altura total	935.0	=
Diametro entrada agua red	18.8	=
Diametro entrada primario	12.5	=
Diametro exterior	480.0	=
Diametro retorno primario	12.5	= Diametro entrada primario
Diametro salida ACS	18.8	= Diametro entrada agua red
Radio entrada agua red	9.4	= Diametro entrada agua red / 2
Radio entrada primario	6.3	= Diametro entrada primario / 2
Radio exterior	240.0	= Diametro exterior / 2
Radio redondeo	100.0	=
Radio retorno primario	6.3	= Diametro retorno primario / 2
Radio salida ACS	9.4	= Diametro salida ACS / 2

Tabla 35. Parámetros acumuladores Coral Vitro

Una vez determinados los parámetros, procedemos al diseño del equipo. Para identificar los parámetros facilitamos las siguientes vistas del diseño final:

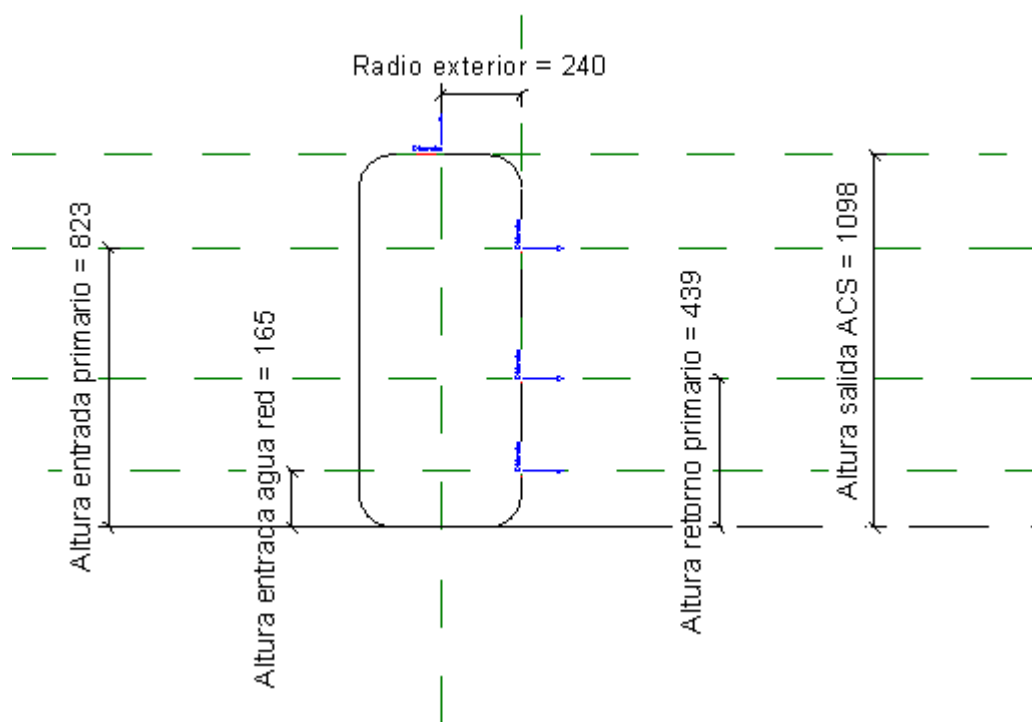


Imagen 80. Alzado acumulador Coral Vitro

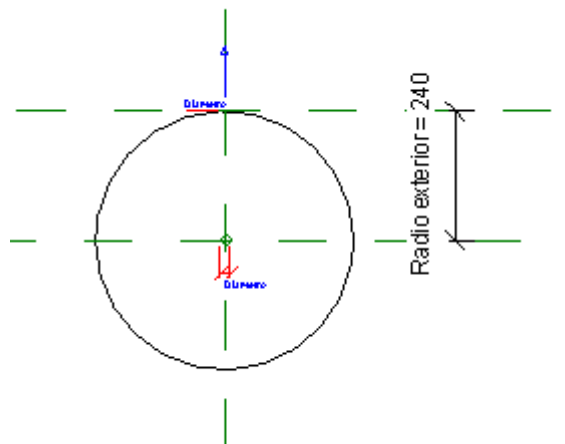


Imagen 81.Planta acumuladores Coral Vitro

Como en los casos previos, algunos parámetros hacen referencia a diámetros o niveles de extrusión y por lo tanto no aparecen en las vistas previas, aunque si en el cuadro de parámetros.

Siguiendo con los aspectos relativos al diseño, una vez determinados los parámetros, nos centramos en confeccionar la forma del equipo, usando las herramientas de extrusión y revolución en este caso.

En el apartado de diseño también, cabe destacar el posicionamiento de las entradas y salidas, para poder conectar con las tuberías y poder calcular los valores fluidomecánicos de la instalación.

Otro aspecto vital en el diseño, es la elección del material. En este caso y por indicaciones del fabricante, usaremos acero vitrificado y le conferiremos un color azul, para así poder identificarlo de una forma sencilla en la instalación.

Finalmente el equipo queda con la siguiente apariencia:



Imagen 82..Modelo 3D acumulador Coral Vitro

7.5. Colectores

Para el diseño de los colectores, puesto que no hay versiones comerciales y se trata de un equipo diseñado, podríamos decir, in situ cuando se realiza la instalación, nos hemos centrado en la experiencia y en los casos reales que hemos podido observar.

Centrándonos en las instalaciones reales, podemos definir a grandes rasgos que un colector es una porción de tubería, sobre la que se practican una serie de agujeros, de los cuales, uno actúa como entrada o salida en el plano horizontal y varios de estos agujeros actúan como salidas o entradas en el plano vertical. Sobre estos agujeros se realizan las conexiones de las tuberías para distribuir el agua por los edificios o para recibir el agua procedente de las instalaciones del inmueble y redirigirlo a la caldera u otros equipos.

Lo más importante en este tipo de equipos, es definir los diámetros de las entradas o salidas, así como su posición en el equipo. Por ello hemos definido una serie de parámetros en Revit. En este caso a diferencia de los anteriores equipos, no tenemos un producto real con el que compararlo o del que extraer estos datos, por ello, como ya hemos mentado nos centramos en la experiencia y en los ejemplos vistos hasta ahora.

En los parámetros, se muestran diámetros con nombres diferentes que en cambio usan los mismos valores. En un inicio hemos determinado que estos sean del mismo tamaño, sin embargo, al tener nombres diferentes, están parametrizados,

para que estos valores puedan variar y ofrecer así entradas y salidas de valores nominales diferentes.

También cabe destacar que hemos realizado diferentes modelos de colector con 3, 4 o 5 salidas y una entrada, que puede ser usado en el sentido contrario en función de si estamos en el circuito de ida o de retorno.

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura conexion	2.5	=
Diametro entrada	25.4	=
Diametro salida 1	25.4	=
Diametro salida 2	25.4	= Diametro salida 1
Diametro salida 3	25.4	= Diametro salida 1
Extrusion conexiones	15.2	= Altura conexion + Radio entrada
Longitud	976.2	= Diametro salida 1 + Diametro salida
Radio entrada	12.7	= Diametro entrada / 2
Radio salida 1	12.7	= Diametro salida 1 / 2
Radio salida 2	12.7	= Diametro salida 2 / 2
Radio salida 3	12.7	= Diametro salida 3 / 2
Separacion salida 1	244.1	= Longitud / (Numero de salidas + 1)
Separacion salida 2	244.1	= Separacion salida 1
Separacion salida 3	244.1	= Separacion salida 1

Tabla 36. Parámetros del colector de 3 salidas (1")

Una vez definidos estos parámetros exponemos, como en los casos anteriores las vistas para poder asociar las medidas con el diseño.



Imagen 83. Alzado colector 3 salidas (1")

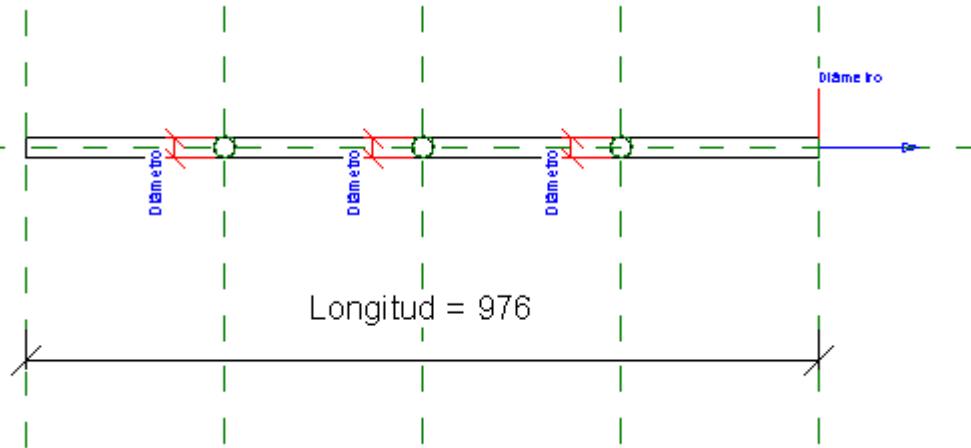


Imagen 84.Planta colector 3 salidas (1")

Algunos de los parámetros, como en los casos anteriores, son diámetros o niveles de extrusión que se determinan en los menús de propiedades.

Centrándonos en el diseño de la caldera, cuando ya hemos determinado los parámetros, nos queda el desarrollo del equipo, en este caso, las formas son sencillas, atendiendo al objetivo del proyecto de simplificar todos los equipos. Exclusivamente se han usado operaciones de extrusión para un cuerpo principal, sobre el que se asientan, en el caso descrito 3 pequeñas extrusiones que identifican la salida y que se ven aumentadas hasta 4 o 5 en el caso de los colectores más grandes.

Las salidas, como en los casos anteriores se generan del mismo modo, acoplándolas sobre estas 3 salidas que hemos creado y sobre la entrada situado en el plano transversal a estas.

Cabe destacar, que estamos nombrando salidas y entradas, sin embargo bien es cierto que para los circuitos de retorno, las salidas pasarían a ser entradas y la entrada salida, sin embargo usamos continuamente la disposición del circuito de ida, pero como decimos el equipo sería idéntico para un circuito de retorno.

Como en las descripciones previas, también haremos mención al material, en este caso el acero. Aunque bien es cierto que las tuberías podrían ser de PVC u otro material, hemos decidido realizar estos colectores en acero, por no crear varios modelos y aumentar la biblioteca de familias. El color seleccionado será el gris, emulando al color original del acero sin tratamientos de coloración. El proceso de creación y selección del material es idéntico al de los casos anteriores y por lo tanto omitiremos reproducirlo en este apartado de nuevo.

En este caso, a diferencia de los anteriores no hemos creado un apartado de datos de identidad, puesto que no se trata de un equipo comercial y no tenemos datos reales sobre su funcionamiento o propiedades específicas.

Por último, en la descripción de este equipo, nos queda aportar la imagen final. En esta ocasión no hay colores de diferenciación entre los tipos de fluidos puesto que como hemos descrito el mismo equipo sería útil para circuitos de retorno e ida.

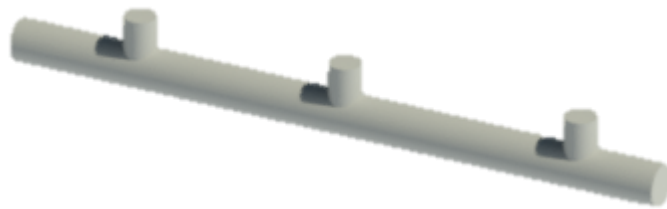


Imagen 85. Imagen 3D del colector de 3 salidas (1")

7.6. Intercambiadores de calor

Para el diseño de estos equipos, nos hemos centrado en los modelos LPIC de la marca Lapesa. Se tratan de intercambiadores de placas, en los que se fijan los parámetros de altura, anchura, las alturas de las entradas y salidas y los diámetros de estas.

Los equipos tienen forma prismática y disponen de un par de entradas, una de agua caliente y otra de agua fría y un par de salidas también, una de agua caliente y otra de agua fría. Cabe destacar que el equipo real, está formado por la unión de múltiples placas, sin embargo y con el fin de reducir el tamaño del archivo, nosotros creamos un único cuerpo prismático.



Imagen 86. Intercambiador de placas LPIC

Los intercambiadores LPIC, tienen múltiples variantes, en función del caudal, abarcando el rango de 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 7000, 10000, 12000 litros a la hora. Cada una de las variantes presenta una pérdida de carga y una potencia diferente.

Para el diseño de los equipos, nos hemos servido de los datos facilitados por el fabricante:

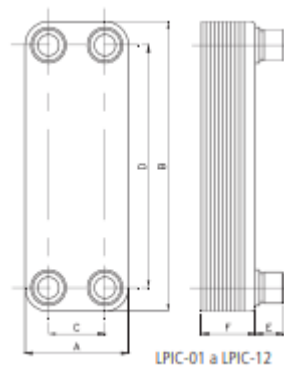


Imagen 87. Croquis intercambiadores de placas LPIC

INTERCAMBIADORES DE PLACAS COMPACTOS		Ref.	Nº de placas	Caudal (l/h) 50°C	Potencia (kW) ⁽¹⁾	Pérdidas de carga m.c.a.	A x B x F	E	C	D	Conexiones
Temperatura máx de trabajo	135 / 155°C ⁽¹⁾	LPIC-01	20	1.000	45	< 3	73 x 192 x 42,32	20,1	40	154	3/4"
Presión máx. de trabajo	16 / 25 bar ⁽²⁾	LPIC-02	20	2.000	90	< 6	73 x 315 x 42,32	20,1	40	278	3/4"
Aplicaciones	Líquido/Líquido	LPIC-03	20	3.000	140	< 6	119 x 289 x 48,8	45	72	243	1"
Chasis	AISI 316	LPIC-04	30	4.000	185	< 6	119 x 289 x 71,2	45	72	243	1"
Placas	AISI 316	LPIC-05	40	5.000	235	< 6	119 x 289 x 93,6	45	72	243	1"
Conexiones	AISI 316	LPIC-07	40	7.000	325	< 8	119 x 376 x 93,6	45	63	320	1-1/4"
Complemento	Aislamiento térmico	LPIC-10	60	10.000	465	< 8	119 x 376 x 136,4	45	63	320	1-1/4"
		LPIC-12	70	12.000	560	< 8	119 x 376 x 160,8	45	63	320	1-1/4"

Tabla 37. Parámetros intercambiadores de placas LPIC

A partir de estos datos, creamos los parámetros, a través de los cuales diseñaremos el equipo en 3D:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
A	119.0	=
Anchura	205.8	= F + E
B	376.0	=
C	63.0	=
D	320.0	=
Diametro conexión	31.3	=
E	45.0	=
F	160.8	=
Radio conexión	15.7	= Diametro conexión / 2
Separación altura	47.0	= B / 8
Separación anchura	29.8	= A / 4

Tabla 38. Parámetros intercambiadores de placas LPIC

Una vez reunidos los parámetros, facilitamos las vistas del diseño, para poder identificarlos sobre el equipo:

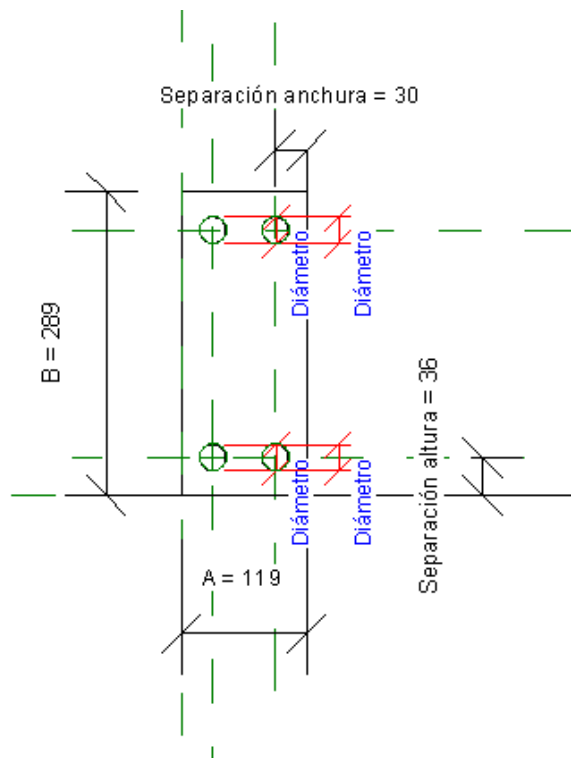


Imagen 88. Alzado intercambiador de placas LPIC

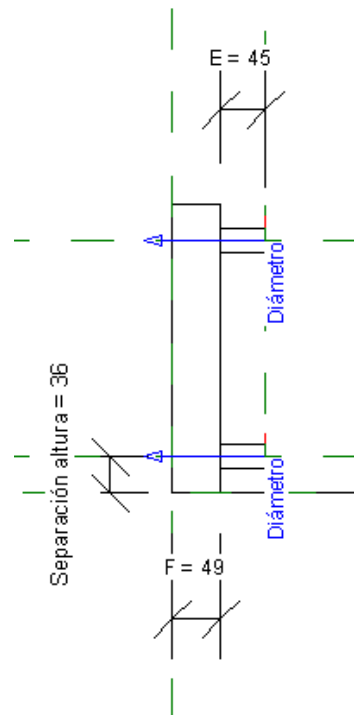


Tabla 39. Perfil izquierdo intercambiador de placas LPIC

Como en los casos anteriores, algunos parámetros son relativos a diámetros o niveles de extrusión y por ese motivo no aparecen en las vistas que hemos mostrado previamente.

Si continuamos con los aspectos relativos al diseño, una vez determinados los parámetros dimensionales, nos centramos en darle forma al equipo. Para ello en este caso hemos usado dos extrusiones, una para el cuerpo prismático principal, que emularía el conjunto de placas y otra para las entradas y salidas con forma circular.

En lo relativo al diseño, cabe destacar el posicionamiento de las entradas y salidas para poder conectar las tuberías y así poder realizar los pertinentes cálculos.

Otro aspecto vital en la dimensión del diseño, es la elección del material. En este caso, el catálogo nos indica el tipo de acero: AISI 316. Nosotros además le daremos un color azul claro que nos permita identificarlo de forma sencilla en la instalación.

Finalmente el aspecto del equipo es el siguiente:



Imagen 89. Modelo 3D intercambiador de placas LPIC

7.7. Válvulas

En este apartado cabe destacar que el número de válvulas es bastante alto, sin embargo su descripción resultará más sencilla, puesto que el propio software Revit nos da una serie de familias de válvulas, entre las que se incluyen las más comunes, así como otros dispositivos de valvulería como son las bridas.

En este apartado describiremos los equipos que aporta Revit, mostrando la semejanza con los equipos reales. Para esta comparación nos serviremos de una marca de referencia en el mundo de la valvulería como es Genebre, que posee un amplio catálogo con múltiples tipos de válvulas que nos permitirá mostrar las similitudes entre los equipos que aporta Revit y los equipos reales.

En primer lugar entramos a describir las válvulas:

7.7.1. Válvulas de mariposa

El diseño viene determinado por el software Revit. Nosotros lo compararemos con una válvula del mismo tipo de la marca Genebre.



Ilustración 1. Válvula de mariposa GENEBRE



Imagen 90. Válvula de mariposa biblioteca Revit

Como podemos comprobar la forma externa es muy similar con un cuerpo cilíndrico que dispone la compuerta móvil que interrumpe o permite el paso del agua y una palanca que permite el accionamiento de este tipo de movimiento.

Como en los casos anteriores podemos examinar los parámetros a partir de los cuales ha creado el equipo:

Parámetro	Valor	Fórmula
Gráficos		
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura total	235.0	=
Radio nominal	25.0 mm	=
Diámetro nominal	50.0 mm	= Radio nominal * 2
Longitud de palanca	271.0	=
Radio de agujero	2.0	=
Distancia de agujero	111.0	=
Diámetro de agujero	4.0	= Radio de agujero * 2
Radio de volante de mano	56.0	=
Diámetro de volante de mano	112.0	= Radio de volante de mano * 2
Altura de conector	64.0	=
Longitud de cuerpo	43.0	=

Tabla 40. Parámetros válvula de mariposa biblioteca Revit

Para observar estos parámetros disponemos de una serie de vistas del diseño final:

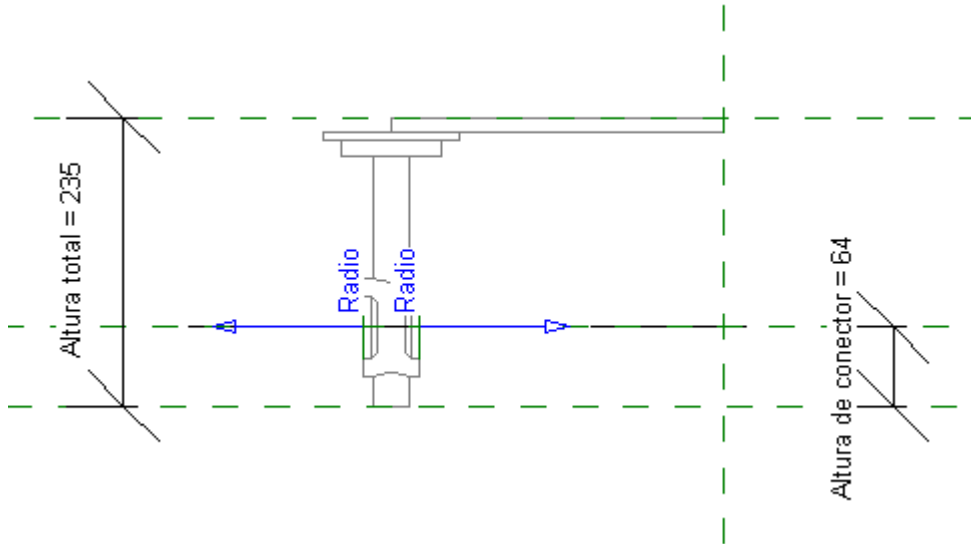


Imagen 91. Alzado válvula de mariposa biblioteca Revit

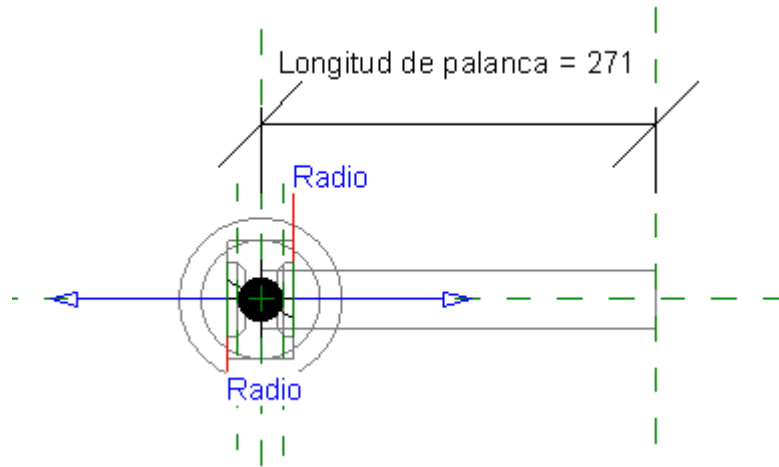


Imagen 92. Planta válvula de mariposa biblioteca Revit

Como habríamos hecho en cualquiera de los casos anteriores, en este caso Revit ha determinado la disposición de los conectores MEP. En este caso van desde diámetros nominales de 50 mm (2") hasta 300 mm (12") y poseen las mismas propiedades que en los casos anteriores, aunque en este equipo en particular se le ha asignado un coeficiente K de pérdida de carga.

En los aspectos de material, esta válvula no viene definida en el software, por lo tanto y atendiendo al material con el que GENE BRE fabrica sus equipos, le asignaremos el acero. La creación y selección del material se realiza de idéntica forma a los casos anteriores.

Finalmente, la válvula viene desprovista de datos de identidad puesto que no pertenece a ninguna casa comercial en concreto y actúa como un elemento genérico.

Su aspecto final es el que podemos observar en la primera ilustración de este punto 7.8.1. Válvulas de mariposa.

7.7.2. Válvulas de 3 vías

Como en el caso anterior de la válvula de mariposa, compararemos la válvula de 3 vías del software con la que ofrece la marca comercial GENE BRE.



Imagen 93. Válvula de 3 vías GENE BRE



Imagen 94. Válvula de 3 vías biblioteca Revit

En este caso, a diferencia del caso de la válvula de mariposa, la forma externa quizás no resulta tan semejante, sin embargo, son fácilmente identificables las 3 entradas diferentes y un cuerpo que servirá como regulador. En el caso comercial es una manecilla, mientras que en el equipo de Revit es algo similar a una rosca.

Como ha ocurrido en los casos previos, las dimensiones de este equipo vienen parametrizadas:

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Cotas		
Radio de vástago	2.3	= Diámetro de vástago / 2
Diámetro de vástago	4.5	= Diámetro exterior * 0.2
Radio exterior	11.3	= Diámetro exterior / 2
Diámetro exterior	22.5	= Radio nominal * 2.25
Radio nominal	10.0 mm	=
Diámetro nominal	20.0 mm	= Radio nominal * 2
Radio de brida	24.0	= Radio exterior + 12.7 mm
Distancia	124.0	=
Altura de bonete	109.0	=
Longitud de cuerpo	184.0	=

Tabla 41. Parámetros válvula de 3 vías biblioteca Revit

A fin de asociar estos parámetros a las medidas reales, exponemos a continuación un par de vistas del objeto:

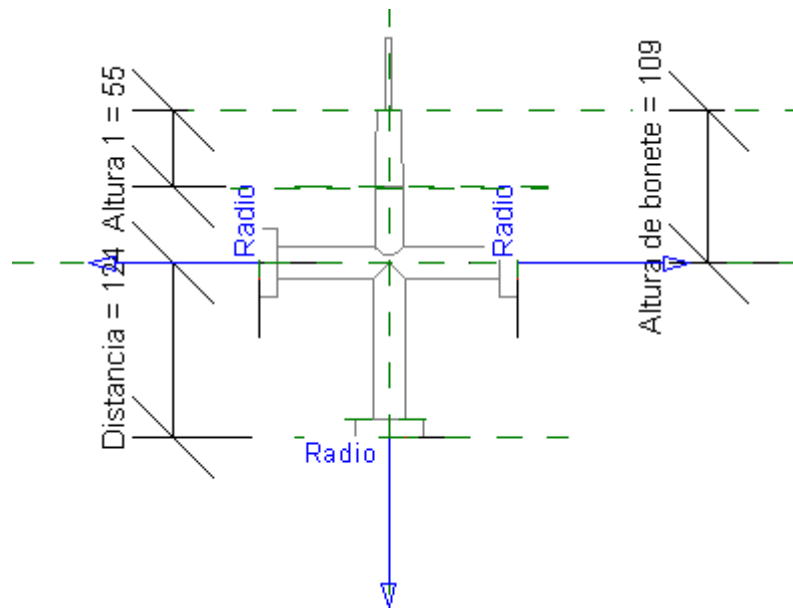


Imagen 95. Alzado válvula de 3 vías biblioteca Revit

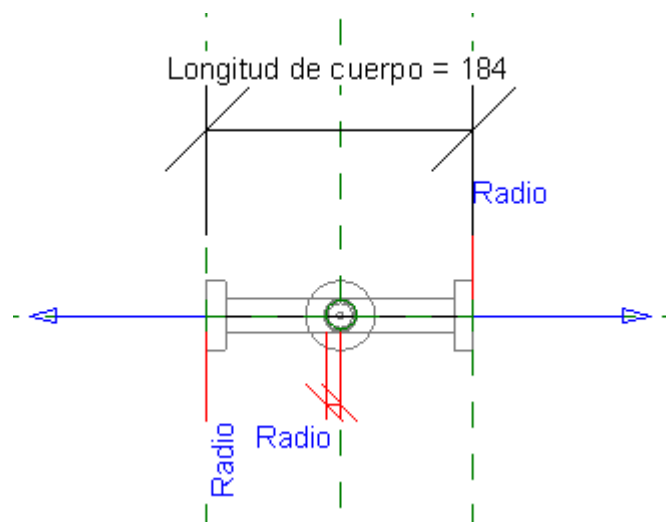


Imagen 96. Planta válvula de 3 vías biblioteca Revit

Como en los casos anteriores y formando parte del diseño, Revit ha incluido la posición de los conectores MEP, con diámetros que varían desde los 20 mm hasta los 100 mm y poseen un coeficiente K de pérdidas que asigna Revit.

En las cuestiones relativas al material, Revit no asigna ninguno, por lo tanto y como en el caso de la válvula de mariposa, asignamos el acero como material y de nuevo sin color para que este se pueda asociar al del sistema al que pertenezca.

Como en el caso de la válvula de mariposa, no posee datos de identidad, puesto que no se trata de un equipo comercial y por lo tanto no disponemos de datos reales que podamos añadir.

El aspecto final es el de la segunda imagen que aparece en este punto.

7.7.3. Válvulas de alivio

De nuevo compararemos el equipo diseñado por Revit con una válvula homónima del fabricante GENE BRE.



Imagen 97. Válvula de alivio GENE BRE

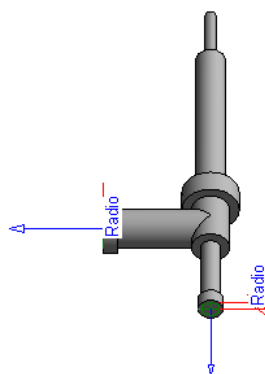


Imagen 98. Válvula de alivio biblioteca Revit

Podemos observar como ambos equipos son muy similares, presentando un par de orificios y un dispositivo a través del cual liberar el aire, evitando así la sobrepresión.

A continuación exponemos los parámetros y su correspondencia en los dibujos de alzado y planta del dispositivo:

Parámetro	Valor	Fórmula
Gráficos		
Materiales y acabados		
Cotas		
Radio nominal de salida	25.0 mm	=
Diámetro nominal de salida	50.0 mm	= Radio nominal de salida * 2
Radio nominal de entrada	12.5 mm	=
Diámetro nominal de entrada	25.0 mm	= Radio nominal de entrada * 2
Altura 1	394.0	=
Desfase C2 2	149.0	=
Desfase C2 1	140.0	=

Tabla 42. Parámetros de válvula de alivio biblioteca Revit

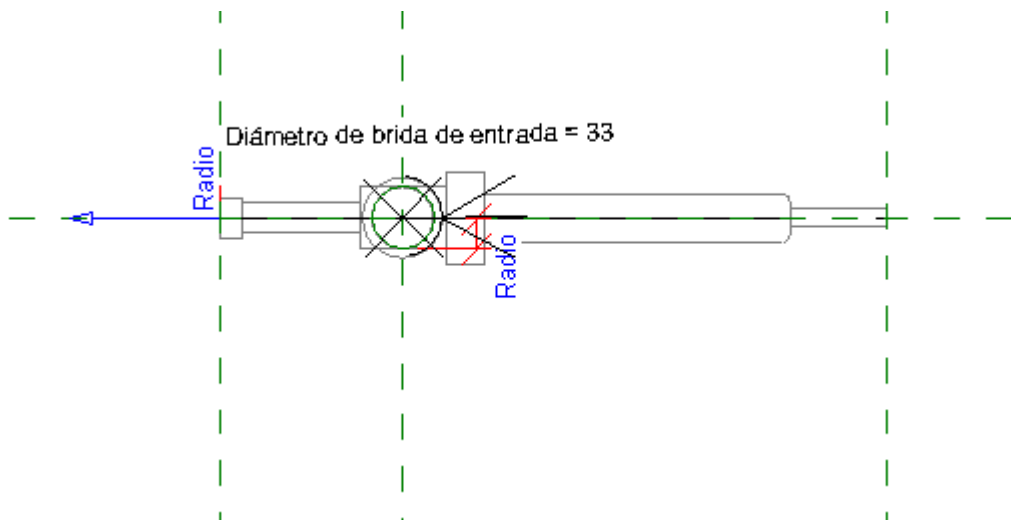


Imagen 99. Alzado válvula de alivio biblioteca Revit

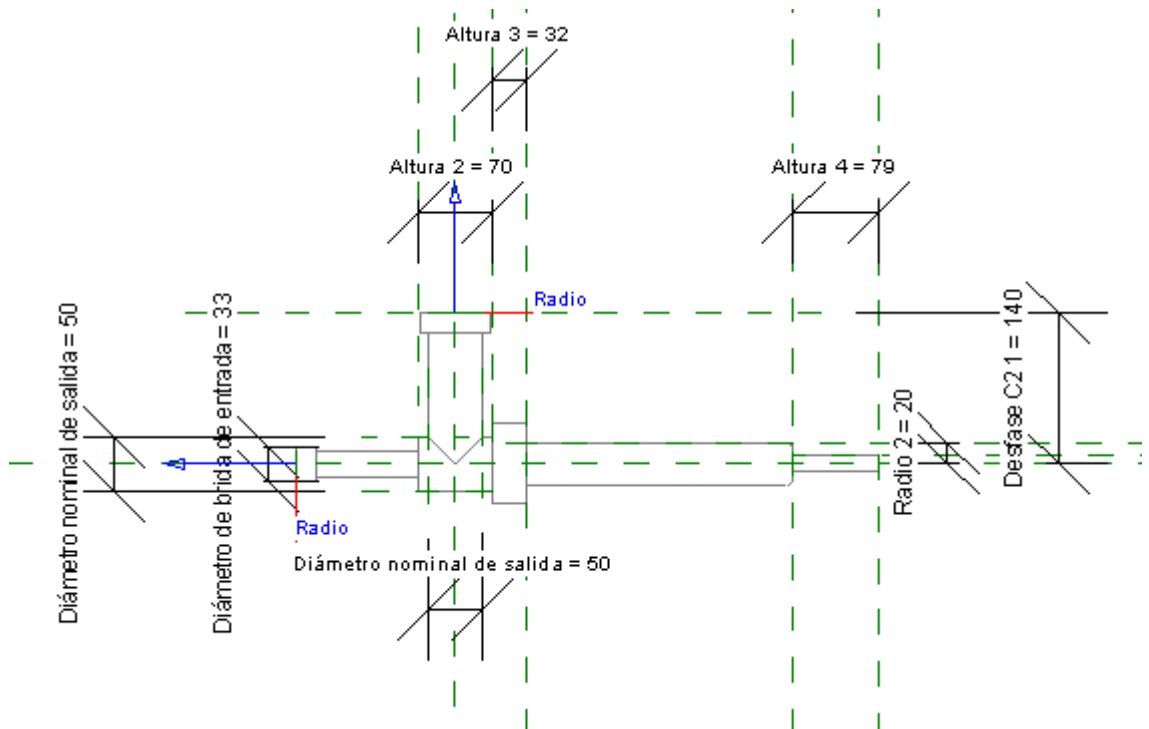


Imagen 100.Planta válvula de alivio biblioteca Revit

7.7.4. Válvulas de compuerta

Como en los casos previos, comparamos la válvula con un ejemplo comercial.



Imagen 101. Válvula de compuerta GENE BRE

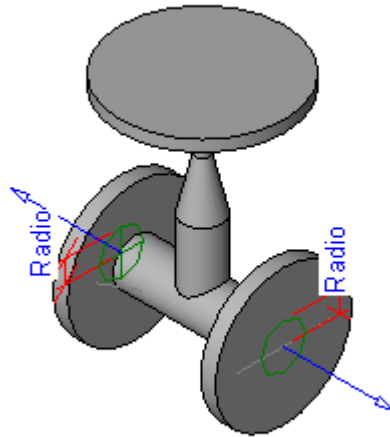


Imagen 102. Válvula de compuerta biblioteca Revit

En este caso, como podemos apreciar, el modelo de la biblioteca Revit guarda múltiples similitudes con el diseño comercial.

Ambos diseños presentan un volante para regular el paso del fluido, así como una entrada y salida embridadas.

En los casos anteriores y también en este, las medidas estarán parametrizadas como vemos a continuación:

Parámetro	Valor	Fórmula
Gráficos		
Materiales y acabados		
Cotas		
Altura de vástago	63.7	= (Altura abierta - Radio nominal) /
Diámetro de vástago	15.0	= Diámetro nominal * 0.3
Altura abierta	216.0	=
Radio nominal	25.0 mm	=
Diámetro nominal	50.0 mm	= Radio nominal * 2
Diámetro de volante de mano	180.0	=
Grosor de ala	16.0	=
Altura de bonete	57.3	= (Altura abierta - Radio nominal) *
Diámetro de bonete	42.5	= Diámetro nominal * 0.85
Longitud de cuerpo	178.0	=

Tabla 43. Parámetros válvula de compuerta biblioteca Revit

Con el fin de asociar estos parámetros a las medidas reales, mostramos algunas vistas del objeto:

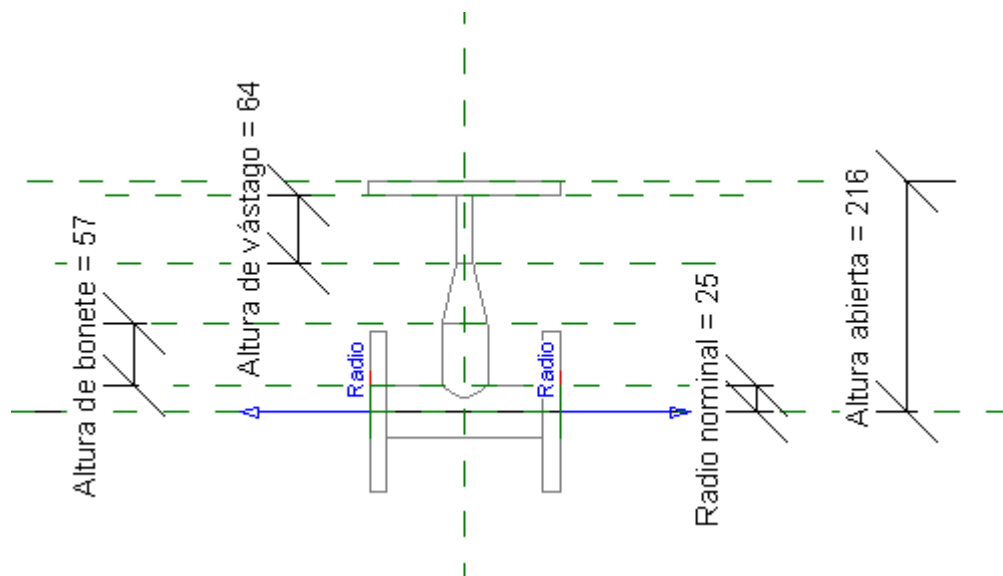


Imagen 103. Alzado válvula de compuerta biblioteca Revit

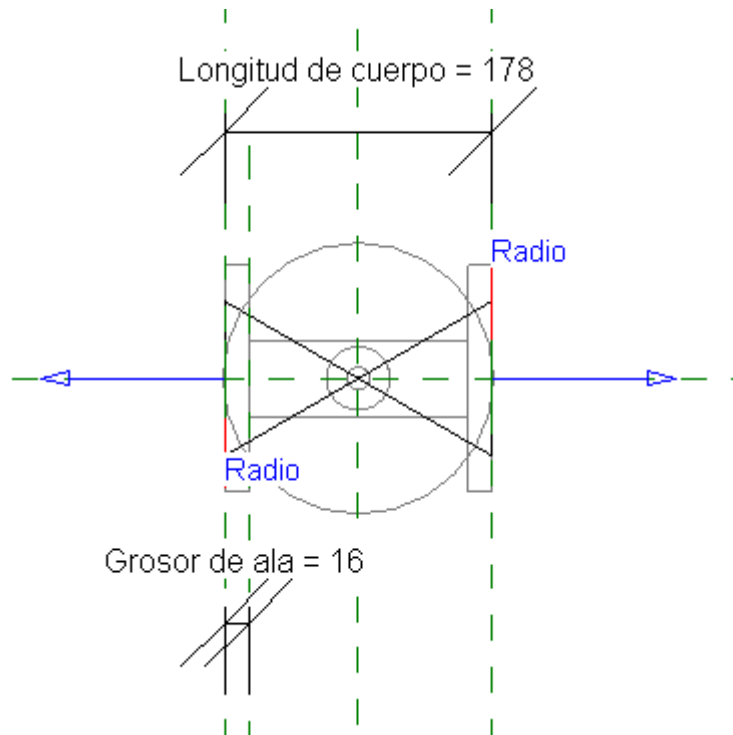


Imagen 104. Planta válvula de compuerta biblioteca Revit

Como en todos los casos previos y como parte del diseño, Revit incluye la posición de los conectores MEP, con diámetros que varían desde los 50 mm hasta los 300 mm.

En lo relativo al material, Revit no asigna ninguno, por ello asignaremos como en los casos anteriores, el acero, sin ningún color específico para que este equipo se pueda asociar al del sistema al que pertenezca.

De nuevo y como ya ha ocurrido previamente, no dispone de datos de identidad por ser un equipo no comercial por lo tanto no podemos adjuntar dichos datos.

El aspecto final es el que aparece al comienzo de este epígrafe.

7.7.5. Válvulas de control

De nuevo, como en el caso anterior, contrastaremos el equipo modelado por Revit con un equipo real.



Imagen 105. Válvula de control GENE BRE

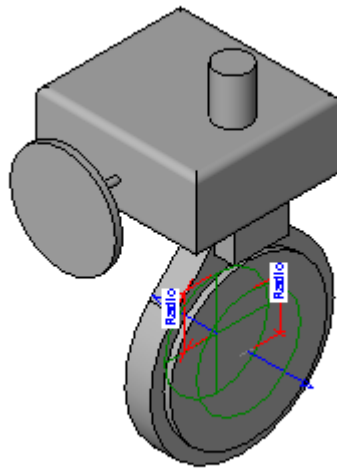


Imagen 106. Válvula de control biblioteca Revit

Se pueden apreciar diferencias notables, puesto que en el modelo Revit no se aprecia un cuerpo inferior tan ancho ni con bridas. Sin embargo en el aspecto del motor si guarda apariencias similares entre el modelo Revit y el real.

Como ya hemos hecho en todos los casos previos, mostramos los parámetros y vistas del equipo:

Parámetro	Valor	Fórmula
Gráficos		
Materiales y acabados		
Cotas		
Desfase de rueda	241.0	=
Diámetro de rueda	203.0	=
Grosor de válvula	61.0	=
Diámetro de válvula	353.0	=
Radio nominal	100.0 mm	=
Diámetro nominal	200.0 mm	= Radio nominal * 2
Altura 1	241.0	=
Longitud de actuador	307.0	=
Altura de actuador	224.0	=

Tabla 44. Parámetros válvula de control biblioteca Revit

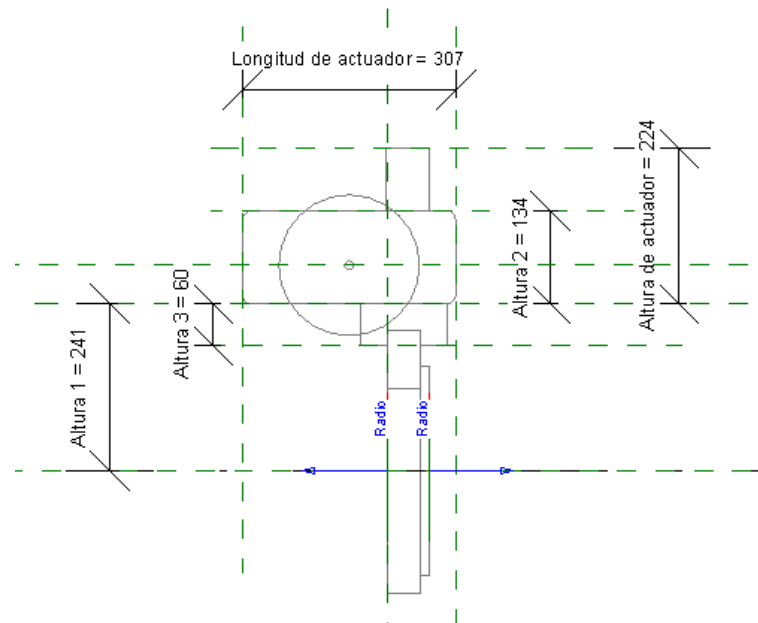


Imagen 107. Alzado válvula de compuerta biblioteca Revit

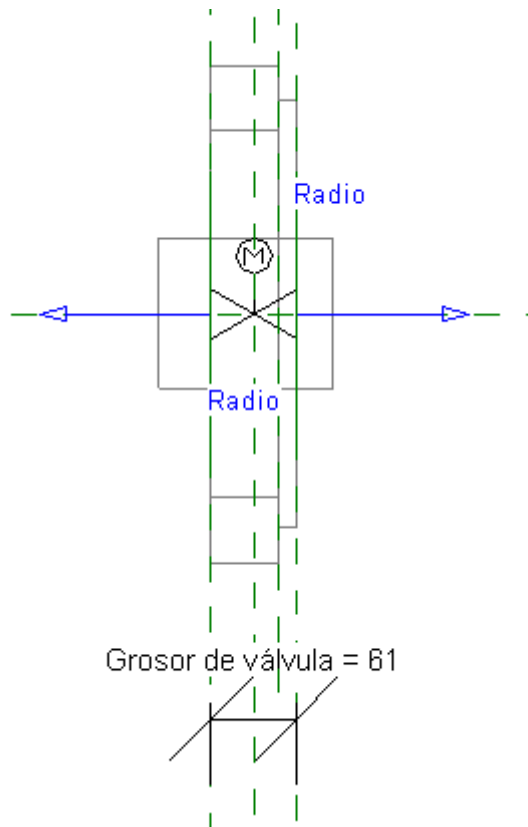


Imagen 108.Planta válvula de control biblioteca Revit

Como en los casos previos y como parte del diseño, Revit incluye las posiciones de los conectores MEP, con diámetros que varían desde los 200 mm a 300 mm.

En lo relativo al material, Revit no asigna ninguno, por lo tanto como en el resto de válvulas, asignaremos el acero como material.

En las cuestiones de identidad, puesto que no se trata e un equipo comercial no podemos añadirlas, puesto que no podemos concretar estas señas de identidad.

El aspecto definitivo del modelo en Revit, es el que aparece al principio de este apartado.

7.7.6. Válvulas esféricas

Como en los casos previos, comparamos el equipo modelado por Revit con un equipo real.



Imagen 109. Válvula esférica GENE BRE

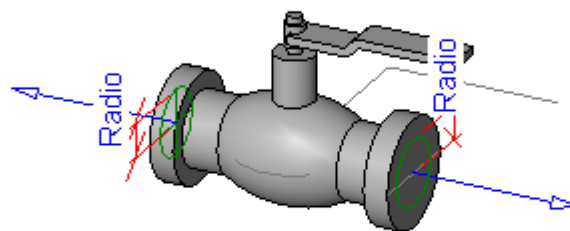


Imagen 110. Válvula esférica biblioteca Revit

En este caso ambos modelos son bastante similares, aunque el modelo real, presenta un cuerpo mas estrecho que el equipo Revit.

Como ya hemos hecho en todos los casos anteriores, mostramos las vistas y parámetros:

Parámetro	Valor	Fórmula
Gráficos		
Materiales y acabados		
Cotas		
Radio de vástago	5.0	= Diámetro de vástago / 2
Altura de vástago	27.5	= 0.5 * Diámetro de cuerpo
Diámetro de vástago	10.0	= 0.2 * Diámetro nominal
Longitud de sellador	44.5	= 0.25 * Longitud de cuerpo
Radio de tuerca	7.5	= Diámetro de tuerca / 2
Altura de tuerca	16.5	= 0.3 * Diámetro de cuerpo
Diámetro de tuerca	15.0	= 0.3 * Diámetro nominal
Radio nominal	25.0 mm	=
Diámetro nominal	50.0 mm	= Radio nominal * 2
Anchura de manija	25.0	=
Longitud de manija	127.0	=
Altura de manija	229.0	=
Radio de cuerpo	27.5	= Diámetro de cuerpo / 2
Longitud de cuerpo	178.0	=
Altura de cuerpo	71.5	= 1.3 * Diámetro de cuerpo
Diámetro de cuerpo	55.0	= 1.1 * Diámetro nominal
Radio de adaptador	40.0	= Diámetro de adaptador / 2
Longitud de adaptador	17.8	= 0.1 * Longitud de cuerpo
Diámetro de adaptador	80.0	= 1.6 * Diámetro nominal

Tabla 45. Parámetros válvula esférica biblioteca Revit

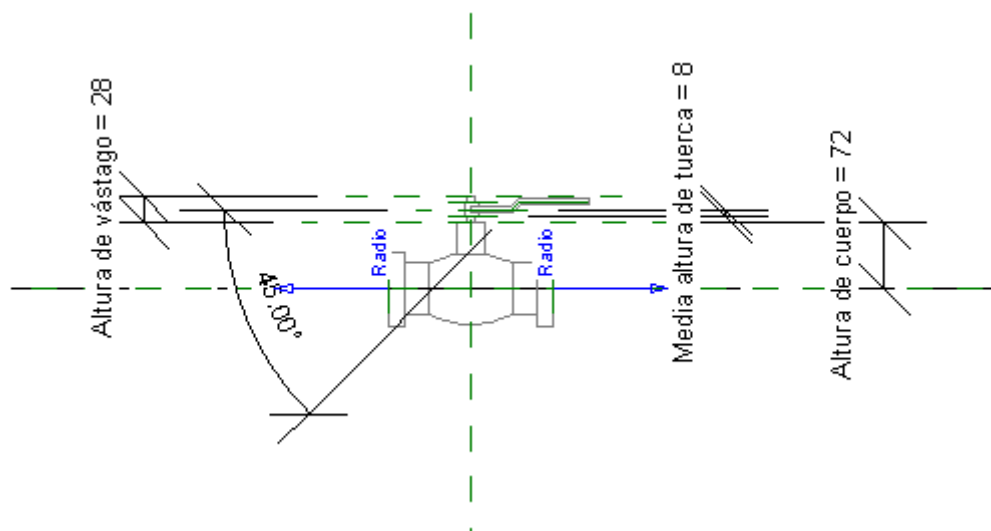


Imagen 111. Alzado válvula esférica biblioteca Revit

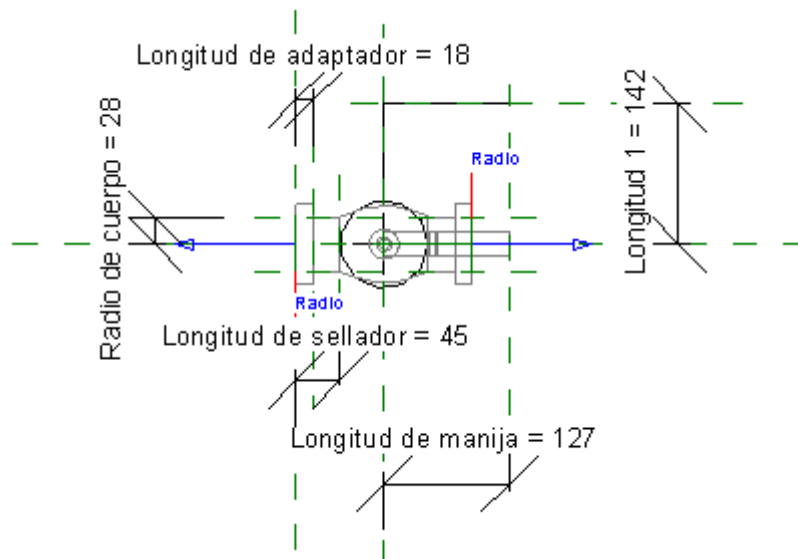


Imagen 112. Planta válvula esférica biblioteca Revit

Como en los casos previos y como parte del diseño, Revit incluye las posiciones de las conexiones MEP, con diámetros que oscilan entre los 50 mm y los 150 mm.

En lo relativo al material, como ha ocurrido en todos los casos previos, Revit no hace asignación y por lo tanto asignaremos el acero como material.

En las cuestiones de identidad, la actuación es idéntica a los casos previos, puesto que al no tratarse de un equipo comercial no podemos añadirlas.

El aspecto definitivo del modelo en Revit, es el que mostramos en el inicio de este punto.

7.8. Chimeneas

Para el diseño de estos equipos nos hemos fijado en los productos de la casa DINAK y concretamente en los modelos de doble pared fabricados en acero inoxidable.

Para su modelación fijamos los parámetros de espesor, diámetro exterior y altura de la conexión. Este último es variable, puesto que la chimenea es modular y por ello esta medida se adaptará en función de las necesidades que tengamos.

El equipo se compone de una entrada que recibe los humos procedentes de las calderas y una salida a través de las que se liberan los humos hacia el exterior.

Para el diseño de la chimenea nos hemos basado en los esquemas que facilita el fabricante:

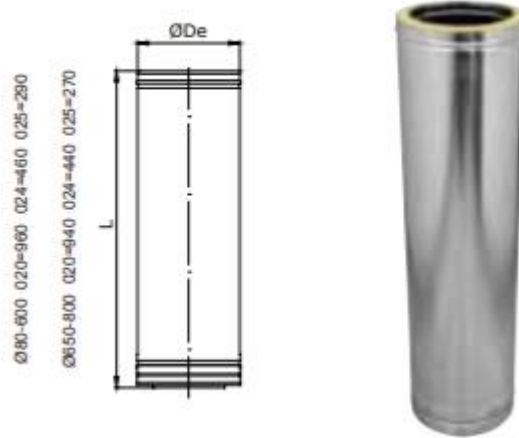


Imagen 113. Croquis chimeneas DINAK DP

DIAMETROS INTERIORES, EXTERIORES Y ESPESORES (mm)																		
ØDN	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
ØDext	140	160	185	210	235	260	310	360	410	460	510	560	610	660	710	760	810	860
Espesor pared interior	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Espesor pared exterior	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Espesor aislamiento	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Peso (Kg) módulo 020	3,6	4,3	5	5,8	6,5	7,3	8,8	10,4	12,9	14,6	16,2	17,9	19,5	21,2	28,6	30,6	32,7	34,8

Tabla 46. Parámetros chimeneas DINAK DP

A partir de estos datos, establecemos los parámetros que nos servirán para diseñar el modelo 3D.

Parámetro	Valor	Fórmula
Materiales y acabados		
Acero chimeneas	Acero chimeneas (AISI 3)	=
Cotas		
Altura conexion	3000.0	= $0.5 * L$
Diametro conexion	80.0	= 80 mm
Diametro exterior	310.0	=
Diametro interior	248.4	= $\text{Diametro exterior} - (2 * \text{Es}$
Espesor	30.8	=
Grosor conexion 1	139.6	= $\text{Radio exterior} - (\text{Espesor} /$
Grosor conexion 2	175.0	= $\text{Radio exterior} + 20 \text{ mm}$
L	6000.0	= 6000 mm
Radio conexion	40.0	= $\text{Diametro conexion} / 2$
Radio exterior	155.0	= $\text{Diametro exterior} / 2$
Radio interior	124.2	= $\text{Diametro interior} / 2$

Tabla 47. Parámetros diseño chimeneas DINAK DP

Una vez determinados los parámetros, exponemos las vistas del producto final:

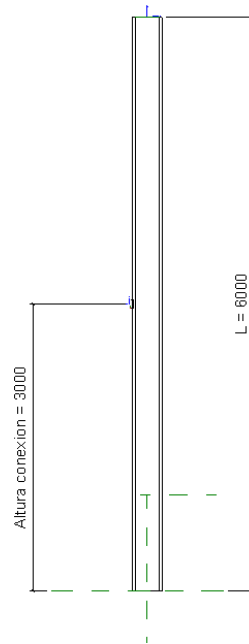


Imagen 114. Alzado chimenea DINAK DP

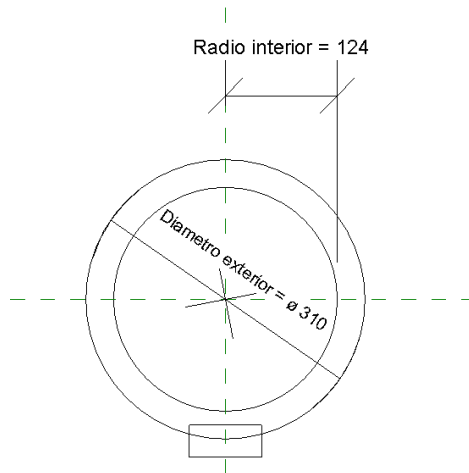


Imagen 115. Planta chimenea DINAK DP

Una vez definidos los parámetros dimensionales, nos centramos en darle forma al producto. Para ello usamos exclusivamente una extrusión a partir de una circunferencia que tendrá de tamaño el diámetro exterior y una extrusión en vacío a partir de una circunferencia de tamaño diámetro interior.

Otro aspecto importante en el diseño es la selección del material, en este caso y de acuerdo al catálogo de la compañía se trata de acero AISI 304 tanto para la pared interior como exterior.

Finalmente, el aspecto del equipo es el siguiente:



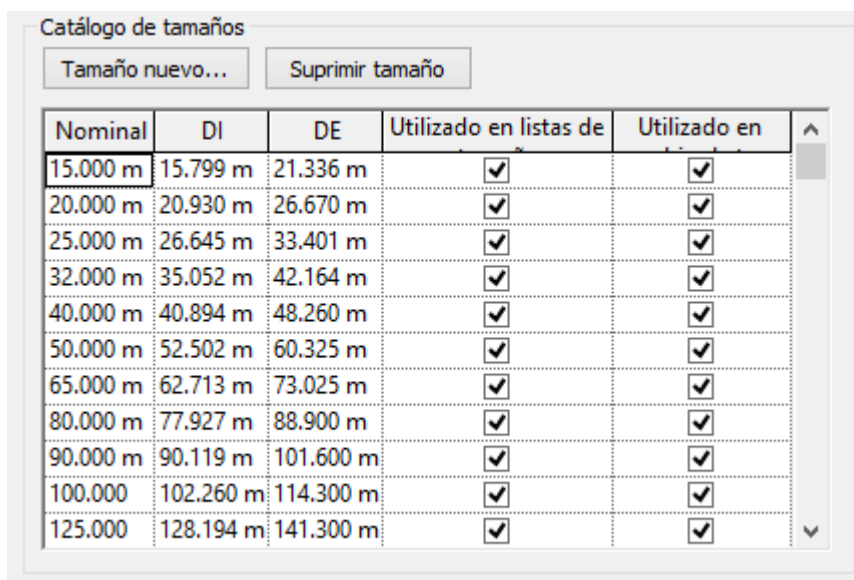
Imagen 116. Modelo 3D chimenea DINAK DP

7.9. Tuberías

En este caso las tuberías, vienen determinadas por Revit, exclusivamente nosotros hemos determinado como hemos explicado en el punto 6 las diferentes series, adaptándolas a las características de las tuberías de acero inoxidable que hemos consultado en las normativas.

Por otro lado, ha sido importante determinar los diferentes colores de las tuberías en función del tipo de circuito al que iba a pertenecer.

- *Circuito de ida:* el circuito de ida es el encargado de transportar el agua caliente desde la sala de calderas hacia el edificio. Para este circuito empleamos como material el acero, al cual le asignaremos el color rojo para hacer un símil con la mayor temperatura del agua de este circuito. Usaremos para este tipo de tuberías las dimensiones que nos genera Revit, puesto que guardan muchas similitudes con las medidas reales que exige la normativa. A continuación, detallamos las medidas para este segmento de tuberías:



Nominal	DI	DE	Utilizado en listas de	Utilizado en
15.000 m	15.799 m	21.336 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20.000 m	20.930 m	26.670 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25.000 m	26.645 m	33.401 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32.000 m	35.052 m	42.164 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40.000 m	40.894 m	48.260 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
50.000 m	52.502 m	60.325 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
65.000 m	62.713 m	73.025 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
80.000 m	77.927 m	88.900 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90.000 m	90.119 m	101.600 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
100.000	102.260 m	114.300 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
125.000	128.194 m	141.300 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 48. Dimensiones tuberías circuito ida

- *Circuito de retorno:* con características similares al circuito de ida, este es el encargado de devolver el agua a la caldera y tendrá asignado un color azul.
Como en el caso del circuito de ida, la tubería será de acero y aprovecharemos los valores que asigna Revit, ya que se muestran muy similares a la normativa y nos simplificará el diseño.
En ese caso no vamos a detallar las dimensiones, puesto que son idénticas al caso anterior.
- *Circuito de gas:* en este caso, tenemos una réplica de lo anterior, usaremos tubería de acero basándonos en las dimensiones que ofrece Revit, para así simplificar el trabajo. Exclusivamente se diferenciará de los casos previos porque le asignaremos un color amarillo.
- *Circuito de humos:* en este caso como en los previos la serie usada es la misma, usando las dimensiones que ofrece Revit, lo cual nos simplifica el trabajo notablemente. La diferencia con los casos previos es que se le ha asignado un color negro.

8. Desarrollo de la instalación de la sala de calderas.

Las salas de calderas son los recintos dedicados a albergar los equipos para la producción de calor en un edificio. Todas las características de la sala vendrán determinadas por la potencia que esta alberga. Una mayor potencia requiere de equipos de mayor tamaño, lo que conlleva también unas dimensiones mayores y una disposición determinada para poder dar cabida a todos los equipos necesarios.

8.1. Diseño arquitectónico de la sala

Atendiendo a la normativa UNE 60601, los muros de la sala de caldera deben estar constituidos por elementos constructivos de baja resistencia mecánica con fines de seguridad, a su vez deberá tener una comunicación directa con el exterior o con un patio interior.

Centrándonos en los accesos, la norma indica que la sala debe disponer de un número de accesos tal que la distancia máxima desde cualquier punto de la misma al acceso más próximo sea como máximo de 15 metros.

La puerta de acceso a la sala de máquinas debe comunicar directamente al exterior o a través de un vestíbulo que independice la sala del resto del edificio. Las dimensiones de esta puerta debe ser suficiente para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala.

En lo relativo a las especificaciones dimensionales, estas deben permitir el acceso sin dificultades a las zonas de maniobra, control y mantenimiento, respetando las indicaciones de los fabricantes de equipos.

Si el generador de energía lleva acoplado un quemador exterior al mismo que le sobresalga, se debe disponer entre la parte más saliente de la cara en la que se acopla y la pared opuesta de un espacio libre igual a la profundidad del generador. En cuestiones de verticalidad, la distancia entre cualquier tipo de generador y el elemento vertical más próximo debe ser como mínimo de 1 metro.

La distancia entre generadores de ver ser al menos 0.5 metros y la distancia entre estos y la pared de fondo debe ser de 70 centímetros al menos.

Posteriormente hace referencias a las instalaciones lumínicas y eléctricas que no se contemplan en este proyecto y que por lo tanto omitiremos.

La normativa también menciona cuestiones relativas a las entradas de aire de las que debe disponer la sala. Estas aportaciones de aire deben ser de tomas de aire libre, que debe llegar a la sala de máquinas a través de orificios en las paredes exteriores o conductos. Estas aportaciones pueden realizarse mediante métodos mecánicos que puedan suministrar los caudales de aire necesarios.

Cuando los orificios sean practicados en paredes exteriores, la sección libre total de los orificios de entrada de aire a través de las paredes exteriores debe ser de 5 cm² por cada kW de consumo calorífico nominal total de los generadores instalados.

Sin embargo, el caso en el que el aire necesario para la combustión se suministre a través de los quemadores por conductos que, a su vez, lo toman directamente desde el exterior, deben practicarse orificios en las paredes exteriores para la ventilación de la sala de máquinas y su sección libre total S debe ser mayor a la determinada por la expresión:

$S=20 \times A$; siendo A la superficie en planta de la sala de máquinas en m².

Una vez documentados estos aspectos referentes al plano de la normativa UNE 60601 que regula los aspectos relativos a “Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos”, pasaremos a describir los elementos que componen las salas de los edificios sobre los que hemos trabajado.

8.2. Equipos en las salas de calderas

A continuación enumeramos los equipos más habituales en cualquier sala de calderas

- *Calderas*: son los equipos encargados de producir calor y transferirlo a un fluido para poder calentar el agua, tanto de consumo humano como dirigido a los sistemas terminales. Para este proyecto hemos creado dos gamas de calderas, basándonos en los modelos C e INNOVENS de la casa De Dietrich. A parte, dentro de cada gama hemos realizado diferentes modelos

- Gama C:

- C230-85 Eco
 -
 - C230-130 Eco
 -
 - C230-170 Eco
 -
 - C230-210 Eco
- Gama INNOVENS:
 - MCA 15
 - MCA15/BS 130
 - MCA 25
 - MCA 25/28 BIC
 - MCA25/28 MI
 - MCA 25/BS 130
 - MCA 35
 - MCA 35/BS 130
- *Bombas:* las bombas tienen como objetivo transferir un fluido entre dos puntos diferentes por medio de una diferencia de presiones. Para este proyecto hemos escogido un modelo de la marca Wilo, del cual hemos realizado diferentes submodelos que detallamos a continuación:
 - Modelo STRATOS:
 - Hemos desarrollado el equipo con múltiples diámetros nominales (1", 1 ¼", 32 mm, 50 mm, 65 mm, 80 mm, 100 mm)
- *Colectores:* la función de estos equipos es distribuir los caudales. En este caso no hay una oferta comercial sólida y por lo tanto nos hemos basado en los modelos que hemos visto en ejemplos reales. A partir de estos hemos conformado:

- 3 salidas: como indicamos, dispone de 3 salidas cuyos diámetros pueden variar, para ofrecer diferentes caudales en cada una de estas.
 - 4 salidas: la funcionalidad es la misma que en el caso anterior pero con 4 salidas disponibles.
 - 5 salidas: el desempeño es el mismo de los dos casos descritos previamente aunque incorporando 5 salidas.
- *Botellones de compensación*: para estos equipos tampoco hemos optado por un producto comercial y nos hemos basado en la experiencia aportada desde GTM Ingenieros S.L. dónde se ofrecieron unas pautas básicas para el diseño de un botellón de compensación.
Como en los casos previos hemos desarrollado el equipo con diferentes dimensiones para poder adaptarnos a un mayor número de casos. Las dimensiones abarcadas son: 3", 4", 5" y 6".
- *Vasos de expansión*: la función de estos productos es clara y consiste en eliminar la sobrepresión que se pueda originar en el circuito. Para diseñarlos nos centramos en los catálogos ofertados por la empresa Sedical para así realizar los siguientes modelos:
 - Reflex G
 - G500
 - G600
 - G1500
 - Reflex DT
 - DT60 (R 1 ¼")
 - DT80 (R 1 ¼", DN50, DN65, DN80)
 - DT100 (R 1 ¼", DN50, DN65, DN80)
 - DT200 (DN80)
 - DT500 (DN65)

- Reflix DD
 - DD8
 - DD12
 - DD18
 - DD25
 - DD33

- *Acumuladores:* para el diseño de estos productos nos fijamos en la oferta de la casa Lapesa y concretamente en la gama de acumuladores Coral Vitro que ofertaba un abanico de capacidades bastante amplio. Nosotros optamos por representar varios modelos:
 - CV-80-M1S
 - CV-110-M1S
 - CV-150-M1S
 - CV-200-M1S
 - CV-300-M1S
 - CV-800-M1S

- *Válvulería:* en este caso el propio software nos ofrecía una oferta de valvulería que satisfacía las necesidades de cualquier sala de calderas. La tipología existente es:
 - Válvula de mariposa (50-300 mm)
 - Válvula de control tridireccional (50-400 mm)
 - Válvula de 3 vías (20-100 mm)
 - Filtro con brida (50-500 mm)

- Filtro con rosca (6-100 mm)
- *Tuberías*: como en el caso previo, Revit 2017 ofrece un modelo genérico de tubería que se puede editar y hacer adaptable a cualquier necesidad y que por lo tanto ha satisfecho todas nuestras exigencias.
En este caso no expondremos las múltiples tipologías que se pueden obtener tanto variando tamaños como materiales o asilamientos.

8.3. Circuitos y sistemas de tuberías

Para realizar las conexiones entre los equipos, se disponen una serie de circuitos básicos conformados por:

- *Circuito primario*: es un circuito cerrado con un agua de baja agresividad ya que no dispone de oxígeno disuelto. Este circuito es el que existirá entre las calderas y el botellón de compensación.
- *Circuito secundario*: al contrario que en el caso de los circuitos primarios, en estos se recibe agua de manera continua correspondiente a la de consumo, que resulta más agresiva con los materiales de la instalación. El circuito secundario tiene su inicio en el botellón de compensación y su final en los sistemas terminales del edificio en cuestión.
- *Circuito de ida*: identificado en color rojo. Transporta el agua a mayor temperatura para llevarla hacia los radiadores del edificio o para calentar el ACS.
- *Circuito de retorno*: identificado en color azul. Devuelve el agua, ya a menor temperatura, que se vuelve a introducir en la caldera para volver a ser calentada de nuevo.
- *Circuito de gas*: identificado en color amarillo. Es el que introduce el gas desde la toma externa hasta las calderas.
- *Circuito de humos*: identificado en color negro. Su función es la de evacuar los gases de la caldera transportándolos hacia la chimenea y posteriormente hacia el exterior.

Aparte de los circuitos, que los creamos nosotros mismos, como ya indicamos en el apartado 6, Revit 2017 nos da unos sistemas, que nos servirán para realizar

posteriormente las conexiones entre equipos de una manera efectiva. Estos sistemas son varios:

- *Suministro hidrónico*: nosotros lo asociamos al circuito de ida; por lo tanto, será el asociado al color rojo y el que transportará el agua caliente.
- *Retorno hidrónico*: este sistema estará asociado al circuito de retorno, y será por lo tanto el encargado de devolver el agua a la caldera.
- *Otros*: lo asociamos al circuito de gas, puesto que Revit no nos da ningún sistema para transporte de combustibles ni similares, por lo tanto hemos optado por este sistema.
- *Ventilación*: es el sistema asociado al circuito de humos puesto que se encargan en parte de la ventilación, expulsando los humos hacia el exterior.

Hay que tener en cuenta que las conexiones de los equipos, así como las tuberías siempre pertenecen a un sistema y este determina si dos conexiones se pueden unir o no. Es decir, si intentamos unir una conexión de suministro hidrónico con una de retorno hidrónico el sistema nos lo permitirá con las consecuencias que conlleve (como errores posteriores, fallos en los cálculos fluidomecánicos, etc) pero nos dará un aviso para alertarnos de que las conexiones son de diferente tipo. No obstante, una vez que salta el aviso podemos acceder a la familia o el equipo correspondiente y editarlo para evitar dichos fallos.

8.4. Realización de la sala

Una vez dispuestos los equipos en la sala y determinados los circuitos existentes, solo nos queda hacer las conexiones oportunas entre los aparatos.

Para ello deberemos identificar en cada equipo que conexiones son para cada circuito. Al diseñar nosotros mismo los equipos, somos nosotros los que determinamos la tipología de la conexión. Así por ejemplo la caldera tendrá una conexión de suministro hidrónico (circuito de ida), retorno hidrónico (circuito de retorno), gas (circuito de gas) y otra de ventilación (circuito de humos). Esto ocurrirá con todos los equipos. Esta tipología de circuito se identifica en el menú de propiedades de cada equipo.

Posteriormente a haber dispuesto el tipo de tubería necesaria en función de la conexión y haber determinado en las preferencias de enrutamiento los codos y resto de conexiones de acuerdo a nuestras necesidades tal y como se explica en el apartado 6 de interfaz con Revit 2017.

Una vez dispuesto todo lo anterior, el único cometido es unir los equipos para conformar la disposición final de la sala. Para ello lo primero es seleccionar uno de los equipos, por ejemplo, la caldera.

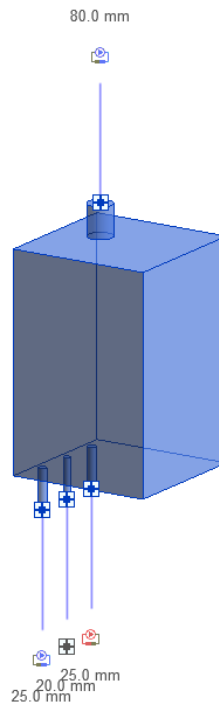


Imagen 117. Caldera Innovens Pro MCA-115

Como podemos observar la caldera dispone de 4 puntos seleccionables que muestran diferentes iconos. Cada uno de estos iconos depende del tipo de conexión, que como hemos apuntado puede ser: suministro o retorno hidráulico, gas o ventilación. Además, al lado de cada icono viene determinado el diámetro de dicha tubería.

El siguiente paso para realizar las conexiones consiste en situarnos sobre un punto seleccionable y con el botón derecho desplegar las opciones y escoger dibujar tubería.

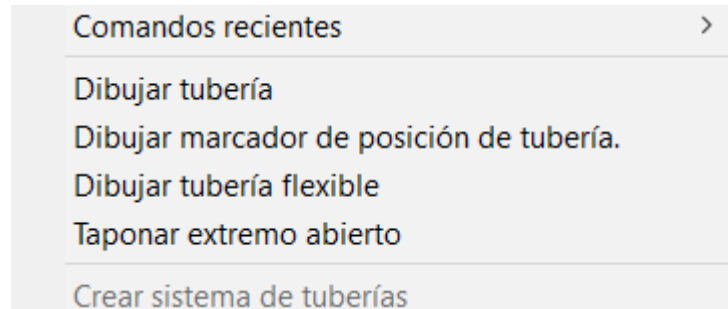


Imagen 118. Panel de selección

En ese momento en nuestro panel de propiedades se nos mostrará el tipo de tubería que vamos a usar, y por lo tanto ahí deberemos seleccionar la que queramos en función de la conexión que vayamos a realizar.

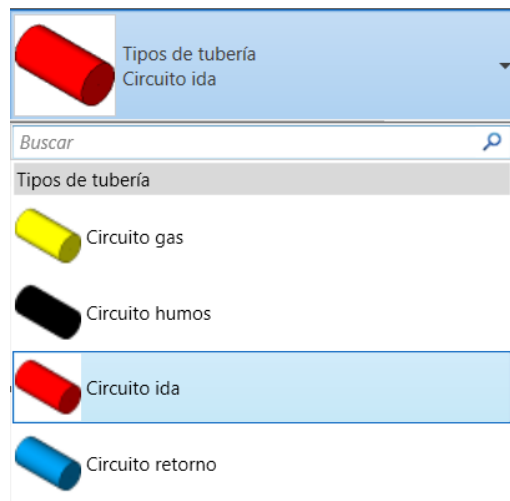


Imagen 119. Panel desplegable para la selección de tubería

Una vez determinados esos pasos solo nos quedará dibujar la tubería que se unirá de forma automática con otros equipos al ir dibujando. Del mismo modo también se crearán los codos y conexiones en T en función de las necesidades que surjan. Es decir, si tenemos una tubería y llegamos con una tercera que se debe enganchar a dicha tubería, el programa nos creará de forma automática una conexión en T.

8.5. Automatización

Cuando las operaciones realizadas en el módulo MEP se llevan a cabo de la forma adecuada, Revit 2017 y en general los softwares BIM nos ofrecen unas

posibilidades que facilitan enormemente el diseño y la resolución de algunos de los problemas que se originan durante esta fase, sobre todo a nivel espacial.

El concepto de automatización en Revit 2017, no es quizás una definición clásica de un proceso automático. Es decir, no será un programa que funcione por sí mismo o que sea capaz de desarrollar parcialmente por su cuenta el proyecto que deseemos. El concepto de automatización que pretendemos exponer está más relacionado con unas capacidades que ofrece el programa que nos evitan remodelar todo en caso de fallo. Expongo para ello un par de posibles problemas que podrían suceder en el transcurso de la fase de diseño de un edificio de viviendas:

- Comenzamos a proyectar la instalación de fontanería, pero en un punto del proyecto nos hemos dado cuenta de que hemos determinado las tuberías del suministro hidrónico las hemos dispuesto de 2" pero tienen que ser de 2 ½". Este error en un programa CAD de diseño 2D nos provocaría un trastorno bastante notable puesto que habría que cambiar el tamaño de todas las tuberías del suministro hidrónico pero además readaptar los equipos y las conexiones entre las tuberías, sin embargo a través del software Revit, este fenómeno de automatización que definimos, nos permite que al cambiar el tamaño de tubería en la que nos hemos equivocado, provoque todos los cambios necesarios en las uniones entre las tuberías o los equipos a los que se conectan, o nos avise de que hay equipos que no sirven para las nuevas tuberías, etc.
- Otra funcionalidad que se engloba en esta automatización quedará patente cuando por ejemplo en el mismo edificio de viviendas, se ha añadido una instalación que no estaba inicialmente proyectada pero que requiere que hay una nueva caldera. De nuevo en un sistema CAD 2D nos provocaría un notable perjuicio puesto que habría que mover el equipo y además las tuberías, las conexiones, etc. Por el contrario en Revit bastará con seleccionar el equipo que deseamos mover para hacer más espacio y con él se moverán las tuberías y conexiones.

9. Ejemplos

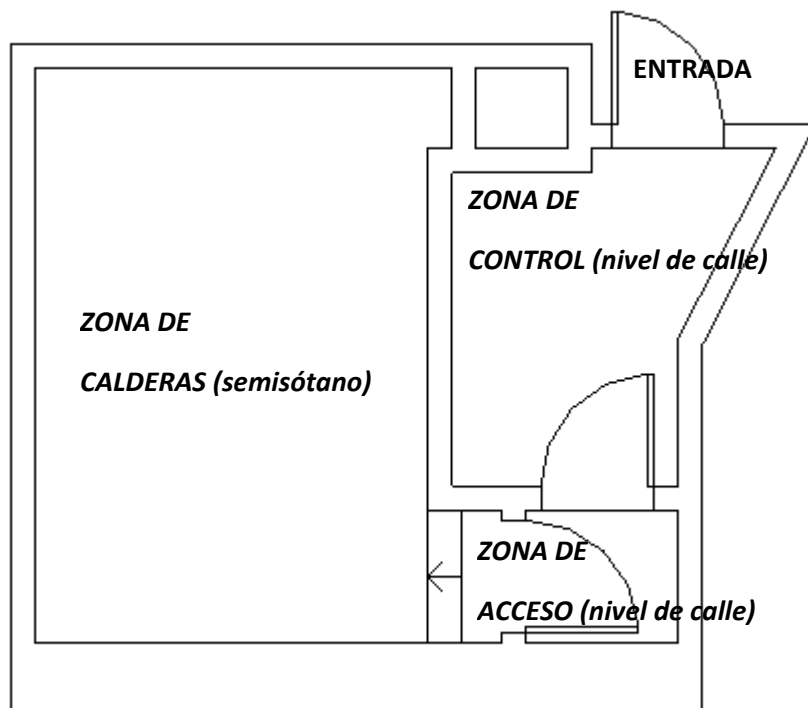
9.1. Edificio del Banco de España en Valladolid

9.1.1. Descripción del edificio y su sala de calderas

Se trata de un edificio histórico, cuya construcción actual data del 1958, por lo tanto, parte de su estructura y de las opciones propuestas en el punto 8.1 no son asumibles.

En lo relativo a la comunicación directa con el exterior, que quizás sea uno de los puntos más importantes a la hora de evitar problemas, la sala de calderas linda con la pared exterior y por lo tanto dispone de entradas de aire exterior a través de ventanas y rejillas.

A nivel descriptivo de la sala, esta cuenta con una entrada donde se alojan los elementos de control de la sala, tras una puerta, una zona de paso que nos permitirá la entrada al recinto donde dispondremos los equipos que se encuentra a una altura más baja, en lo que sería un semisótano, al que se accede a través de una escalera, que respeta las dimensiones necesarias para cumplir las normativas de seguridad. A continuación, podemos ver en la siguiente vista la distribución de la sala.



9.1.2. Listado de los equipos

Ahora ya centrándonos en la propia zona de calderas, a través de los planos de los que disponemos podemos saber los equipos necesarios para poder instalarlos.

- *Calderas Innovens Pro MCA-115 (2 unidades)*



Imagen 120. Caldera Innovens Pro MCA-115

- *Bombas Wilo Stratos DN50 (3 unidades)*

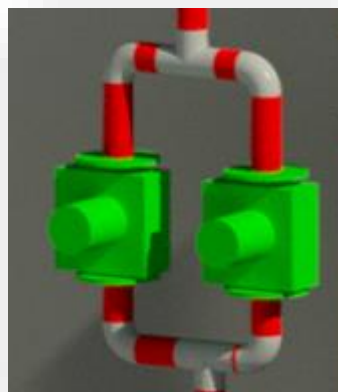


Imagen 121. Bombas Wilo Stratos DN50

- *Colectores de 3 salidas (2 unidades)*



Imagen 122. Colector de 3 salidas (circuito de ida)

- *Botellón de compensación 4" (1 unidad)*

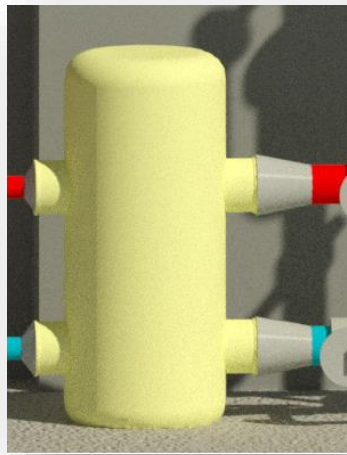


Imagen 123. Botellón de compensación (4")

- *Vaso de expansión Reflex G500 (1 unidad)*



Imagen 124. Acumulador Sedical Reflex G500

- *Válvulas de mariposa*

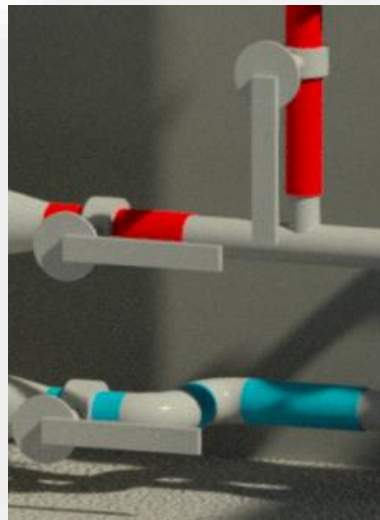


Imagen 125. Válvulas de mariposa

- *Válvula de 3 vías*

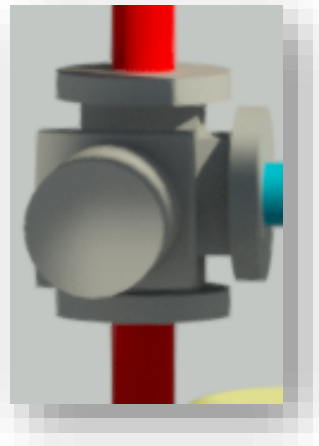


Imagen 126. Válvula de 3 vías

- *Filtros en Y*



Imagen 127. Filtro en Y

9.1.3. Planos de la disposición final de la sala

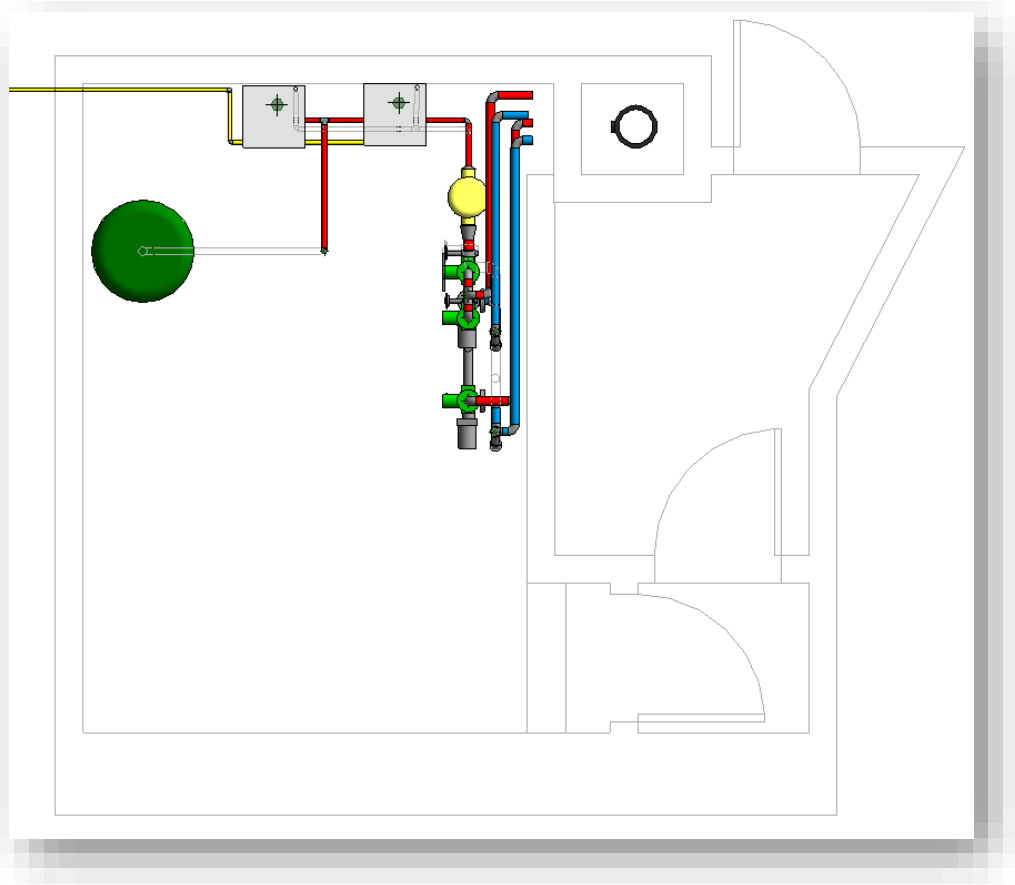


Imagen 128. Planta sala de calderas Banco de España en Valladolid

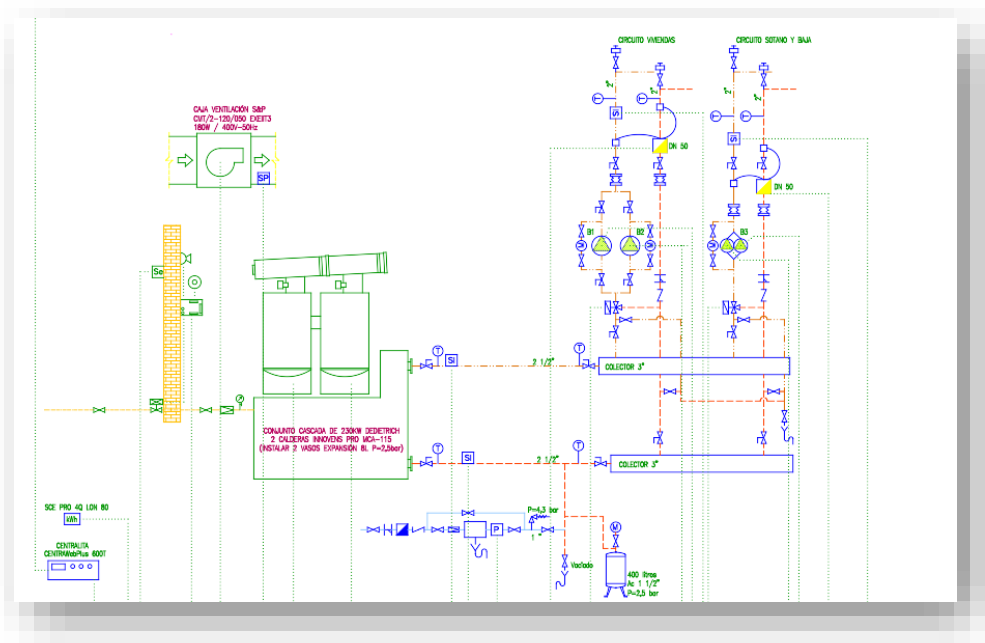


Imagen 129. Esquema de principio sala de calderas del Banco de España en Valladolid

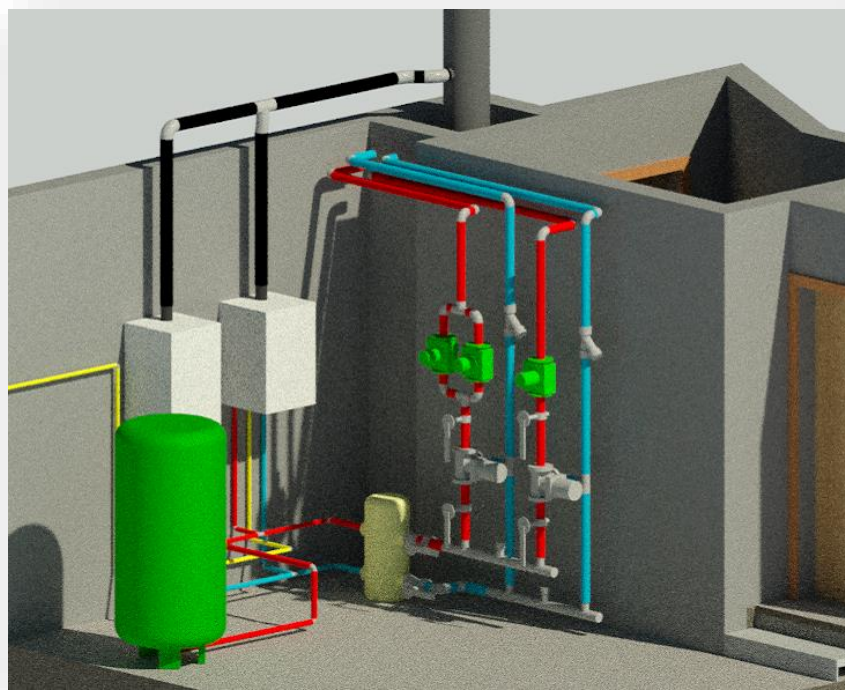


Imagen 130. Vista general de la sala de calderas del Banco de España en Valladolid

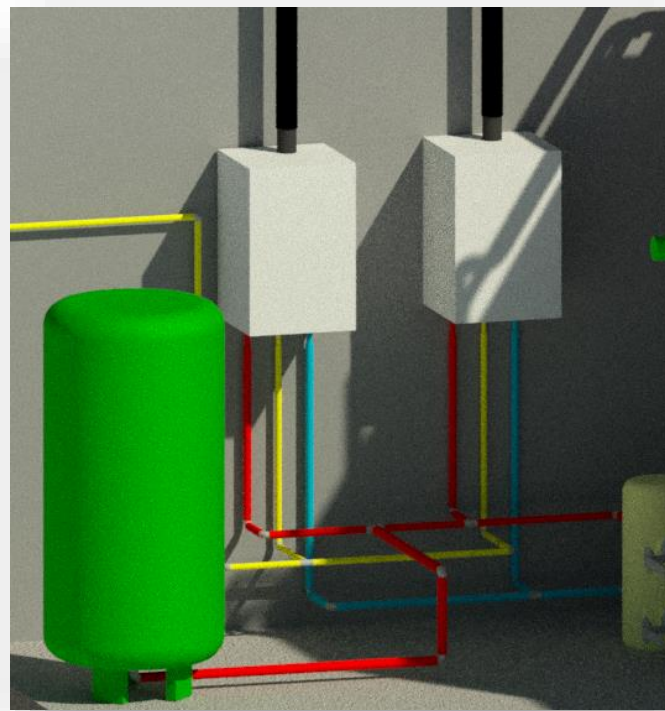


Imagen 131. Detalle calderas y vaso de expansión de la sala de calderas del Banco de España en Valladolid

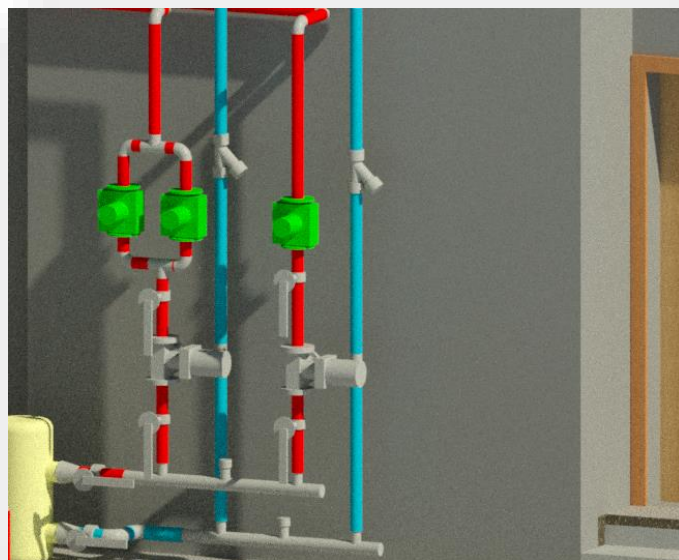


Imagen 132. Detalle bombas y colectores de la sala de calderas del Banco de España en Valladolid

9.2 Residencia geriátrica en Salamanca

9.2.1. Descripción del edificio y su sala de calderas

Se trata de un edificio destinado a residencia geriátrica en la ciudad de Salamanca.

La sala de calderas tiene una geometría sencilla sin separaciones entre la instalación y la zona de control.

Los suelos, como en todas las salas de calderas, serán estructurales para poder soportar los elevados pesos de los equipos instalados

En cuanto a las puertas, todas ellas abren hacia el exterior para mantenernos en la vigencia de las leyes de protección contra incendios y respetar los canones adecuados de seguridad.

En cuanto a los cerramiento serán impermeabilizados como en la mayoría de casos.

En las cuestiones de ventilación, este edificio dispone de comunicación con el exterior a través de varias tomas de aire natural y un equipo de ventilación forzada.

9.2.2. Listado de los equipos

Una vez detallada la descripción de la sala pasamos a concebir la lista de elementos que compondrán la sala de este edificio.

- Calderas C230-130 Eco (2 unidades)

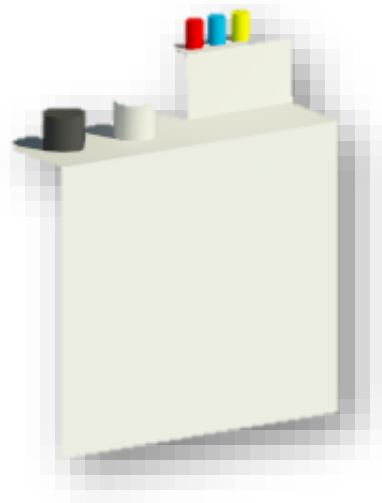


Imagen 133. Caldera C230-130 Eco

- Bombas Wilo Stratos DN40 (2 unidades) y DN65 (3 unidades)

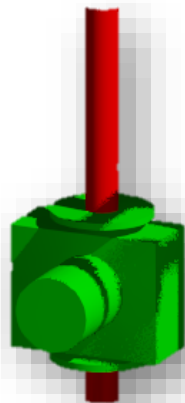


Imagen 134. Bomba Wilo Stratos DN40

- Colectores 3 salidas (2 unidades)

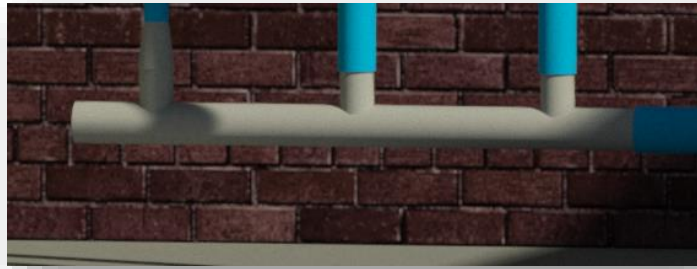


Imagen 135. Colector de 3 salidas (circuito de retorno)

- Botellón de compensación 3" (1 unidad)

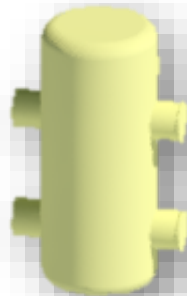


Imagen 136. Botellón de compensación 3"

- Vaso de expansión Reflex DD8 (2 unidades)



Imagen 137. Vaso de expansión Reflex DD8

- Acumuladores Coral Vitro (2 unidades)

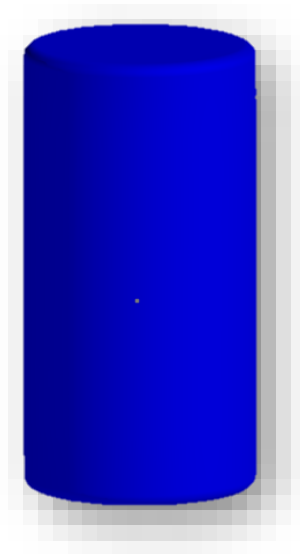


Imagen 138. Acumulador CV800-MB1

- Válvulas de mariposa



Imagen 139. Válvula de mariposa

- Válvulas de 3 vías

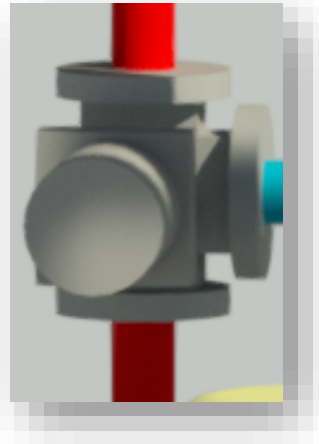


Imagen 140. Válvula de 3 vías

- Filtros en Y



Imagen 141. Filtro en Y

9.2.3. Planos de la disposición final de la sala

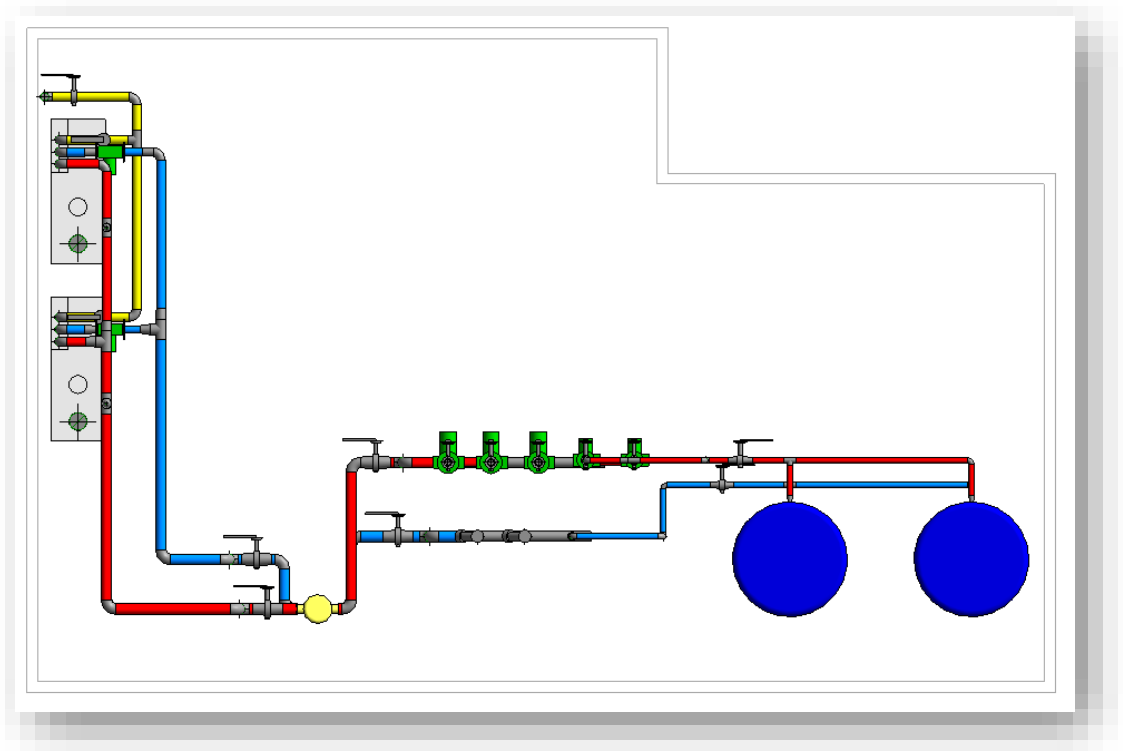


Imagen 142. Planta sala de calderas bloque de viviendas en Avenida Salamanca

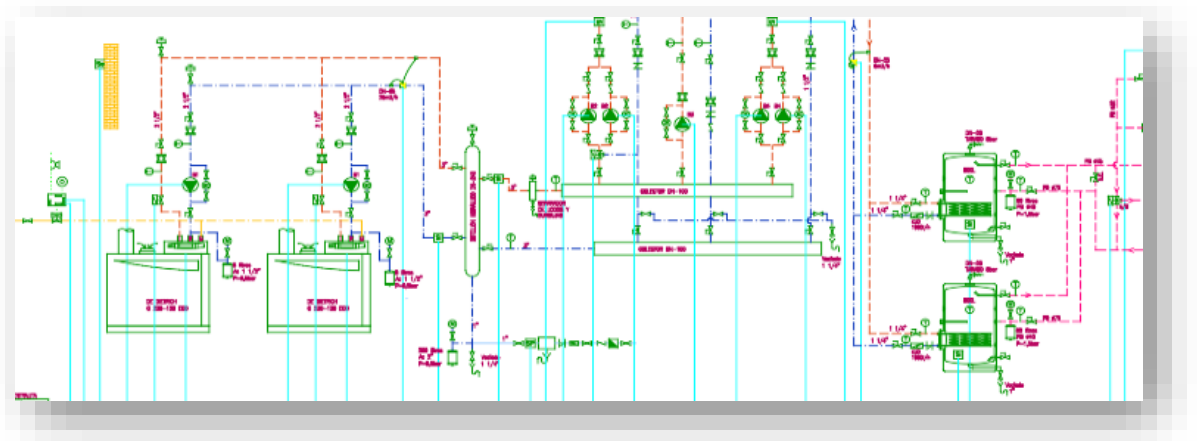


Imagen 143. Detalle esquema de principio bloque de viviendas en Avenida Salamanca

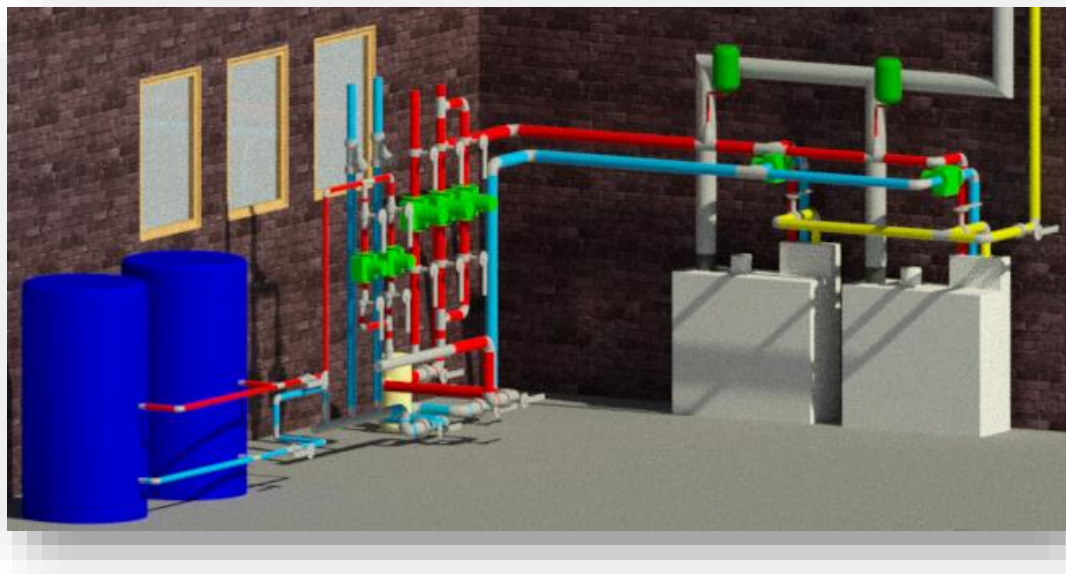


Imagen 144. Vista general del bloque de viviendas en Avenida Salamanca

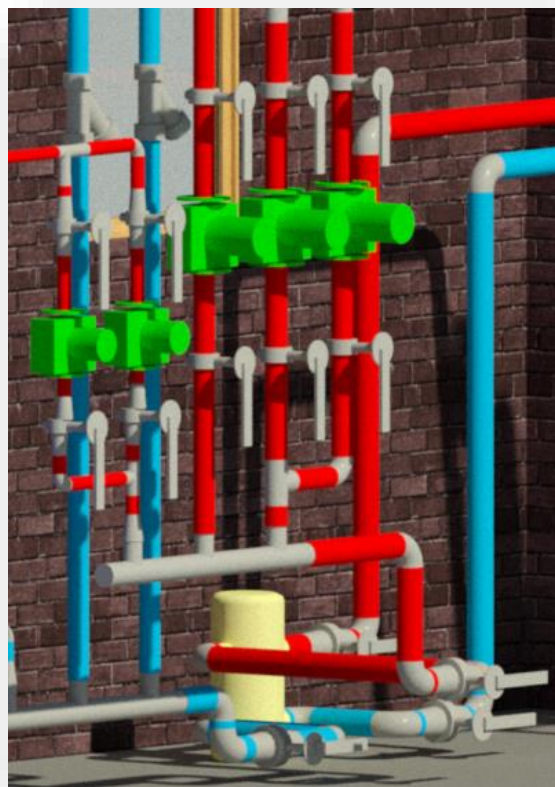


Imagen 145. Detalle bombas y colectores bloque de viviendas en Avenida Salamanca

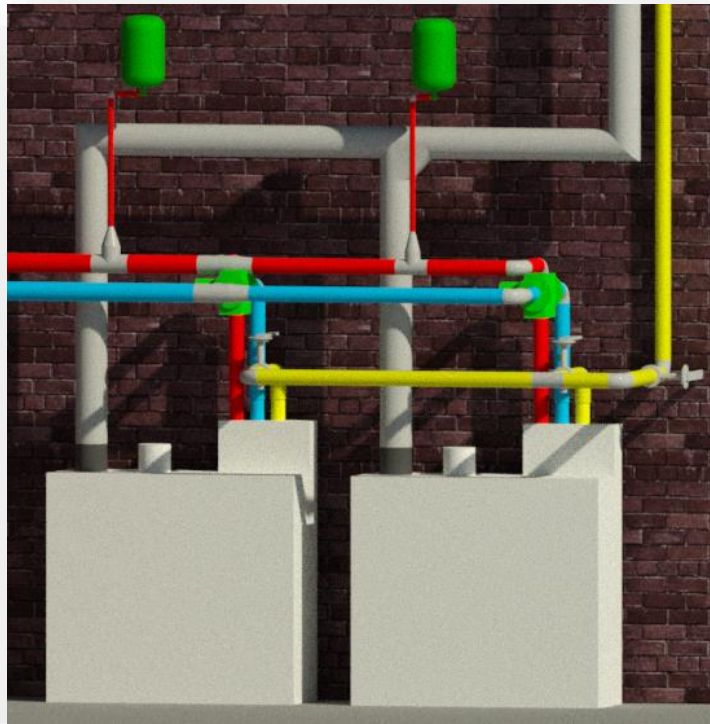


Imagen 146. Detalle calderas y vasos de expansión

9.3. Edificio de viviendas en Valladolid

9.3.1. Descripción del edificio y su sala de calderas

El edificio de viviendas se localiza en la calle Arcas Reales de Valladolid. Es un edificio de 48 viviendas que lleva instalados 400 kW de potencia.

Su sala de calderas tiene una disposición sencilla sin zonas separadas para los equipos y los mandos de control.

Los suelos tendrán resistencia estructural adecuada para resistir el peso de los equipos que se deban instalar.

Los cerramientos, obedeciendo a las normativas serán impermeabilizados.

En cuestiones dimensionales, se mantienen las distancias exigidas por la normativa UNE 60:601.

En el apartado de ventilación la sala esta provista de ventanas que dan acceso al exterior para una ventilación natural y además equipos mecánicos para ventilación forzada.

9.3.2. Listado de los equipos

- Caldera MCA 160 (4 unidades)

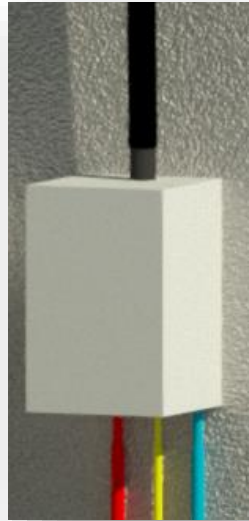


Imagen 147. Caldera MCA 160

- Bombas Wilo Stratos DN80 (1 unidad), DN65 (1 unidad) y DN50 (1 unidad)

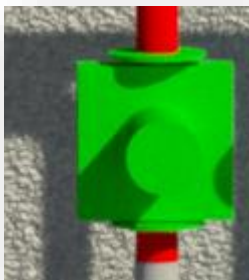


Imagen 148. Bomba Wilo Stratos DN80

- Vaso de expansión Reflex G500 (1 unidad)



Imagen 149. Vaso de expansión Reflex G500

- Acumulador CV300-M1S (4 unidades)

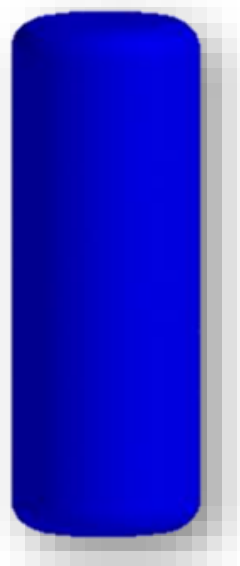


Imagen 150. Acumulador CV300-M1S

- Válvulas de mariposa

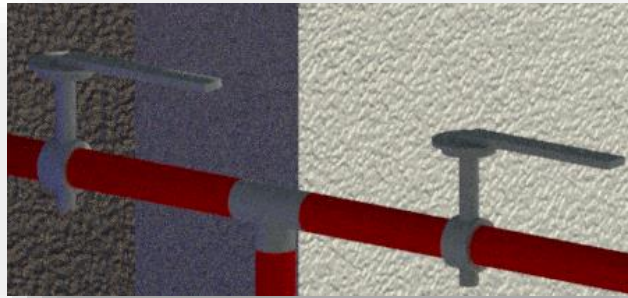


Imagen 151. Válvulas de mariposa

- Válvulas tridireccionales

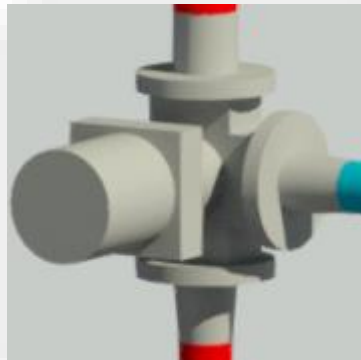


Imagen 152. Válvula tridireccional

9.3.3. Planos de la disposición final de la sala

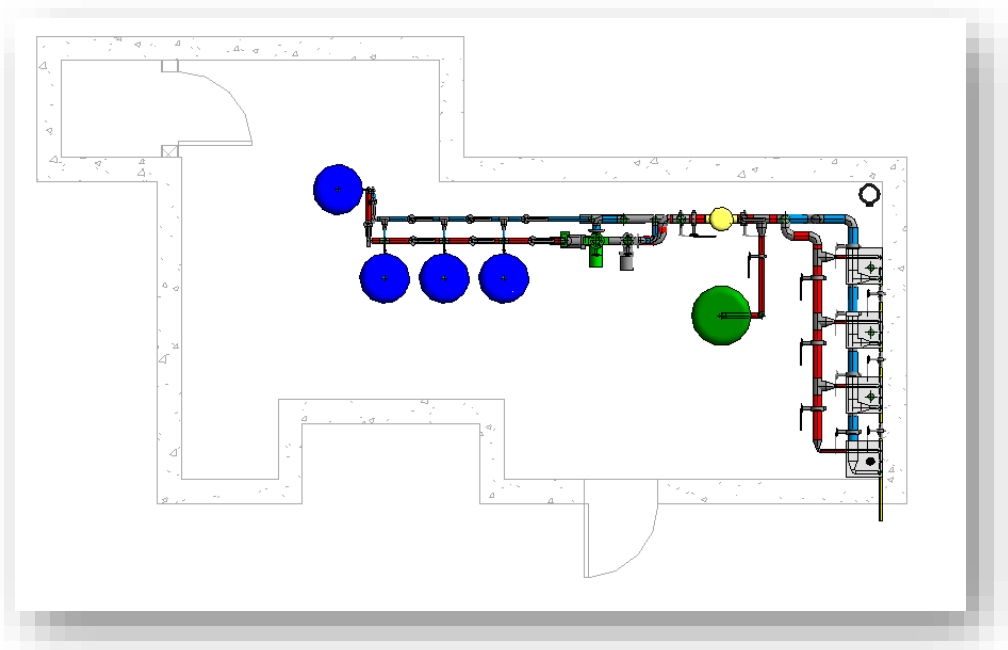


Imagen 153. Planta sala de calderas de edificio de viviendas en Valladolid

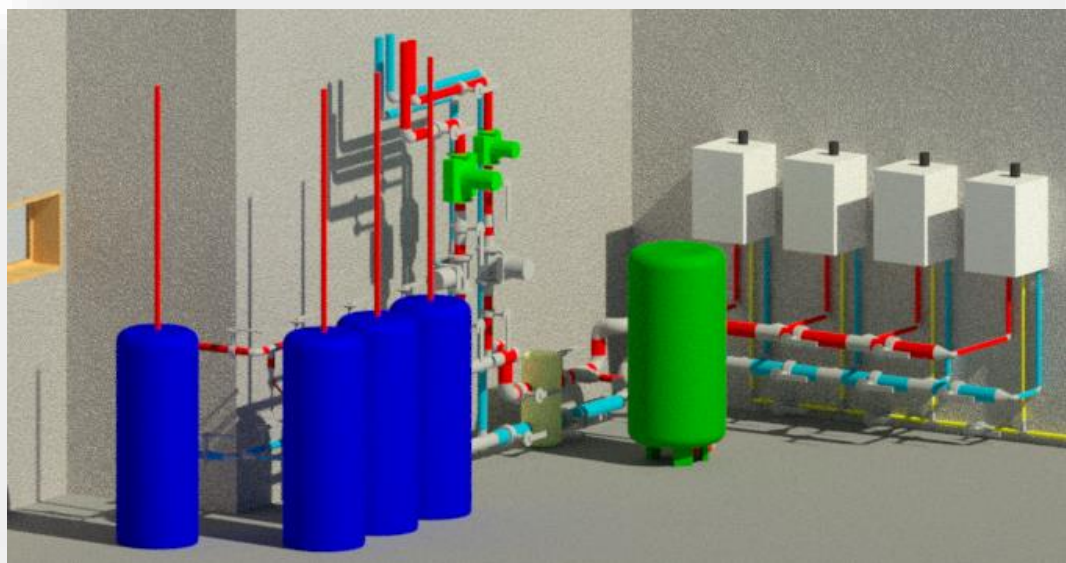


Imagen 154. Vista general de la sala de calderas de edificio de viviendas en Valladolid

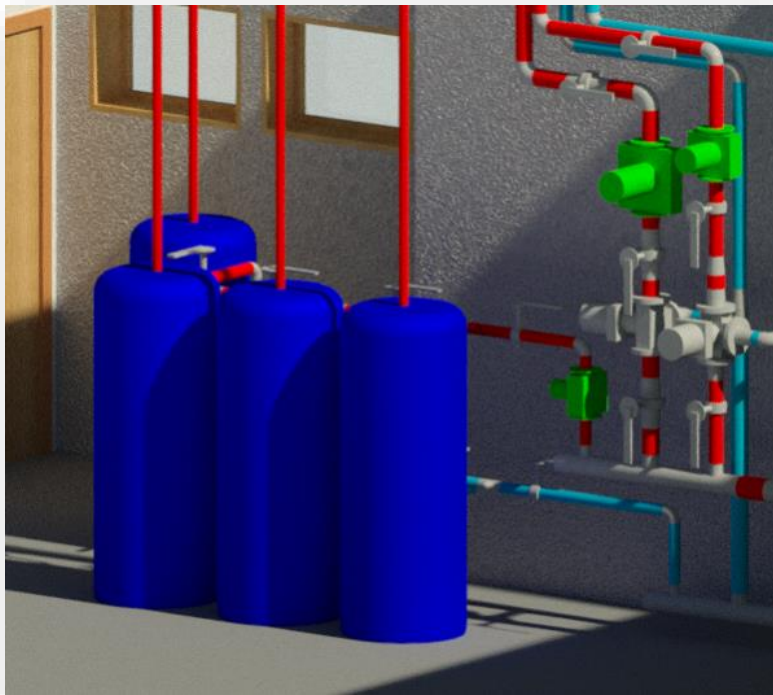


Imagen 155. Detalle bombas, acumuladores y colectores en la sala de calderas de edificio de viviendas en Valladolid

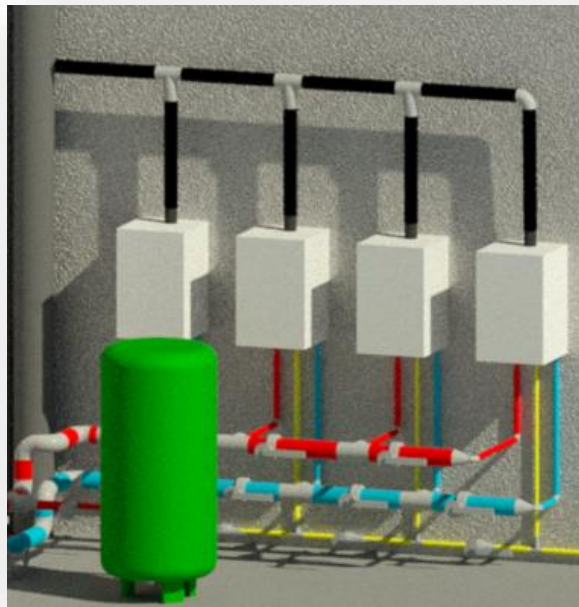


Imagen 156. Detalle vaso de expansión, calderas y salidas de humos de edificio de viviendas en Valladolid

10. Conclusiones y líneas futuras.

10.1. Conclusiones

Este trabajo de fin de grado ha tenido varios objetivos, aunque uno ha sido el principal y eje vertebrador de todo el proyecto: acercarnos a la metodología BIM para tomar una visión general sobre esta forma de trabajo, entendiendo cual es el potencial de estas herramientas y que ventajas presentan frente a otras metodologías, a través del desarrollo de salas de máquinas.

Para poder llevar a cabo este objetivo inicial, nos hemos debido documentar acerca de la metodología BIM, en qué consistía, cuáles eran sus ventajas y en que nos podía ayudar para poder convertir todos esos puntos en valor añadido de nuestro proyecto y así mostrar el alcance de esta metodología. También como parte de este acercamiento a BIM tuvimos que conocer el software Revit 2017 que nos ha permitido llevar a cabo todos los aspectos prácticos en los que se ha basado el proyecto, desde el diseño de los equipos hasta la creación de las salas de máquinas.

Por otro lado, tuvimos que centrarnos en conocer las estructuras de las salas de máquinas y concretamente de las salas de calderas, es decir, que equipos las componen, como se disponen, como se conectan, etc.

Una vez interiorizado y comprendido el objetivo principal abríamos una serie de objetivos específicos:

El primero de ellos: el diseño de los equipos que iban a formar parte de la sala de calderas. Este punto era vital puesto que una de las contras principales en el uso de BIM a nivel profesional es el elevado espacio de memoria que ocupan los modelos, lo que provoca que el trabajo sea lento y finalmente se opte por otras metodologías. Por lo tanto, comprendimos que era vital reducir el espacio que ocupaban los equipos, pero obedeciendo a una serie de objetivos específicos como han sido la parametrización de los modelos, el posicionamiento de los conectores MEP y la creación de diseños que a la par que sencillos, no dejaran de ser similares a un equipo real.

Por supuesto para ello nos tocó examinar los múltiples equipos en catálogos de productos reales para luego, basándonos en dichos modelos poder crear los nuestros propios. A través de las parametrizaciones y las creaciones de familias conseguimos reducir los tamaños de los equipos.

Si acudimos, con el fin de comparar la memoria ocupada, a una web especializada en la creación de este tipo de equipos podremos ver que los modelos creado por nosotros mismos reducen notablemente el espacio ocupado.

Equipos	Diseño propio	Web especializada	% Ahorro de espacio
Calderas Innovens	660 KB	1228 KB	46,25 %
Acumuladores CV	360 KB	536 KB	32,83 %

El siguiente objetivo específico que teníamos en mente era establecer las condiciones necesarias para poder realizar las salas lo más automatizadas posible. Para ello nos tocó indagar en el funcionamiento del módulo MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) de Revit, que nos permitía disponer de elementos que se agrupan por sistemas o circuitos, que van asociados a los equipos que hemos creado y a las tuberías. Esta asociación nos permitía que, en caso de variación de los elementos de la sala, tanto espacial como en ocasiones dimensionalmente, mantenía la asociación con todos los equipos conectados, ya bien sea editando automáticamente los diámetros como variando las posiciones de algunos equipos o dando avisos de cuestiones incompatibles.

10.2. Líneas futuras

Como se ha recalcado a lo largo del proyecto, la metodología BIM es algo más que el diseño de un edificio y unas instalaciones. También es una herramienta de información, con potencial econométrico y medioambiental. Por lo tanto, las líneas futuras las podríamos centrar en estos 3 pilares:

- **Información:** los softwares BIM nos permiten almacenar información sobre los modelos y el proyecto que realizamos. Aunque si es cierto que ya hemos comenzado a introducir información en los modelos respecto a sus características, hay campos que no se han materializado como podrían ser los plazos de pedido de los equipos, los tiempos de entrega, de instalación, el número de operarios por equipos, revisiones de mantenimiento, etc.
- **Económico:** Revit permite elaborar informes de costes para conocer el estado económico del proyecto, para ello es necesario de nuevo introducir información en el proyecto de costes de mano de obra, maquinaria, equipos, mantenimiento, etc., que nos generen unos datos que sirvan para hacer un planteamiento económico de la obra. Por lo tanto, este es otro aspecto sobre el que se podría avanzar.

- Medioambiental: BIM permite un análisis medioambiental de todo el proyecto, evaluando la huella de carbono que se genera, fijando los períodos de desmantelamiento, planificando los gastos de recursos del edificio en aspectos energético permitiendo la búsqueda de un edificio más sostenible. Por lo tanto, respecto a esta dimensión se podría avanzar tanto a nivel de proyecto arquitectónico tanto como con los propios equipos diseñados fijando sus emisiones, sus gastos energéticos, etc. que nos permitan evaluar la sostenibilidad del proyecto.

Definitivamente las líneas futuras en el trabajo sobre BIM, se centran en implementar el resto de dimensiones más allá del modelo 3D, es decir incorporar información para poder gestionar el control de la planificación (4D): marcando el tiempo de recepción de los productos, tiempos de instalación, períodos de puesta en marcha, etc.; el control de costes (5D): determinando los gastos en mano de obra, materiales, equipos; la sostenibilidad (6D): gestionando el gasto en recursos, la huella de carbono y el comportamiento de las instalaciones y el edificio durante su vida útil; el mantenimiento (7D): fijando los tiempos de mantenimiento, la duración de las reparaciones, etc.; y la seguridad (8D): marcando los protocolos necesarios en función de si se trata de la instalación de un equipo u otro aspecto de la obra.

Bibliografía

- [1]. *The current situation of BIM in the world.* (Octubre, 2016). *BIMCommunity.com*. Recuperado en Abril 2018, a partir de <https://www.bimcommunity.com/news/load/329>
- [2]. *La situación del BIM en el mundo evoluciona exponencialmente.* (Diciembre, 2016). *asidek.es*. Recuperado en Abril 2018, a partir de <https://www.asidek.es/la-situacion-del-bim-mundo/>
- [3]. *Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios.* *Mincotur.com*. Recuperado en Junio 2018, a partir de <http://www.mincotur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
- [4]. Conocimientos básicos: bombas de desplazamiento positivo. [diapositiva]. Recuperado en Junio 2018, a partir de https://www.gunt.de/images/download/positive-displacement-pumps_spanish.pdf
- [5]. Vázquez Sánchez, Oscar. [IngeniosoTV] (2017). Tutorial Revit MEP 2018. Recuperado en Febrero 2018, a partir de https://www.youtube.com/channel/UCzZw9YUQHLLI_OF73xM8zgQA
- [6]. Arrieta E. Manual Avanzado Autodesk Revit Architecture. Pamplona, España.
- [7]. Benavides Domínguez, A. (2011). Proyecto Técnico de Reforma de Sala de Calderas con Gas Natural e Instalaciones. Salamanca, España.
- [8]. Agustí Brugarolas, S. (2016). Implementación de Metodología BIM en el Project Management. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- [9]. García San José, R. (2001). Salas de Calderas. Recuperado Febrero 2018, a partir de <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/CALDERAS/Salas%20de%20calderas.pdf>
- [10]. Guía Técnica. Agua caliente sanitaria central. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Madrid, España, Junio de 2010.

- [11]. Guía Técnica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Madrid, España, Septiembre de 2008.
- [12]. Guía Técnica. Selección de equipos de transporte de fluidos. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Madrid, España, Junio de 2012.
- [13]. Prosener. Salas de calderas. Normativa básica y diseño. Recuperado en Marzo 2018, a partir de <http://www.prosener.com/Presentaciones/Prosener%20-%20Salas%20de%20calderas.pdf>
- [14]. Ygnis (2016). Catálogo comercial. Soluciones Globales en Confort Térmico.
- [15]. Viessmann (2016). Catálogo comercial. Sistemas de Calefacción.
- [16]. Orkli. Catálogo comercial. Colectores y equipos de distribución. Componentes para calefacción y agua caliente sanitaria.
- [17]. Lapesa (2018). Catálogo comercial. Acumuladores Coral Vitro.
- [18]. Lapesa (2018). Catálogo comercial. Intercambiadores de placas.
- [19]. Real Decreto 1027/2007. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Secretaría de estado de energía, Dirección general de política energética y minas. Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE). Madrid, España, Septiembre de 2013.
- [20]. Real Decreto 314/2006. Ministerio de Vivienda. Código Técnico de la Edificación. Documento HS de Salubridad. Madrid, España, 28 de Marzo de 2006.
- [21]. UNE 60601:2013. Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración que utilizan combustibles gaseosos. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 12 de Noviembre de 2014.

- [22]. UNE EN 60670:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 9 de Julio de 2014.
- [23]. UNE 19047:1996: Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 19 de Abril de 1996.
- [24]. UNE EN 1057:2007: Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción. Asociación de Normalización y Certificación. Madrid, España, 24 de Julio de 2017.
- [25]. UNE 19049:1997: Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 12 de Junio de 1997.
- [26]. UNE 545:2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 23 de Abril de 2015.
- [27]. UNE EN 1452:2010: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 15 de Septiembre de 2010.
- [28]. UNE ISO 15877:2009: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Poli(cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 9 de Marzo de 2011.
- [29]. UNE EN 12201:2003: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 27 de Junio de 2003.
- [30]. UNE EN ISO 15875:2004: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado

(PE-X). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 23 de Julio de 2004.

- [31]. UNE EN ISO 15876:2004: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibuteno (PB). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 15 de Diciembre de 2008.
- [32]. UNE EN ISO 15874:2013: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 29 de Mayo de 2013.
- [33]. UNE 53960:2002 EX: Plásticos. Tubos multicapa para conducción de agua fría y caliente a presión. Tubos de polímero/aluminio (Al)/polietileno resistente a la temperatura (PE-RT). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 30 de Mayo de 2002.
- [34]. UNE-EN 1555:2011: Sistemas de canalización en materiales plásticos para el suministro de combustibles gaseosos. Polietileno (PE). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 16 de Marzo de 2011.
- [35]. UNE-EN 10255:2005: Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 5 de Octubre de 2005.
- [36]. UNE-EN 10312:2003: Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de líquidos acuosos incluyendo el agua destinada al consumo humano. Condiciones técnicas de suministro. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 4 de Abril de 2003.
- [37]. UNE 53008:2014: Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalización de tubos multicapa para instalaciones receptoras de gas con una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar (500 kPa). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España, 10 de Septiembre de 2014.

