



Universidad de Sevilla

Escuela Politécnica Superior de Sevilla



**TRABAJO FIN DE GRADO
EN
INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL
Y
DESARROLLO DEL PRODUCTO**

**ESTUDIO HISTÓRICO-GRÁFICO DE LA
FÁBRICA DE VIDRIO “LA TRINIDAD” DE
SEVILLA**



Autor: Rocío Fernández Olmo

Tutor: Julián Llorente Geniz



Estudio Histórico-Gráfico de la fábrica de vidrio
"La Trinidad" de Sevilla
Rocío Fernández Olmo





ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Introducción.....	13
1.2 Metodología.....	14
1.3 Objetivo del proyecto.....	15
1.4 Organización del proyecto.....	16
2 ANTECEDENTES.....	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.2 Patrimonio Industrial.....	17
2.2.1 ¿Qué es el patrimonio industrial?.....	17
2.2.2 Patrimonio industrial en España.....	18
2.2.3 Plan nacional del patrimonio industrial.....	19
2.2.4 Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.....	21
2.2.5 TICCIH.....	22
3 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO EN ESPAÑA.....	25
3.1 Introducción.....	25
3.2 Evolución de la industria del vidrio en España.....	25
4 LA FÁBRICA DE VIDRIO LA TRINIDAD DE SEVILLA.....	37
4.1 Introducción.....	37
4.2 Historia de “La Trinidad”.....	37
4.3 Proceso de elaboración del vidrio de “La Trinidad”.....	45
4.3.1 Introducción.....	45
4.3.2 Puestos de trabajo.....	45
4.3.3 El proceso.....	46
4.4 Edificio.....	63
4.4.1 Descripción del complejo fabril.....	63
4.4.2 Análisis de la fábrica.....	67
4.4.2.1 Niveles de la fábrica.....	67
4.4.2.2 Naves y distribución en planta.....	70
4.4.3 Reformas.....	86
4.4.3.1 Reformas en cuanto a la distribución en planta.....	89
4.5 Maquinaria principal de la fábrica: los hornos.....	99
4.5.1 Introducción.....	99
4.5.2 Hornos de fundición.....	99
4.5.2.1 Clasificación de los hornos de fundición.....	99
4.5.2.2 Hornos de fundición en “la Trinidad”.....	101
4.5.3 Hornos de recocido.....	125
4.5.4 Herramientas.....	128
5 RECREACIÓN VIRTUAL.....	130
5.1 Introducción.....	130



5.2 Elección del programa de diseño.....	130
5.2.1 Autodesk 3dsMax (anteriormente 3D Studio Max).....	131
5.2.2 SketchUp.....	132
5.3 Desarrollo de la maquinaria de la fábrica.....	134
5.4 Modelado de los hornos y del edificio.....	136
5.4.1 Hornos de fundición.....	136
5.4.1.1 Horno de fundición 1.....	136
5.4.1.2 Horno de fundición 2.....	142
5.4.2 Hornos de recocido.....	152
5.4.3 Edificio.....	155
5.5 Comparativas.....	161
6 REALIDAD AUMENTADA.....	173
6.1 Introducción.....	173
6.2 ¿En qué consiste la realidad aumentada?.....	173
6.3 Campos de aplicación de la realidad aumentada.....	174
6.4 Aplicación de la realidad aumentada con los hornos.....	176
7 CONCLUSIONES.....	183
7.1 Introducción.....	183
7.2 Conclusiones.....	183
8 BIBLIOGRAFÍA.....	185



Índice de figuras

Figura 3.2.1: Artesanos egipcios.....	26
Figura 3.2.2: Vidrio sobre núcleo.....	27
Figura 3.2.3: Fenicio soplando vidrio.....	27
Figura 3.2.4: Vidrio romano.....	28
Figura 3.2.5: Vidrio de Murano siglo XV.....	29
Figura 3.2.6: Vidriera Catedral de Sevilla, 1478.....	30
Figura 3.2.7: Cristal Bohemia.....	31
Figura 3.2.8: Trabajadores soplando vidrio.....	31
Figura 3.2.9: Cristal fábrica la Granja siglo XVIII.....	33
Figura 3.2.10: Vidrio soplado español siglo XIX.....	34
Figura 3.2.11: Grandes grupos sector del vidrio español.....	35
Figura 3.2.12: Centro de mesa de vidrio español siglo XX.....	36
Figura 4.2.1: Luis Rodríguez Caso.....	37
Figura 4.2.2: Proyecto Luis Rodríguez Caso 15 de octubre de 1900.....	38
Figura 4.2.3: Chimenea y parte de la fachada (años 30).....	39
Figura 4.2.4: Trabajadores en la planta de fundición (años 30).....	40
Figura 4.2.5: La Trinidad (1934).....	41
Figura 4.2.6: Trabajadores en la fábrica (años 30).....	41
Figura 4.2.7: Trabajadoras embalando vidrio (años 30).....	41
Figura 4.2.8: Inundaciones año 1961 en Sevilla que afectaron a la fábrica.....	42
Figura 4.2.9: Vidriero de la Trinidad soplando vidrio.....	43
Figura 4.2.10: Logotipo de la Trinidad.....	44
Figura 4.3.1: Horno de balsa y sopladores de vidrio.....	48
Figura 4.3.2: Caña recogiendo vidrio fundido.....	49
Figura 4.3.3: Soplador sacando vidrio fundido del horno.....	49
Figura 4.3.4: Trabajador soplando vidrio.....	49
Figura 4.3.5: Proceso de uso del molde.....	50
Figura 4.3.6: Pieza de vidrio en molde.....	50
Figura 4.3.7: El maestro vidriero realizando una forma original.....	51
Figura 4.3.8: Maestro vidriero usando papel humedecido.....	52
Figura 4.3.9: Maestro vidriero añadiendo un elemento a la pieza.....	52
Figura 4.3.10: Maestro vidriero añadiendo el pie a la copa.....	53
Figura 4.3.11: Maestro vidriero dando forma al pie de la copa.....	53
Figura 4.3.12: Maestro vidriero dando forma al pie de la copa.....	54



Figura 4.3.13: Trabajador realizando una pieza.....	54
Figura 4.3.14: Separación del vidrio de la caña.....	54
Figura 4.3.15: Separación del vidrio de la caña.....	55
Figura 4.3.16: Archero colocando el vidrio en el horno de recocido.....	55
Figura 4.3.17: Control de calidad de la pieza.....	56
Figura 4.3.18: Maestro tallador tallando una pieza.....	57
Figura 4.3.19: Trabajador tallando en un torno.....	57
Figura 4.3.20: Talla de cisne.....	58
Figura 4.3.21: Proceso elaboración del vidrio.....	59
Figura 4.3.22: Licorera de cristal azul de La Trinidad.....	60
Figura 4.3.23: Vidrio azul de La Trinidad.....	61
Figura 4.3.24: Vidrio de La Trinidad.....	61
Figura 4.3.25: Vidrio azul de La Trinidad.....	62
Figura 4.3.26: Vidrio azul y blanco de La Trinidad.....	62
Figura 4.3.27: Vidrio azul y blanco de La Trinidad.....	63
Figura 4.4.1: Vista aérea del terreno.....	64
Figura 4.4.2: Fábrica desde la Avenida de Miraflores.....	65
Figura 4.4.3: Fachada principal.....	65
Figura 4.4.4: Vista fachada principal.....	66
Figura 4.4.5: Lateral de la fábrica.....	66
Figura 4.4.6: Fachada trasera.....	67
Figura 4.4.7: Fachada trasera.....	67
Figura 4.4.8: Fachada lateral.....	68
Figura 4.4.9: Niveles de la fábrica.....	69
Figura 4.4.10: Primera planta.....	70
Figura 4.4.11: Planta baja.....	71
Figura 4.4.12: Naves.....	72
Figura 4.4.13: Fachada principal (frente oeste).....	73
Figura 4.4.14: Nave 1.....	73
Figura 4.4.15: Distribución en planta (Planta Baja (nave1)).....	74
Figura 4.4.16: Distribución en planta (Primera planta (nave1)).....	76
Figura 4.4.17: Interior nave 1, primera planta, fundición y soplado.....	76
Figura 4.4.18: Nave 2.....	77
Figura 4.4.19: Distribución en planta (Planta Baja (nave2)).....	78
Figura 4.4.20: Distribución en planta (Primera Baja (nave2)).....	79
Figura 4.4.21: Nave 3.....	80



Figura 4.4.22: Distribución en planta (Primera Baja (nave2)).....	81
Figura 4.4.23: Distribución en planta (Primera Baja (nave2)Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia).....	82
Figura 4.4.24: Interior nave 3.....	82
Figura 4.4.25: Chimenea.....	83
Figura 4.4.26: Naves Auxiliares.....	84
Figura 4.4.27: Distribución en planta (Naves auxiliares).....	85
Figura 4.4.28: Distribución en planta (Naves auxiliares).....	86
Figura 4.4.29: Fotografía antigua de la fachada principal.....	88
Figura 4.4.30: Fotografía actual de la fachada principal.....	89
Figura 4.4.31: Vista de la avenida Miraflores anegada.....	90
Figura 4.4.32: Plano original 1956.....	91
Figura 4.4.33: Distribución en planta: Planta baja en 1956.....	92
Figura 4.4.34: Planta baja en los 90.....	92
Figura 4.4.35: Plano original 1956.....	93
Figura 4.4.36: Distribución en planta Primera planta 1956 (alternativa 1).....	94
Figura 4.4.37: Plano original 1956.....	95
Figura 4.4.38: Distribución en planta Primera planta 1956 (alternativa 2).....	96
Figura 4.4.39: Distribución en planta. Primera Planta 1974.....	97
Figura 4.4.40: Distribución en planta Primera planta 1974.....	98
Figura 4.4.41: Primera planta finales 90.....	99
Figura 4.5.1: Clasificaciones de hornos de fundición.....	101
Figura 4.5.2: Planta de fundición de La Trinidad donde se aprecia un horno de crisoles.....	103
Figura 4.5.3: Planta de fundición de la Trinidad con los hornos de balsa.....	103
Figura 4.5.4: Material refractario.....	104
Figura 4.5.5: Crisol abierto.....	105
Figura 4.5.6: Crisol cerrado.....	105
Figura 4.5.7: Horno de crisoles (Museo Real Fábrica de Vidrio La Granja en Segovia).....	106
Figura 4.5.8: Horno de crisoles (Museo Real Fábrica de Vidrio La Granja en Segovia).....	107
Figura 4.5.9: Hornos de balsa de la Trinidad.....	108
Figura 4.5.10: Estructura horno de balsa: Empalizada de cubas de trabajo y fusión.....	110



Figura 4.5.11: Esquema de dirección de los gases en el horno de regeneración	112
Figura 4.5.12: Típico embalaje de red de refractarios que forman la chimenea.	113
Figura 4.5.13: Estructura horno regeneración con el embalaje a la izquierda (en azul)	113
Figura 4.5.14: Correlación entre la llama y la temperatura del aire precalentado.	114
Figura 4.5.15: Imagen estructura del horno de regeneración	115
Figura 4.5.16: Llama horno de regeneración	116
Figura 4.5.17: Imagen horno de regeneración end-fired de 100m²	117
Figura 4.5.18: Horno de regeneración cross-fired	118
Figura 4.5.19: Horno de recuperación de La Trinidad	119
Figura 4.5.20: Ejemplo camino del aire en un horno de recuperación	119
Figura 4.5.21: Esquema sección intercambiador de calor aire-aire del sistema de combustión del horno (Aire frío tonos azules y aire cálido tonos rojos)	120
Figura 4.5.22: Interior del intercambiador de calor aire-aire	121
Figura 4.5.23: Recuperador	122
Figura 4.5.24: Gráfica comparación consumo de energía entre horno de recuperación y horno de regeneración	123
Figura 4.5.25: Horno de recuperación	124
Figura 4.5.26: Estructura horno de recuperación side-fired	125
Figura 4.5.27: Horno de recuperación side-fired por contenedores	126
Figura 4.5.28: Hornos de recocido de cinta de la Trinidad	128
Figura 4.5.29: Caldera de carbón para hornos de recocido del nivel superior.	129
Figura 4.5.30: Moldes de hierro fundido (La Granja)	130
Figura 5.2.1: Autodesk 3dsMax	132
Figura 5.2.2: Animación en 3dsMax	133
Figura 5.2.3: SketchUp	133
Figura 5.2.4: Edificio en SketchUp	134
Figura 5.2.5: V-ray en SketchUp	135
Figura 5.3.1: Plano horno de balsa de 1956	136
Figura 5.4.1: Horno 1 antes de su expolio	138
Figura 5.4.2: Render horno 1 de fundición reconstruido	139
Figura 5.4.3: Render horno 1 de fundición reconstruido	139



Figura 5.4.4: Render horno 1 de fundición reconstruido.....	140
Figura 5.4.5: Render horno 1 de fundición reconstruido.....	140
Figura 5.4.6: Render horno 1 de fundición reconstruido.....	141
Figura 5.4.7: Render horno 1 de fundición reconstruido.....	141
Figura 5.4.8: Render horno 1 de fundición reconstruido.....	142
Figura 5.4.9: Render horno 1 de fundición reconstruido.....	142
Figura 5.4.10: Horno 2, señalado en rojo parte dudosa.....	143
Figura 5.4.11: Horno 2.....	144
Figura 5.4.12: Bocas horno 1.....	145
Figura 5.4.13: Orificios horno 2.....	145
Figura 5.4.14: Orificio para el quemador horno 1.....	145
Figura 5.4.15: Orificio para el quemador horno 2.....	146
Figura 5.4.16: Plataforma que conforma la zona de trabajo para extraer la mezcla.....	147
Figura 5.4.17: Plataforma que conforma la zona de trabajo para extraer la mezcla.....	147
Figura 5.4.18: Horno de recuperación metálico fechado 1991.....	148
Figura 5.4.19: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	149
Figura 5.4.20: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	150
Figura 5.4.21: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	150
Figura 5.4.22: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	151
Figura 5.4.23: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	151
Figura 5.4.24: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	152
Figura 5.4.25: Render reconstrucción horno de fundición 2.....	152
Figura 5.4.26: Horno de recocido de cinta.....	153
Figura 5.4.27: Horno de recocido demolido.....	154
Figura 5.4.28: Vidriero supervisando el producto una vez recocido en el horno.....	154
Figura 5.4.29: Render hornos de recocido.....	155
Figura 5.4.30: Plano original del edificio.....	156
Figura 5.4.31: Plano original del edificio.....	157
Figura 5.4.32: Render edificio vista aérea.....	158
Figura 5.4.33: Render edificio vista aérea.....	158
Figura 5.4.34: Render edificio vista aérea.....	159
Figura 5.4.35: Render edificio vista aérea.....	159
Figura 5.4.36: Render fachada principal.....	160



Figura 5.4.37: Render fachada lateral derecho.....	160
Figura 5.4.38: Render fachada lateral izquierda.....	160
Figura 5.4.39: Render fachada trasera.....	161
Figura 5.4.40: Render fachada lateral izquierda.....	161
Figura 5.5.1: Fotografía edificio comparativa 1.....	162
Figura 5.5.2: Render edificio comparativa 1.....	162
Figura 5.5.3: Fotografía edificio comparativa 2.....	163
Figura 5.5.4: Render edificio comparativa 2.....	163
Figura 5.5.5: Fotografía edificio comparativa 3.....	164
Figura 5.5.6: Render edificio comparativa 3.....	164
Figura 5.5.7: Fotografía edificio comparativa 4.....	165
Figura 5.5.8: Render edificio comparativa 4.....	165
Figura 5.5.9: Fotografía edificio comparativa 5.....	166
Figura 5.5.10: Render edificio comparativa 5.....	166
Figura 5.5.11: Fotografía nave hornos interior comparativa 6.....	167
Figura 5.5.12: Render nave hornos interior comparativa 6.....	167
Figura 5.5.13: Fotografía nave hornos interior comparativa 7.....	168
Figura 5.5.14: Render nave hornos interior comparativa 7.....	168
Figura 5.5.15: Fotografía nave hornos interior comparativa 9.....	169
Figura 5.5.16: Render nave hornos interior comparativa 9.....	169
Figura 5.5.17: Fotografía nave hornos interior comparativa 10.....	170
Figura 5.5.18: Render nave hornos interior comparativa 10.....	170
Figura 5.5.19: Fotografía nave hornos interior comparativa 11.....	171
Figura 5.5.20: Render nave hornos interior comparativa 11.....	171
Figura 5.5.21: Fotografía nave hornos interior comparativa 12.....	172
Figura 5.5.22: Render nave hornos interior comparativa 12.....	172
Figura 5.5.23: Fotografía hornos recocado comparativa 13.....	173
Figura 5.5.24: Render nave hornos recocado comparativa 12.....	173
Figura 6.2.1: Realidad Aumentada.....	175
Figura 6.3.1: Catálogo RA.....	176
Figura 6.3.2: Pokemon GO.....	177
Figura 6.4.1: Augment.....	178
Figura 6.4.2: Marcador.....	179
Figura 6.4.3: Código QR para Horno de fundición 1.....	179
Figura 6.4.4: Código QR para Horno de fundición 2.....	180
Figura 6.4.5: Código QR para Horno de recocado.....	180



<u>Figura 6.4.6: Realidad Aumentada Horno de fundición 1.....</u>	<u>181</u>
<u>Figura 6.4.7: Realidad Aumentada Horno de fundición 2.....</u>	<u>182</u>
<u>Figura 6.4.8: Realidad Aumentada Horno de recocido.....</u>	<u>183</u>
<u>Figura 6.4.9: Marcador personalizado para el horno 1.....</u>	<u>184</u>
<u>Figura 6.4.10: Marcador personalizado para el horno 2.....</u>	<u>185</u>
<u>Figura 6.4.11: Marcador personalizado para el horno de recocido.....</u>	<u>185</u>
<u>Figura 6.4.12: Diseño cartel para realidad aumentada.....</u>	<u>186</u>



Estudio Histórico-Gráfico de la fábrica de vidrio
“La Trinidad” de Sevilla
Rocío Fernández Olmo





1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Para la realización de este proyecto se ha elegido la antigua fábrica de vidrio “La Trinidad” de Sevilla. Durante su siglo de historia fue la primera y única fábrica de vidrio soplado artesanal en Andalucía. Sus técnicas eran las mismas que las usadas para la fabricación del vidrio de Murano en Italia. La fábrica llegó a tener 500 trabajadores y una producción anual de más de 2,5 millones de piezas. Exportaban parte de su producción a países europeos como Alemania, Dinamarca o Bélgica. Con un catálogo de productos de más de 3000 piezas destinadas fundamentalmente a la hostelería y decoración, fueron famosos sus catavinos de los que se fabricaron 70 modelos diferentes. (Ref. 20)

El edificio, ubicado en la Avenida Miraflores, ha estado en una situación complicada durante casi 20 años, ya que ha estado a merced de la ruina y de otros agentes que hacían que su deterioro fuera a mayor velocidad (saqueos, agentes meteorológicos, excremento de aves, etc) Estando sólo protegidos la nave principal y auxiliares, los hornos y la chimenea.

La plataforma “Salvemos La Trinidad” ha estado detrás de la protección de la totalidad de la fábrica estando la situación de esta paralizada durante muchos años.

En febrero de 2018 la Gerencia de Urbanismo desbloqueó el futuro de los terrenos de la fábrica siendo el 20 de marzo cuando el Ayuntamiento firma un convenio con la presidenta de la junta de compensación conformada por los dueños de los terrenos gracias al cual los espacios protegidos del antiguo recinto fabril serán cedidos al Consistorio tras ser sometidos a obras de consolidación con cargo a estos propietarios, y la parcela acogerá la construcción de al menos 200 viviendas de renta libre. Gracias al convenio suscrito entre ambas partes, los espacios protegidos de la antigua y



deteriorada factoría, es decir la nave central, los hornos, la chimenea y las naves auxiliares, pasarán a manos del Ayuntamiento tras su consolidación estructural. El espacio albergará un nuevo centro cívico para el barrio y una zona en la que se conmemorarán los trabajos en torno al vidrio que se hacían en ese espacio, recientemente incluido en el catálogo nacional de Bienes Industriales. (Ref. 57)

1.2 Metodología

Este proyecto consiste en un estudio histórico-gráfico de la fábrica, donde se realizará una recreación virtual lo más fiel posible de su proceso de fabricación, de su maquinaria y de la fábrica en general. Todo ello permitirá tener una idea de cómo funcionaba la fábrica durante su actividad a pesar de los expolios sufridos desde su cierre hasta la actualidad, con la destrucción de parte de su maquinaria y la pérdida de valiosa documentación debido a la riada de 1961. Por ello se ha hecho uso de programas informáticos como 3DMax y de una profunda investigación tanto de los documentos de la propia fábrica, consultados en el Archivo Histórico Provincial de Sevilla y de consultoría virtual de webs en lengua inglesa, para recoger la información necesaria.

Se trata de conseguir con ello tanto, la total comprensión del proceso industrial del vidrio en esta fábrica como del funcionamiento de su maquinaria.

La primera fase de realización consistió en un proceso de investigación y recogida de información acerca de la Fábrica de La Trinidad de Sevilla. Para ello se realizó una búsqueda online en periódicos sobre las noticias escritas de la fábrica en los últimos años. En uno de esas noticias se descubrió que los archivos recuperados de la fábrica después de su cierre se guardaban en el Archivo Histórico Provincial de Sevilla, por lo que se acudió a investigar esos documentos. Además se nombraba al profesor de Arquitectura de la Universidad de Sevilla y experto en Patrimonio Industrial, Julián Sobrino que se encuentra muy implicado en la protección de la fábrica desde su cierre. Se contactó con él para una entrevista en la que también aportó información para la realización de este Trabajo de Fin de Grado. Por último se recogió



información en internet sobre el vidrio, su historia, su proceso de elaboración y su maquinaria.

Con toda la información recogida se realizó la segunda fase del proyecto consistente en la investigación y reconstrucción de los hornos. Esta fase tuvo gran dificultad, ya que no se permitió la entrada en la fábrica, por lo que se tuvo que hacer uso de fotografías encontradas en periódicos y en vídeos. Además en esas imágenes sólo se mostraban los hornos tal y como quedaron después de su expolio y demolición. Únicamente se disponía de una fotografía en la que se podía apreciar uno de los hornos en su estado original. A partir de esa imagen se procedió a la comprensión de la tipología y funcionalidad del horno buscando concordancia con la información recogida en la fase anterior. Sin embargo no se han encontrado imágenes del otro horno completo por lo que se ha tenido que reconstruir según lo aprendido con el anterior. Para ello se procedió a la realización de ingeniería inversa, se estudió la estructura del horno, así como la funcionalidad de cada parte, llegando a una conclusión justificada y lógica que se ha representado en 3D en este proyecto.

Una vez reconstruidos los hornos y comprendido todo el proceso industrial se procedió a la tercera fase. Esta fase de recreación virtual consistía en el modelado 3D del edificio y de los hornos para su posterior renderización. Para el modelado del edificio se usó Sketchup y para su renderización Vray. Para el modelado y renderización de los hornos y del interior de la planta donde se encuentran se usó el software 3DMax.

Una vez modelados los hornos se procedió a su representación mediante Realidad Aumentada, haciendo uso de la aplicación Augment que es la que dio mejor resultado.

1.3 Objetivo del proyecto

El objetivo es que dicha reconstrucción pueda ser usada como guía en visitas culturales al edificio, donde los visitantes puedan entender y ver gráficamente, por ejemplo en sus smartphones o en una pantalla, como había funcionado la



fábrica durante sus 100 años de historia y de los cambios más importantes que tuvieron lugar en ella.

Esta reconstrucción puede ayudar a la recuperación de una parte importante del patrimonio industrial de Sevilla, además de ser interesante para el estudio de la fabricación de vidrio artesanal y de su ingeniería.

1.4 Organización del proyecto

Para ello este proyecto se dividirá en dos bloques fundamentales. Uno de ellos abarcará todo el proceso de investigación, con el objetivo de encontrar toda la información histórica y técnica necesaria para realizar el proyecto. El otro bloque consistirá en todo el proceso de reconstrucción virtual y realidad aumentada de la maquinaria y de la propia fábrica.



2 ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes

Los antecedentes encontrados sobre la fábrica que abarca este proyecto consisten en trabajos de fin de grado de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Estos trabajos se centran en la rehabilitación del edificio que concentró la actividad fabril para darle otro uso en la actualidad. Sin embargo estos trabajos no se centran en la historia de la fábrica ni en los procesos de fabricación e instalaciones de esta, aportando escasa información sobre ello.

Por ello este proyecto se diferencia de los anteriores, ya que se trata de un trabajo en el que se explica de forma lo más detallada posible estos aspectos de la fábrica para que no caigan en el olvido.

2.2 Patrimonio Industrial

2.2.1 ¿Qué es el patrimonio industrial?

Según el *International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage*, es el conjunto de restos de la cultura industrial que poseen un valor histórico, tecnológico, social, arquitectónico o científico. Estos restos consisten en edificios y maquinaria, talleres, molinos y fábricas, minas y sitios para procesar y refinar, almacenes y depósitos, lugares donde se genera, se transmite y se usa energía, medios de transporte y toda su infraestructura, así como los sitios donde se desarrollan las actividades sociales relacionadas con la industria, tales como la vivienda, el culto religioso o la educación. (Ref. 63)



2.2.2 Patrimonio industrial en España

Desde la década de 1960 ha ido aumentando el interés por la arqueología industrial, primero en Gran Bretaña y en el resto de Europa, y más tarde en países de otros continentes. En España, desde la década de los ochenta del siglo XX, el campo de la arqueología industrial se ha ido desarrollando también con gran fuerza, apareciendo grupos de defensa del patrimonio histórico industrial en prácticamente todas las comunidades autónomas. (Ref. 29)

Es mucho lo que se ha perdido de estos testimonios de la industrialización, verdaderos hitos de nuestra historia contemporánea, lo que no ha impedido que el patrimonio industrial, expresión cultural de la arqueología industrial se haya convertido en un verdadero bien cultural de carácter nacional la conservación de este patrimonio tiene en estos momentos notable interés y está inserta en la normativa y leyes de preservación equiparándolo con el patrimonio histórico, cultural, etnográfico y etnológico en sus prescripciones. Se está convirtiendo en una necesidad insoslayable la tarea de realizar inventarios de todo el patrimonio de la industrialización y de la obra pública a fin de saber lo que existe y marcar criterios selectivos para la declaración de bienes de interés cultural y de incorporación a los catálogos urbanísticos municipales. La labor de catalogación, estudio y difusión de ese patrimonio, se ha traducido en numerosas exposiciones, catálogos y publicaciones referidas a fábricas, historia de industrias, empresas y empresarios, puentes, puertos y equipamientos portuarios, faros, obras hidráulicas, canales y esclusas, fortificaciones, estaciones de ferrocarril y patrimonio mueble e inmueble, y por supuesto, numerosos estudios sobre las culturas del trabajo y la memoria del lugar, entre otros aspectos materiales e inmateriales del patrimonio industrial. (Ref. 29)

Puede decirse que en estos momentos existe un ambiente favorable a la conservación y estudio del patrimonio de la arqueología industrial. La Ley General del Patrimonio Histórico de España (Ley 16/85) permite



declarar sitios y paisajes de interés cultural, y apoyándose en ella o, en ocasiones, desarrollándola con leyes específicas propias, algunas Comunidades han protegido áreas mineras, molinos, fábricas, o canteras. (Ref. 29)

También hay una amplia experiencia de estudio y conservación, y en los últimos años de reutilización y puesta en valor en un contexto de paisajes industriales y culturales de distintos elementos y bienes como: museos y centros de interpretación, parques arqueo mineros y patrimoniales, fábricas, chimeneas, torres de agua, reutilización de edificios industriales obsoletos para su utilización como equipamientos escolares o de servicios, valorización de canales industriales, de estaciones, o de puertos, con sus muelles, maquinaria y almacenes generales de comercio. (Ref. 29)

2.2.3 Plan nacional del patrimonio industrial

Planes nacionales

Los planes nacionales de patrimonio cultural son instrumentos de gestión del patrimonio, compartidos por las diversas administraciones y con participación de otras entidades públicas o privadas. Su objetivo es el desarrollo de criterios y métodos compartidos y una programación coordinada de actividades en función de las necesidades del patrimonio, que incluye actuaciones de protección, conservación, restauración, investigación, documentación, formación y difusión. (Ref. 34)

Los planes nacionales constituyen de esta forma, una base informativa para tomar decisiones, establecen una metodología compartida de actuación y fijan prioridades en función de las necesidades del patrimonio, con el objetivo último de proteger y conservar los bienes culturales. (Ref. 34)

Plan nacional de patrimonio industrial en España



Los principios rectores del Plan Nacional de Patrimonio Industrial en España, ultimado y puesto en marcha con participación de expertos y de distintas comunidades autónomas entre los años 2001 y 2002, se enmarcan en la asunción por parte del Estado español de la necesidad de preservación y conservación del rico legado histórico conservado en el país como consecuencia de la industrialización. Un legado muy especial no suficientemente valorado todavía que presenta riesgos evidentes de destrucción y que en muchos casos está amenazado de desaparición en virtud de esa falta de concreción de su valor para nuestra historia más reciente. El Plan nace con el propósito de articular las bases que concreten esa protección, conservación y recuperación para el futuro. (Ref. 29)

El documento del Plan entiende por “patrimonio industrial” el conjunto de elementos de explotación industrial, generado por las actividades económicas de cada sociedad que responde a un determinado proceso de producción y a un sistema tecnológico concreto caracterizado por la mecanización dentro de un determinado sistema socio económico. (Ref. 29)

En cuanto a los bienes inmuebles integrantes del patrimonio industrial el Plan distingue 3 tipos de bienes industriales, a saber: (Ref. 29)

- Elementos aislados por su naturaleza o por la desaparición del resto de sus componentes pero que por su valor histórico, arquitectónico, tecnológico, etc... son testimonio suficiente de una actividad industrial a la que ejemplifican. (Ref. 29)
- Conjuntos industriales en los que se conservan todos los componentes materiales y funcionales y su propia articulación. Constituyen una muestra coherente y completa de una determinada actividad industrial. (Ref. 29)
- Paisajes industriales en los que se conservan, visibles, todos los componentes esenciales de los procesos de producción de una



o varias actividades industriales, incluidas, las transformaciones del paisaje ocasionadas por dichas actividades. (Ref. 29)

2.2.4 Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

Norrma autonómica.

Para encontrar patrimonio industrial en la ley autonómica de Andalucía hay que recurrir a la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, donde en el capítulo 7 hace referencia al Patrimonio Industrial cuyos artículos son los siguientes: (Ref. 7)

- Artículo 65. Definición
 1. El Patrimonio Industrial está integrado por el conjunto de bienes vinculados a la actividad productiva, tecnológica, fabril y de la ingeniería de la Comunidad Autónoma de Andalucía en cuanto son exponentes de la historia social, técnica y económica de esta comunidad. (Ref. 7)
 2. El paisaje asociado a las actividades productivas, tecnológicas, fabriles o de la ingeniería es parte integrante del patrimonio industrial, incluyéndose su protección en el Lugar de Interés Industrial. (Ref. 7)
- Artículo 66. Clasificación (Ref. 7)
 1. Son bienes inmuebles de carácter industrial las instalaciones, fábricas y obras de ingeniería que constituyen expresión y testimonio de sistemas vinculados a la producción técnica e industrial. Son bienes muebles de carácter industrial los instrumentos, la maquinaria y cualesquiera otras piezas vinculadas a actividades tecnológicas, fabriles y de ingeniería. (Ref. 7)



2. Su inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz se efectuará, cuando sus valores así lo justifiquen, en alguna de las categorías que, a tal efecto, se establecen en la presente Ley. (Ref. 7)
- Artículo 67. Especial Protección (Ref. 7)
 1. Serán especialmente protegidos aquellos conocimientos o actividades de carácter técnico, fabril o de ingeniería que estén en peligro de desaparición, auspiciando su estudio y difusión, como parte integrante de la cultura tecnológica andaluza. A tal fin se promoverá su investigación y la recogida de los mismos en soportes materiales que garanticen su transmisión a las futuras generaciones. (Ref. 7)
 - Artículo 68. Adecuación del planeamiento. (Ref. 7)
 1. La inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico de un Lugar de Interés Industrial llevará aparejada la necesidad de tener en consideración los valores que se pretendan preservar en el planeamiento urbanístico, adoptando las medidas necesarias para su protección y potenciación. (Ref. 7)

2.2.5 TICCIH.

Comité Internacional para la conservación y defensa del Patrimonio Industrial (TICCIH).

La asociación para la defensa del Patrimonio Industrial TICCIH-ESPAÑA se ha constituido al amparo de la Ley Orgánica 1/2002, de 22 de marzo, y normas complementarias, con capacidad jurídica y plena capacidad de obrar, careciendo de ánimo de lucro. La existencia de TICCIH-España esta coordinada a su homólogo internacional, tiene fines similares a esta entidad en todo el mundo, su pretensión es



consolidar ese punto de encuentro de todo lo que concierne a la preservación, defensa, difusión, estudio del patrimonio y la arqueología industrial, así como las actuaciones de valorización del patrimonio industrial en el territorio.

El Comité Internacional para la conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH) fue creado en el año 1978 con motivo de la III Conferencia internacional sobre la Conservación de Monumentos Industriales que se celebró en Suecia. (Ref. 51)

El TICCIH está implantado en más de cuarenta países de los cinco continentes, tiene como objetivo promover la cooperación internacional en el campo de la preservación, conservación, localización, investigación, historia, documentación, la arqueología y revalorización del patrimonio industrial. También se propone desarrollar la educación en estas materias. (Ref. 51)

El TICCIH mantiene vínculos con otras Instituciones internacionales como UNESCO, ICOMOS, ICCROM, Consejo de Europa, entre otras, esforzándose en estrechar la cooperación con ellas. (Ref. 51)

Los objetivos del TICCIH

- Estimular el intercambio de información científica, técnica, práctica y organizativa entre investigadores, responsables de la conservación y restauración, educadores y enseñantes, empleados y obreros industriales y propietarios de empresas e Instituciones. (Ref. 51)
- Promover Congresos, Simposium y un Forum para el Intercambio de ideas, concitando esfuerzos e intereses para apoyar y participar en reuniones internacionales sobre la materia del patrimonio industrial y la obra pública. (Ref. 51)
- Preservar y defender el Patrimonio Industrial de España, definiendo y realizando posibles actividades en relación con el



mismo, sensibilizando, valorizando y actuando en aquel que pueda considerarse en peligro de desaparición. (Ref. 51)

- Informar del conjunto de recursos asociativos, individuales e institucionales presentes en el territorio en relación con las actividades del Patrimonio Industrial. (Ref. 51)
- Solicitar y efectuar las actuaciones adecuadas para promover la vinculación en principios y prácticas científicas, organizativas y metodológicas, en materia de la preservación, uso y rescate del patrimonio industrial al TICCIH internacional. (Ref. 51)
- Promover convenios de colaboración y cooperación de carácter local, autonómico, nacional e internacional en materia de Patrimonio Industrial. (Ref. 51)
- Editar todo tipo de publicaciones seriadas y periódicas acerca del patrimonio industrial en España y a escala internacional. (Ref. 51)

Para la realización de este trabajo se ha contactado con Julián Sobrino profesor de la Universidad de Sevilla, vicepresidente y coordinador de la sección temática Patrimonio en Peligro de esta asociación.



3 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO EN ESPAÑA

3.1 Introducción

En este capítulo se va a explicar la evolución que ha tenido el procesado del vidrio desde su origen hasta la actualidad. Para entender la evolución del vidrio en España hay que estudiar también lo que ocurre en el resto de Europa ya que están fuertemente ligados.

3.2 Evolución de la industria del vidrio en España

Origen del vidrio.

El vidrio es uno de los materiales más antiguos. Se han encontrado piezas que datan del 3.000 a.C. Según Plinio el Viejo en su obra Historia Natural, el descubrimiento del vidrio tiene lugar en Siria por los mercaderes de natrón (material de sosa). En la ruta que realizaban hacia Egipto, quisieron preparar la comida y, para ello, necesitaron rocas donde apoyar sus ollas, así que decidieron utilizar el natrón que transportaban. Al día siguiente, comprobaron que el natrón se había fundido, y al contacto con la arena del suelo, se había convertido en un material brillante, parecido a una piedra. Este fue el origen del vidrio fabricado. (Ref. 36)

Edad Antigua.

Para explicar cómo empieza la industria del vidrio en España hay que remontarse a la Edad Antigua, donde los egipcios (que perfeccionaron la técnica) y los fenicios (que lograron crear el vidrio) fueron los principales fabricantes y proveedores de este material. Los podemos ver en la [Figura 3.2.1] y en la [Figura 3.2.3].

Los egipcios utilizaron un método llamado “formado sobre núcleo”. Un ejemplo del resultado de este método se puede observar en la [Figura 3.2.2].



Fabricaban un molde hecho de arcilla y estiércol, que se envolvía en vidrio fundido al que se daba forma haciéndolo rodar sobre una superficie lisa. Fueron los egipcios del período predinástico los primeros en fabricar el vidrio en forma de esmaltes vitrificados. Para los egipcios el vidrio tenía un uso puramente decorativo. No sería hasta finales del siglo I a.C., cuando un nuevo método, el vidrio soplado, revolucionaría la fabricación de este material. (Ref. 59)



Figura 3.2.1: Artesanos egipcios
Fuente: *Vidrios de Levante* (Ref. 61)



Figura 3.2.2: Vidrio sobre núcleo

Fuente: *Vidrios de Levante*
(Ref. 61)

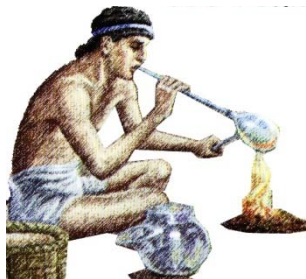


Figura 3.2.3: Fenicio soplando vidrio

Fuente: *Ciber Tareas*
(Ref. 12)

Más tarde, cuando Roma conquistó Egipto, muchos vidrieros emigraron a Roma, donde su arte fue apreciado por los patricios. Debido a este reconocimiento, se abrieron fábricas de vidrio en Las Galias, Britania, en las provincias del Rin y en Hispania (en las provincias Bética, Tarraco y Baleares). Así es como empieza la producción del vidrio en la península, donde hubo una importante manufactura en esta época. En la [Figura 3.2.4] aparecen varios



ejemplos de vidrio romano. Durante el Imperio Romano, se desarrollaron la mayor parte de las técnicas decorativas sobre vidrio que conocemos hoy en día. Estas técnicas además de las de fabricación, apenas variaron en siglos. (Ref. 36)

Tras la caída del Imperio Romano, los fabricantes de vidrio se desplazan a Siria y Bizancio. (Ref. 25)

Con la invasión de los bárbaros se paralizó la manufactura del vidrio en la península Ibérica.



Figura 3.2.4: Vidrio romano
Fuente: *Pinterest*. (Ref. 40)

Edad Media.

La Edad Media supuso un oscurecimiento general en la vida de Europa, y el vidrio no fue ajeno a ello, convirtiéndose en un artículo de lujo, sólo al alcance de la nobleza, la burguesía y el alto clero. (Ref. 36)

En la Península Ibérica, en el siglo VII, se inicia un periodo de renacimiento donde destacan especialmente los vidrios de color. Sin embargo la invasión de los árabes provocó que se cortaran estas iniciativas. Durante la época árabe se



realizaron progresos en las industrias creadas por ellos, incluida la vidriería, donde Murcia y Almería fueron los dos centros más importantes. (Ref. 58)

Una vez afianzada la reconquista y contruidos los reinos cristianos, se desarrollaron iniciativas que hicieron que la industria vidriera volviera a recobrar su pasado esplendor.

En Europa no se desarrollará una industria del vidrio próspera hasta el siglo XIII. Venecia se convierte en un importante centro vidriero desarrollando el cristal de Murano (el más famoso del mundo) Un ejemplo de vidrio de murando del siglo XV se encuentra en la [Figura 3.2.5]. En el siglo XV, durante el Renacimiento, se convierte en el principal productor de vidrio en Europa dominando el mercado hasta el siglo XVIII. Su cristal se caracterizaba por su excelente calidad, su fragilidad, su incorruptible transparencia y sus brillantes y luminosas formas imaginativas. (Ref. 59)



Figura 3.2.5: Vidrio de Murano siglo XV

Fuente: Pinterest (Ref. 41)

En España en el siglo XV hay un gran florecimiento en la industria del vidrio en el reino de Aragón. En Barcelona existían hornos que producían piezas de gran



calidad. En todo este siglo la industria tuvo gran importancia en la creación de las vidrieras para las catedrales e iglesias. (Ref. 58)



*Figura 3.2.6: Vidriera Catedral de Sevilla,
1478*

Fuente: Catedral de Sevilla (Ref. 10)

En la [Figura 3.2.6] podemos ver una vidriera de la catedral de Sevilla fechada en 1478.

Edad Moderna.

En el siglo XVI se produce la época de mayor esplendor (descubrimiento en Alemania de nuevas técnicas que conllevó al cristal de bohemia. En la imagen [Figura 3.2.7] aparece un ejemplo de cristal de Bohemia. Las formas cobran



mayor desarrollo, demostrando originalidad y fantasía de los artífices, aumentando la riqueza ornamental y sus aplicaciones. (Ref. 36)



Figura 3.2.7: Cristal Bohemia
Fuente: *Estilos de vida.* (Ref. 15)



Figura 3.2.8: Trabajadores soplando vidrio
Fuente: *Foto Zielinski* (Ref. 15)

En los comienzos del siglo XVII continuaban las manufacturas españolas sosteniendo el buen nombre y la fama adquirida por la excelencia y buen gusto



de sus producciones. Barcelona, Cuenca, Gerona, Valencia, Toledo, Ávila y Sevilla son las localidades que poseyeron grandes talleres en los que se elaboraban vidrios planos y huecos. Se fabricaban piezas de estilo oriental o veneciano. La fabricación de vidrios de color para catedrales e iglesias no tuvo el desarrollo de los siglos anteriores, pero se siguen creando vidrieras para las iglesias. (Ref. 58)

En el siglo XVIII ocurrieron dos hechos importantes que marcan una fase especial en la historia de la vidriería española. Se fundan dos establecimientos de gran importancia, destinados a contener la decadencia iniciada en el último tercio del siglo anterior, y a continuar las buenas tradiciones de la industria vidriera. Una de ellas es la fábrica de Toledo (1720), cuya existencia fue tan corta como gloriosa y sus productos tenían gran aceptación tanto en España como en América. La otra es la Real Fábrica de Cristales la Granja en Segovia (1728) cuya producción (siempre dedicándose al vidrio artesanal) continuó hasta 1972. Podemos ver un ejemplo de vidrio español de esa época en la [Figura 3.2.9]. Esta fábrica se enmarca dentro del reformismo borbónico cuyo principal objetivo era reducir la masiva importación de objetos suntuarios extranjeros mediante el fomento y la protección de la industria nacional. Ese reformismo conllevó a la inversión de cuantiosas sumas asignadas a su costoso mantenimiento y a la adquisición de la tecnología (la más prestigiosa del momento en Europa) y personal especializado extranjero como alemanes y belgas. (Ref. 42)



Figura 3.2.9: Cristal fábrica la Granja
siglo XVIII

Fuente: Museo del Prado (Ref. 37)

Edad Contemporánea: Revolución Industrial.

En el siglo XIX, con la revolución industrial, comenzó el empleo del carbón para calentar los hornos y se introdujeron las primeras máquinas de automatización de la producción. (Ref. 33)

El desarrollo de la industria del vidrio en la España contemporánea ha estado ligado al curso de la propia industrialización y al proceso de urbanización del país. Incluso se llega a considerar el consumo, producción y reciclado del vidrio como un indicador de crecimiento económico. (Ref. 33)

La España del siglo XIX se había caracterizado por un crecimiento demográfico débil, una escasa urbanización y un proceso limitado de industrialización. La industria del vidrio conoció un fuerte impulso en las décadas centrales del siglo XIX y acabó imponiéndose en la periferia de la península. Se produjeron replicas en otras provincias españolas construyéndose fábricas en Gijón, Avilés, Bilbao, Las Rozas, Santander, La Coruña, Barcelona, Oviedo, Madrid, Baleares Córdoba, Cádiz, Jaén, Málaga y Sevilla entre otras. (Ref. 33)

Las fábricas las solían construir cercanas a los abastecimientos de combustibles (suministro de carbón, hulla), materias primas e infraestructura



comercial; y su desarrollo anduvo limitado por la naturaleza de la demanda. Su competitividad estuvo, asimismo, mediatizada por el peso de unas industrias mayoritariamente tradicionales que se aprovisionaban de mano de obra cualificada procedente, en la mayoría de los casos, del extranjero, cuyos costes debieron de pesar también en la producción final.

Hacia 1880, existían 31 contribuyentes que tributaban en concepto de “fabricación de cristal y de vidrios planos y huecos” y la producción se estimaba en 4730 toneladas. (Ref. 33)

A finales del siglo XIX, comienza a reestructurarse de manera tímida el sector, aquejado por el exceso de capacidad y la escasa mecanización o renovación tecnológica. (Ref. 33)



Figura 3.2.10: Vidrio soplado
español siglo XIX
Fuente: *Todo Colección* (Ref.
52)

A comienzos del siglo XX la industria del vidrio se convirtió en una industria de masas, por medio de la instalación de hornos de fuego continuo y de los progresos realizados en el campo de la automatización de la producción. (Ref. 33)



En 1900, el exceso de capacidad y la guerra abierta por los descuentos en las empresas, obligan a cambiar las estrategias organizativas y de gestión, e incluso obligan a algunas empresas a cerrar sus hornos. Se llevaron a cabo la concentración horizontal del sector, que condujo a la formación de dos grandes grupos -Agrupación Vidriera Española, para el vidrio plano, 1906; y Unión Vidriera de España, para el vidrio hueco, 1908. La [Figura 3.2.11] representa una lista de los miembros de los dos grandes grupos del sector del vidrio español de la época en la que aparece la fábrica de la Trinidad con el nombre “Rodríguez Caso y Cia”. Esto constituyó la mejor salida posible para hacer frente a la competitividad y mejorar las condiciones de acceso a las materias primas y los precios de venta.(Ref. 33)

LOS CÁRTELES DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO EN ESPAÑA
 FORMADOS EN 1906-1908

Agrupación Vidriera Española Constitución: Febrero de 1906	Unión Vidriera de España Constitución: Enero de 1908
Empresas, localidades:	Empresas, localidades:
Gijón Industrial (Gijón, Oviedo)	Fábrica de Santa Lucía (Cartagena)
Vidriera Reinosana (Reinosana, Santander)	Fábrica de Sans (Barcelona)
Cifuentes y Pola (Gijón, Oviedo)	2 Fábricas de Cervelló (Barcelona)
Industrial Montañesa, (Mataporquera, Santander)	F. de Badalona (Barcelona)
Antonio Orovio y Cia (Avilés, Oviedo)	F. de Barcelona
Ibarra, Galán y Cia (Avilés, Oviedo)	F. de Mataró (Barcelona)
Rodríguez Caso y Cia (Sevilla)	F. de Cornellá de Llobregat (Barcelona)
Jaime Roldós (Mataró, Barcelona)	F. de Vallecas (Madrid)
Compagnie Générale des Verreries Espagnoles ¹ (Bilbao)	F. de Cadalso de los Vidrios (Madrid)

1. Formada por Vidriera Vizcaína y La Jerezana, en 1901
 Fuente: *Revista Minera*, LII, (8 de septiembre de 1901), p. 447; *Revista Minera*, LVII, (8 de marzo de 1906), p. 127; *Revista Minera*, LIX, (24 de febrero de 1908), p. 112.

Figura 3.2.11: Grandes grupos sector del vidrio español.
 Fuente: *Universidad de Murcia* (Ref. 39)

En 1.927, después de un proceso de concentración empresarial, sólo 15 fábricas importantes en activo producían 43.979 toneladas con un valor a pie de fábrica estimado en 26,4 millones de pesetas (1.586.667,2 €) y generaban un empleo de 3.329 obreros. (Ref. 33)



Figura 3.2.12: Centro de mesa de vidrio
español siglo XX

Fuente: *Todo Colección* (Ref. 53)

En 1.995, se contabilizan 704 empresas, una producción total de 2,4 millones de toneladas y una manufacturación directa valorada en 330.000 millones de pesetas (1.983.339.944,47 €). El empleo del sector se estimaba en 23.126 trabajadores directos y casi 50.000 al incluir las actividades asociadas.

Hoy en día España dispone de varias fábricas de vidrio automatizadas algunos ejemplos cercanos los tenemos por ejemplo en Alcalá de Guadaíra con la empresa Verallia dedicada al sector de envases de vidrios para vinos, licores y alimentación, o Guardian Industries dedicado al vidrio para arquitectura y el automóvil. La evolución tecnológica de vidrio continúa hoy en día en áreas tales como los vidrios con capas, vidrios bajo emisivos, pantallas de plasma para alta definición, vidrios ultra delgados para electrónica, vidrios especiales para la aviación y los trenes de alta velocidad, vidrios antifuego, etc. (Ref. 33)



4 LA FÁBRICA DE VIDRIO LA TRINIDAD DE SEVILLA

4.1 Introducción

En este capítulo se va a tratar toda la información investigada relacionada con la fábrica. Esta abarca su historia, el proceso de elaboración del vidrio que se realizaba en ella, su edificio y la maquinaria principal que usaba.

4.2 Historia de “La Trinidad”

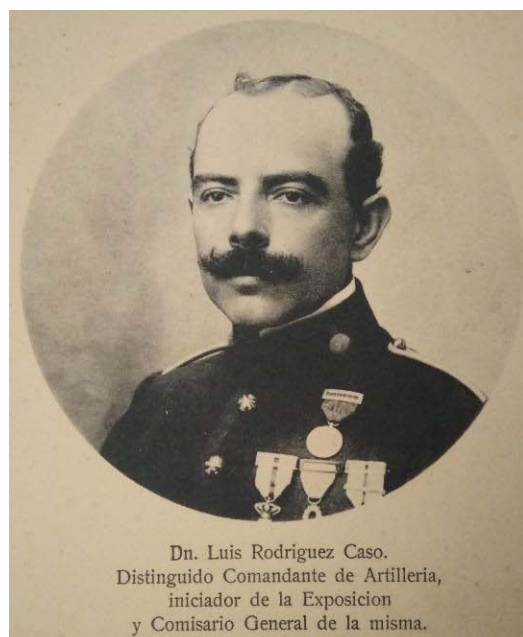


Figura 4.2.1: Luis Rodríguez Caso
Fuente: *Todo Colección* (Ref. 54)

1900: La historia de la “Trinidad” es por muchas razones, la historia de Sevilla durante el siglo XX. La vida de la fábrica comienza con la misma persona, D. Luis Rodríguez Caso, que también se puede considerar como iniciadora de la Sevilla del Siglo XX, ya que fue inventor e impulsor de la



famosa Exposición Iberoamericana de 1929. (Ref. 51) En la [Figura 4.2.1] aparece su retrato.

Todo comienza el 15 de Octubre de 1900, cuando el ingeniero y militar Luis Rodríguez Caso presenta en el ayuntamiento de Sevilla la solicitud para la instalación de una fábrica de vidrios y cristales, huecos y planos, que se encontraría ubicada en la avenida de Miraflores. El plano que presentó al ayuntamiento se encuentra en la [Figura 4.2.2].

Para llevar a la fábrica el conocimiento del oficio del vidrio y el contacto con la tradición vidriera del levante español, se contrató al belga Francisco Thirión como primer director técnico, quién ya había trabajado en una fábrica de vidrio barcelonesa. Con su contratación se consiguió la llegada de obreros y de técnicas de otras fábricas de vidrio.

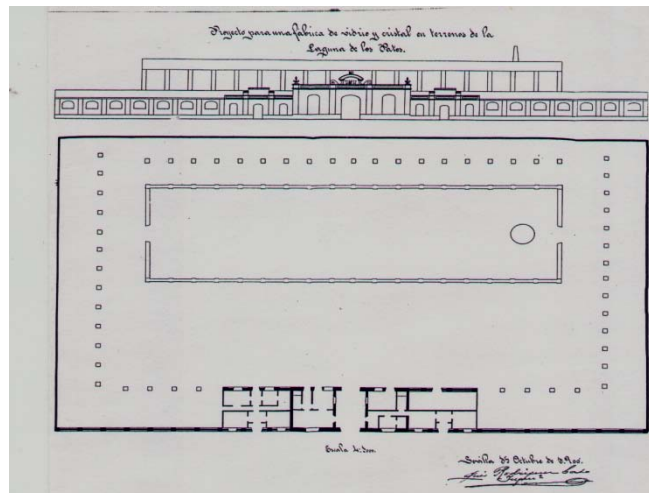


Figura 4.2.2: Proyecto Luis Rodríguez Caso 15 de octubre de 1900

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

La primera nave construida fue la número 2 (la nave de tamaño medio).

1902: En 1902 se produce la inauguración de la fábrica y el comienzo de su producción. Desde ese momento la historia de la fábrica y de la actividad ha sido la historia de un grupo de vecinos, inscritos en el contexto



social, económico y cultural que marcaba la ciudad y el momento histórico que se vivía. (Ref. 51)

1920: Veinte años después, en 1920, la fábrica cambia de dueño por primera vez, pasando a ser propietario Fernando Barón (Conde de Colombí). Durante este año la fábrica se convierte en escenario de grandes huelgas. (Ref. 51)

1924: La primera reforma de la fábrica se produce en 1924, que fue llevada a cabo por el arquitecto Vicente Traver. (Ref. 51)

1926: En 1926 se realiza la segunda reforma, por el arquitecto Ramón Balbuena.

1928: Dos años más tarde la fábrica vuelve a cambiar de dueño, pasando a manos de la familia Medina de Benjumea. Durante este año se producen en la ciudad importantes huelgas en los que participan los trabajadores de “La Trinidad”. Estas huelgas finalizan el 16 de agosto después de una violenta represión ejecutada por Cruz Conde, Gobernador Civil. (Ref. 51)



Figura 4.2.3: Chimenea y parte de la fachada (años 30)

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

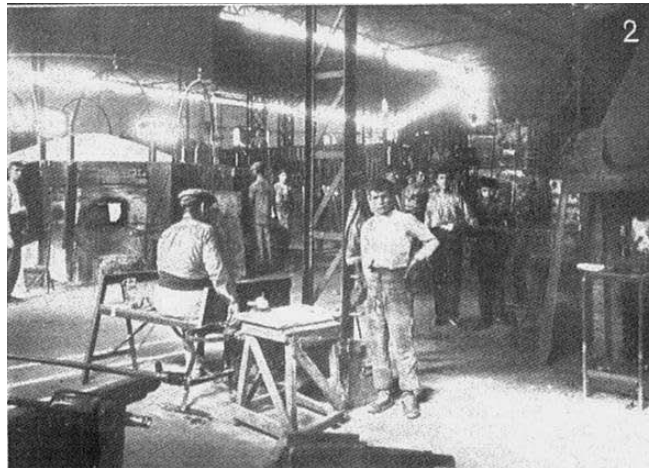


Figura 4.2.4: Trabajadores en la planta de fundición
(años 30)

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

1930: En 1930 “la Trinidad” alcanza los 500 empleados. Empieza una de las décadas principales en cuanto a las transformaciones sociales de la fábrica. Esta época se encuentra marcada por la falta de acuerdo entre los trabajadores y la empresa, imposibilitando que la producción sea regular y provoca que Medina Benjumea ceda la fábrica a los trabajadores por un periodo de 10 años. (Ref. 51)



Figura 4.2.5: La Trinidad (1934)
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

1934: El 16 de diciembre de 1834 se constituye la Sociedad Cooperativa Obrera La Trinidad, que fue la primera en Andalucía. Este hecho supone otro de los rasgos distintivos de la historia humana y obrera de esta fábrica, pues este sistema de funcionamiento se ha mantenido en La Trinidad hasta el año 1993, cuando se constituye como Sociedad Anónima Laboral, perviviendo incluso durante la Guerra Civil y los duros años de la posguerra. (Ref. 51)



Figura 4.2.7: Trabajadoras embalando vidrio
(años 30)

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



1936-1939: La actividad de la fábrica disminuye debido a la Guerra Civil. (Ref. 51)

1940: Una vez que ha terminado la guerra civil, hacia la década de los cuarenta, se relanza la actividad de la fábrica. (Ref. 51)

1945: Se produce otro cambio de dueño en la fábrica, siendo la nueva propietaria la Unión Nacional de Cooperativas Industriales que la compra a la familia Medina Benjumea por una cantidad de 1.850.000 pesetas . (Ref. 51)

1946: Un año después, en 1946, la Cooperativa adquiere el patrimonio, donde se ubica, a la Unión Nacional de Cooperativas Obreras, pagando con un crédito hipotecario la cantidad de 1.850.000 pesetas (11.118,72 €). (Ref. 51)



Figura 4.2.8: Inundaciones año 1961 en Sevilla que afectaron a la fábrica.

Fuente: *El Pasado de Sevilla* (Ref. 23)

1950-70: En el intervalo entre las décadas de los años 50 a los 70, La Trinidad asiste a un periodo de cierta tranquilidad en su producción, al unísono con el mercado nacional y la economía de los clientes más cercanos a la fábrica. Se produce la estabilidad de la Cooperativa al recuperarse el mercado nacional de vinos y licores (principales clientes de la fábrica) y producirse a partir de los años 60 un despegue económico general que repercute en el poder adquisitivo de las clases medias, clientes potenciales de la cristalería de la fábrica. (Ref. 51)



1970-80: Empieza la imparable decadencia de la fábrica, provocada por la llegada de nuevos productos al mercado, de la crisis de la economía española de 1973 y de nuevas técnicas de fabricación en serie. La Trinidad ha mantenido el mismo modo productivo consistente en una fabricación semi-industrial, más cercana al concepto de artesanía que al de industria y que apenas ha variado a lo largo del tiempo. La difusión, iniciada en las dos décadas anteriores, de productos como el duralex y la técnica del tensionado del vidrio provocan una disminución en las ventas de las fábricas semi-industriales. (Ref. 51)



Figura 4.2.9: Vidriero de la Trinidad soplando vidrio.
Fuente: Julián Sobrino Simal [42](Ref. 31)

1980-90: Las multinacionales se hacen dueñas del sector del vidrio imponiendo la automatización y la gestión en base a una economía a escala. A pesar de ello “La Trinidad” consigue mantenerse con el esfuerzo de sus asociados y a la calidad de sus productos que encuentran hueco en un mercado hipercompetitivo. (Ref. 51)

1992: Se realiza un estudio de las alternativas a la crisis, entre la plantilla de la fábrica, (formada por 114 empleados) y la Consultora Euroconseil. Se llegó a la



conclusión que la fábrica debe retomar la producción del vidrio de calidad y abandonar los productos que generan un escaso valor añadido. (Ref. 51)

1993: La crisis económica de este año amenaza gravemente a la única fábrica artesanal andaluza de vidrio. Se constituye como Sociedad Anónima Laboral. (Ref. 51)

1996: Se crea la escuela-taller de vidrio soplado. (Ref. 51)

1999: Fin de la actividad y cierre de la fábrica. 15 de septiembre de 1999 se inicia expediente por la Dirección General de Bienes Culturales para su inscripción como B.I.C. (Ref. 51)



Figura 4.2.10: Logotipo de la Trinidad

Fuente: Rhizome [44](Ref. 44)



4.3 Proceso de elaboración del vidrio de “La Trinidad”

4.3.1 Introducción

Aunque la intención de Luis Rodríguez Caso era la fabricación de vidrios huecos y planos, la realidad, es que prácticamente desde su fundación, La Trinidad se especializó en la producción de vidrio soplado.

En la actualidad se mantienen dos formas de fabricación del vidrio: el vidrio industrial y el vidrio artesanal. El vidrio artesanal es sin mecanización, o en forma de manufacturas que han conservado técnicas tradicionales o introducido nuevas, pero siempre de manera artesanal, donde la actividad del agente que lo fabrica (del vidriero), preside el proceso.

La fábrica de La Trinidad estaría en el intermedio entre ambas opciones señaladas para la producción del vidrio. Es decir estamos ante un proceso de fabricación del vidrio que se puede llamar semi-industrial. Se encuentra mucho más cercana en sus técnicas y usos productivos a la artesanía que a la industria en cadena. (Ref. 27)

El proceso de producción de vidrio de esta fábrica era muy similar al proceso de fabricación que se usaba para el cristal de Murano en Italia y de la Real Fábrica de cristales de la Granja en Segovia.

4.3.2 Puestos de trabajo

En el proceso de fabricación podemos señalar la convivencia de diversos oficios, como son el mezclador de materias primas, el fundidor, el maestro vidriero o el maestro de gran plaza, los vidrieros tronchadores, los archeros, los especialistas de control de calidad o “escogedores”, los doradores, los talladores, el maestro tallador, los especialistas en calcomanía, los empaquetadores, el encargado del taller de moldería, los metalúrgicos y los soldadores y, por último, el personal de administración, dirección y comercialización con una fuerte



presencia femenina que, en determinados procesos (talla, calcomanía y administración), era mayoritaria. (Ref. 20)

4.3.3 El proceso

El proceso empieza mezclando arena de sílice con elementos fundentes para bajar el punto de fusión. (Ref. 3)

La transparencia y el color del vidrio dependen de los óxidos que se añaden en la mezcla. Según los documentos encontrados, una de las composiciones que usaban para la fabricación del vidrio blanco se observa en la [Tabla 4.3.1].

COMPOSICIÓN VIDRIO BLANCO

Nitrato Sódico	0,67%
Erbio Óxido	0,02%
Aluminio Hidrato	0,47%
Cerio Concentrado	0,04%
Óxido de antimonio	0,13%
Bórax Pentahidratado	2,22%
Neodimio Óxido	0,02%
Espato Flúor Seco	0,67%
Carbonato de Bario	2,02%
Sulfato Sódico	0,47%
Selenio Metal	0,01%
Sílice	57,13%
Cauplast PM-3	10,08%
Bladomi PM-2	1,18%
Carbonato Sódico	24,87%

Tabla 1: Composición vidrio blanco

Fuente: Archivo Histórico Provincial de Sevilla [45]



El color real obtenido depende de la cantidad de óxido colorante, la composición general del vidrio y con frecuencia también de las temperaturas, del tiempo de fusión y la atmósfera del horno. Las combinaciones de óxidos colorantes se pueden usar para producir tonos intermedios. Los elementos que se emplean comúnmente para producir vidrio de color aparecen en la [Tabla 2]. (Ref. 28)

ELEMENTOS	COLORES
Óxidos de hierro	Verde brillante
	Verde azulado
	Verde oscuro
	Marrón
	Rojo (en algunas condiciones)
Óxidos de cobre	Azules
	Rojos
Óxido de cobalto	Azul
Óxido de níquel	Púrpura
	Marrón
Dióxido de manganeso	Púrpura
	Marrón
Óxido de cromo	Verde amarillento
Óxido de uranio	Verde fluorescente
	Amarillo
Dióxido de titanio	Amarillo
	Marrón
Óxido de estaño	Vidrios opalinos
Zirconia	Vidrios opalinos

Tabla 2: Elementos que dan color al vidrio

Fuente: Historia y Biografías [46]



En la Trinidad fabricaban vidrio de diversos colores pero predominaban el blanco y el azul.

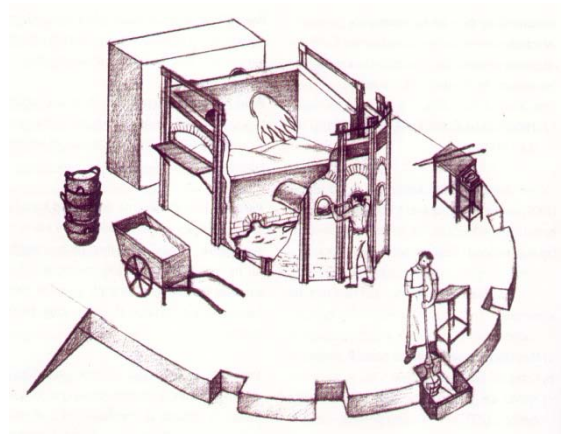


Figura 4.3.1: Horno de balsa y sopladores de vidrio.

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

La mezcla resultante se fundirá a una temperatura de 1400°C, en un horno continuo cuyos muros están contruidos con un material refractario con el fin de evitar que aparezcan impurezas en el vidrio. (Ref. 3)

Una vez fundida la arena se crea una masa vítrea que se recoge con una caña de soplar. En la [Imagen 4.3.2] se puede observar el extremo de la caña con la masa vítrea recogida dentro del horno. Esta caña consiste en un tubo de acero de un metro aproximadamente que en sus orígenes fue de hierro e incluso de piedra. (Ref. 3)

En ese momento el **soplador o cañero** se encargaba de inyectar aire a través de la caña creando burbujas en el vidrio fundido, dándole la forma deseada de manera que el objeto no pierda nunca la maleabilidad que le produce el calor del horno. En la [Figura 4.3.1] aparece un trabajador soplando vidrio tal y como se ha descrito.



Figura 4.3.2: Caña recogiendo vidrio fundido
Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



Figura 4.3.3: Soplador sacando vidrio fundido del
horno
Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



Figura 4.3.4: Trabajador soplando vidrio
Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



Esta masa incandescente adherida al extremo del tubo podía ser modelada de dos maneras:

La primera sería de acuerdo a un diseño preestablecido mediante un molde rodado que producían los objetos que se deseaban fabricar con fidelidad. (Ref. 16)



Figura 4.3.5: Proceso de uso del molde

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)

Tenían cerca de 3000 moldes que en su mayoría fabricaban ellos mismos y algunos de sus diseños eran propios.



Figura 4.3.6: Pieza de vidrio en molde

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

Como se puede observar en la [Figura 4.3.5], se colocaba el vidrio fundido en el centro del molde con la caña, se cerraba el molde y una



vez esperado unos segundos se abría para liberar la nueva pieza con la forma deseada. Era necesario enfriar el molde con agua durante el proceso y al finalizar para poder usarlo en la siguiente pieza sin tener que esperar.

En la otra alternativa, el maestro vidriero se encargaba de darle una forma original (como animales de cristal) con la ayuda de un papel humedecido y las herramientas adecuadas. La creación del producto debía de hacerse en un tiempo mínimo para evitar que se enfríe y se endurezca. Una muestra de como se hacían los animales de cristal mencionados anteriormente se puede observar en la [Figura 4.3.7].



Figura 4.3.7: El maestro vidriero realizando una forma original.

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



Figura 4.3.8: Maestro vidriero usando papel humedecido.

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)

El **enderezador** cuida de mantener recto el objeto y evitar su deformación.



Figura 4.3.9: Maestro vidriero añadiendo un elemento a la pieza.

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)

El **maestro vidriero** se encargaba de las labores más delicadas como colocar un añadido a la pieza, como poner un asa o un pie al objeto. Ejemplos de ello se pueden ver en la [Figura 4.3.9], la [Figura 4.3.10], la [Figura 4.3.11] y en la [Figura 4.3.12].



Figura 4.3.10: Maestro vidriero añadiendo el pie a la copa

Fuente: [Archivo Canal Sur \(Ref. 3\)](#)



Figura 4.3.11: Maestro vidriero dando forma al pie de la copa

Fuente: [Archivo Canal Sur \(Ref. 3\)](#)



Figura 4.3.12: Maestro vidriero dando forma al pie de la copa

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



Figura 4.3.13: Trabajador realizando una pieza

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



Figura 4.3.14: Separación del vidrio de la caña

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)

El tronchador separa el vidrio de la caña con un golpe certero como se observa en la [Figura 4.3.14].

A continuación el cortador realizaba el tajo limpio del vidrio. Este proceso se observa en la [Figura 4.3.15].



Figura 4.3.15: Separación del vidrio de la caña
Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)

La fábrica disponía de una cinta transportadora de vasos, que los transportaba entre los distintos puestos de trabajo.

Una vez con el producto modelado y cortado el “**archero**” conducía el objeto acabado desde la cortadora al horno de recocido, mediante unas pinzas y una pala. Cada pala podía llevar 3 o 4 vasos y con las pinzas las metían en el horno. (Ref. 3)

En la [Figura 4.3.16] el archero coloca las piezas de vidrio en el horno de recocido.



Figura 4.3.16: Archero colocando el vidrio en el horno de recocido.

Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)



En este horno se eliminaban las tensiones internas del vidrio enfriándose lentamente durante tres horas hasta alcanzar la temperatura ambiente y aumentar así considerablemente su resistencia y evitando roturas y resquebrajaduras debidas a cambios bruscos de temperatura.

Al pasar esas 3 horas se controlaba la calidad de cada pieza detectando imperfecciones y se llevaba a la zona de tallado manual y decorado. Este proceso de control de calidad se ve reflejado en la [Figura 4.3.17].



*Figura 4.3.17: Control de calidad de la pieza
Fuente: Archivo Canal Sur (Ref. 3)*

Para que el vidrio fabricado fuera de calidad y se pudiera vender bien debía de constar de las siguientes propiedades: (Ref. 4)

- Vidrio limpio y brillante (Ref. 4)
- Forma y diseño modernos (Ref. 4)
- Soplado y corte esmerados (Ref. 4)
- Colores atractivos y muy estudiados (Ref. 4)
- Presentación esmerada (Ref. 4)



En el taller de tallado se encargaban de tallar el producto dándole los retoques finales como los bordes, filos, etc, mediante tornos. En la [Figura 4.3.18] y en la [Figura 4.3.19] se observa como el maestro tallador da los retoques finales a las piezas.



Figura 4.3.18: Maestro tallador tallando una pieza.

Fuente: *Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad (Ref. 20)*



Figura 4.3.19: Trabajador tallando en un torno.

Fuente: *Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad [Ref. 20]*



Figura 4.3.20: Talla de cisne

Fuente: Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad (Ref. 3)

Además los decoraban con pintura, incluso algunos eran decorados con oro. Diseñaban sus propios modelos ya que se han encontrado blogs de dibujo de los diferentes tipos de talla. Una de las tallas más vendidas era la talla de cisne que se muestra en la [Figura 4.3.20].

Una vez terminado el acabado del producto se procedía a su transporte al almacén de la fábrica.

Entre los productos más vendidos se encontraban los catavinos y los juegos de bar. (Ref. 20)

El proceso se puede resumir en la [Figura 4.3.21]:

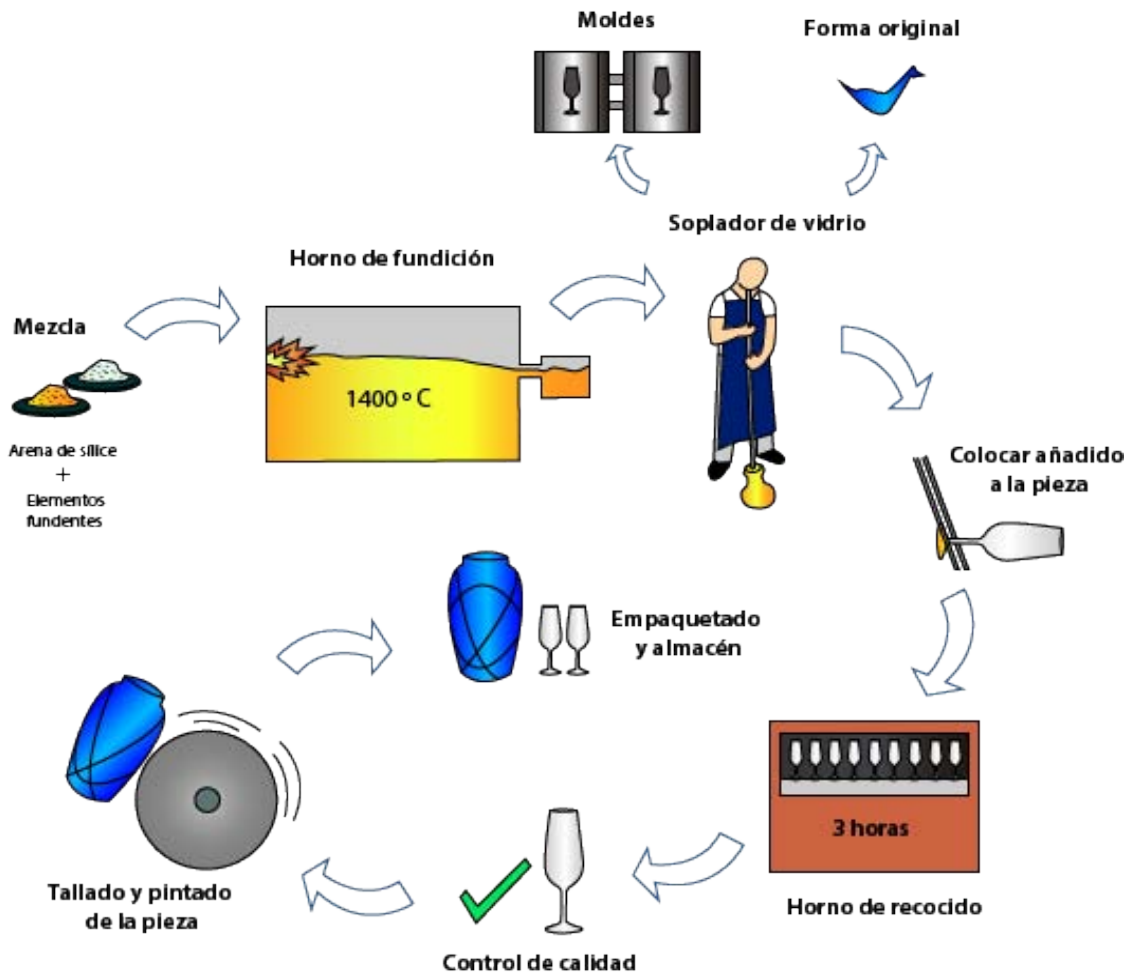


Figura 4.3.21: Proceso elaboración del vidrio.

Fuente: Rocío Fernández Olmo



A continuación se mostrará algunos ejemplos de los productos realizados en la fábrica en las imágenes: [Figura 4.3.22], [Figura 4.3.23], [Figura 4.3.24], [Figura 4.3.25], [Figura 4.3.26],[Figura 4.3.27].



Figura 4.3.22: Licorera de cristal azul de La Trinidad
Fuente: *Todo Colección* (Ref. 55)



Figura 4.3.23: Vidrio azul de La Trinidad
Fuente: *Todo Colección* (Ref. 55)



Figura 4.3.24: Vidrio de La Trinidad
Fuente: *Archivo Canal Sur* (Ref. 3)



Figura 4.3.25: Vidrio azul de La Trinidad
Fuente: *El Pino Viejo* (Ref. 16)



Figura 4.3.26: Vidrio azul y blanco de La Trinidad
Fuente: *El Pino Viejo* (Ref. 16)



*Figura 4.3.27: Vidrio azul y blanco de La Trinidad
Fuente: El Pino Viejo (Ref. 16)*



4.4 Edificio

4.4.1 Descripción del complejo fabril



Figura 4.4.1: Vista aérea del terreno
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

La fábrica de La Trinidad ocupa una amplia parcela de aproximadamente 10.200 m², en una manzana delimitada por las vías: Avenida de Miraflores, calle Almacén de la Plata, carretera de Carmona y calle San Juan Bosco. Se desarrolla en dos parcelas colindantes, una de dimensiones casi cuadradas de 100 x 105 m y otra de dimensiones reducidas, de 10 x 19 m, que enlaza con un parcelario más menudo de carácter residencial. Dentro de la manzana, esta parcela es la de mayores dimensiones. (Ref. 8) La parcela se puede observar en la [Figura 4.4.1].

El complejo fabril tiene una sola fachada al espacio público, la Avenida de Miraflores, desde la cual se produce el acceso que se puede ver en la [Figura 4.4.2]. Dentro del solar, el conjunto de construcciones, fruto de sucesivas intervenciones, se resuelven mediante el mismo esquema



que se planteaba en el proyecto original. Un complejo de naves conformando un único bloque dispuesto en el centro del solar y una construcción lineal que se adosa parcialmente a su perímetro, quedando entre ambos elementos un gran vacío.(Ref. 8)



Figura 4.4.2: Fábrica desde la Avenida de Miraflores
Fuente: Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (Ref. 16)



Figura 4.4.3: Fachada principal
Fuente: Patina Industrial. (Ref. 39)



Figura 4.4.4: Vista fachada principal
Fuente: Absolut Sevilla. (Ref. 1)



Figura 4.4.5: Lateral de la fábrica
Fuente: 20 minutos (Ref. 66)



Figura 4.4.6: Fachada trasera
Fuente: *Fabricando el Sur* (Ref. 19)



Figura 4.4.7: Fachada trasera
Fuente: *Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural.* (Ref. 32)



Figura 4.4.8: Fachada lateral

Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Intervención Fábrica de vidrio de la Trinidad (Ref. 35)

A continuación se van a analizar las distintas naves de forma detallada, además de su distribución en planta correspondiente a los dos niveles del edificio: planta baja y primera planta.

4.4.2 Análisis de la fábrica

4.4.2.1 Niveles de la fábrica

El recinto fabril está compuesto por un bloque central de tres naves, la principal, la de mayores dimensiones, nave 1 (de hornos), se dispone perpendicular a la Avenida de Miraflores y a ella se adosan, por su lado sur, otras dos naves, la 2 (de cocido) y la 3 (de talla y decorado) de directrices perpendiculares a la anterior. (Ref. 8)

Además hay una serie de naves auxiliares que se encuentran en el perímetro del complejo. El recinto vallado tiene un acceso por puerta-cochera.(Ref. 8)

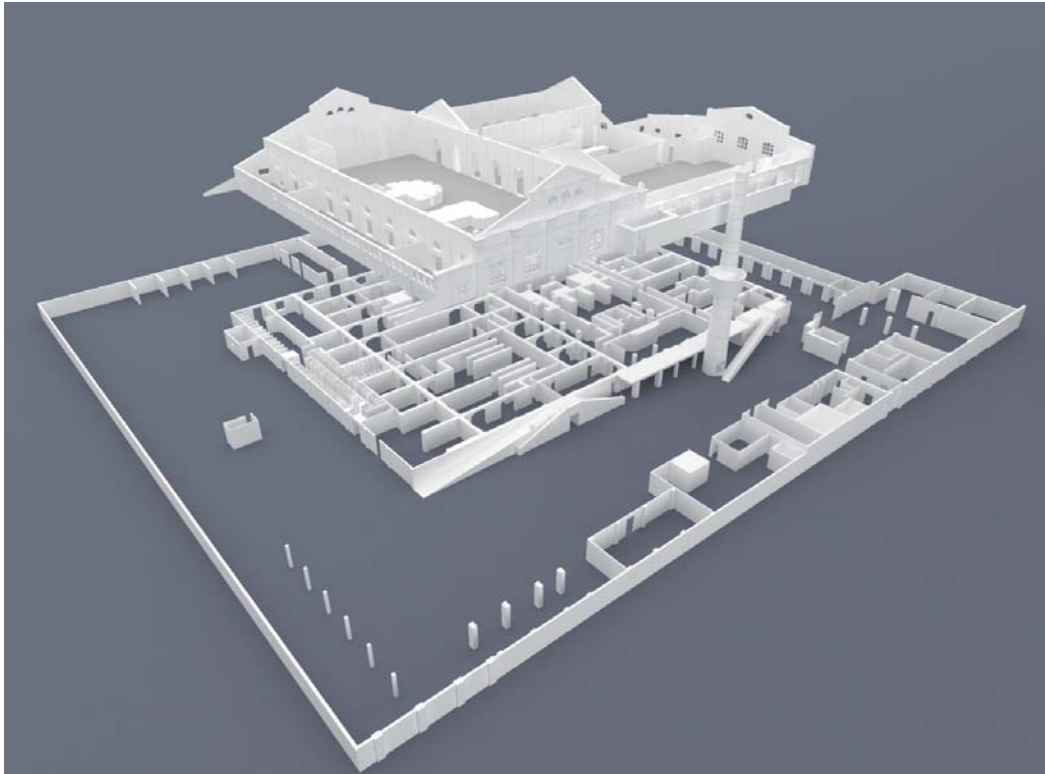


Figura 4.4.9: Niveles de la fábrica
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

El conjunto presenta, en su mayor parte 2 niveles que se pueden apreciar en la [Figura 4.4.9]. Ambos niveles funcionan de manera independiente, localizándose de forma puntual y accesoria las comunicaciones verticales. Es más, no existe una clara correspondencia entre la estructura y compartimentación de ambas plantas, produciéndose recorridos y cambios de nivel que no guardan relación con la relativa claridad con que se estructura la planta superior. (Ref. 8)

-Primer nivel o superior (Primera planta): donde se desarrolla la actividad principal. La [Figura 4.4.10] corresponde a este nivel. (Ref. 8)

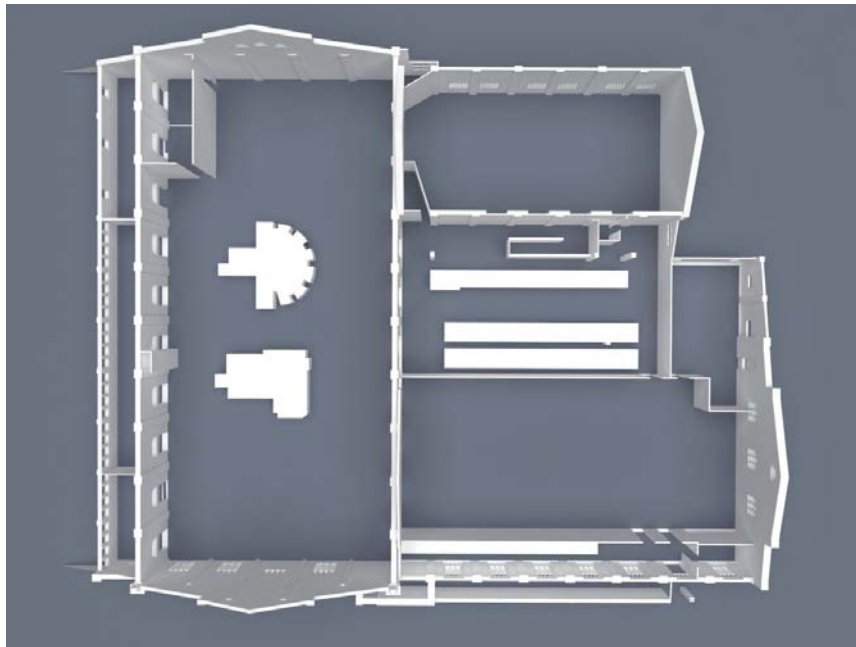


Figura 4.4.10: Primera planta
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

-Segundo nivel o inferior (Planta baja)[Imagen 4.4.11]: En este nivel es donde se produce una mayor confusión en la lectura de cada una de las partes debido al carácter masivo de la cimentación y a la superposición de estructuras y distintos elementos, ligados durante un periodo a la producción, y abandonados en distintas etapas. (Ref. 8)



Figura 4.4.11: Planta baja
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Hay que mencionar la existencia de elementos de una gran potencia arquitectónica- como restos de hornos- que, actualmente, no tienen correspondencia con otros elementos en el nivel superior, pues pertenecen, a estructuras obsoletas, demolidas, sustituidas o trasladadas en el nivel superior, pero conservadas en el inferior. (Ref. 8)

4.4.2.2 Naves y distribución en planta

Es donde se producía la actividad principal de la fábrica. Esta construcción es fruto de sucesivas intervenciones de construcción, demolición, ampliación y refuerzo que han dado lugar a una realidad compleja de difícil entendimiento y descripción. (Ref. 8)



Las tres naves constituían cuerpos independientes que no llegaban a conectarse entre ellos. Sin embargo la necesidad de nuevos espacios para otros servicios y comunicación entre ellas provocó la construcción de crujías que van completando esos espacios vacíos. (Ref. 8)

Exteriormente es posible diferenciar con facilidad los volúmenes de las distintas naves tal y como se aprecia en la [Figura 4.4.12].

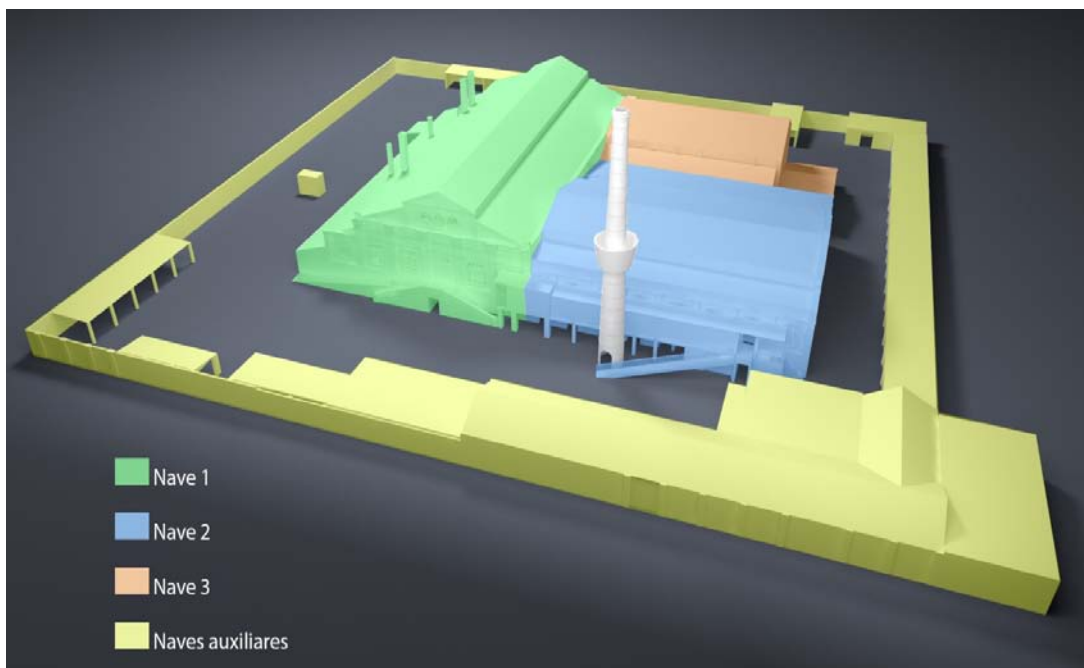


Figura 4.4.12: Naves

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Nave 1: Es la nave principal, la de mayores dimensiones de aproximadamente 35 x 50 m y se puede apreciar en la [Figura 4.4.14]. La nave 1 se dispone perpendicular a la Avenida de Miraflores, produciéndose el acceso a ambos niveles desde el frente oeste, que está tratado formal y compositivamente como la fachada principal que aparece en la [Figura 4.4.13]. La nave, de gran espacialidad y solidez



constituye un ejemplo de arquitectura industrial de principios de siglo.
(Ref. 8)



Figura 4.4.13: Fachada principal (frente oeste)
Fuente: Julián Sobrino Simal [42](Ref. 31)

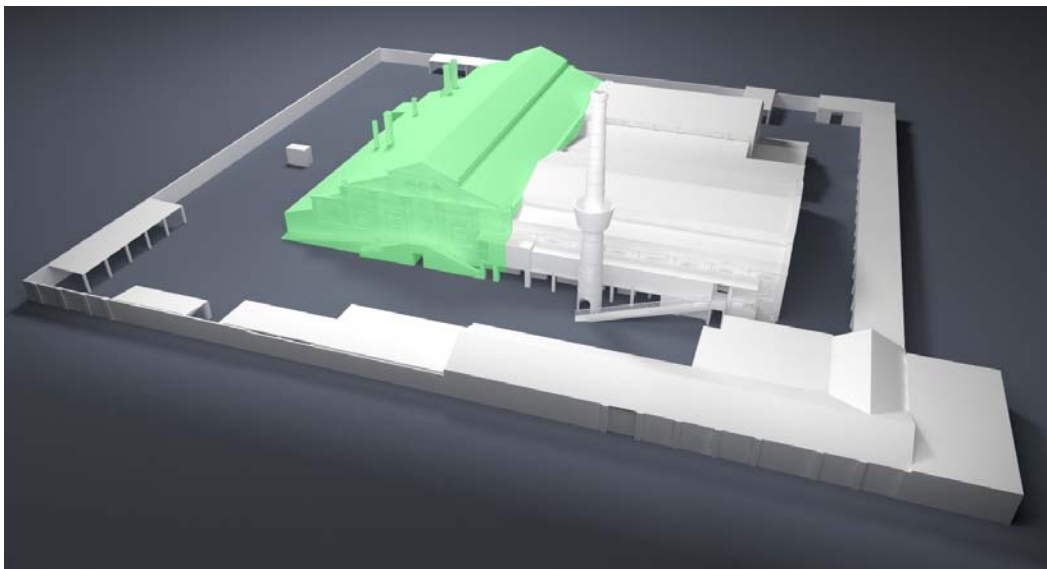


Figura 4.4.14: Nave 1
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Planta Baja: Es la planta inferior de la nave y es de escasa altura. En ella se disponen los aseos y vestuarios del personal que ocupan prácticamente toda su superficie. Existe una estructura muy densa en determinadas zonas coincidentes con la ubicación de los hornos, de los cuales podemos apreciar tres, algunos de ellos a medio demoler. Así mismo, ya no existe correspondencia en la actualidad ente muchos de estos elementos y los del nivel superior, al haber sido desmontados, trasladados o sustituidos los hornos e incluso haber cambiado su sistema de alimentación y producción de energía. (Ref. 8)

Hay que destacar que salvo en algunas dependencias, los usos han sido siempre provisionales y rotatorios. Se encuentran una serie de estancias que son utilizadas básicamente como almacenes. (Ref. 8)



Figura 4.4.15: Distribución en planta (Planta Baja (nave1)).
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



En la [Figura 4.4.15] aparece la distribución en planta de esta nave de manera detallada.

Primera planta: En el nivel superior de la nave principal es donde se desarrollaba, hasta su cierre, la fundición y soplado del vidrio. Su distribución en planta se puede encontrar en la [Figura 4.4.16] de forma detallada.

Su interior aloja una serie de elementos más o menos contruidos que alguna vez han estado incorporados a la producción. Así destacan dos hornos de balsa, de dimensiones y construcción similares, que ocupan el ámbito central. En torno a ambos hornos, sobre la plataforma y los puestos de trabajo, se disponen sendas estructuras circulares que soportan una serie de grandes ventiladores con aspas. (Ref. 8)

Dentro de este recinto, entre toda una serie de instalaciones y conducciones, destaca la correspondiente a un mecanismo automatizado que consiste en unos carriles que discurren a lo largo del flanco este y sur, y que servían para transportar las piezas elaboradas hasta los hornos de recocido situados en las naves adyacentes. (Ref. 8)

En el extremo este de esta crujía se dispone una especie de almacén de moldes mientras que en el extremo oeste se compartimenta, apareciendo dos pequeñas estancias destinadas una a oficina y otra a muestrario de las piezas elaboradas. (Ref. 8)

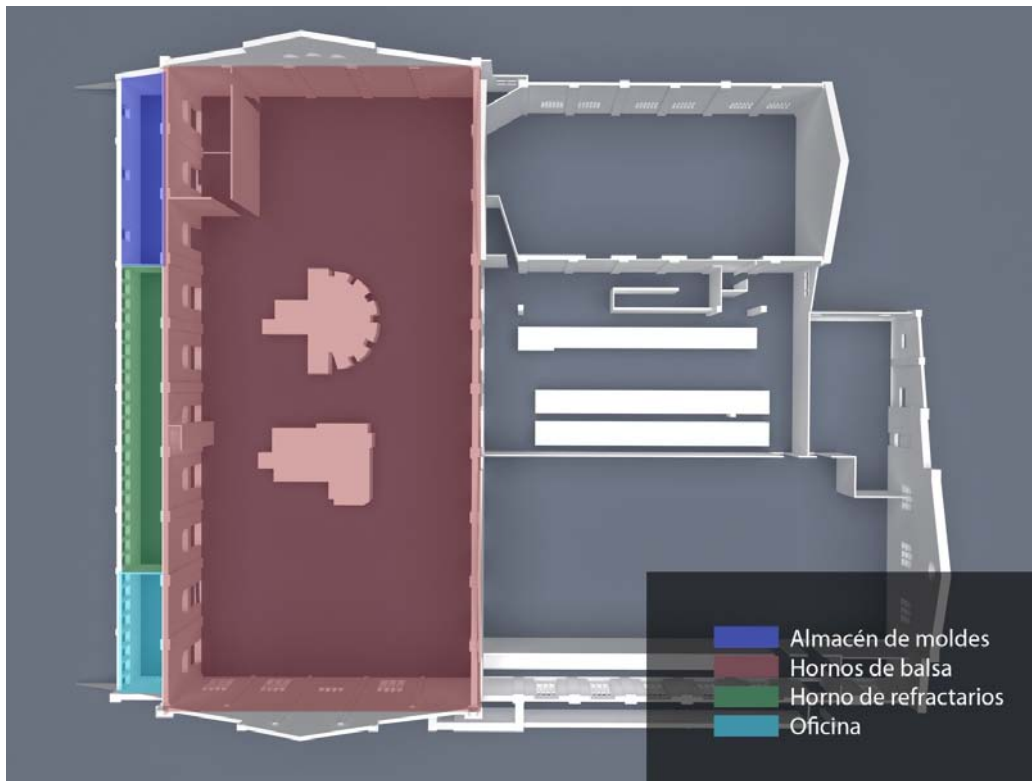


Figura 4.4.16: Distribución en planta (Primera planta (nave1)).
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 4.4.17: Interior nave 1, primera planta,
fundición y soplado.
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Nave 2: Se adosa perpendicularmente a la nave 1 prolongando su fachada oeste como se observa en la [Figura 4.4.18]. Como el resto del conjunto consta de dos niveles. Aloja las estructuras más antiguas del conjunto fabril relacionadas con la producción. (Ref. 8)

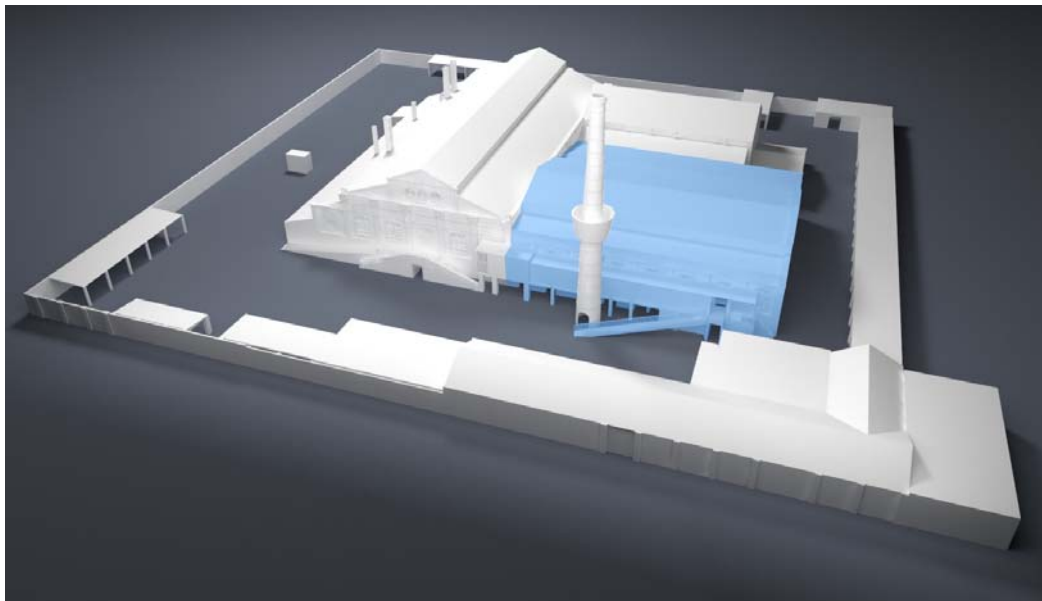


Figura 4.4.18: Nave 2

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Planta baja: En el nivel inferior existe un recorrido transversal, un pasillo lineal que discurre bajo las naves 2 y 3. (Ref. 8) Su distribución en planta se observa en la [Figura 4.4.19].

La caldera que se sitúa en el extremo norte quizás sea el elemento asociado a la producción del vidrio más antiguo que se conserva en la fábrica. Constituye un elemento masivo de ladrillo refractario con un frente perforado por numerosos y pequeños cajones que servían para regular el tiro. (Ref. 8)

En la zona central de la nave se localizan, a ambos extremos, dos calderas de carbón que se correspondería con sendos hornos en la



planta superior, pudiendo apreciarse todavía las huellas de estas estructuras en la solera de hormigón de esta planta. (Ref. 8)

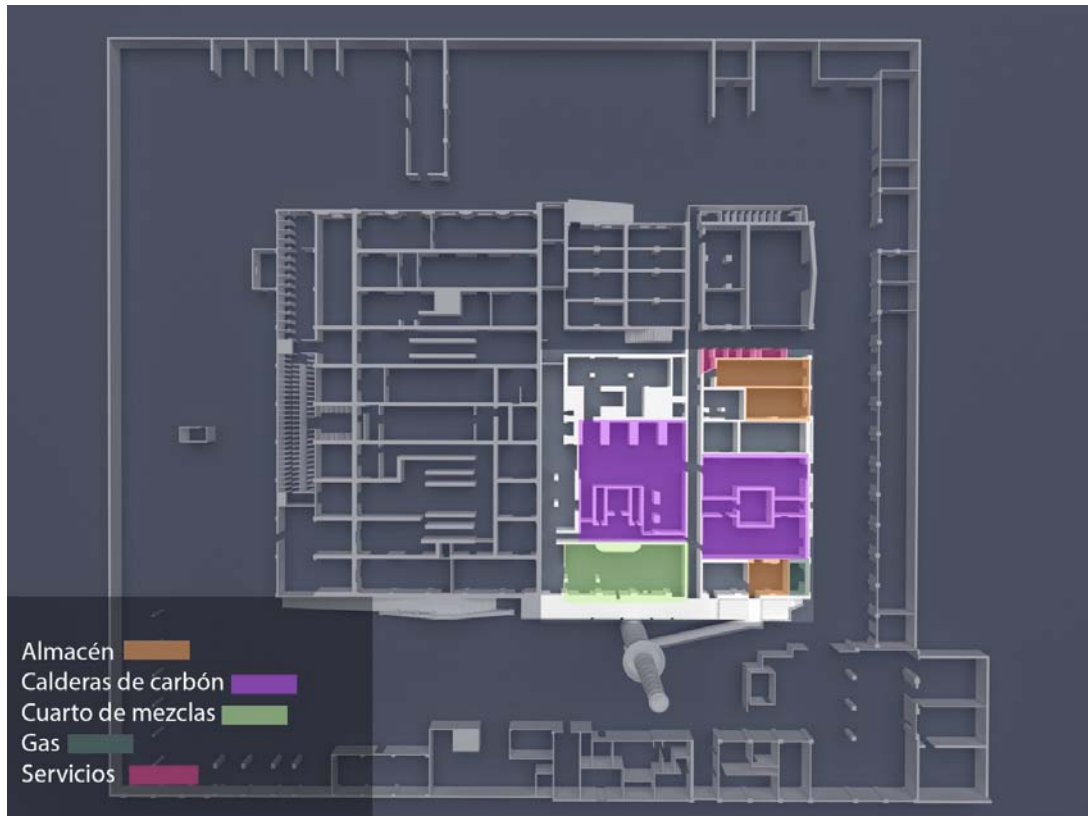


Figura 4.4.19: Distribución en planta (Planta Baja (nave2))

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Primera planta: Es donde puede apreciarse la dimensión completa de la nave, aunque sucesivas ampliaciones y modificaciones- debido a la renunciación de funciones y maquinaria, distorsionan la lectura de sus proporciones originales. (Ref. 8)

Su distribución en planta se muestra en la [Figura 4.4.20].

El acceso al nivel superior, desde el exterior, se realiza mediante una rampa oblicua y una escalera que desembocan en un extremo del frente oeste. El nivel superior presenta grandes alteraciones,



sustituciones e incluso importantes deficiencias estructurales y constructivas . (Ref. 8)

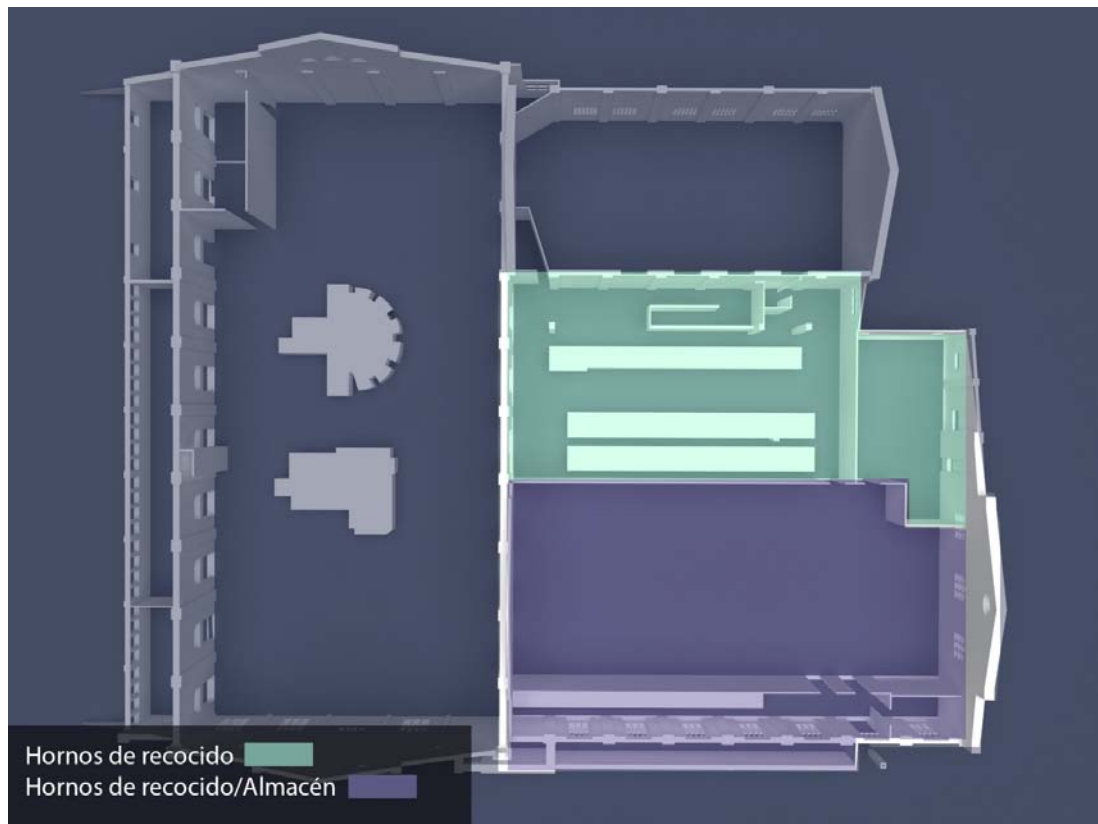


Figura 4.4.20: Distribución en planta (Primera Baja (nave2))

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

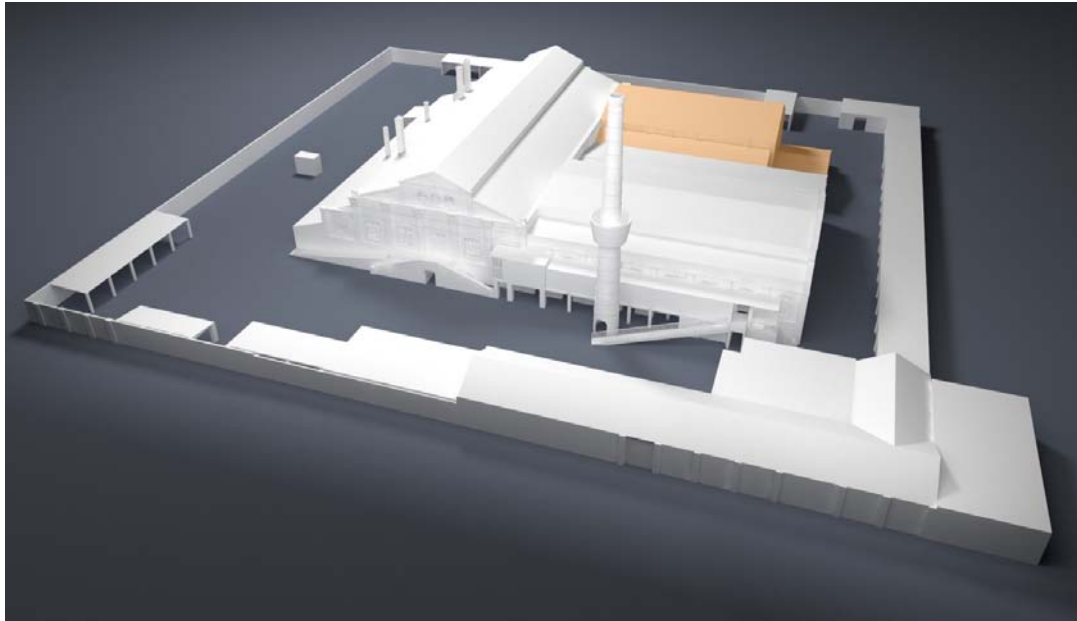


Figura 4.4.21: Nave 3

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Nave 3: Se levanta adosada a la nave 1 con directriz paralela a la nave 2 tal y como se muestra en la [Figura 4.4.21]. Esta nave es más corta que la 2 y en su frente sur se adosa otra pequeña nave, de una planta, construida con muros de carga. (Ref. 8)



Figura 4.4.22: Distribución en planta (Primera Baja (nave2))
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Planta baja: A este recinto se accede desde el frente sur a través de un hueco de grandes dimensiones que se cierra con una cancela. El uso del primer nivel era el de almacén de sílice . (Ref. 8) En la [Figura 4.4.22] aparece su distribución en planta.

Primera planta: El segundo nivel de esta nave se destinaba a la talla y a la decoración de las piezas y todavía se conserva gran parte de su maquinaria, incluido una mufla (horno de recocido) que se ubica en un extremo sur. Se accede desde una escalera exterior que discurre paralela a su cerramiento oeste y que desemboca en ese espacio intermedio entre las naves 2 y 3 que se cubre con la prolongación de los faldones de ambas naves . (Ref. 8)



En la [Figura 4.4.23] se especifica la localización del taller de tallado y decoración clarificando la distribución en planta de esta zona de la fábrica.

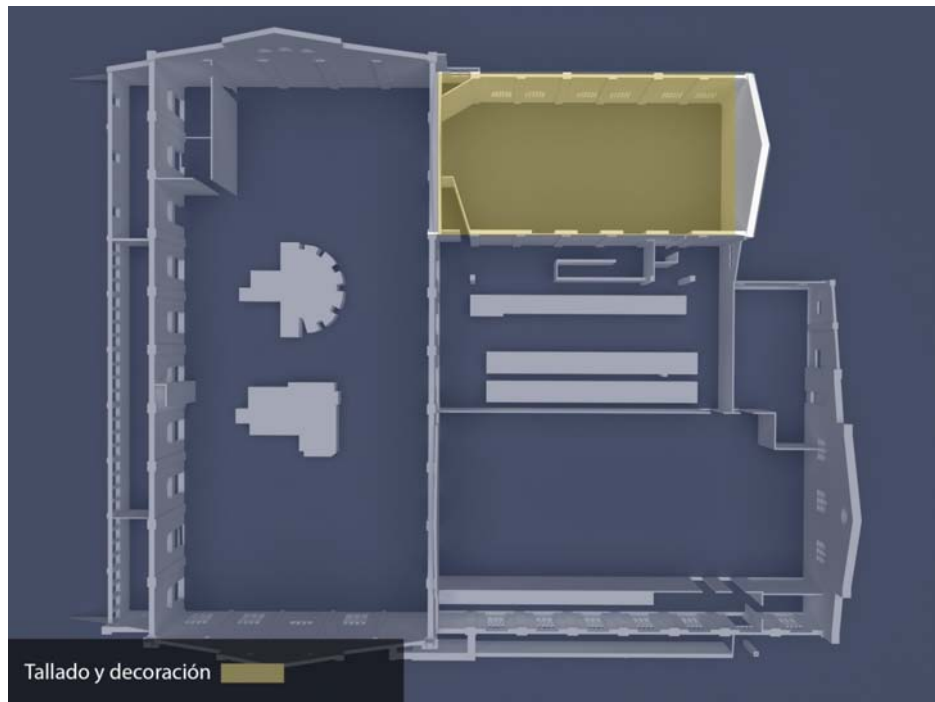


Figura 4.4.23: Distribución en planta (Primera Baja (nave2)) Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

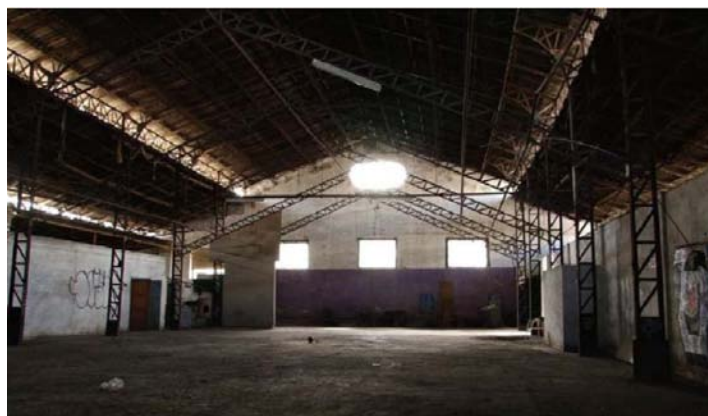


Figura 4.4.24: Interior nave 3
Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural. (Ref. 36)



Chimenea: Ligada a la caldera de carbón original. (Ref. 8) Es el símbolo más representativo de la fábrica que se puede apreciar en la [Figura 4.4.25].



Figura 4.4.25: Chimenea
Fuente: Julián Sobrino Simal [42](Ref. 31)

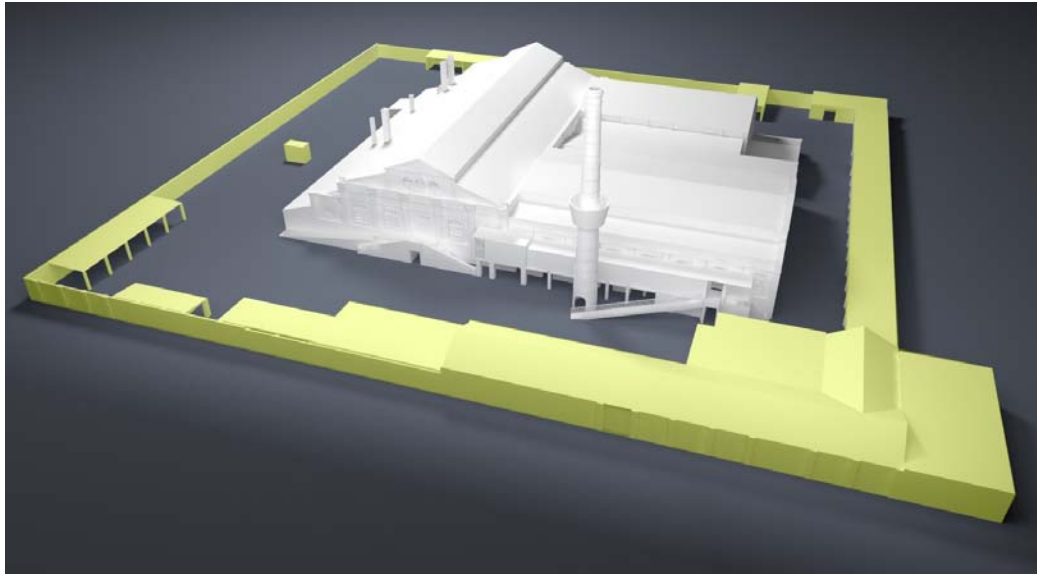


Figura 4.4.26: Naves Auxiliares
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Naves auxiliares: En la fachada se detectan 3 tramos unificados apreciados en la [Figura 4.4.26].

-El primer tramo se corresponde con la pequeña parcela que podríamos decir se adosa a la principal y presenta una composición de carácter residencial con una puerta y dos huecos de ventanas a ambos lados . (Ref. 8) Distribución en planta reflejada en la [Figura 4.4.27].



Figura 4.4.27: Distribución en planta (Naves auxiliares)

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

-El segundo tramo comprende una serie de módulos definidos por la estructura que sobresale del cerramiento. Este tramo se corresponde con la crujía edificada originalmente para dependencias de oficina, portería y viviendas de encargo y portero. El acceso al conjunto se produce en este tramo. (Ref. 8) Distribución en planta reflejada en la [Figura 4.4.28].



Figura 4.4.28: Distribución en planta (Naves auxiliares)
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

En este espacio previo se dispone una báscula para vehículos pesados que ocupa todo este ámbito de ingreso al que se abren, a ambos lados, las dependencias de oficinas y portería. Esta zona administrativa destaca del resto del conjunto la mayor compartimentación y acondicionamiento del espacio. El extremo se destina a almacén, quedando un espacio diáfano que se prolonga en una ampliación que define un amplio recinto, destinado también a almacén, desde el que se accede a la parcela anexa cuya superficie se destina a exposición y venta. Este último recinto tiene acceso directo desde el exterior. (Ref. 8)

-El resto de la fachada se trasdosa distintas construcciones aisladas, de carácter auxiliar, seguramente levantadas en función de la demanda funcional, construidas con técnicas y formas diversas. (Ref. 8)



Así en el primer tramo, al cuerpo de oficinas se adosa una caseta para el regenerador y más allá una plataforma para el tanque de oxígeno; a continuación, el comedor y, un aparcamiento de vehículos. Al norte se localiza un almacén de materiales y piezas refractarias.

En el frente opuesto, se dispone una construcción lineal. Las puertas dan acceso a recintos independientes utilizados como talleres de los distintos oficios, herrería, carpintería etc, necesarios para el mantenimiento de la maquinaria y utensilios empleados en la producción del vidrio. Estos talleres cayeron en desuso con la evolución del proceso productivo en fecha muy anterior a la del cierre de la fábrica. (Ref. 8)

4.4.3 Reformas

La construcción de esta fábrica a principios de siglo constituye uno de los escasos ejemplos, de gran industria de nueva planta de la ciudad de Sevilla. (Ref. 8)

Se puede apreciar los escasos cambios que ha sufrido a lo largo de los años en la [Figura 4.4.29] y en la [Figura 4.4.30].

Originalmente el proyecto presentado por Luis Rodríguez Caso en 1900 corresponde a un esquema tipo de complejo fabril. Es decir un recinto de grandes dimensiones, cerrado perimetralmente a veces mediante construcciones lineales de carácter auxiliar, y grandes contenedores/naves en su interior que albergan la actividad principal. (Ref. 8)



Figura 4.4.29: Fotografía antigua de la fachada principal
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

Debido a la evolución y el progreso de la actividad industrial que se desarrollaba en la fábrica, se produjo la alteración continua de las dependencias de esta. De esa manera, a lo largo de su historia, aparecían y se demolían las naves auxiliares y se construían ampliaciones progresivas de las naves según las necesidades que se presentaban en el proceso industrial. Estas modificaciones y a la escasa información, complican la lectura histórica de las dependencias. (Ref. 8)



*Figura 4.4.30: Fotografía actual de la fachada principal
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)*

En la investigación realizada se ha averiguado que se produjeron dos importantes reformas. La primera de ellas realizada por el arquitecto Vicente Traver en 1924, que consistió en la construcción de una nave que posteriormente sería demolida. Esto es un ejemplo de lo mencionado antes, del continuo cambio que se producía en las dependencias de la fábrica. La otra reforma la realizó el arquitecto Ramón Balbuena que participó en la evolución del conjunto en 1926. (Ref. 8)

El contenedor principal situado en el área central de la parcela ha sufrido a lo largo de su historia una gran evolución arquitectónica. Basándonos fundamentalmente en el análisis constructivo del conjunto, respaldado por la datación de algunos de los elementos ligados al sistema de producción, como las calderas y hornos, que experimentan una transformación radical cuando se produce el cambio de combustible. (Ref. 8)



4.4.3.1 Reformas en cuanto a la distribución en planta

Debido a la inundación del año 1961 que se puede observar en la [Figura 4.4.31] y al abandono y expolio producido desde su cierre, hay escasa información sobre la fábrica antes de los años 50. (Ref. 4)



Figura 4.4.31: Vista de la avenida Miraflores anegada.

Fuente: ABC de Sevilla (Ref. 45)

Aún así se han encontrado documentos donde se puede apreciar los cambios en la distribución en planta tanto del nivel superior de la fábrica, donde se realizaba la actividad principal como del nivel inferior.

Nivel inferior: Sólo se ha podido obtener un único plano de la planta inferior del año 1956 correspondiente a la [Figura 4.4.32], donde se aprecia como la distribución en planta era distinta a lo que fue cuando cerró la fábrica. En él se puede observar la complejidad que abarca este nivel. Uno de los cambios más apreciables es el taller de tallería y decoración que aún no se encuentra en la nave 3, sino en una de las naves auxiliares . (Ref. 4)



La evolución del nivel inferior se puede apreciar en los planos de distintas épocas correspondientes a la [Figura 4.4.33] y a la [Figura 4.4.34].

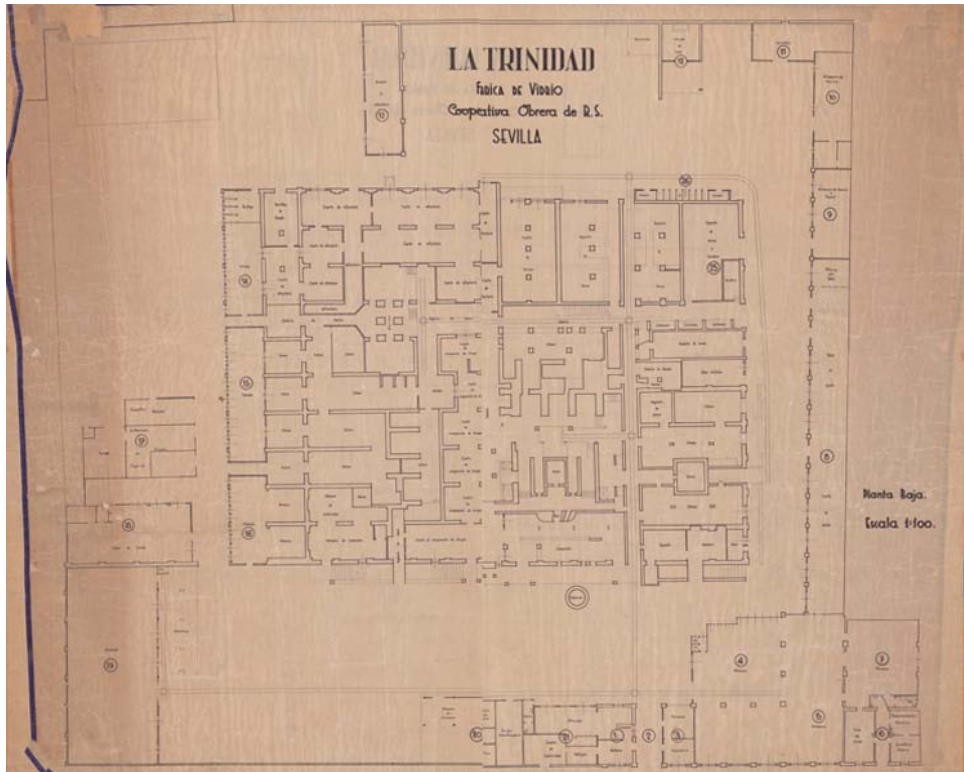


Figura 4.4.32: Plano original 1956

Fuente: Archivo Histórico Provincial de Sevilla. Junta de Andalucía (Ref. 4)

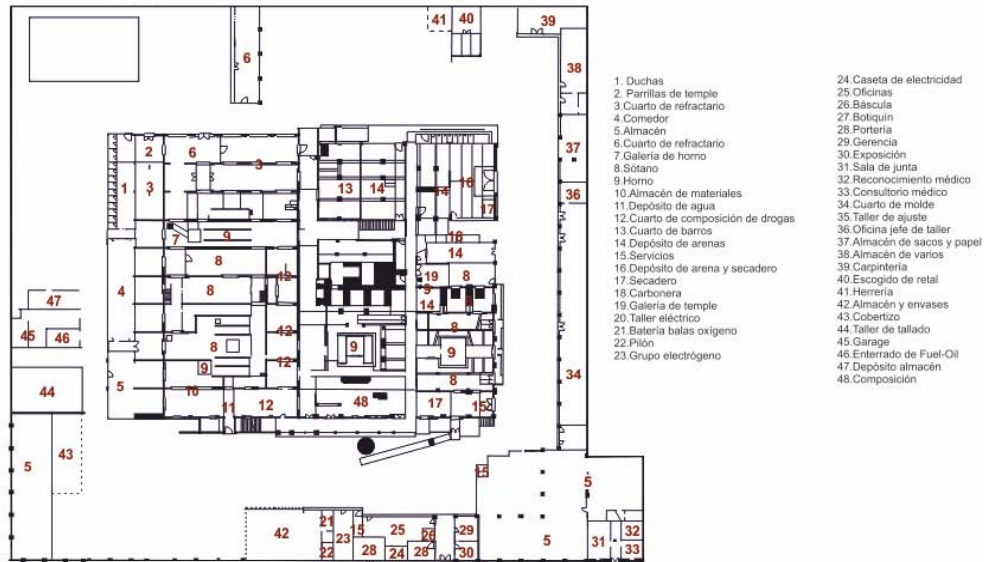


Figura 4.4.33: Distribución en planta: Planta baja en 1956

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

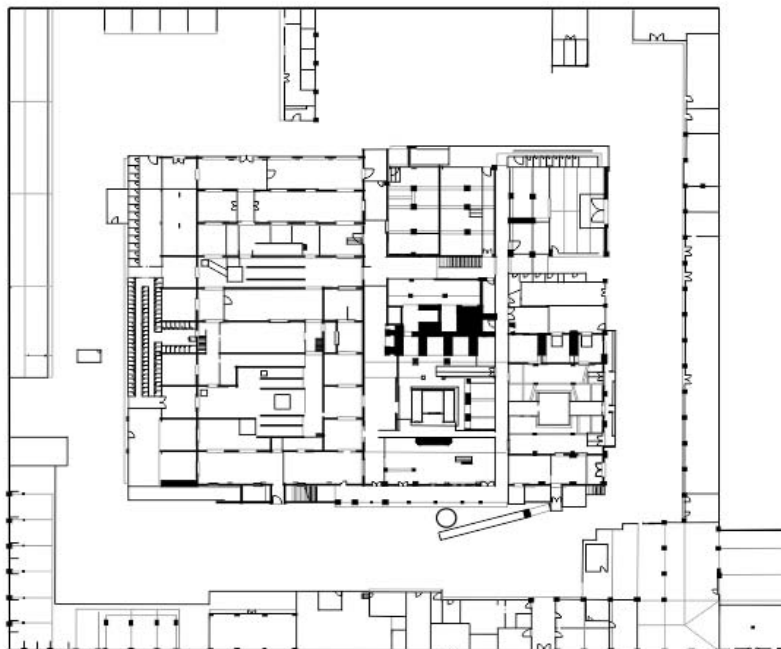


Figura 4.4.34: Planta baja en los 90

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Nivel superior: A continuación se muestran dos planos de 1956 en los que aparecen dos proyectos de distribución en planta distintos correspondientes a la [Figura 4.4.35] y a la [Figura 4.4.36]. Al no haber obtenido información para concretar cuál de las dos alternativas se realizó finalmente, se ha procedido al estudio de las dos. Esta fecha coincide con el cambio de hornos pasando de crisoles a hornos de balsa lo que conllevó también al cambio de combustible. Todo hace pensar que durante un periodo de tiempo ambos tipos de hornos convivieron hasta que se eliminaron por completo los hornos de crisoles. (Ref. 4)

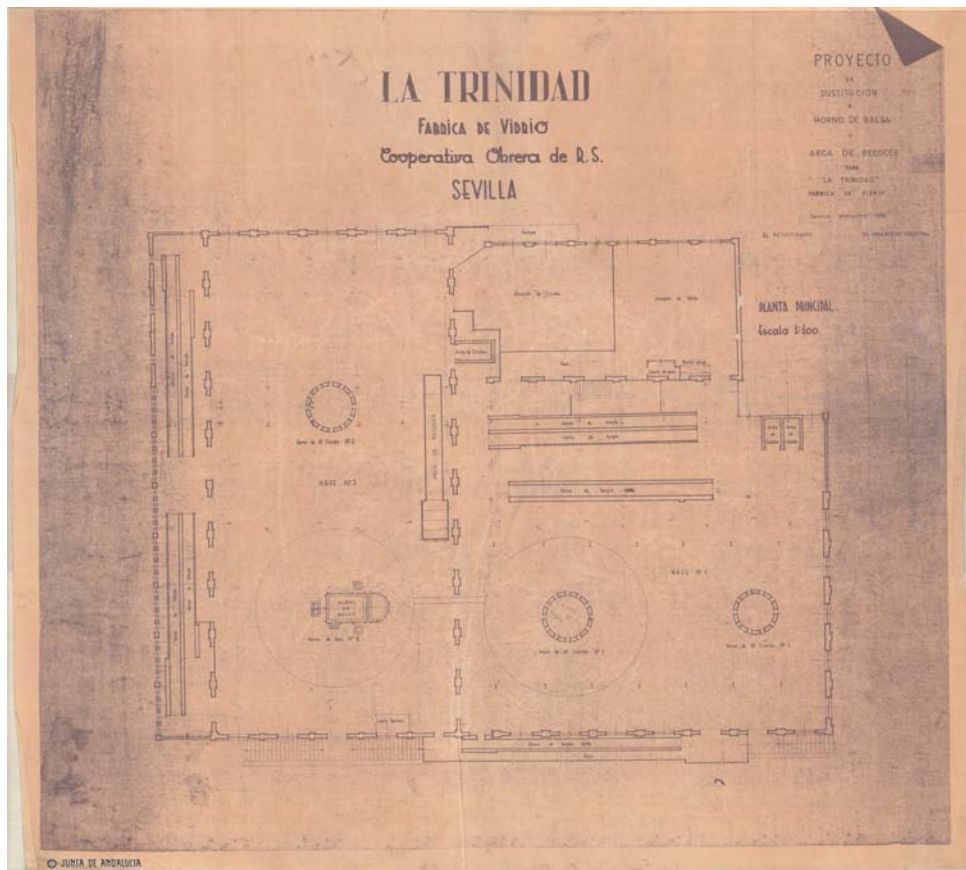


Figura 4.4.35: Plano original 1956

Fuente: Archivo Histórico Provincial de Sevilla. Junta de Andalucía (Ref. 4)



Figura 4.4.36: Distribución en planta Primera planta 1956 (alternativa 1)

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

En la primera alternativa principalmente se ve que se pensó poner un solo horno de balsa conviviendo con tres hornos de crisoles, de los cuales había dos de doce crisoles y uno de diez. Además hay unos pequeños hornos para fabricar los crisoles con materiales refractarios. También se encuentran otros pequeños hornos de recocido de los crisoles, ya que era necesario que reposaran durante un periodo de tiempo antes de su uso. (Ref. 4)

Se puede contar hasta seis hornos de recocido como se muestra en la [Figura 4.4.37].

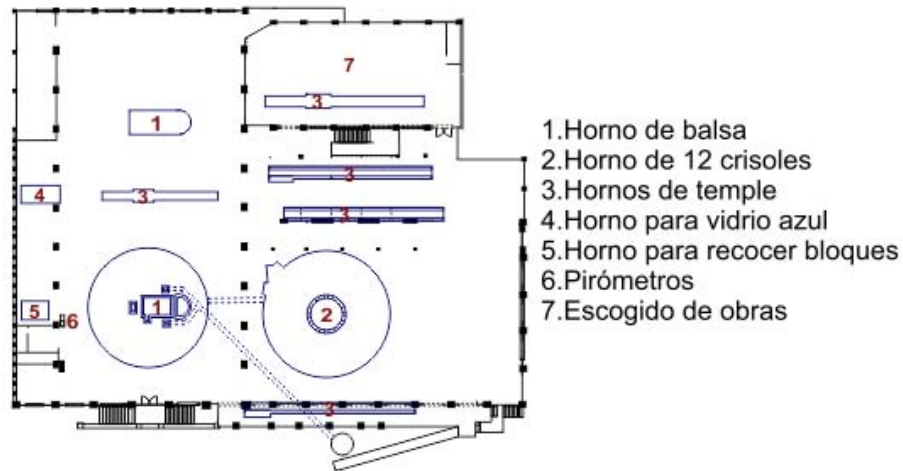


Figura 4.4.38: Distribución en planta Primera planta 1956 (alternativa 2)

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

La segunda alternativa difiere de la primera en cuanto a la cantidad de hornos de balsa ya que aparecen dos. En cuanto a hornos de crisoles sólo se conservaría uno con doce crisoles. Además en la parte derecha se observa un pequeño horno destinado a vidrio azul. Además hay un horno para recocer bloques de material refractarios que usaban para fabricar y reparar los hornos. Se puede contar hasta cinco hornos de recocido. (Ref. 4)

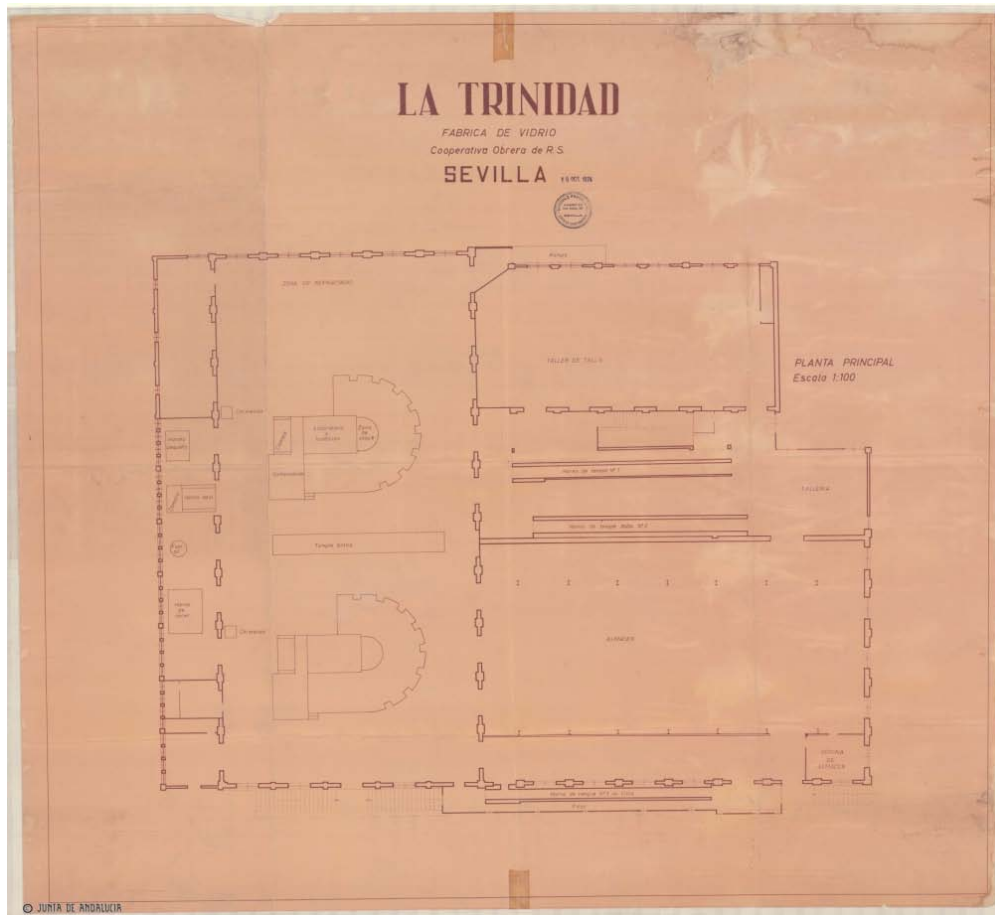


Figura 4.4.39: Distribución en planta. Primera Planta 1974
Fuente: Archivo Histórico Provincial de Sevilla. Junta de Andalucía (Ref. 4)

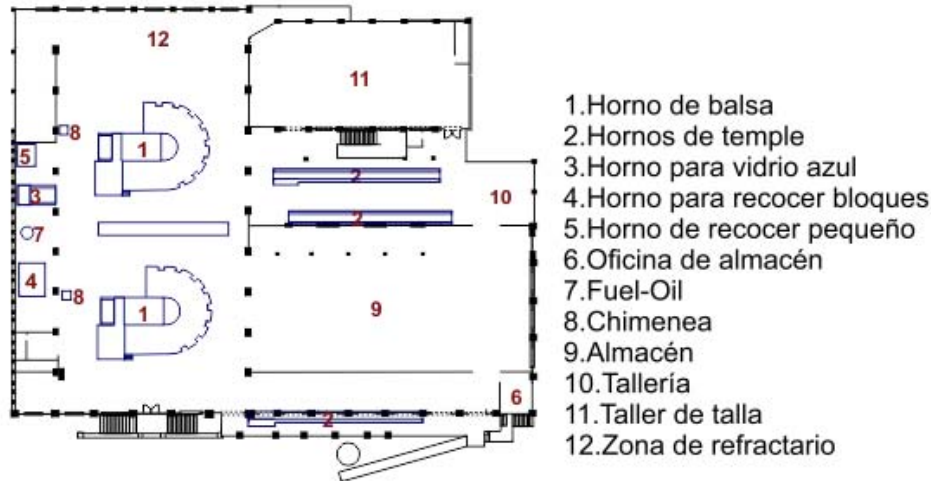


Figura 4.4.40: Distribución en planta Primera planta 1974
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

El siguiente documento encontrado data de la fecha de 1974 correspondiente a la [Figura 4.4.39] y a la [Figura 4.4.40]. Se puede ver que ha habido algunos cambios en cuanto a las dependencias como a la maquinaria. Aquí ya se puede apreciar que han desaparecido los hornos de crisoles quedando sólo los hornos de balsa y un pequeño horno para el vidrio azul. En cuanto a los hornos de recocido habría cuatro. (Ref. 4)

Cabe mencionar un documento en el que hablan de los problemas de producción debido a que trabajaban con un solo horno de balsa que estaba mal dimensionado. Por ello parece que durante algunos años estuvieran trabajando con sólo un horno. Una de las causas se debería a los problemas económicos que ha venido arrastrando la fábrica a lo largo de su historia. (Ref. 4)

Esta distribución en planta se conservó hasta el cierre de la fábrica y se está reflejada en la [Figura 4.4.41].

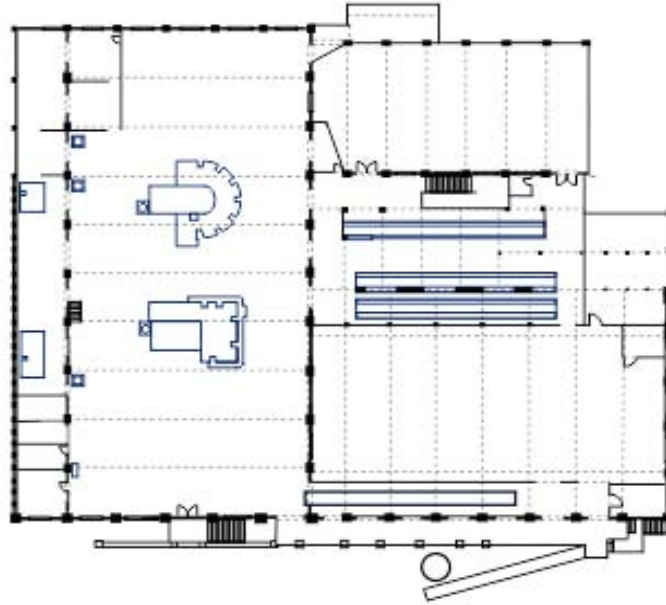


Figura 4.4.41: Primera planta finales 90
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



4.5 Maquinaria principal de la fábrica: los hornos

4.5.1 Introducción

Como la producción de la fábrica se basaba en el vidrio, se ha considerado que los elementos más importantes de esta son los hornos de fundición. De ellos depende que el resto del proceso de fabricación se lleve a cabo con éxito. Por esta razón los hornos de fundición serán el centro del estudio realizado en este proyecto. Sin embargo no hay que olvidar los otros elementos que formaban la maquinaria de la fábrica, como son los hornos de recocido o los moldes.

Se ha realizado un trabajo de investigación para obtener la mayor cantidad de información posible acerca de los hornos de fundición. A pesar de la dificultad por la escasa información disponible y a la ausencia de detalles técnicos en los documentos de la fábrica encontrados, se ha podido deducir una aproximación de la realidad.

4.5.2 Hornos de fundición

Un horno es un equipo que se usa para fundir o calentar materiales para cambiar la forma o sus propiedades (tratamiento térmico). (Ref. 9)

4.5.2.1 Clasificación de los hornos de fundición

En primer lugar vamos a clasificar los hornos existentes (Ref. 9). Tenemos varias clasificaciones de hornos que se pueden apreciar en la [Figura 4.5.1] que se muestra a continuación:

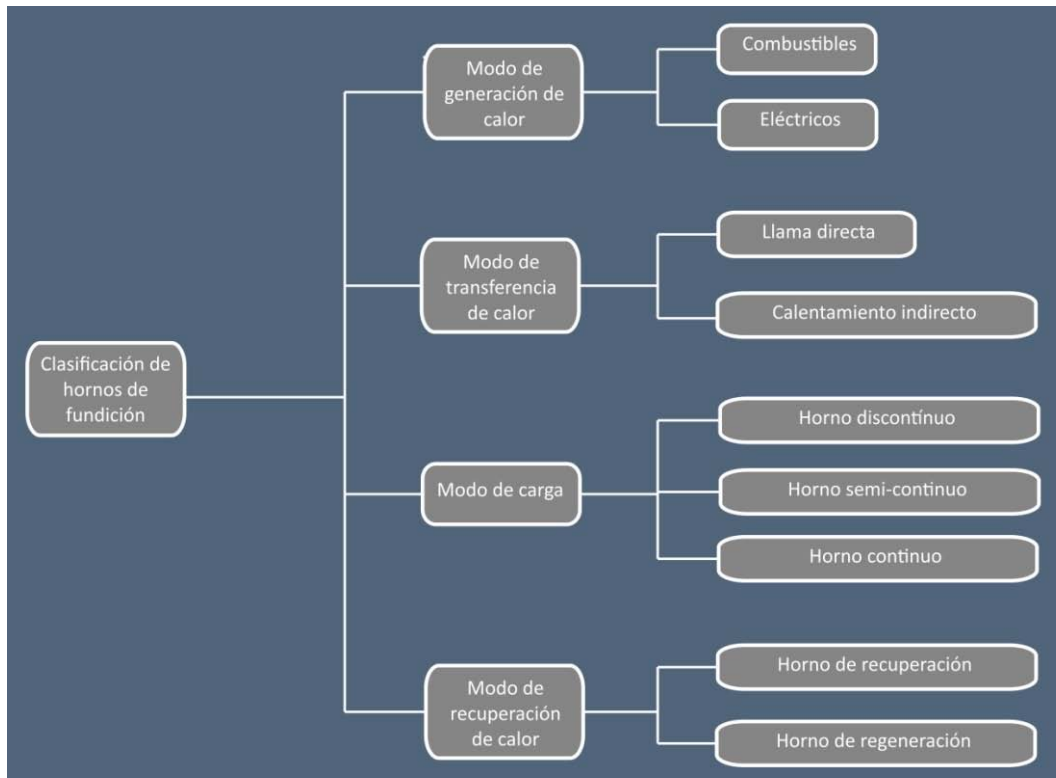


Figura 4.5.1: Clasificaciones de hornos de fundición.

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

A continuación se va a describir el esquema de la [Imagen 4.5.1]:

Según el modo de generación de calor:

- *De combustión (usando combustibles):* Se clasifican dependiendo del tipo de combustible, este puede ser generalmente fuel-oil, carbón o gas.
- Eléctricos

Según el modo de transferencia de calor:

- Horno de fuego abierto
- Calentado a través del medio



Según el modo de carga: Hay dos tipos:

- *Horno discontinuo*: Como los hornos de crisoles.
- *Horno semi-continuo*: Aquí se encuentran los hornos Day-Tanks.
- *Horno continuo*: Como lo hornos de balsa tanto recuperativos como regenerativos.

Según el modo de recuperación de calor:

- Hornos recuperativos
- Hornos regenerativos

Estos tipos de hornos serán en los que se centre este trabajo y serán descritos de forma más detallada posteriormente.

4.5.2.2 Hornos de fundición en “la Trinidad”

La Trinidad ha usado dos tipos de hornos de fundición a lo largo de su historia:

- **Hornos discontinuos de crisoles**: usados aproximadamente hasta mediados del siglo XX. Se puede observar al fondo de la [Figura 4.5.2].
- **Hornos continuos de balsa**: usados aproximadamente desde mediados del siglo XX hacia delante. Se puede observar en la [Figura 4.5.3].

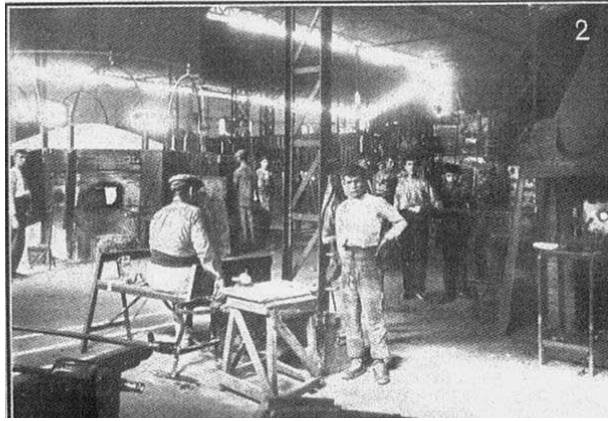


Figura 4.5.2: Planta de fundición de La Trinidad donde se aprecia un horno de crisoles.
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 4.5.3: Planta de fundición de la Trinidad con los hornos de balsa
Fuente: Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad. (Ref. 20)

A continuación se van a definir estos dos tipos de hornos y el material con el que se construían.



Material de construcción de los hornos .

El material refractario es el material con el que se construyen tanto los hornos de crisoles como los hornos de balsa [Figura 4.5.4]. El término refractario se refiere a la propiedad de ciertos materiales de resistir altas temperaturas sin descomponerse. Los refractarios son materiales inorgánicos, no metálicos, porosos y heterogéneos, compuestos por agregados minerales termoestables, un aglomerante y aditivos. Las principales materias primas empleadas en la elaboración de estos materiales son óxidos de: silicio, aluminio, magnesio, calcio y circonio; y algunos refractarios no provenientes de óxidos como los carburos, nitruros, boratos, silicatos y grafito. (Ref. 56)



Figura 4.5.4: Material refractario
Fuente: *Reformas y rehabilitaciones* (Ref. 43)

Los materiales refractarios deben mantener su resistencia y estructura a altas temperaturas, resistir los choques térmicos, ser químicamente inertes, presentar baja conductividad térmica y bajo coeficiente de dilatación. Los óxidos de aluminio (alúmina), de silicio (sílice) y, magnesio (magnesita) son los materiales refractarios más importantes. (Ref. 56)

Las propiedades de mayor peso en los refractarios son: composición química, estabilidad dimensional, porosidad, densidad, resistencia a la



compresión en frío, como pirométrico equivalente (PCE, por sus siglas en Inglés), refractariedad bajo condiciones de alta temperatura, deformación por fluencia lenta a alta temperatura, estabilidad volumétrica a alta temperatura (expansión y contracción) y conductividad térmica.(Ref. 56)

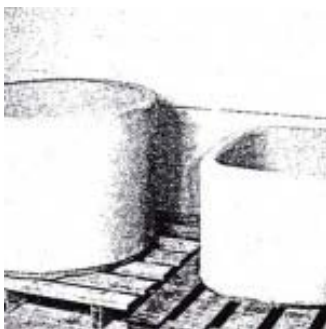
Normalmente, los refractarios no tienen una temperatura de fusión específica. Sin embargo, llega a una temperatura en donde el material empieza a reblandecerse. (Ref. 56)

A continuación se va a explicar de forma técnica los hornos usados en la fábrica durante su actividad. (Ref. 56)

Hornos de crisoles.

Históricamente, hasta mediados del siglo XIX los hornos de crisoles eran los únicos utilizados en la fusión del vidrio, actualmente se utilizan en cristalería manual, vidrios especiales, etc. (Ref. 14)

Los crisoles pueden ser abiertos o cerrados. Los hornos de crisoles abiertos (se pueden ver en la [Figura 4.5.6] se usan universalmente para fundir vidrio plano. Los crisoles cerrados (se pueden ver en la [Figura 4.5.5] son los que se emplean con mayor frecuencia. (Ref. 14)



*Figura 4.5.5: Crisol
abierto*

Fuente: Escuela de
Organización Industrial.
Escuela vidrio.(Ref. 14)



Figura 4.5.6: Crisol cerrado.

Fuente: Escuela de Organización
Industrial. Escuela vidrio.(Ref. 14)



La fusión del vidrio que se produce en los crisoles, es un proceso discontinuo. Requiere una larga espera, desde que se realiza la carga de las materias primas hasta que el vidrio se halla en condiciones de poder iniciar la extracción para el conformado. (Ref. 14)

Es necesario precalentarlos cuidadosamente a 300 ° C en un horno secundario (un arca de crisol), este proceso dura de 5 a 12 días, se deben transferir con toda la velocidad al horno de fusión, calentándose altamente durante 12-36 horas, por dentro vidriado con un poco de vidrio fundido y luego se carga con la mezcla. (Ref. 14)

Para derretir el vidrio se usa una construcción de piedra en forma de domo simple. En la [Figura 4.5.7] y la [Figura 4.5.8] se pueden ver ejemplos de domos simples.



Figura 4.5.7: Horno de crisoles (Museo Real
Fábrica de Vidrio La Granja en Segovia).

Fuente: *Siempre de Paso* (Ref. 47)

Antes de colocar el vidrio en el horno para que se derritiera, este tenía que calentarse hasta una temperatura cercana a los 1500 grados Celsius. El cargado del horno toma mucho tiempo, para asegurar que la mezcla se derrita. Podría necesitar hasta 15 horas calentar completamente el horno. (Ref. 60)



Cuando se completa la fusión, el vidrio fluido se "refina", es decir, se vuelve homogéneo y está libre de burbujas de gas, cuya abundancia se desarrolla durante la fusión. (Ref. 60)

Los crisoles constituyen recipientes individuales de los cuales cualquier número entre tres y 18 se puede colocar en un único horno. Se puede ver en la [Figura 4.5.8]. Pueden contener desde 150 kg a 1500 kg de vidrio. Los de tamaño pequeño se utilizan principalmente para el suministro de vidrio de colores. (Ref. 60)



Figura 4.5.8: Horno de crisoles (Museo Real Fábrica de Vidrio La Granja en Segovia).

Fuente: Segovia Turismo (Ref. 46)

Los crisoles usados en esta fábrica eran de tipo cerrado y cada horno podía contener un número distinto de crisoles. Según los planos encontrados, sobre el proyecto de sustitución a horno de balsa con fecha de 1956, la fábrica constaba como mínimo de 3 hornos de crisoles (dos con 12 crisoles y uno con 10). Estos hornos usaban como combustible carbón de origen asturiano. (Ref. 60)

Hornos de balsa.

La sustitución de los hornos de crisoles por los de balsa (los de la fábrica aparecen en la [Figura 4.5.9] provocó un gran cambio ya que se



pasaba de un proceso discontinuo a un proceso continuo en la producción del vidrio.



Figura 4.5.9: Hornos de balsa de la Trinidad
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

Ese sistema continuo hacía que la producción fuera mucho mayor que en los hornos de crisoles. Además el tipo de combustible, el carbón, fue sustituido por fuel-oil.

Los hornos de tanque o balsa permiten mantener una gran uniformidad de temperaturas en las distintas zonas del tanque, fijar condiciones de trabajo determinadas y garantizar la rigurosa constancia de viscosidad.

Las ventajas que tienen estos tipos de hornos comparativamente con los hornos de crisoles son la disminución del consumo energético y la larga vida del material refractario.

En los hornos de balsa de quemadores de combustible fósil, el calor contenido en los gases de combustión que sale del horno es usado para precalentar el aire de combustión. De esa manera se consigue alcanzar una mayor temperatura de la llama y mejorar la eficiencia.



Como se ha mencionado anteriormente, según el modo de recuperación de calor tenemos dos tipos de hornos: **horno de regeneración** y **horno de recuperación**.

Basándonos en un documento en el que se explicaba a los trabajadores las normas de uso de los hornos con fecha de 1984, podemos saber que al menos hasta esa fecha se usaban hornos de balsa continuos de regeneración end-fire que se explicará más adelante.

Sin embargo en las fotografías actuales de lo que queda de los hornos de fundición de la Trinidad, se puede observar que estructuralmente coinciden con hornos de recuperación. Esto hace pensar que en la fábrica han usado tanto hornos de regeneración como hornos de recuperación.

Estos dos tipos de hornos tienen en común el cuerpo de refractario. La diferencia radica en la forma de optimizar la energía. La estructura común de los hornos de balsa es la que aparece en la [Figura 4.5.10].

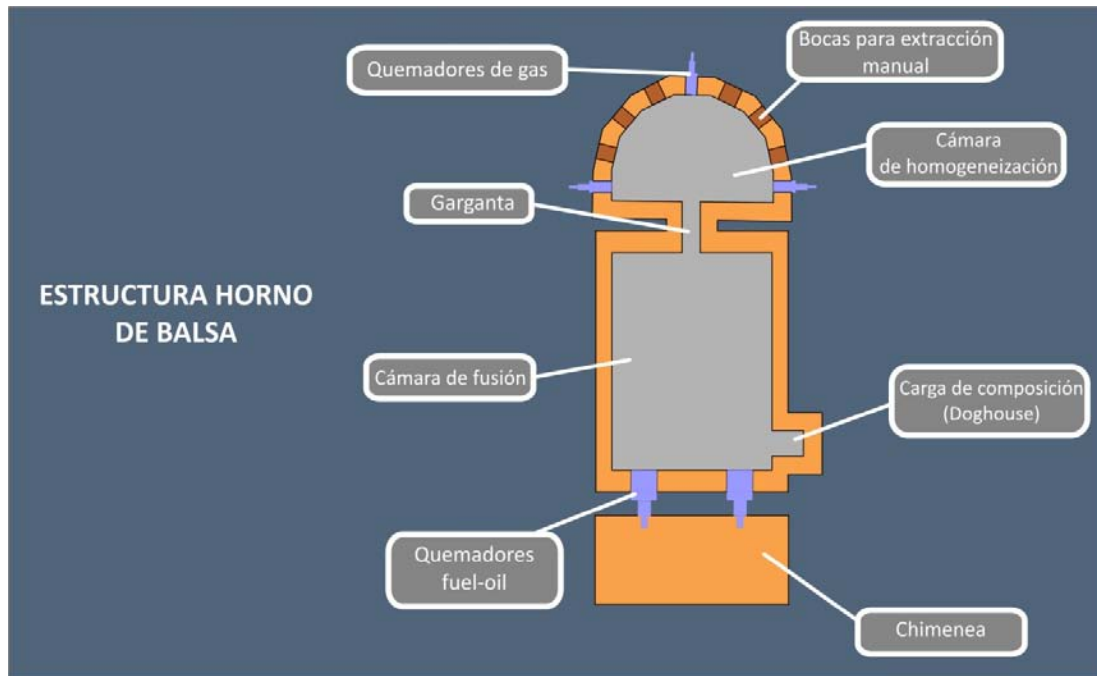


Figura 4.5.10: Estructura horno de balsa: Empalazada de cubas de trabajo y fusión
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

- **Chimenea:** La chimenea es el medio de deshacerse de los gases de escape producidos por la combustión. (Ref. 4)
- **Quemadores fuel-oil:** Producen la llama que toma forma de herradura para fundir el compuesto introducido en el horno. Estos quemadores pueden estar en la parte trasera de la cámara o en los laterales dependiendo del horno. En nuestro caso siempre van a estar detrás. (Ref. 4)
- **Carga de composición (Doghouse):** Es la parte por donde se introduce el material de sílice para la producción del vidrio. (Ref. 4)
- **Cámara de fusión:** Convierte mediante una reacción química, la composición base del vidrio fundido. La combustión del Fuel-Oil que se produce en la cuba de fusión, libera el calor necesario para producir la disolución de las materias primas que



intervienen en la composición para transformarlas en vidrio fundido. (Ref. 4)

- **Garganta (puente):** La garganta es el conducto a través del cual el vidrio pasa desde la cuba a la zona de trabajo. Esta es una zona que tiene un desgaste de material refractario, extremadamente alto, porque cada kilo de vidrio que se funde en la cuba, puede pasar a través de la garganta. Normalmente las gargantas se construyen por debajo del fondo de la cuba de fusión (garganta sumergida), unos 300 mm. Con esto se evita que pueda entrar composición sin fundir en la zona de trabajo. La garganta sumergida es usual en los hornos de fusión continua. (Ref. 4)
- **Cámara de homogeneización (refinador o zona de trabajo):** Cámara de acondicionamiento del vidrio en el horno. El vidrio es enfriado, lo cual ayuda a su afinado al facilitar la absorción de gases. Además es también la cámara de distribución del vidrio a los diversos alimentadores (bocas para la extracción manual o pipas de levantado). (Ref. 4)
- **Quemadores de gas:** Quemadores que mantienen la mezcla fundida. (Ref. 4)
- **Bocas para la extracción manual (pipas de levantado):** Orificios por los que el trabajador extrae la mezcla vítrea con la caña. (Ref. 4)

Una vez explicadas las partes de la estructura de un horno de balsa se puede hacer una idea del proceso para obtener vidrio. Sin embargo queda explicar el proceso para precalentar el aire que se produce en cada tipo de horno.

A continuación se va a explicar de forma técnica tanto los hornos de **balsa de regeneración** como los hornos de **balsa de recuperación**.



- **Hornos continuos de fundición de regeneración:** El sistema para precalentar el aire más usado es el sistema de regeneración. (Ref. 48)

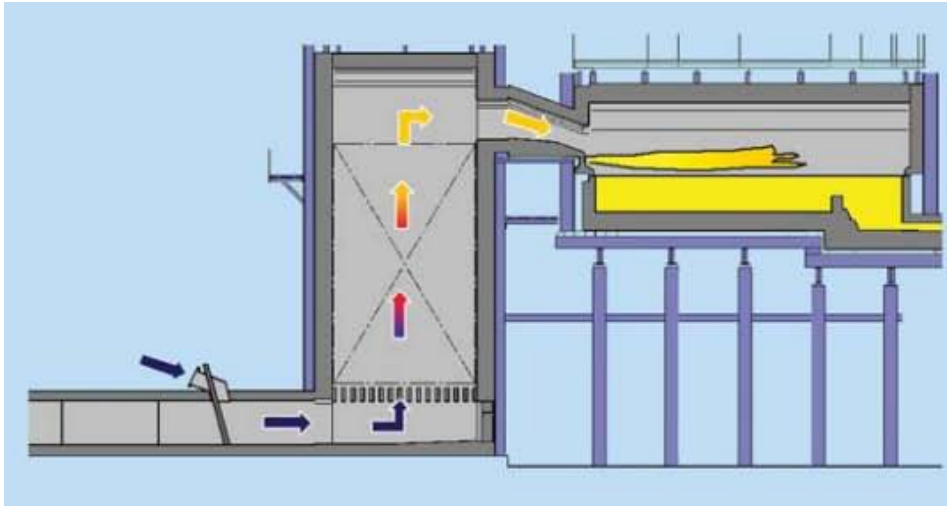


Figura 4.5.11: Esquema de dirección de los gases en el horno de regeneración
Fuente: SORG (Ref. 48)

Funcionamiento: Los regeneradores forman un medio de almacenamiento intermedio. Éste consiste en dos cámaras (se pueden ver en la [Figura 4.5.13], cada una llena con una red de refractarios al que se le llama *embalaje* (ver en la [Figura 4.5.12]). Los gases de salida del horno pasan a través de una de las cámaras y los refractarios de la cámara [Figura 4.5.12] se calientan. El aire de combustión entra en el horno a través de la otra cámara tal y como se ve en la imagen [Figura 4.5.11]. (Ref. 48)



Figura 4.5.12: Típico embalaje de red de refractarios que forman la chimenea.

Fuente: *SORG* (Ref. 48)

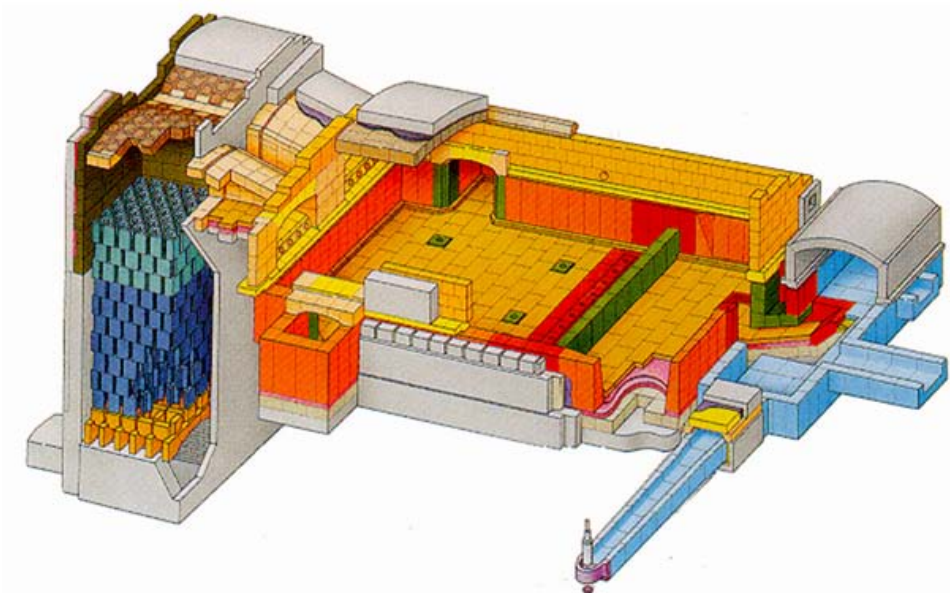


Figura 4.5.13: Estructura horno regeneración con el embalaje a la izquierda (en azul).

Fuente: *Glass Global*. (Ref. 22)



Después de un periodo de tiempo el flujo de aire y los gases de salida se invierten. La combustión de aire ahora fluye a través de la cámara caliente y se calienta por el calor transferido por los refractarios. Mientras esto ocurre, los gases de salida pasan a través de la otra cámara y calientan de nuevo los refractarios dentro de la cámara. (Ref. 48)

Las cámaras de regeneración normalmente se encuentran en construcciones verticales en las que los gases de salida pasan hacia abajo, mientras que los gases de combustión van hacia arriba. (Ref. 48)

-Ventajas:

- Altas temperaturas de precalentamiento de hasta aproximadamente 1350 ° C.
- Excelente consumo de energía (menor consumo).

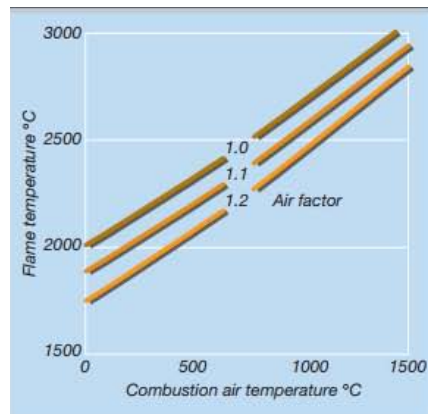


Figura 4.5.14: Correlación entre la llama y la temperatura del aire precalentado.

Fuente: SORG (Ref. 48)

Tipos de sistemas de regeneración: Existen varios tipos de sistemas de regeneración pero sólo se suelen usar dos. Se puede decir que los



hornos de regeneración están divididos en dos tipos en base a la ubicación del quemador y a la ruta de la llama (Ref. 48):

- ◆ **Hornos de final de combustión** (*end-fired furnaces*) (Ref. 48)
- ◆ **Hornos de combustión cruzada** (*cross-fired furnaces*). (Ref. 48)

Ambos diseños usan bloques especiales conformado, formas cruzadas para el sistema cruciforme, y de un tubo de sección cuadrada para la chimenea del sistema de bloque (Ref. 48).

- **Hornos de final de combustión (end-fired furnaces):**

Estructura característica: Este tipo de horno tiene dos puertos de quemador, localizados uno al lado del otro en la pared trasera del horno y los regeneradores están situados detrás del horno [Figura 4.5.16]. Cada puerto está equipado con 2-4 quemadores, dependiendo del tamaño del horno (Ref. 48).

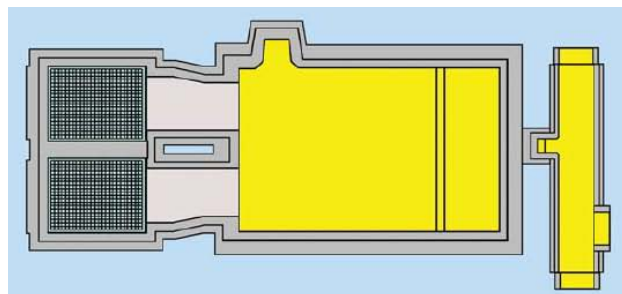


Figura 4.5.15: Imagen estructura del horno de regeneración.

Fuente: SORG (Ref. 48)

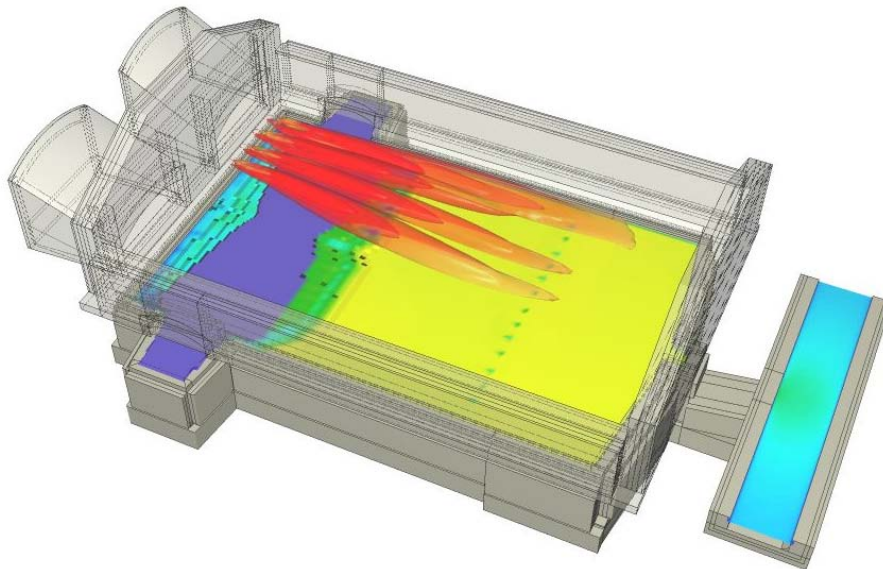


Figura 4.5.16: Llama horno de regeneración.

Fuente: *Glass Service* (Ref. 24)

Funcionamiento: La llama se mueve hacia delante del puerto del quemador, gira 180° y sale por el segundo puerto de quemador. Esto crea una llama y el gas de escape pasa en forma de U horizontal (herradura). La materia prima (arena de sílice) entra en el horno a través de una o dos puertas (*doghouse*) instaladas en los lados del horno situados en los lados inmediatos de la pared posterior. El proceso aparece en la [Figura 4.5.17]. (Ref. 48)

Tamaño: Los hornos muy grandes de este tipo tienen una área de fusión de aproximadamente 150 m², mientras que las unidades pequeñas de aproximadamente 20 m². (Ref. 48)

Capacidad de fusión: va de 20 a 450 toneladas cada 24 horas. (Ref. 48)



Figura 4.5.17: Imagen horno de regeneración end-fired de 100m².

Fuente: SORG (Ref. 48)

- **Hornos de combustión cruzada (cross-fired furnaces):**

Estructura característica: Los puertos de quemadores están situados a lo largo de las paredes laterales del horno que normalmente cubren casi toda la longitud completa. Las dos cámaras de regeneración están localizadas en los lados del horno y en la mayoría de los casos son casi tan largos como el tanque. El doghouse está situado en la pared trasera del horno y el lote generalmente se carga sobre casi todo el ancho del tanque. Vemos la estructura citada en la [Figura 4.5.20]. (Ref. 48)

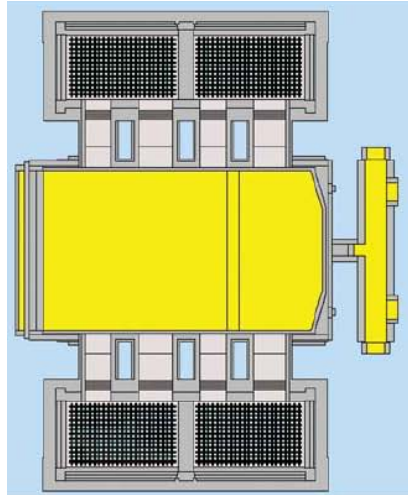


Figura 4.5.18: Horno de regeneración cross-fired
Fuente: SORG (Ref. 48)

Funcionamiento: Con este tipo de hornos la cámara de regeneración suministra varios puertos de quemadores. El ratio aire/gas del puerto de quemadores individual puede solo ser controlado exactamente si la cámara de regeneración se divide en subcámaras para acomodar el número de puertos del quemador. Como resultado del gran número de puertos y las cámaras de regeneración grandes, el área de calor perdido es mayor que en los hornos end-fired. (Ref. 48)

Tamaño: Los hornos de este tipo son más pequeños que aproximadamente 70 m² y se usan solo en raras ocasiones. (Ref. 48)

Capacidad de fusión: Va de 200 a 800 toneladas en 24 horas. (Ref. 48)

- **Hornos continuos de fundición de recuperación:** En la industria del vidrio los recuperadores se usan para precalentar el aire de combustión. (Ref. 48)



En la [Figura 4.5.21] se aprecia el estado actual de uno de los dos hornos de la fábrica.



Figura 4.5.19: Horno de recuperación de La Trinidad.

Fuente: Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad.
(Ref. 20)

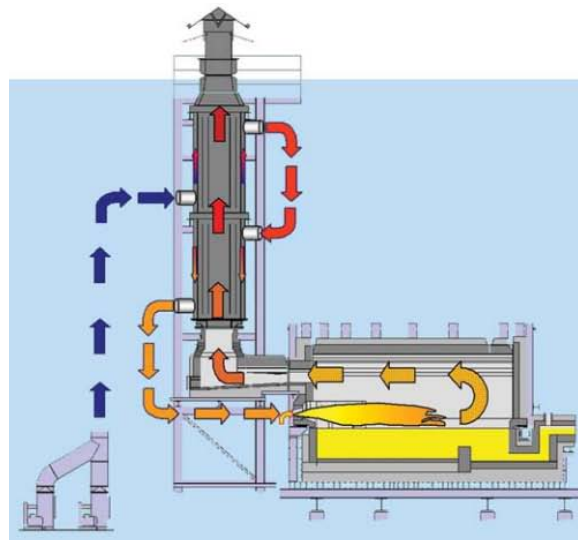


Figura 4.5.20: Ejemplo camino del aire en un horno de recuperación

Fuente: SORG (Ref. 48)

Funcionamiento: Los gases calientes residuales y el aire frío de la combustión pasan paralelamente pero separados por canales y la



transferencia de calor toma lugar por la pared intermedia tal y como se refleja en la [Figura 4.5.23] y la [Figura 4.5.24]. La mayoría de los hornos de recuperación para la fusión de vidrio utilizan recuperadores de acero. Estos son siempre instalados verticalmente, de forma que el gas residual fluye hacia arriba o hacia abajo siguiendo el recorrido de la [Figura 4.5.22]. (Ref. 48)

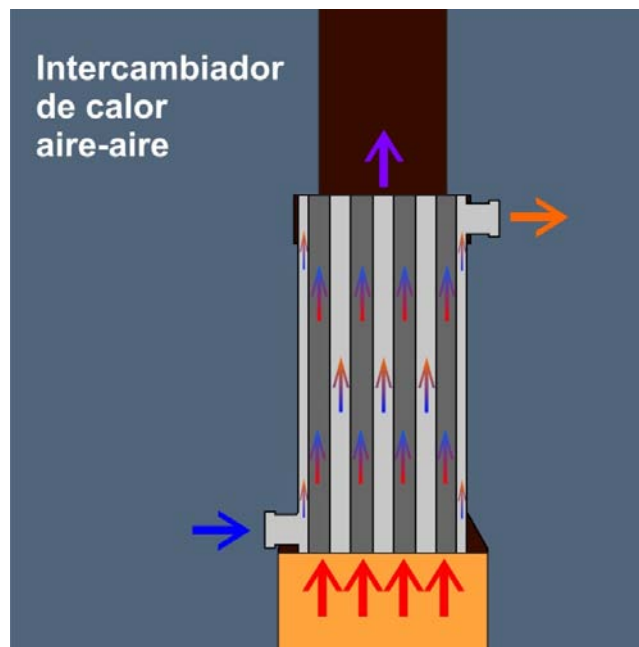


Figura 4.5.21: Esquema sección intercambiador de calor aire-aire del sistema de combustión del horno (Aire frío tonos azules y aire cálido tonos rojos).

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

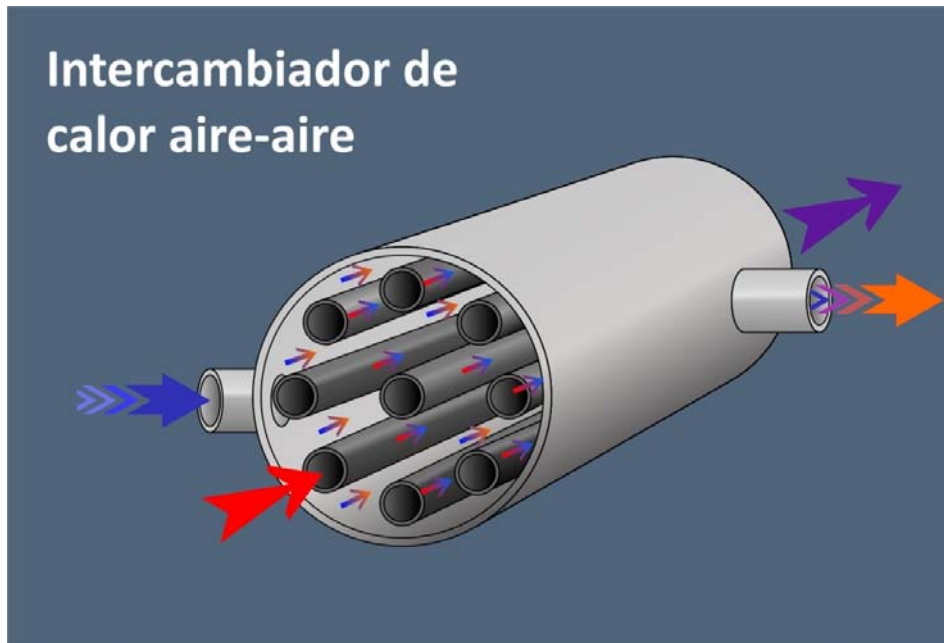


Figura 4.5.22: Interior del intercambiador de calor aire-aire.

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Se utilizan dos tipos básicos de recuperadores de acero similares al de la [Figura 4.5.25]:

- Recuperador de doble capa (double shell recuperator) (Ref. 48)
- Recuperador de tubo (the tube cage recuperator) (Ref. 48)

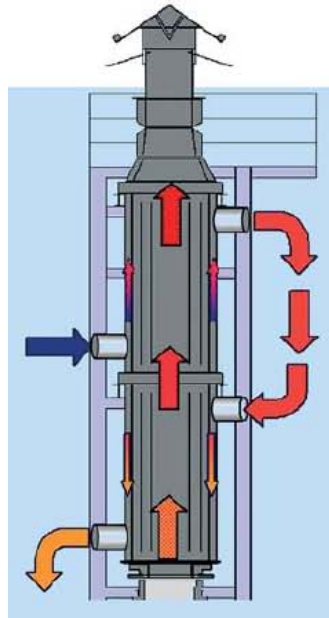


Figura 4.5.23:

Recuperador

Fuente: SORG (Ref. 48)

- **Recuperador de doble capa (doble cilindro/double shell recuperator):** Este tipo de recuperador consiste en dos tubos de acero de alta resistencia a la temperatura de diámetro similar, así que se forma una estrecha área circular entre ambos tubos. Los gases de salida pasan a través del tubo de dentro y el aire fresco para la combustión pasa a través de la superficie anular. Se pueden poner en serie varios de ellos. Los recuperadores de doble capa son capaces de precalentar el aire de admisión entre 450 y 650 grados. Son usados para hornos pequeños para una capacidad de fundido de 50 t/24 h. (Ref. 48)
- **Recuperador de tubo (the tube cage recuperator):** En los recuperadores de tubo el aire de combustión es conducido a través de un gran número de tubos individuales situados en un anillo alrededor de un tubo interior de mucho mayor diámetro a través del cual circulan los gases de escape calientes. Los tubos externos están hechos de acero y recubiertos de material refractario. Los tubos de pequeño diámetro son suspendidos desde la parte alta y sujetos con material refractario en la



parte baja de tal manera que tienen libre dilatación. Este tipo de recuperador puede precalentar el aire a 750°. Se instalan usualmente en grandes hornos. Se le puede añadir un recuperador de doble cilindro más abajo, formando una unidad completa. (Ref. 48)

Ventajas hornos de recuperación:

- Ruta de llama estable sin inversión (Ref. 48)
- Menor inversión que regeneradores (Ref. 48)
- Con energía de carga parcial el consumo aumenta más lentamente que con hornos regenerativos. (Ref. 48)

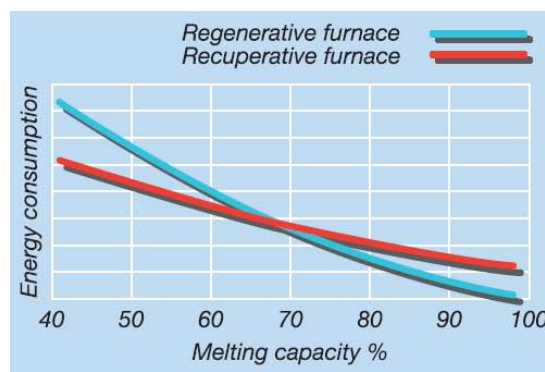


Figura 4.5.24: Gráfica comparación consumo de energía entre horno de recuperación y horno de regeneración.

Fuente: SORG [63](Ref. 48)

El aire de combustión precalentado por el sistema de recuperación es muy estable, facilitando que sean menos críticos los recorridos de la llama y de escape de los gases de combustión como ocurre en los hornos con sistema de precalentamiento por regeneración. (Ref. 48)



Figura 4.5.25: Horno de recuperación
Fuente: SORG (Ref. 48)

Tipos de sistemas de recuperación: Los hornos convencionales de recuperación pueden ser divididos en dos tipos según la localización del quemador y del camino de la llama: (Ref. 48)

-Hornos de fuego trasero (end- fired furnaces) (Ref. 48)

-Hornos de fuego lateral (side-fired furnaces) (Ref. 48)

Estos se van a explicar a continuación:

Hornos de recuperación de fuego trasero (end- fired furnaces): Hay varios tipos de instalación para los conjuntos de quemadores y el recuperador, en estos hornos, pero hay un método en particular que es muy eficaz. Es el horno de recuperación de fuego trasero. (Ref. 48)

-Estructura característica: En esta versión de hornos, los quemadores están localizados en la pared trasera del horno con el conducto (puerta trampilla salidero) de los gases de escape justo por encima del quemador en la misma pared. La trampilla de alimentación del horno (doghouse) se localiza en la cara lateral

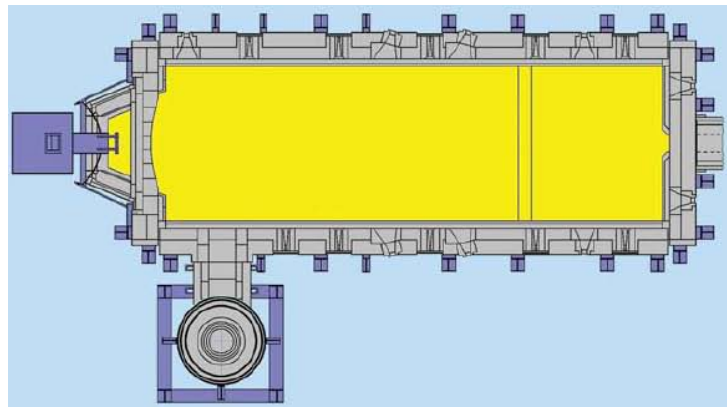


inmediatamente a continuación de la pared trasera donde están los quemadores. (Ref. 48)

-Funcionamiento: La llama deja el quemador y fluye a lo largo del horno, los gases de salida que se forman vuelven por encima de ella y salen por la trampilla por encima del quemador. El recorrido de la llama tiene un perfil de U o Herradura. (Ref. 48)

-Capacidad de fusión: Este tipo de horno se usa principalmente en pequeñas instalaciones con una capacidad de fundido de aproximadamente 35 t/día. (Ref. 48)

Horno de recuperación side-fired (llamas laterales): su estructura se aprecia en la [Figura 4.5.28]



*Figura 4.5.26: Estructura horno de recuperación side-fired
Fuente: SORG (Ref. 48)*

-Estructura característica: Los quemadores de los hornos de recuperación de llamas laterales se sitúan a lo largo de las dos paredes laterales del horno. Este horno puede ser diseñado con un simple o doble doghouse situada en la pared trasera del tanque o en un lado, inmediatamente adyacente a la pared trasera. (Ref. 48)

-Funcionamiento: Los gases de escape salen a través de la parte trasera. Puede haber una o dos puertas instaladas en la



parte trasera o en una pared lateral. Se tiene más control de la temperatura gracias a los quemadores en los laterales. (Ref. 48)

-Capacidad de fusión: El consumo de energía unitario a carga plena es mayor que en los hornos regenerativos pero es menor a carga parcial. (Ref. 48)



Figura 4.5.27: Horno de recuperación side-fired por contenedores

Fuente: SORG (Ref. 48)

4.5.3 Hornos de recocido

Una vez cortada la pieza de vidrio se llevaba a otro horno. Este horno es donde se realiza el recocido del vidrio y podemos ver el aspecto de uno de los que usaban en la fábrica en la [Figura 4.5.30].

En los materiales que se fabrican a temperaturas elevadas, el enfriamiento hasta la temperatura ambiente de utilización, tiene una gran influencia sobre sus propiedades. Un enfriamiento lento permite a estos productos alcanzar en cada temperatura su estado de equilibrio, teniendo tiempo de acoplarse completamente a sus nuevas condiciones (cristalización, polimerización, etc). (Ref. 17)

Si el enfriamiento es rápido, la evolución de la materia está paralizada parcialmente, y se puede decir que la sustancia “guarda” a temperatura ambiente un recuerdo de las propiedades que tenía en caliente



(“congelación”). Este recuerdo es más o menos intenso de acuerdo con la velocidad de enfriamiento. (Ref. 17)

Las propiedades por tanto se ven fuertemente afectadas por el tratamiento térmico. En el caso del vidrio, está comprobado experimentalmente que se presenta en frío bajo aspectos físico-químicos diferentes en función del pasado térmico. (Ref. 17)

Dentro del conjunto de propiedades afectadas en el vidrio por los ciclos de enfriamiento, tienen especial interés las características de transmisión infrarroja, densidad, dilatación, resistencia mecánica, tensiones internas permanentes y la aparición de birrefringencia accidental. (Ref. 17)

Al tratamiento térmico controlado que se somete el vidrio desde que sale del horno hasta que está dispuesto a su utilización, se le denomina recocido. (Ref. 17)

El recocido es el proceso de disminución o desaparición completa de las tensiones internas aparecidas en el curso de elaboración del vidrio, o bien, de las ya existentes después de la formación y enfriamiento de los objetos de este material. (Ref. 17)

Para el uso corriente, la existencia de fuertes tensiones internas puede ser en algunos casos una ventaja (temple); pero lo más frecuente es que los artículos de vidrio mal recocidos sean frágiles, ya que las tensiones están heterogéneamente repartidas y pueden alcanzar valores próximos al límite de rotura con sus consecuencias inmediatas. (Ref. 17)

El fin, por tanto, del recocido es doble:

Obtener vidrio estable, acabado, en equilibrio con unas propiedades constantes. (Ref. 17)

Conseguir una distribución homogénea de las tensiones internas, o bien eliminarlas. (Ref. 17)



Figura 4.5.28: Hornos de recocido de cinta de la Trinidad.

Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural. (Ref. 32)

Durante en toda su historia la actividad de la fábrica, no ha cambiado mucho en cuanto a los hornos recocido. Según los planos antiguos encontrados se han observado que estos hornos siempre poseían un sistema similar: estructura alargada donde se introducían los productos de vidrio realizados y que se calentaban mediante calderas de carbón que se situaban en el piso inferior. En la [Figura 4.5.29] se pueden ver las calderas de carbón de la fábrica.

Según los planos encontrados la fábrica tuvo varios tipos de hornos de recocido que funcionaban de la misma manera: horno de recocido de mufla, horno de recocido de bateas o horno de recocido de cinta.



Figura 4.5.29: Caldera de carbón para hornos de recocido del nivel superior.

Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural. (Ref. 32)

4.5.4 Herramientas

La fábrica contaba con numerosas herramientas que usaban tanto en el modelado del vidrio como en el corte, tallado y pintado.

Las más representativas son los moldes que fueron de hierro fundido (similares a los de la [Figura 4.5.30] e incluso de madera. La fábrica poseía su propio taller para realizar los moldes aunque a veces encargaban su fabricación a terceros.



Figura 4.5.30: Moldes de hierro fundido (La Granja)
Fuente: *Diario de León* (Ref. 21)

Cabe mencionar otras herramientas que se usaban a diario en la fábrica, por ejemplo tornos de tallado, pinzas de sujetar vidrio, pinceles, balanzas, varas de soplar de hierro fundido, pinzas de hierro fundido, pulidoras entre otros muchos.



5 RECREACIÓN VIRTUAL

5.1 Introducción

Como se ha comentado anteriormente, la finalidad del proyecto es acercar y valorar el Patrimonio Industrial. Para ello se usa como herramienta la representación virtual.

En este capítulo comienza la recreación de los hornos de la fábrica. Se pretende desarrollar una recreación virtual lo más fiel posible de los hornos de fundición y de los hornos de recocido. De esta manera se demostrará la utilidad de las recreaciones virtuales como herramienta para la recuperación y conservación del Patrimonio Histórico Industrial.

En primer lugar se va a comentar las razones de elección de los programa de diseño que se han utilizado para el modelado de los hornos y del edificio: 3dsMax y Sketchup.

En segundo lugar se explicará cómo se ha realizado la búsqueda de información para entender y desarrollar las distintas máquinas usadas en la fábrica.

Después se presentarán los modelos desarrollados con el software, donde se podrán observar de forma detallada.

Finalmente se mostrarán los renders finales que se han logrado obtener y algunos de ellos serán comparados con imágenes reales de la fábrica. Esto nos mostrará la utilidad del software como herramienta para el Patrimonio industrial.

5.2 Elección del programa de diseño

La elección del programa de diseño se ha basado en la satisfacción de las siguientes necesidades: debía poseer un potente motor de render, modelado



sencillo, poseer facilidades para mostrar el entorno y poseer un buen editor de materiales.

Una vez estudiadas las necesidades se procedió a la elección de los programas. Entre posibilidades como Catia, SolidWorks, AutoCad, 3dsMax, Maya y SketchUp. Se descartaron los tres primeros debido a que se basan en un proceso de modelado puramente paramétrico lo que provocarían dificultades construir los hornos y el entorno.

Finalmente se eligió SketchUp para el modelado del edificio y 3dsMax para el modelado de la maquinaria. En cuanto al motor de render en SketchUp se ha usado V-ray que es muy conocido por sus buenos resultados. En 3dsMax se ha usado el renderizador por defecto.

5.2.1 Autodesk 3dsMax (anteriormente 3D Studio Max)



Figura 5.2.1:
Autodesk 3dsMax
Fuente: Autodesk
(Ref. 6)

Es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado por Autodesk, en concreto la división Autodesk Media & Entertainment (anteriormente Discreet). Creado inicialmente por el Grupo Yost para Autodesk, salió a la venta por primera vez en 1990 para DOS. (Ref. 62)

3ds Max, con su arquitectura basada en plugins, es uno de los programas de animación 3D más utilizado, especialmente para la creación de videojuegos, anuncios de televisión, en arquitectura o en películas. (Ref. 62)

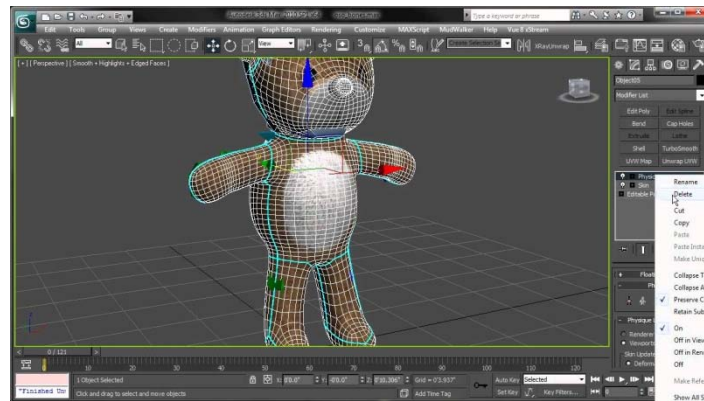


Figura 5.2.2: Animación en 3dsMax
Fuente: 3dluistutorials (Ref. 67)

Este software se ha elegido por las siguientes razones. Utiliza un sistema de mayas compuesto por planos, rectas y puntos que facilitan el modelado lo que permite modelar cualquier cosa. Posee una amplia biblioteca de materiales y un editor que permite crear cualquier material. Su motor de render es lo suficientemente potente para obtener resultados óptimos. Dispone de una amplia variedad de cámaras y de luces que permite resultados óptimos.

5.2.2 SketchUp



Figura 5.2.3: SketchUp
Fuente: SketchUp (Ref. 50)

SketchUp (anteriormente Google SketchUp) es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras. Es



usado para entornos de planificación urbana, arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado por Last Software, empresa adquirida por Google en 2006 y finalmente vendida a Trimble en 2012. (Ref. 65)

Su principal característica es poder realizar diseños en 3D de forma sencilla. Permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante, además de que el programa incluye una galería de objetos, texturas e imágenes listas para descargar. (Ref. 65)



Figura 5.2.4: Edificio en SketchUp
Fuente: 3dwarehouse.sketchup (Ref. 68)

El principal motivo de elección de este programa ha sido debido a su gran facilidad de uso. La fábrica es un edificio muy grande y muy complejo por lo que se ha buscado un software que disminuya la complejidad del modelado. Además es un programa muy usado para el modelado de edificios lo que le ha dado más peso a la hora de su elección. Otro motivo ha sido la disposición del motor de render V-ray uno de los mejores actualmente para la obtención de renders fotorrealistas.



Figura 5.2.5: V-ray en SketchUp

Fuente: Chaosgroup (Ref. 11)

5.3 Desarrollo de la maquinaria de la fábrica

A continuación se va a comentar la búsqueda de información necesaria a la hora de desarrollar los modelos de cada uno de los hornos de la fábrica.

En primer lugar se procedió al estudio de los tipos de hornos que se han usado históricamente para la fundición de vidrio. Para ello se investigó por internet en páginas en inglés debido a la escasa información en lengua castellana sobre este tema. Con ello se pudo concluir que los más usados en la época de cierre de la fábrica y en la actualidad eran hornos de balsa que podían ser de regeneración o de recuperación, cuyo funcionamiento se ha explicado anteriormente.

Otra parte importante fue la investigación realizada en los archivos que persisten de la fábrica en el Archivo Histórico Provincial de Sevilla, donde se acudió durante varias semanas. En esos archivos se encontraron algunos planos de hornos que se usaron durante la historia de la fábrica y un manual de uso de hornos con fecha de 1983.

Esos planos, que corresponden a la [Figura 5.3.1], datan de 1956 y representaban el cuerpo de un horno de balsa que sustituyeron a los hornos de crisoles. Los hornos de crisoles se usaron hasta mediados de siglo. También se encontró un plano con fecha 1991 de un horno de recuperación pero no



concordaba con ninguno de los hornos con los que la fábrica cesó su actividad.

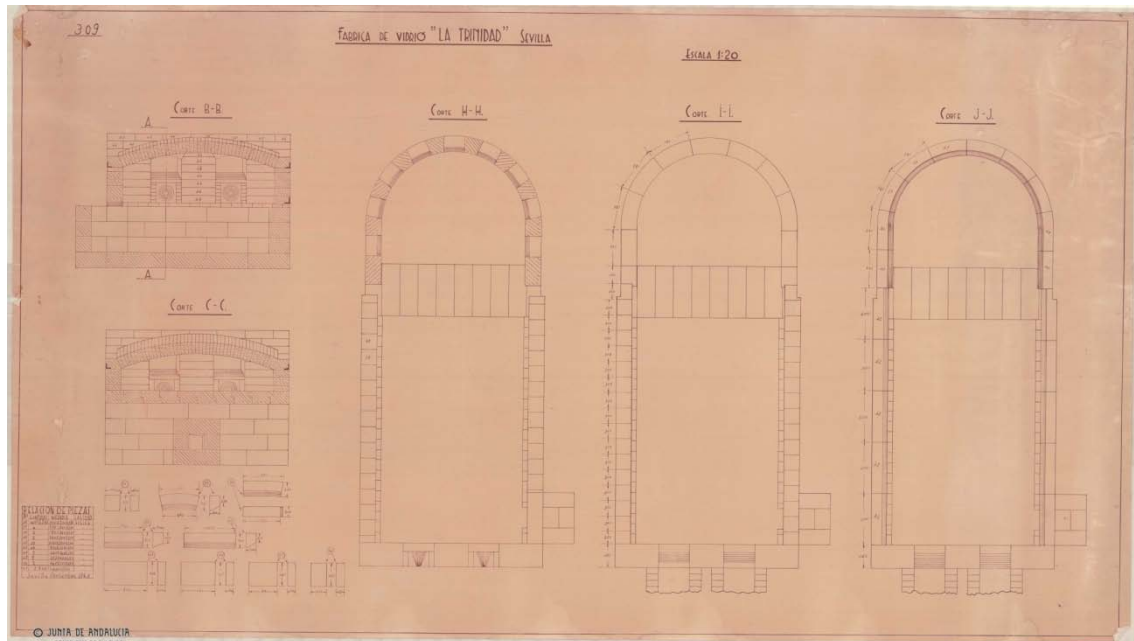


Figura 5.3.1: Plano horno de balsa de 1956

Fuente: *Archivo Histórico Provincial de Sevilla. Junta de Andalucía (Ref. 4)*

Por último el análisis exhaustivo de las pocas fotos encontradas de los hornos con los que la fábrica cesó su actividad. En ellas se observó que el tipo de horno debía de ser de balsa de recuperación ya que su estructura coincidía con lo reflejado en las fotos.

Una vez realizada la búsqueda de información de esas tres fuentes, se concluyó que la fábrica funcionó hasta mitad del siglo XX con hornos de crisoles que fueron sustituidos por hornos de balsa. Pudiendo haberse usado alguno de tipo regenerativo en alguna época. La fábrica cesó su actividad con hornos de tipo recuperativo.

Una vez sabiendo el tipo de horno que se tenía que representar se procedió al modelado de estos.



Cabe destacar los grandes problemas a la hora de realizar la actividad de investigación debido a la escasa información disponibles de los hornos, a la poca información concluyente de la propia fábrica, a las pocas fotografías de los hornos en buen estado disponibles, al estado de ruina y expolio de los hornos en esas fotos. Todo ello dificultó muchísimo su modelado, disponiendo solo de una foto en la que aparecían los elementos estructurales metálicos que fueron robados.

5.4 Modelado de los hornos y del edificio

En este apartado se explicará los distintos modelos en 3D que se han realizado en este proyecto para representar lo más fielmente posible La Fábrica de Vidrio de La Trinidad de Sevilla.

Primero se va a explicar la maquinaria de la fábrica y se finalizará con el edificio.

5.4.1 Hornos de fundición

Como se ha mencionado anteriormente los hornos de fundición constituían la principal maquinaria de la fábrica ya que de ellos dependía el óptimo resultado del resto de las actividades.

5.4.1.1 Horno de fundición 1

Para el modelado de este horno se analizó detalladamente la única fotografía disponible ante de su destrozo y expolio. Esa fotografía corresponde con la [Figura 5.4.1].



Figura 5.4.1: Horno 1 antes de su expolio
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

Se puede observar la chimenea con la cámara de recuperación tal y como se ha explicado en un apartado anterior.



Figura 5.4.2: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

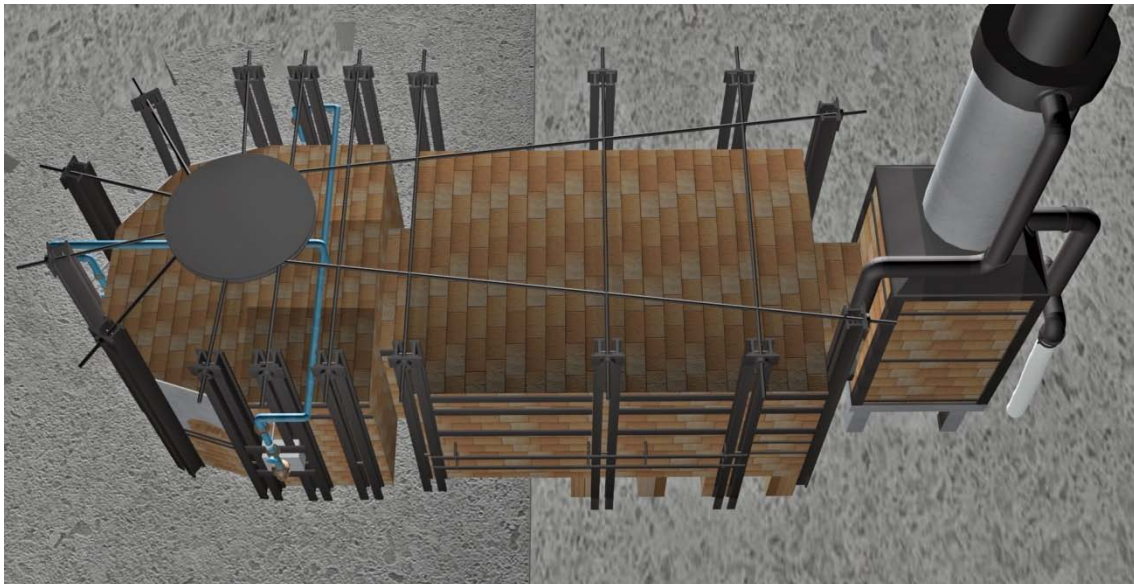


Figura 5.4.3: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

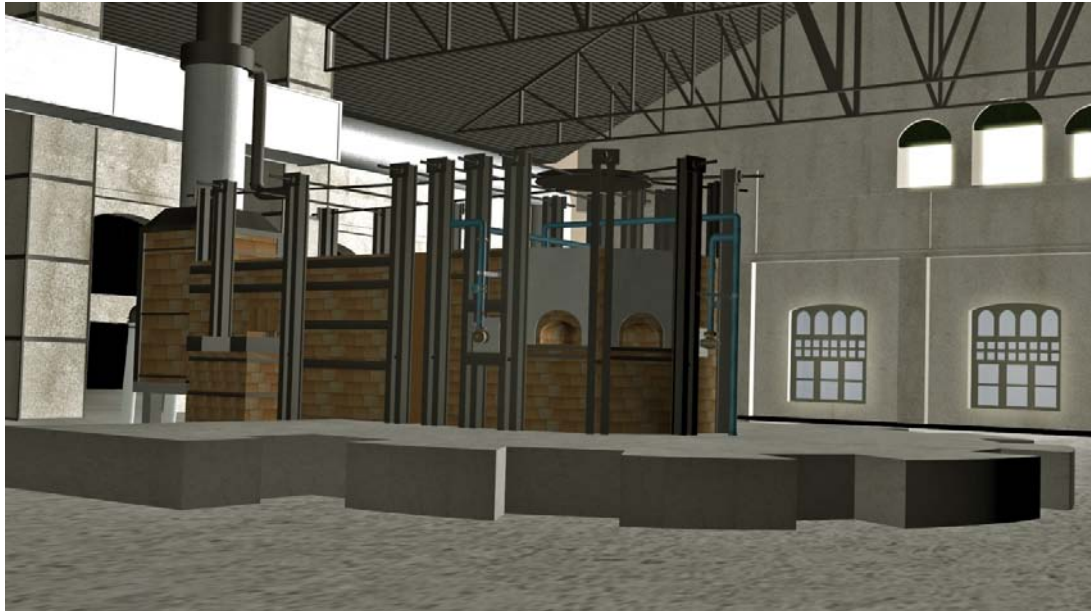


Figura 5.4.4: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.5: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.6: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

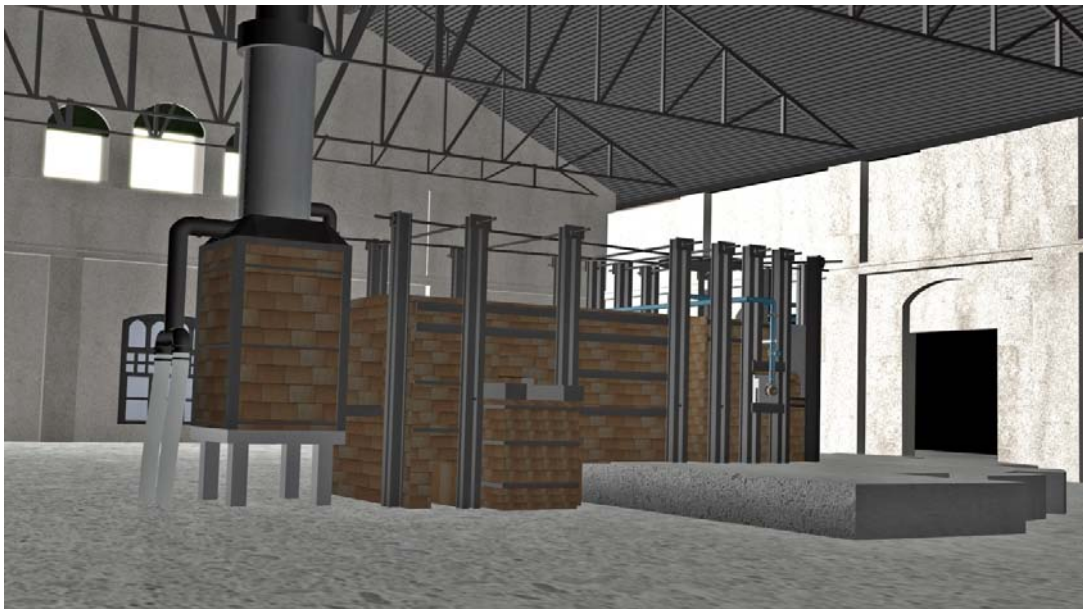


Figura 5.4.7: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.8: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

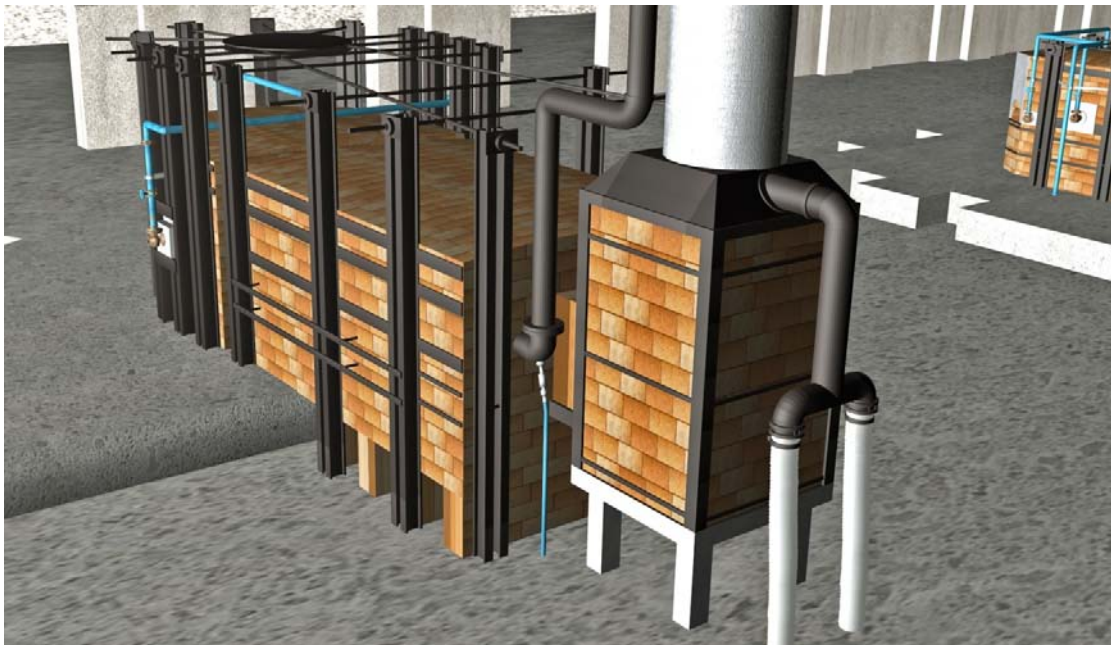


Figura 5.4.9: Render horno 1 de fundición reconstruido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



5.4.1.2 Horno de fundición 2

En cuanto al horno 2 se parece estructuralmente al horno 1 aunque es de sección cuadrada. Sin embargo se encontraron varios problemas para su reconstrucción:

- No se ha encontrado ninguna fotografía del horno antes de su expolio por lo que ha resultado imposible saber con certeza cuál era su forma original, ya que los hornos de fundición podían variar muchísimo en cuanto al diseño exterior.
- En las fotografías encontradas el horno parece estar estructuralmente incompleto para que tenga lógica funcional. Como se puede observar la parte de las bocas para acceder a la mezcla no está clara tal y como se ve en la [Figura 5.4.10] y la [Figura 5.4.11].



Figura 5.4.10: Horno 2, señalado en rojo parte dudosa.

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.4.11: Horno 2

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

A pesar de esos problemas se ha podido concluir un posible diseño del horno 2. Para ello se ha realizado un estudio de comparación con el horno 1 y un plano encontrado de un horno perteneciente a la fábrica. Se muestra a continuación ese estudio de comparación.

Después de un análisis exhaustivo de las distintas fotografías disponibles de lo que queda de este horno se concluyó que faltaban las bocas de extracción de la mezcla vítrea. Sin embargo el cuerpo donde se incrustan esas bocas no podía ser como en el otro horno. Las razones son las siguientes:

- Los orificios que se aprecian en el estado actual del horno en la [Figura 5.4.12] no son lo suficientemente amplios si los comparamos con los del horno 1 en la [Figura 5.4.13] para poder extraer la mezcla. Esto hace pensar que esos orificios son los conductos que iban hacia las bocas.



Figura 5.4.12: Bocas horno 1

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.4.13: Orificios horno 2

Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)

- El quemador del tanque de homogeneización se encuentra en el cuerpo principal de refractario por lo que parece que ese tanque a diferencia del otro horno se encuentra ahí. Ya que ese quemador no puede estar cerca de la chimenea. Esto se aprecia observando la [Figura 5.4.14] y la [Figura 5.4.15] de los dos hornos.



Figura 5.4.14: Orificio para el quemador horno 1

Fuente: Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad
(Ref. 20)



Figura 5.4.15: Orificio para el quemador horno 2
Fuente: *Cultura de Sevilla* (Ref. 26)

- El espacio de la zona de trabajo de hormigón no era lo suficientemente amplio para que un cuerpo de bocas de extracción como el del horno 1 cupiese y el trabajador pudiera realizar su actividad. Por lo que se concluyó que en ese aspecto este horno también era distinto respecto al horno 1. En la [Figura 5.4.16] y en la [Figura 5.4.17] se aprecia claramente teniendo en cuenta la parte de estructura que se cree que falta en el horno 2.



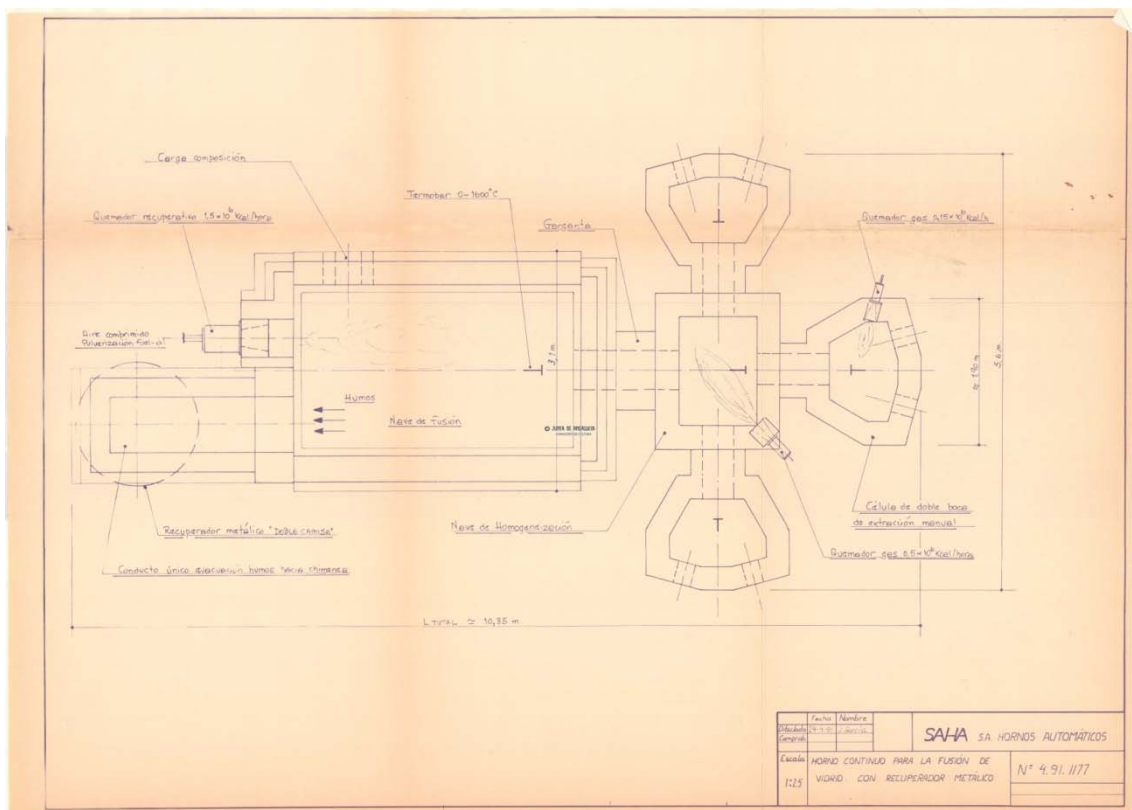
Figura 5.4.16: Plataforma que conforma la zona de trabajo para extraer la mezcla
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.4.17: Plataforma que conforma la zona de trabajo para extraer la mezcla
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Para resolver el problema se tuvo en consideración un plano encontrado en el Archivo Histórico Provincial de Sevilla, de un horno de recuperación metálica de esta fábrica con fecha de 1991. Este plano se corresponde al de la [Figura 5.4.18].



© JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA

Figura 5.4.18: Horno de recuperación metálica fechado 1991

Fuente: Archivo Histórico Provincial de Sevilla. Junta de Andalucía (Ref. 4)

Como se puede observar el horno de la [Figura 5.4.18] es bastante semejante al horno que estamos intentando reconstruir. Su estructura es distinta al horno 1 y semejante al 2 ya que el tanque de homogeneización se encuentra en el cuerpo principal del horno como se concluyó en la razón número 2 de arriba.

En cuanto a las bocas no podía ser como en ese plano debido a que no se disponía del suficiente espacio en el bloque de hormigón. Sin



embargo se dedujo que tenía que ser algo parecido. Se colocaron dos cajas de bloque en vez de tres como se muestran en el plano. Se posicionaron en cada uno de los bloques de refractarios que poseen los orificios. Además se ha tenido en cuenta los quemadores que según ese plano se disponían cerca de las bocas.

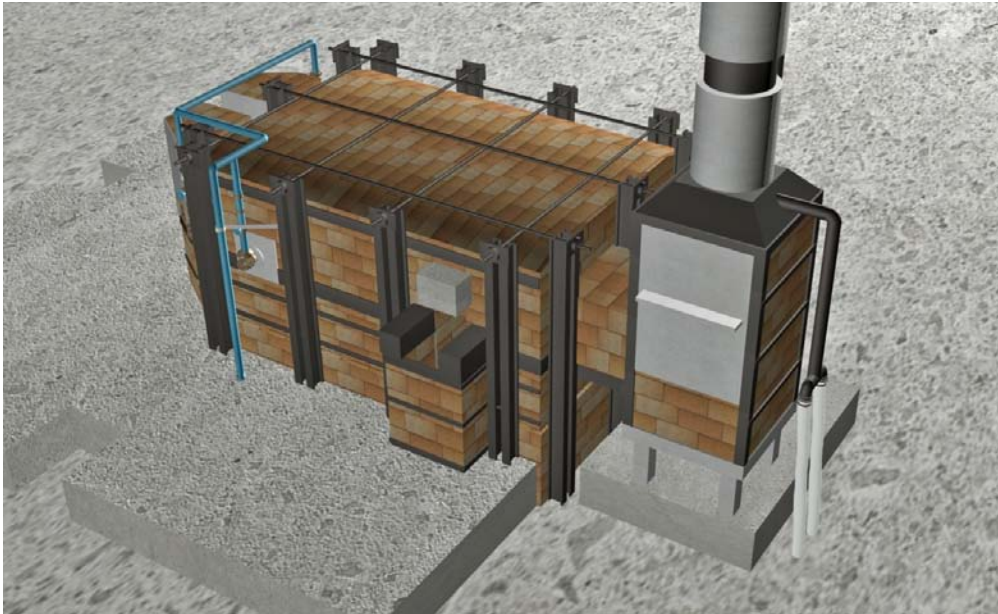
Después de pensar varias alternativas para el diseño de las bocas se eligió la siguiente debido a su eficiencia, ya que poseía espacio para dos bocas por cada bloque con orificio y para un orificio para el quemador permitiendo que no se perjudicara la actividad del trabajador.

El diseño final que se ha deducido sería el siguiente donde se pueden observar los dos bloques con las bocas, los quemadores y los tubos con serio sentido estructural y funcional.

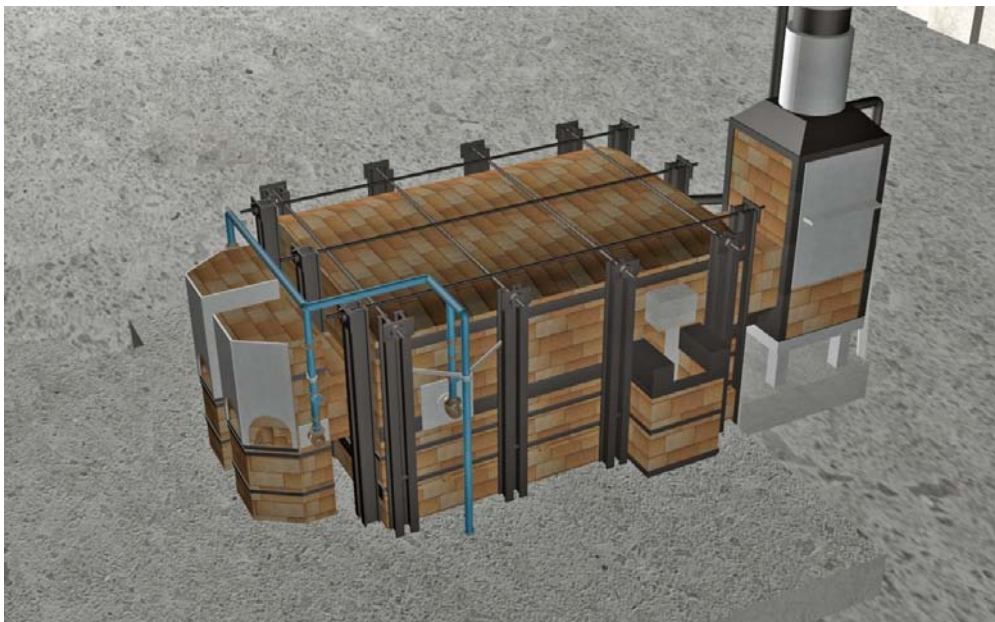


Figura 5.4.19: Render reconstrucción horno de fundición 2

Fuente: *Rocío Fernández Olmo (propia)*



*Figura 5.4.20: Render reconstrucción horno de fundición 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



*Figura 5.4.21: Render reconstrucción horno de fundición 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*

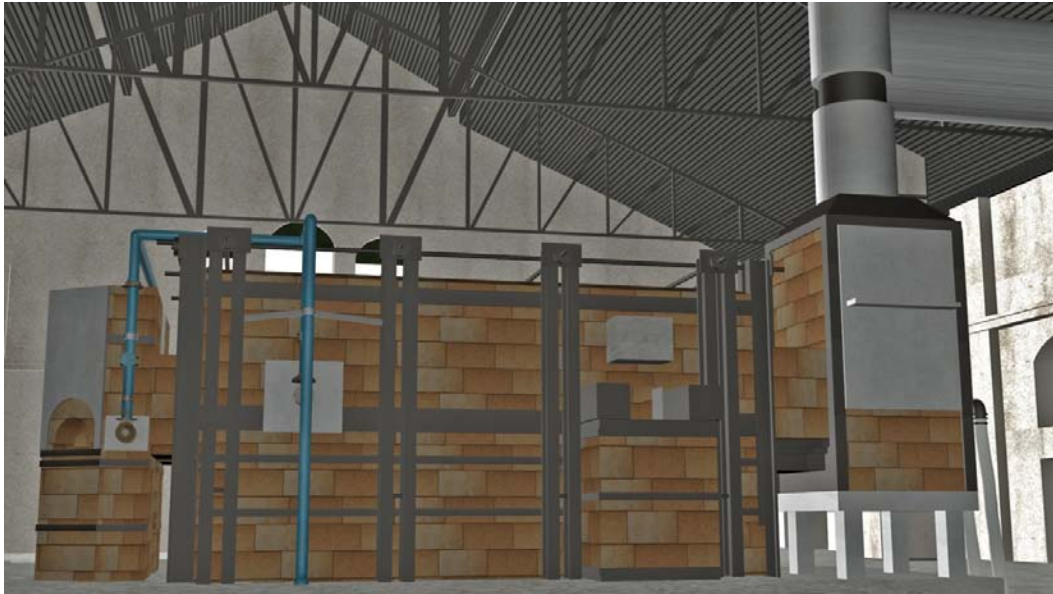


Figura 5.4.22: Render reconstrucción horno de fundición 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

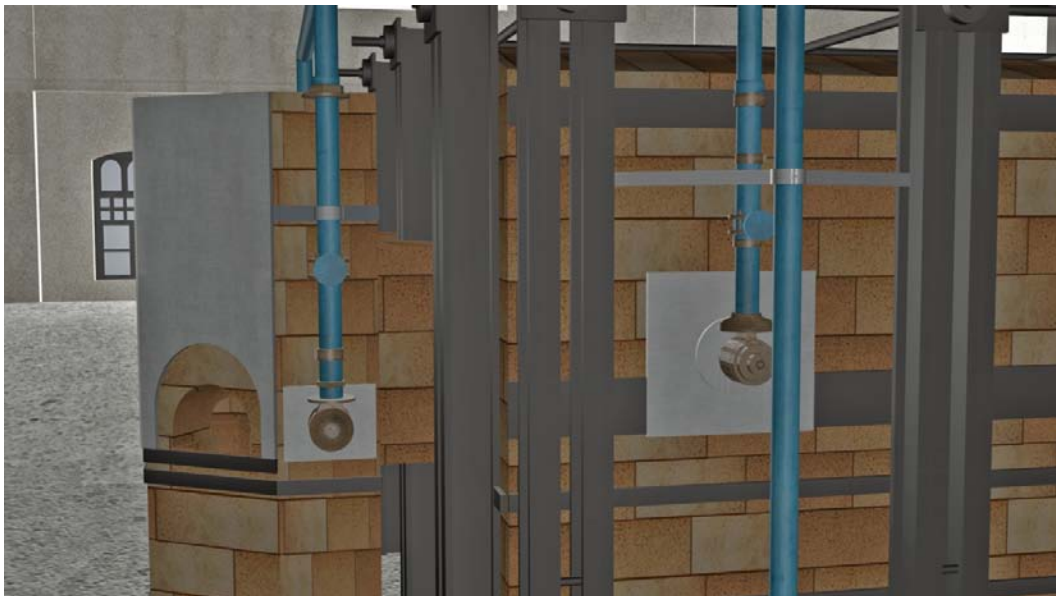


Figura 5.4.23: Render reconstrucción horno de fundición 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



*Figura 5.4.24: Render reconstrucción horno de fundición 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



*Figura 5.4.25: Render reconstrucción horno de fundición 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



5.4.2 Hornos de recocido

Para el modelado del horno de recocido se ha basado en las siguientes fotos: [Figura 5.4.26], [Figura 5.4.27] y [Figura 5.4.28]. Quedando como resultado la [Figura 5.4.29].



Figura 5.4.26: Horno de recocido de cinta

*Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural.
(Ref. 32)*



Figura 5.4.27: Horno de recocido demolido.
Fuente: *Patina Industrial* (Ref. 39)



Figura 5.4.28: Vidriero supervisando el producto una vez recocido en el horno.
Fuente: *Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad* (Ref. 20)



*Figura 5.4.29: Render hornos de recocido.
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



5.4.3 Edificio

Para la recopilación de información del edificio se acudió al archivo histórico provincial donde se encontraron varios planos del edificio [Figura 5.4.30] y [Figura 5.4.31]. Sin embargo estos planos eran antiguos por lo que no poseían todas las remodelaciones de la fábrica hasta su cierre.

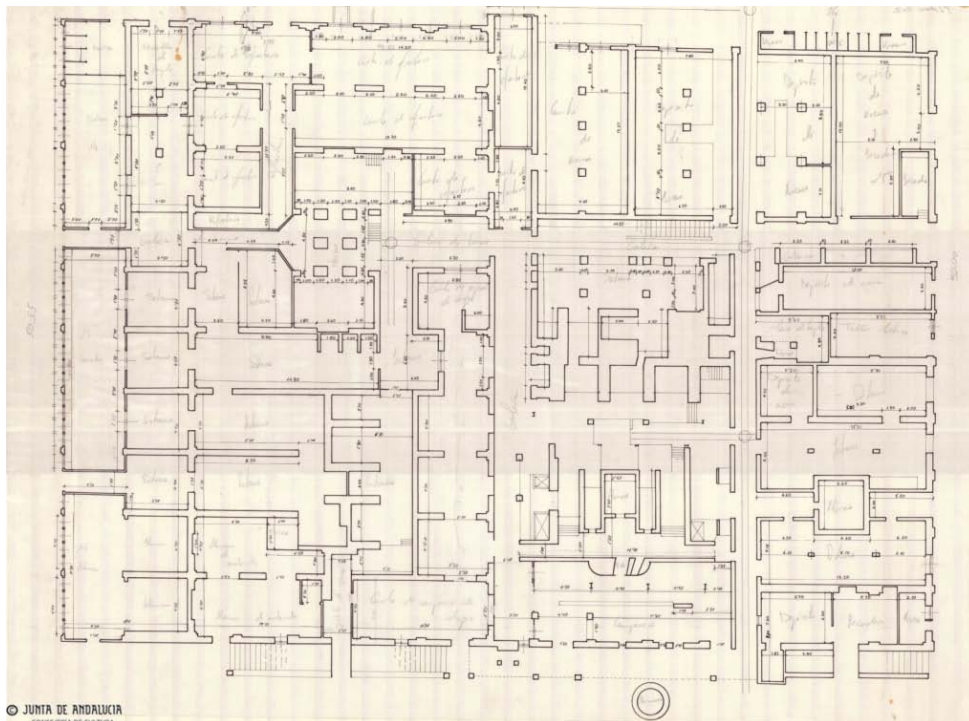


Figura 5.4.30: Plano original del edificio

Fuente: Archivo Histórico Provincial. Junta de Andalucía (Ref. 4)

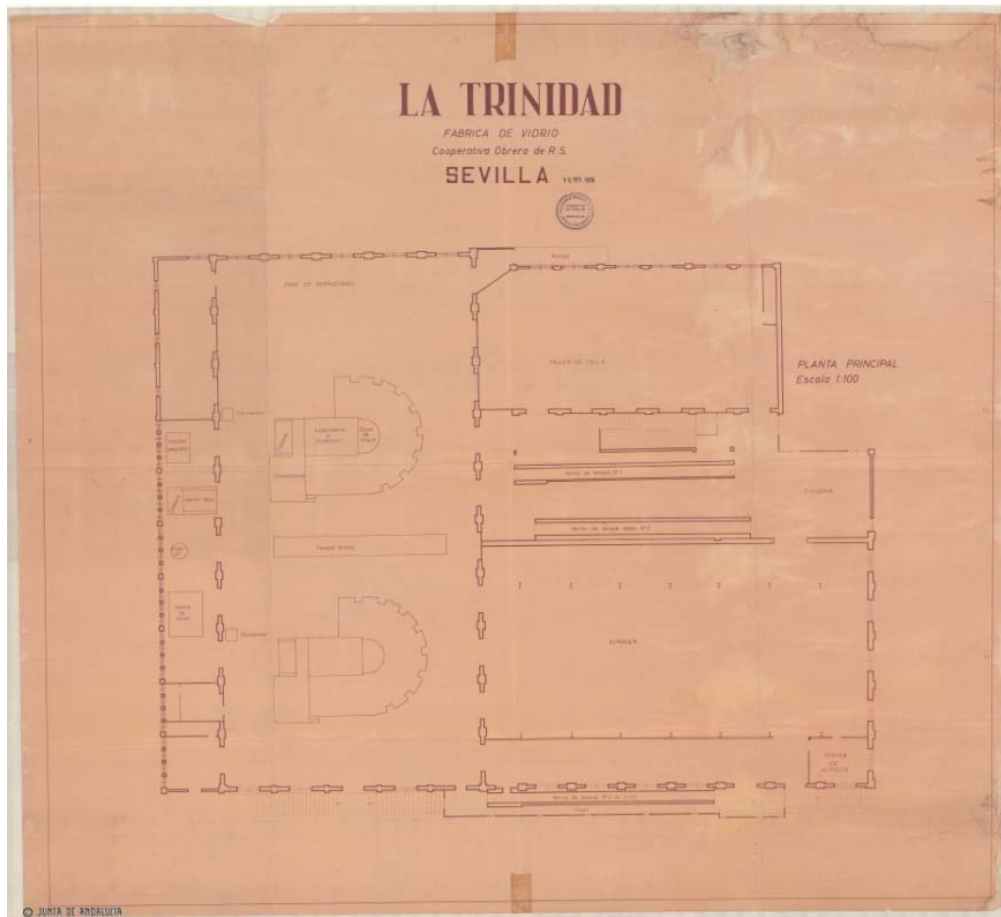


Figura 5.4.31: Plano original del edificio

Fuente: Archivo Histórico Provincial. Junta de Andalucía (Ref. 4)

Para encontrar los planos actuales de las medidas del edificio se contactó con el profesor de arquitectura Julián Sobrino de la Universidad de Sevilla, experto en Patrimonio Industrial y miembro de la Plataforma Salvemos la Trinidad. Así se obtuvieron los planos actuales y las distintas vistas del edificio claves para su modelado.



Figura 5.4.32: Render edificio vista aérea
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.33: Render edificio vista aérea
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.34: Render edificio vista aérea
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.35: Render edificio vista aérea
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.36: Render fachada principal
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.37: Render fachada lateral derecho
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.39: Render fachada trasera
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.4.40: Render fachada lateral izquierda
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



5.5 Comparativas

En este apartado se mostrarán los distintos renders comparados con fotos reales.



Figura 5.5.1: Fotografía edificio comparativa 1
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.2: Render edificio comparativa 1
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

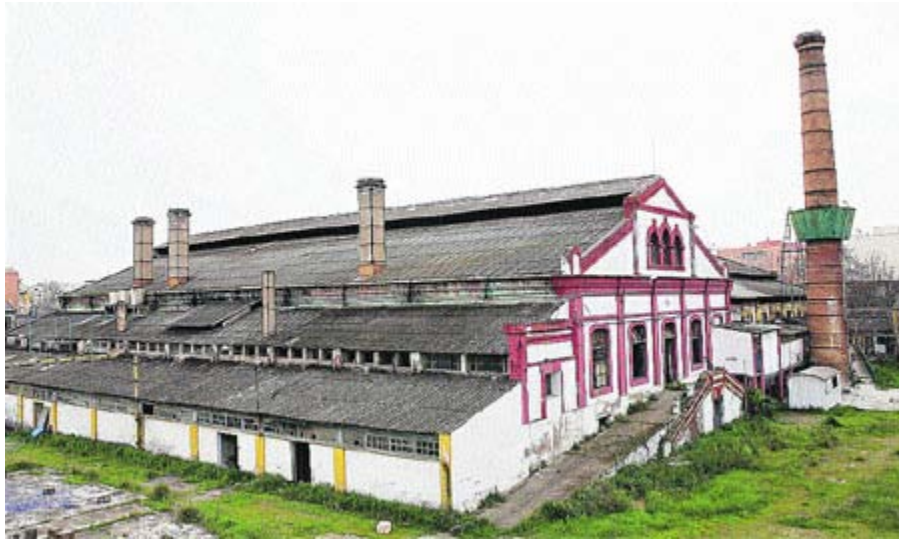


Figura 5.5.3: Fotografía edificio comparativa 2
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.4: Render edificio comparativa 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.5: Fotografía edificio comparativa 3
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.6: Render edificio comparativa 3
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.7: Fotografía edificio comparativa 4

Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural. (Ref. 32)



Figura 5.5.8: Render edificio comparativa 4

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.9: Fotografía edificio comparativa 5
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.10: Render edificio comparativa 5
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.11: Fotografía nave hornos interior comparativa 6
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.12: Render nave hornos interior comparativa 6
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.13: Fotografía nave hornos interior comparativa 7
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.14: Render nave hornos interior comparativa 7
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.15: Fotografía nave hornos interior comparativa 9
Fuente: *Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad (Ref. 20)*



Figura 5.5.16: Render nave hornos interior comparativa 9
Fuente: *Rocío Fernández Olmo (propia)*



Figura 5.5.17: Fotografía nave hornos interior comparativa 10
Fuente: Julián Sobrino Simal (Ref. 31)



Figura 5.5.18: Render nave hornos interior comparativa 10
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 5.5.19: Fotografía nave hornos interior comparativa 11
Fuente: *Cultura de Sevilla* (Ref. 26)



Figura 5.5.20: Render nave hornos interior comparativa 11
Fuente: *Rocío Fernández Olmo* (propia)



Figura 5.5.21: Fotografía nave hornos interior comparativa 12
Fuente: *Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad (Ref. 20)*

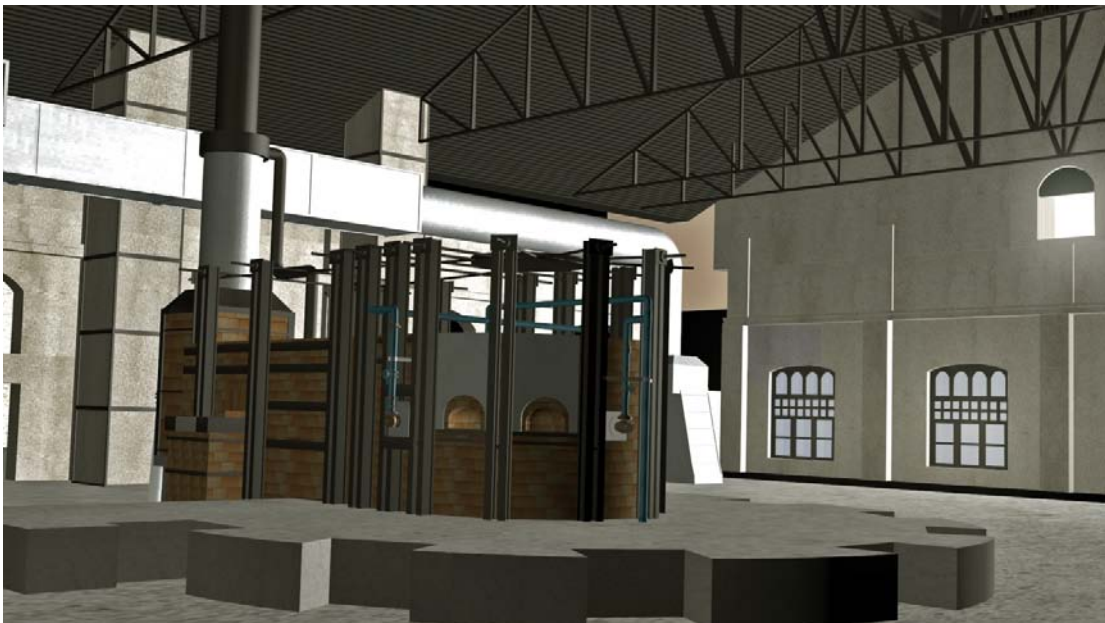


Figura 5.5.22: Render nave hornos interior comparativa 12
Fuente: *Rocío Fernández Olmo (propia)*



Figura 5.5.23: Fotografía hornos recocido comparativa 13

Fuente: Universidad de Sevilla. TFG Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural. (Ref. 32)



Figura 5.5.24: Render nave hornos recocido comparativa 12

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



6 REALIDAD AUMENTADA

6.1 Introducción

Este capítulo consiste en tratar de representar los hornos de la fábrica mediante realidad aumentada. Con ello se conseguirá representar los hornos tal y como estaban en la fábrica si siguieran en buenas condiciones.

Se empezará dando información sobre la realidad aumentada, explicando en qué consiste y cómo se realiza. Además se mostrarán las aplicaciones que tiene la realidad aumentada en la actualidad, señalando las más importantes.

Por último se mostrará cómo se aplica la RA a los modelos de los hornos que se mostrado con anterioridad, explicando cómo se ha realizado y mostrando imágenes del resultado obtenido.

6.2 ¿En qué consiste la realidad aumentada?

La realidad aumentada (RA) es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico. Este dispositivo o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente; es decir, una parte sintética virtual a la real. De esta manera; los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real. (Ref. 64)



Figura 6.2.1: Realidad Aumentada
Fuente: Applesfera (Ref. 2)

La realidad aumentada es diferente de la realidad virtual: sobre la realidad material del mundo físico monta una realidad visual generada por la tecnología, en la que el usuario percibe una mezcla de las dos realidades; en cambio, en la realidad virtual el usuario se aísla de la realidad material del mundo físico para sumergirse en un escenario o entorno totalmente virtual. (Ref. 64)

6.3 Campos de aplicación de la realidad aumentada

Gracias a esta tecnología innovadora, han surgido un mundo de nuevas posibilidades, usos e implementaciones en campos de las más diversas índoles. Grandes beneficios y ventajas nos pueden enseñar las aplicaciones de Realidad Aumentada que se han venido implementando en las más diversas áreas; tales como en la milicia, la industria, la educación, la medicina, la arquitectura, la publicidad, el arte, los libros, los juegos. (Ref. 49)

Industria: se está incluyendo la Realidad Aumentada para facilitar las operaciones de las empresas, proveyendo un sistema que les permite trabajar con mayor exactitud, implementando manuales de procedimientos e instructivos de armados de piezas que despliegan contenidos en 3D, que ayudan en el ensamblaje, mantenimiento y reparación. (Ref. 49)



Figura 6.3.1: Catálogo RA

Fuente: Pangea (Ref. 38)

Medicina: la está utilizando para realizar estudios más detallados del cuerpo humano. Puede ser muy importante disponer de una vista en tres dimensiones de órganos y huesos, visualizar la zona en la que está llevando a cabo una intervención, y obtener información complementaria sobre datos del paciente o sobre el procedimiento médico. (Ref. 49)

Juegos: la tecnología innovadora de la Realidad Aumentada se ha vuelto su principal herramienta. Un ejemplo de ello es como Nintendo en colaboración con Niantic ha lanzado una aplicación de Realidad Aumentada que está causando furor en todo el mundo, hablamos del juego Pokémon GO [Imagen. Este juego ha convertido las ciudades en escenarios del videojuego, en los que el jugador interacciona con el entorno, gracias al GPS del dispositivo. Este sin duda es un fenómeno que marcará un precedente en el uso y difusión de la Realidad Aumentada. (Ref. 49)



Figura 6.3.2: Pokemon GO

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

En la **educación**, en el **turismo**, en la **publicidad**, en el **arte** y por supuesto en la **literatura**, la Realidad Aumentada amplía las posibilidades para complementar, dar mejor servicio, lucir, vender, innovar, crear. (Ref. 49)

6.4 Aplicación de la realidad aumentada con los hornos

Con toda la investigación sobre la realidad aumentada realizada podemos ver cómo aplicarla a los modelos de los hornos de la Fábrica de Vidrio La Trinidad. En primer lugar se ha tenido que buscar una aplicación para poder hacer uso de la realidad aumentada. Se ha usado la aplicación Augment.

Augment es una plataforma SaaS de realidad aumentada que permite a los usuarios visualizar sus productos en 3D en un entorno real y en tiempo real a través de tabletas o teléfonos inteligentes. El software se puede utilizar para minoristas, comercio electrónico, arquitectura y otros fines.



AUGMENT

Figura 6.4.1: Augment
Fuente: Augment (Ref. 5)

A continuación vamos a explicar los pasos que se han tenido que dar para representar nuestros hornos con realidad aumentada:

- En primer lugar hay que registrarse en la página de la aplicación, creando una cuenta gratuita
- A continuación se pasa el modelo de 3dmax en formato .DA ya que es el formato que lee la aplicación. Este archivo lo agrupamos en un zip con su carpeta de texturas para que aparezcan con el modelo.
- Después se sube ese archivo zip a la cuenta de Augment.
- Luego descargamos la aplicación en la PlayStore y iniciamos sesión con nuestra cuenta.
- Una vez iniciado sesión se añade el marcador de la [\[Figura 6.4.2\]](#) que tendrá la función de actuar como referencia para que nuestro modelo se coloque en el espacio. Se ha usado la siguiente imagen como marcador.

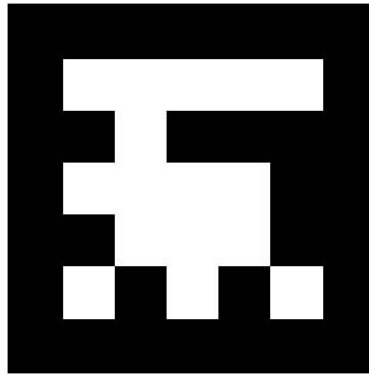


Figura 6.4.2: Marcador

Fuente: *Códigos QR campamento* (Ref. 13)

- Una vez elegido el marcador se abre el modelo que se ha subido anteriormente y podemos ver el resultado final. El modelo puede ser abierto por cualquier persona mediante un código QR que el programa producirá automáticamente. Esos códigos son los de la [Figura 6.4.3], [Figura 6.4.4] y la [Figura 6.4.5]

•



Figura 6.4.3: Código QR para Horno de fundición 1

Fuente: *Augment* (Ref. 5)



Figura 6.4.4: Código QR para Horno de fundición 2

Fuente: *Augment* (Ref. 5)



Figura 6.4.5: Código QR para Horno de recocido

Fuente: *Augment* (Ref. 5)



- Este proceso hay que realizarlo para cada uno de los 3 modelos de hornos que hemos realizado en este proyecto. El resultado de la Realidad Aumentada en cada uno de los modelos se puede apreciar en la [Figura 6.4.6], [Figura 6.4.7] y en la [Figura 6.4.8].



Figura 6.4.6: Realidad Aumentada Horno de fundición 1

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)



Figura 6.4.7: Realidad Aumentada Horno de fundición
2

Fuente: *Rocío Fernández Olmo (propia)*

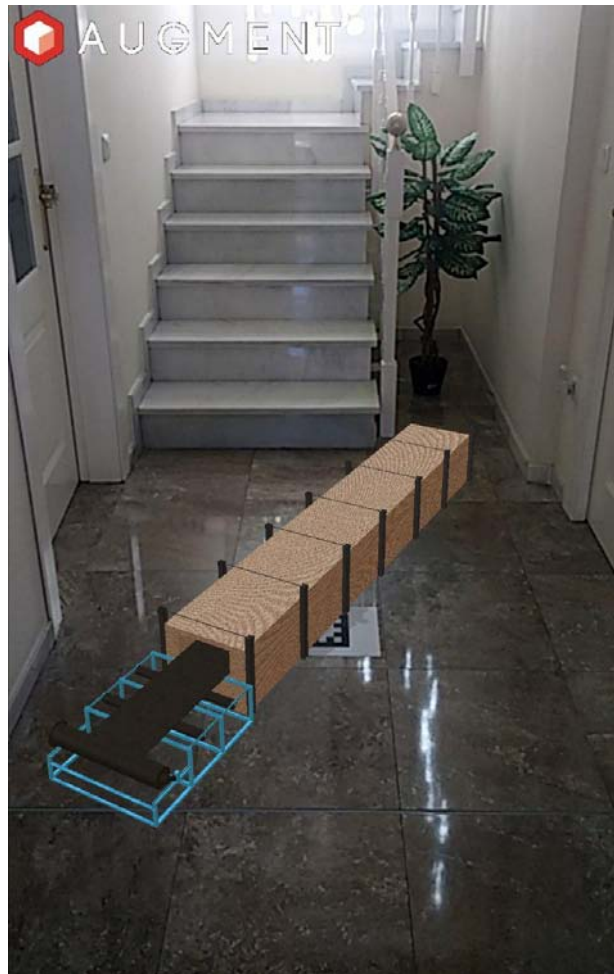


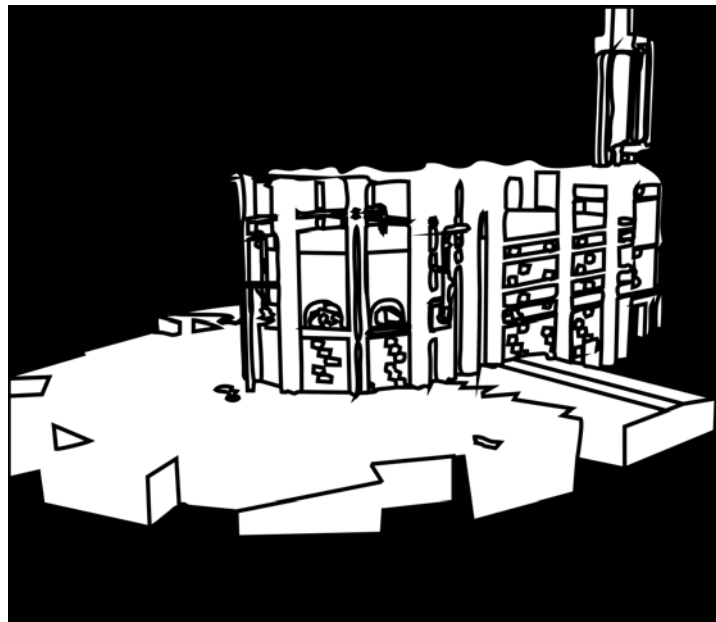
Figura 6.4.8: Realidad Aumentada Horno de recocido

Fuente: *Rocío Fernández Olmo (propia)*

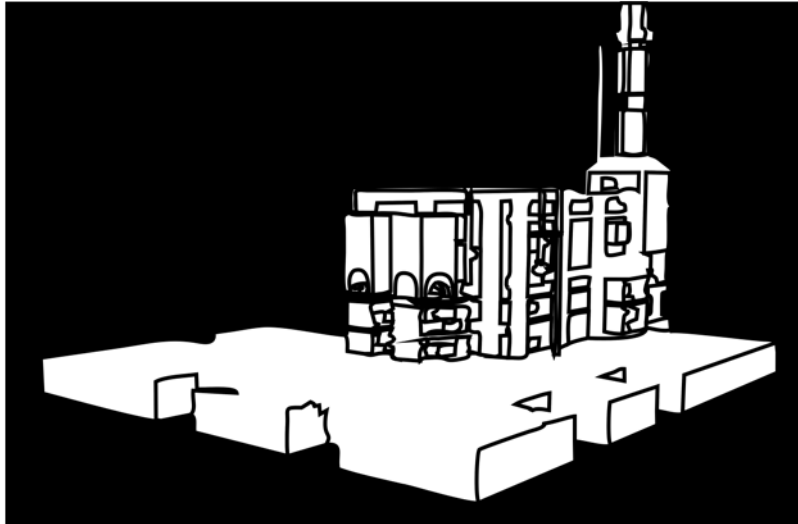
Así se puede ver cualquier modelo 3D en cualquier entorno (en este caso he usado un pasillo de mi casa) de forma que hace mucho más realista y placentera la experiencia que vive el usuario. Esto es ideal para el objetivo del proyecto que era acercar el Patrimonio Industrial a la población.



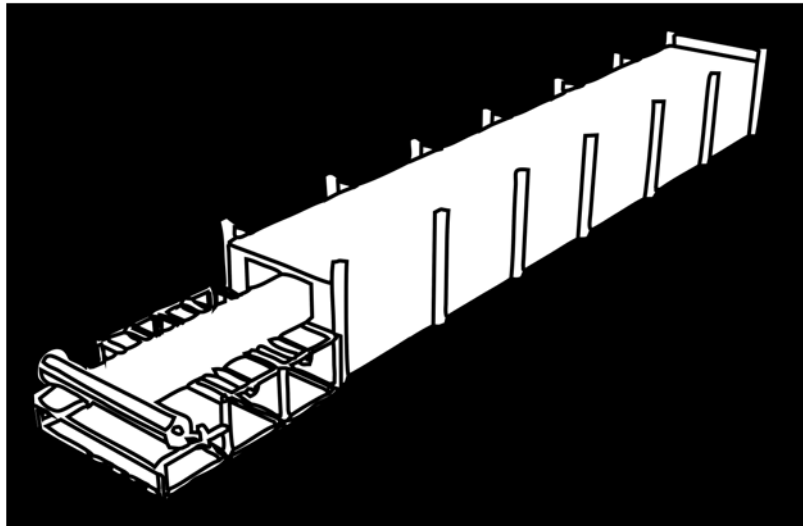
Finalmente para la aplicación de este proyecto a la realidad se ha procedido al diseño de unos marcadores propios para cada uno de los tres hornos. Para que un marcador funcione bien debe contener alto contraste. Esto descarta la utilización en este caso de imágenes reales de los hornos ya que apenas se puede observar contraste en ellas por el estado en que se encuentran. Por ello los marcadores personalizados se han diseñado en blanco y negro con la forma de cada horno. En las figuras [Figura 6.4.9][Figura 6.4.10][Figura 6.4.11] aparecen los marcadores anteriormente descritos.



*Figura 6.4.9: Marcador personalizado para el horno 1
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



*Figura 6.4.10: Marcador personalizado para el horno 2
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



*Figura 6.4.11: Marcador personalizado para el horno de recocido
Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)*



Por último se ha diseñado un cartel con el que informar al visitante de la fábrica sobre cómo usar su smartphone para visualizar la realidad aumentada de los hornos. El cartel contiene tanto el código QR como el marcador de cada uno. En la imagen [Figura 6.4.12] se muestra un ejemplo con el cartel de uno de los hornos.



Figura 6.4.12: Diseño cartel para realidad aumentada

Fuente: Rocío Fernández Olmo (propia)

Estos diseños se pueden colocar en la sala de los hornos de tal manera que cualquier persona que visite la fábrica ,con un smartphone, puede observar los hornos tal y como eran cuando la fábrica tenía actividad.



7 CONCLUSIONES

7.1 Introducción

En este apartado se van a presentar las conclusiones generales que se han obtenido en la realización de este proyecto, además de los problemas encontrados durante su desarrollo como sus soluciones y lo que aportan los resultados obtenidos.

Se pretende resaltar el valor que tienen este tipo de proyectos en el que se usan programas 3D, renderizadores y realidad aumentada para el beneficio y la protección del Patrimonio Industrial que ha estado tan descuidado.

7.2 Conclusiones

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la importancia que está teniendo hoy en día los programas de modelado 3D y la realidad aumentada en la protección y conservación del Patrimonio Industrial.

Con este Trabajo de Fin de Grado se ha conseguido información acerca de la fábrica durante sus 100 años de historia. Esa información abarca tanto su historia, el proceso industrial que se realizaba en ella, su edificio, su distribución en planta, sus puestos de trabajo y su maquinaria. Además se han adquirido conocimientos sobre el vidrio, su historia tanto en España como en el mundo, y los distintos hornos que se han usado y se usan en su elaboración.

Gracias a los programas y herramientas usados, se ha podido recrear de forma realista cómo era la fábrica durante su actividad, además de sus hornos a pesar de que se encuentran en muy mal estado de conservación. De esta manera se contribuye a su conservación y protección para que no caigan en el olvido. Además permite acercar una parte del patrimonio industrial de Sevilla a la población mediante estas herramientas. Esto demuestra lo que puede aportar el uso de estos medios tecnológicos al Patrimonio Industrial.



Estudio Histórico-Gráfico de la fábrica de vidrio
“La Trinidad” de Sevilla
Rocío Fernández Olmo



Finalmente se puede decir que los objetivos que se plantearon al principio de la realización de este Trabajo de Fin de Grado se han cumplido. Además puede contribuir a la conservación y valoración de una de las grandes fábricas que ha habido en Sevilla, que además fue la única fábrica de vidrio artesanal en Andalucía durante todo el siglo XX.



8 BIBLIOGRAFÍA

- Ref. 1 Absolut Sevilla. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <http://www.absolutsevilla.com/el-ayuntamiento-lanza-un-proyecto-para-recordar-la-fabrica-de-la-trinidad/>
- Ref. 2 Applesfera [En línea] [Consulta:Febrero de 2019] <https://www.applesfera.com/>
- Ref. 3 Archivo Canal Sur. Luces y Sombras. Museos de Andalucía (2000) [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. https://youtu.be/qP2euKXWS_I
- Ref. 4 [Archivo Histórico Provincial de Sevilla. Junta de Andalucía.
- Ref. 5 Augment [En línea] [Consulta:Febrero de 2019] <https://www.augment.com/>
- Ref. 6 Autodesk. [En línea] [Consulta: Enero 2019]. <https://www.autodesk.es/>
- Ref. 7 Boletín Oficial del Estado. Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. [En línea] [Consulta: Enero de 2019]. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-2494-consolidado.pdf>
- Ref. 8 Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Num 110. Página 15962. (Sevilla, 22 de septiembre de 2001) Declaración Lugar de Interés Etnológico Consejería de Cultura.
- Ref. 9 Bureau of Energy Efficiency. Furnace. [En línea]. [Consulta: Enero de 2018] <https://www.beeindia.gov.in/sites/default/files/2Ch4.pdf>
- Ref. 10 Catedral de Sevilla. Vidrieras [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <http://www.catedraldesevilla.es/la-catedral/patrimonio/vidrieras/>
- Ref. 11 Chaosgroup [En línea] [Consulta: Enero de 2019] <https://www.chaosgroup.com/es>



Ref. 12 Ciber Tareas. Soplar el vidrio Inventaron el procedimiento. Los Fenicios. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]
<https://cibertareas.info/soplar-el-vidrio-inventaron-el-procedimiento-los-fenicios.html>

Ref. 13 Códigos QR campamento [En línea] [Consulta:Febrero de 2019]
<http://codigosqrcampamento.blogspot.com/2015/01/marcador-ra-goku.html>

Ref. 14 Escuela de Organización Industrial. Escuela vidrio. Hornos para fundir vidrio. [En línea] [Consulta: Enero de 2018].
<https://www.eoi.es/blogs/escuelavidrio/2014/06/18/hornos-para-fundir-vidrio/>

Ref. 15 Estilos de Vida. El auténtico cristal de bohemia. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <https://estilosdevida.bolsamania.com/el-autentico-cristal-de-bohemia/>

Ref. 16 El Pino Viejo.[En línea] [Consulta: Noviembre de 2017].
<https://elpinoviejo.blogspot.com>

Ref. 17 FERNÁNDEZ CHITO, Antonio. Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Estudio del recocido industrial del vidrio. Esperanza, S.A.San Idelfonso (Segovia) [En línea] [Consulta: Enero de 2018]
<http://boletines.secv.es/upload/197110193.pdf>

Ref. 18 Foto Zielinski. Tejas en Mazarrón. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <http://www.fotozielinski.com/category/alfareria/>

Ref. 19 Fabricando el sur. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]
<https://fabricandoelsur.wordpress.com/2014/06/17/la-antigua-fabrica-de-vidrio-de-la-trinidad-se-conservara-en-su-integridad/>

Ref. 20 Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía. La Trinidad. [En línea] [Consulta: Noviembre de 2017]. <https://youtu.be/1joMS5e0UZc>

Ref. 21 GAITERO, Ana. Diario de León. [En línea] [Consulta: Enero de 2018].
https://www.diariodeleon.es/noticias/sociedad/tradicion-cristal-acero_1119237.html



Ref. 22 Glass Global. Technology. [En línea] [Consulta: Enero de 2018]. <https://www.glassglobal.com/consulting/reports/technology/>

Ref. 23 GARRIDO GARCÍA, Antonio. TORRALBA MORENO, Marisa. El Pasado de Sevilla. La muerte del gigante de Miraflores. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]<http://www.elpasadodesevilla.com/2017/06/la-muerte-del-gigante-de-miraflores.html>

Ref. 24 GS Glass Service. [En línea] [Consulta: Enero de 2018]. <https://www.gsl.cz/services-products/assessment/simulations/mathematical-simulation-studies/container-glass-furnace/>

Ref. 25 Hablando en vidrio. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <https://hablandoenvidrio.com/historia-del-vidrio-i/%20https://hablandoenvidrio.com/historia-del-vidrio-ii/>

Ref. 26 HARILLO, Sergio. Cultura de Sevilla [En línea] [Consulta: Enero de 2019] <http://culturadesevilla.blogspot.com/2012/09/el-expolio-y-la-ruina-amenazan-la.html>

Ref. 27 HERNÁNDEZ RAMÍREZ, Macarena. Revista Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. El cristal de Sevilla. Macarena. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. https://www.iaph.es/export/sites/default/galerias/documentacion_migracion/Documento_PC1267784003087_ph_59-86.pdf

Ref. 28 Historia y Biografías. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. https://historiaybiografias.com/historia_vidrio/

Ref. 29 INCUNA. Asociación de Arqueología Industrial. Patrimonio Industrial en España [En línea] [Consulta: Enero de 2019]. <http://incuna.es/patrimonio-industrial/patrimonio-industrial-en-espana/>

Ref. 30 Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <http://www.iaph.es/imagenes-patrimonio-cultural-andalucia/imagen.php?i=20366&a=3480&alt=2000&anc=3008&flv=no>



Ref. 31 SOBRINO SIMAL, Julián. Profesor de Arquitectura de la Universidad de Sevilla.

Ref. 32 MARÍN LUQUE, Elena. Universidad de Sevilla. Trabajo de Fin de Grado: Residencia para jóvenes emprendedores y centro cultural.

Ref. 33 MARTINEZ CARRIÓN, José Miguel. Universidad de Murcia. . Cartagena en la Industria del vidrio español, 1834-1908. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <https://core.ac.uk/download/pdf/39048452.pdf>

Ref. 34 Ministerio de Cultura y Deporte. Gobierno de España. [En línea] [Consulta: Enero de 2019]. <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/que-son.html>

Ref. 35 MONTERO SOSA, Encarnación. Universidad de Sevilla. Trabajo de Fin de Grado: Intervención Fábrica de vidrio de la Trinidad.

Ref. 36 Mr.domingo. Breve historia del vidrio. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <http://mrdomingo.com/2011/10/04/breve-historia-del-vidrio/>

Ref. 37 Museo del Prado. Colección. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <https://www.museodelprado.es/coleccion/artista/real-fabrica-de-cristales-de-la-granja-de-san/cb3cdf4f-2792-4fad-895f-b359cef3190c>

Ref. 38 Pangea [En línea] [Consulta:Febrero de 2019] <http://www.pangeareality.com/servicios/>

Ref. 39 Patina Industrial. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <http://patinaindustrial.blogspot.com/2016/10/fabrica-de-vidrios-la-trinidad-sevilla.html>

Ref. 40 Pinterest. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <https://www.pinterest.es/edmundoja/cristaleria-romana/?lp=true>

Ref. 41 Pinterest. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <https://www.pinterest.es/pin/547891110906126186/>



Ref. 42 Real Fábrica de Cristales de la Granja. Historia. [En línea]. [Consulta: Diciembre de 2017]. <http://www.realfabricadecristales.es/es/informacion/historia>

Ref. 43 Reformas y rehabilitaciones. [En línea] [Consulta: Octubre de 2018] www.reformas-y-rehabilitaciones.es

Ref. 44 SOBRINO SIMAL, Julián. Rhizome. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <http://archive.rhizome.org/artbase/2845/lafabrica/lafabrica/convocatoria/trinidad.html>

Ref. 45 S.C. ABC de Sevilla. [Consulta: Enero de 2018] <https://sevilla.abc.es/sevilla/20150119/sevi-cuando-inundaciones-llegaron-zona-201501191553.html>

Ref. 46 Segovia Turismo. [En línea] [Consulta: Enero de 2018] <http://segoviaturismo.es/ven-a-segovia/turismo-industrial/patrimonio-industrial/2845-real-fabrica-de-vidrio-la-granja>

Ref. 47 Siempre de Paso. [En línea] [Consulta: Enero de 2018] <https://www.siempredepaso.es/una-visita-a-la-real-fabrica-de-cristales-de-la-granja/>

Ref. 48 SORG. Glass Melting Technology. [En línea] [Consulta: Enero de 2018]. https://www.sorg.de/content/uploads/2016/09/Glas_Melting.pdf

Ref. 49 SUÁREZ, David. David is Coding. Realidad aumentada II: Campos de utilización. [En línea] [Consulta: Febrero de 2018]. <http://davidiscoding.com/realidad-aumentada-ii-campos-de-utilizacion>

Ref. 50 SketchUp [En línea] [Consulta: Enero de 2019] <https://www.sketchup.com/es>

Ref. 51 TICCIH España.[En línea]. [Consulta: Enero de 2019] <http://ticcih.es/quienes-somos/>

Ref. 52 Todo colección. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <https://www.todocoleccion.net/antiguedades/figueta-cristal-soplado-mano-espana-siglo-xix~x106920567>



Ref. 53 Todo colección. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <https://www.todocoleccion.net/antiguedades/centro-mesa-cristal-tallado-base-plata-ley-espana-siglo-xx~x127683295>

Ref. 54 Todo colección. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <https://www.todocoleccion.net/postales-andalucia/d-luis-rodriguez-caso-iniciador-exposicion-comisario-general-misma-sevilla~x99854587>

Ref. 55 Todo Colección. [En línea] [Consulta: Noviembre de 2017] <https://www.todocoleccion.net/antiguedades/licorera-cristal-trinidad-sevilla~x61567552>

Ref. 56 ORELLANA NÚÑEZ, Roberto Enrique. FLORES GARCÍA, Evelin Yesenia. Universidad de el Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Mecánica... Diseño y Construcción de un horno de crisol para aleaciones no ferrosas. (Septiembre 2014). [En línea] [Consulta Enero de 2018]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6320/1/Diseño%20y%20construcción%20de%20un%20horno%20de%20crisol%20para%20aleaciones%20no%20ferrosas.pdf>

Ref. 57 ÚBEDA, Juan José. ABC Sevilla Online [En línea] [Consulta: 22 de Marzo de 2018]. https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-acuerdo-para-200-viviendas-fabrica-vidrios-201803212301_noticia.html

Ref. 58 Universitat Autònoma de Barcelona. Biblioteca d'Humanitats. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. https://ddd.uab.cat/pub/lilibres/1886-1897/56958/hisgenart_a1897t8r4c2.pdf

Ref. 59 Vidrio España. Orígenes y Evolución. La historia de la fabricación del vidrio. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <https://www.vidrio.org/el-vidrio-en-la-sociedad/origenes-y-evolucion/>

Ref. 60 Vision2Form Design. Glass and Mirrors history. The history of glass oven- glass furnaces. [En línea] [Consulta: Enero de 2018]. <https://vision2form.nl/glassoven.html>



Ref. 61 V.L Cristina. Vidrios de Levante, el blog. “Pasión por el Vidrio”. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017]. <http://vidriosdelevante.blogspot.com/2015/06/tecnicas-de-elaboracion-del-vidrio-en.html>

Ref. 62 Wikipedia. Autodesk 3ds Max. [En línea] [Consulta: Febrero de 2019]. https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max

Ref. 63 Wikipedia. Patrimonio Industrial. [En línea] [Consulta: Enero de 2019]. https://es.wikipedia.org/wiki/Patrimonio_industrial

Ref. 64 Wikipedia. Realidad Aumentada. [En línea] [Consulta: Febrero de 2018]. https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada

Ref. 65 Wikipedia. SketchUp. [En línea] [Consulta: Febrero de 2018]. <https://en.wikipedia.org/wiki/SketchUp>

Ref. 66 20 minutos. [En línea] [Consulta: Diciembre de 2017] <https://www.20minutos.es/imagen/796998>

Ref. 67 3dluistutorials [En línea] [Consulta: Enero de 2019] <https://www.youtube.com/user/3dluistutorials>

Ref. 68 3dwarehouse sketchup [En línea] [Consulta: Enero de 2019] <https://3dwarehouse.sketchup.com/>



Estudio Histórico-Gráfico de la fábrica de vidrio
“La Trinidad” de Sevilla
Rocío Fernández Olmo

