



# **Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.**

Recuperación de Patrimonio Histórico Industrial.  
Reconstrucción virtual:

La Central Eléctrica de Sevillana de la Calle Arjona

Realizado por:  
Tutor:

Ainhoa San Román Núñez  
Francisco Javier Sánchez Jiménez

## INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES. EL ENTORNO HISTÓRIO .....	4
El mundo de la Restauración.....	4
La primera oleada de la industrialización.....	4
La crisis de los años treinta .....	5
La posguerra.....	5
Lo años de desarrollo .....	6
Crisis energética y transformación política .....	7
CÁPITULO III. PROGRESO DE ELECTRICIDAD Y TECNOLOGÍA .....	9
Electricidad y sus orígenes .....	9
El transporte de la electricidad .....	9
La generación de electricidad .....	10
CÁPITULO IV. LA CENTRAL ELECTICA DE LA CALLE ARJONA.....	12
Etapa fundacional y de establecimiento (1894-1914) .....	12
Del consumo urbano e industrial .....	13
El mayor consumos exige incrementar la producción .....	15
CÁPITULO V. RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL .....	16
Introducción .....	16
Búsqueda de información para el modelado.....	17
Elección de programa.....	18
Materiales .....	18
Modelado .....	19
resultados finales .....	36
CAPÍTULO VI. Conclusiones .....	55
CAPÍTULO VII. Bibliografía .....	55

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Con motivo de la “Recuperación de Patrimonio Histórico Industrial”, realizado por la Universidad de Sevilla en colaboración con Ayuntamiento de Sevilla, se ha seleccionado el edificio de la antigua Central Eléctrica de Sevillana situada en la calle Arjona, y como trabajo fin de grado se ha realizado la “Reconstrucción virtual”.

El 27 de junio de 1894, el Ayuntamiento de Sevilla concede permiso a la Compañía Sevillana de Electricidad S.A. para la instalación de su primera central de producción de electricidad, junto con una concesión por noventa años.

Tras un acuerdo con la Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft (AEG) para la construcción de la central y adquisición de la maquinaria necesaria, en 1895 se inician sus obras en la calle Arjona, inaugurándose el 1 Marzo de 1896. Durante años, su elevada chimenea formó parte del paisaje de la ciudad de Sevilla.

Solo se conserva una fotografía de la fachada.

La central de Arjona contaba con dos máquinas de vapor de 300 HP cada una que, unidas a dos dinamos de corriente continua, suministraban electricidad a una red a 110 V de 22 kilómetros de longitud que abastecía a 484 abonados. De dichas máquinas conservamos tres fotografías.

Posteriormente, en 1904, se construye una gran central a vapor con dos turbinas de 1500 HP cada una en el Prado de San Sebastián, en los terrenos que hoy ocupa la sede social de la Compañía.

A partir de ahí, “Sevillana” inicia un crecimiento ininterrumpido que la llevará a ser la compañía eléctrica más importante de Andalucía hasta ser absorbida por ENDESA en 1996.

El proyecto constará de dos bloques, una primera parte en la que se realizará una investigación completa y búsqueda bibliográfica del edificio y sus las correspondientes máquinas que lo forman, y una segunda parte en el que mediante algunos conocimientos adquiridos durante la realización del grado, realizar la reconstrucción virtual haciendo uso de todo lo investigado en el primer bloque, de tal forma que la recreación sea lo más realista posible, ya sea la infraestructura del edificio como la maquinaria que éste incluye, así como su distribución de la fábrica.

Este proyecto consistirá en una reconstrucción virtual usando como herramienta el programa de Rhinoceros 5 para la realización del modelado y para el renderizado de fotos. Gracias a este tipo de reconstrucciones podemos recrear de forma virtual tanto el estado de la fábrica como el de las máquinas que la constituyen.

## CAPÍTULO II: ANTECEDENTES. EL ENTORNO HISTÓRIO

### EL MUNDO DE LA RESTAURACIÓN

Solo en la década final del XIX empezó una cierta protesta social en el mundo urbano y, con ella, las primeras huelgas.

España seguía siendo, ante todo, un país agrícola (de la agricultura en su mayor parte mísera) y minero (cuyos productos eran objeto de exportación inmediata). Claro está que existían zona más desarrolladas en las que apuntaba la industria, pero estaba dirigida al consumo inmediato y más apremiante, como es el caso de la industria textil. Solo en la década final del XIX empezó una cierta protesta social en el mundo urbano y, con ella, las primeras huelgas.

Pero también existían en la España de la Restauración las ciudades, auténticas ventanas de la modernidad. En ellas la vida política muy activa, la existencia de libertades ejercidas en la práctica de una prensa de amplia circulación, no permitían esperar que el gobierno controlara los resultados electorales. En ellas, además, se introdujeron las novedades de la vida moderna, una de las cuales fue la electrificación; es más, la rapidez con que esta se produjo fue indicio o prueba concluyente de que la transformación en sentido modernizador estaba ya iniciada o a punto de producirse. Años antes de que se fundara Sevillana en la capital andaluza, ya en Gerona estaba iluminada gracias a la electricidad; cuatro años antes se inauguraba la iluminación eléctrica en Bilbao. Fue, pues, el mundo urbano, incipientemente industrializado, necesitado de servicios de transporte o de iluminación, el primer beneficiario de la electrificación, las condiciones de una Sevilla de población reducida (menos de 200.000 habitantes) y de industria escasa ralentizaron la introducción de esa novedad.

### LA PRIMERA OLEADA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN

En la historia española el periodo que se abre en torno a la primera guerra mundial y transcurre hasta el final de la década de los veinte tiene una especial importancia.

El crecimiento económico y la transformación social fueron productos de los gérmenes sembrados en el período inmediatamente anterior, pero éstos se vieron favorecidos por un suceso de política internacional: la posición española durante la primera guerra mundial. Se ha señalado con frecuencia que mientras que el Estado español mantuvo una actitud de neutralidad, impuesta por la impotencia y el “recogimiento” característicos de la monarquía de la Restauración, hubo un importante debate en la opinión pública entre germanófilos y aliadófilos, expresiones de otras tantas actitudes relativas a la política interna. Tal descripción es acertada -los propios dirigentes de Sevillana participaron en este tipo de polémicas en tono neutralista- pero incompleta.

Las industrias navieras, mineras y también las eléctricas fueron beneficiarias principales de la situación impuesta por las circunstancias: en el periodo de 1900-1918 la producción de la siderurgia se duplicó y la eléctrica se multiplico por cinco. Todo este mundo estaba conectado con el de la electricidad, que presencio durante el periodo la primera oleada de construcción de centrales hidroeléctricas. Es muy característico del momento el proyecto de construcción por Mengemor de once presas entre Sevilla y Córdoba, combinado con el intento de hacer navegable el Guadalquivir.

## LA CRISIS DE LOS AÑOS TREINTA

La década de los años treinta tiene una gran importancia en la historia de España.

Ésta dio un protagonismo lamentable a España durante casi tres años, convirtiéndola en el escenario y campo de batalla de las preocupaciones, las frustraciones y las ansiedades del mundo entero en crisis.

No es momento ni ocasión para pretender resumir en unos cuantos párrafos la guerra civil española; sería una tarea imposible y vana que merecería en especial estos calificativos al recordar que la guerra civil española, como la revolución rusa, es uno de los acontecimientos de la historia humana que afectó de una manera tan decisiva a tantos millones de seres que de ella nunca podrá pensarse que se ha escrito una versión definitiva. Sin embargo, sí es posible hacer referencia parcial a algunos de sus rasgos que pueden servir para encuadrar algunos aspectos de la trayectoria histórica de la Compañía Sevillana de Electricidad.

La tragedia civil se aprecia, más que en la destrucción material, en el número de ejecuciones en retaguardia, superior al de quienes murieron por combate. Concluida la primera etapa que puede denominarse como “guerra de columnas”, Andalucía se convirtió en un frente secundario con operaciones que no influyeron en el curso principal de las mismas a pesar de que, precisamente por el efecto sorpresa que podía conseguirse en ella, siempre figurara en la planificación estratégica de ambos contendientes y, sobre todo, de los vencidos. Esto puede contribuir a explicar el bajo nivel de destrucción de las instalaciones industriales eléctricas mientras que la unidad en la dirección política del bando triunfante, frente a la fragmentación adversaria, puede haberle hecho obtener el rendimiento adecuado de dichas instalaciones por parte de los sublevados.

## LA POSGUERRA

La evolución política y la de la política tuvieron, en efecto, una muy directa relación con la financiación de la contienda y también la política económica mantuvo una coherencia interna muy marcada que le dio su identificación con lo que al parecer ha sido la tendencia dominante, de modo espontáneo, en los dirigentes políticos triunfantes en la guerra civil y con la peculiaridad de un momento en la historia del mundo.

El régimen del general Franco siempre tuvo unas características peculiares que lo diferenciaban de otras dictaduras contemporáneas.

En el marco de esta política económica y de sus resultados es necesario enmarcar la vida de la industria eléctrica y, más en concreto, la de Sevillana de electricidad. La primera sufrió especialmente la falta de materiales y equipos técnicos que imponía la imposibilidad de adquirirlos fuera; tampoco era posible la adquisición de carbón o petróleo. Sudriá ha señalado que fueron factores como la insuficiencia de la capacidad productiva por culpa de la limitación de inversiones, las pérdidas provocadas en el transporte de la energía por el deterioro del material existente y, sobre todo, una política intervencionista que implicaba unos precios carentes de remuneración para la empresa y que, por lo tanto, no favorecía el fomento de la inversión (que sin embargo, en la medida de lo posible acabó llevándose a cabo) los verdaderamente decisivos en las restricciones eléctricas de estos años. A ellos hay que añadir

los problemas climáticos, un importantísimo incremento de la demanda y las destrucciones del periodo bélico, como sabemos. Menores de lo que se podía esperar.

Es obvio que la falta crónica de energía eléctrica, incluso en los momentos en que había razones climáticas que lo justificaran, tuvo consecuencias inmediatas sobre la industria: a pesar del progresivo aumento de la producción solo bien entrada la década de los cincuenta se llegó a equilibrar con la demanda. En 1949 hubo zonas de Andalucía en las que el suministro de electricidad se reducía a tan solo dos días por semana durante cuatro horas. Si la tendencia de la creación de unidades económicas de mayor envergadura era un proceso histórico que tenía motivaciones históricas remotas y que en este caso se vio facilitado por la existencia de una base bancaria común, la presencia del capital público en la industria eléctrica fue, además, favorecida por el intervencionismo de la época; en la zona de la influencia de la compañía esta tendencia tuvo una importancia no tan grande y consistió en la creación de las centrales térmicas en Cádiz, Málaga, Almería y Puertollano a cargo del INI. Otro aspecto sin duda muy relacionado con la política económica del momento es el que se refiere a la nacionalización del capital de Sevillana de Electricidad. En gran medida fue producto también del intervencionismo, al ser las tarifas poco remuneradoras y estar prohibida para los accionistas extranjeros la conversión en divisas de los beneficiarios. Desde 1948 la compañía tuvo definitivamente capital español y eso produjo también una ruptura técnica con quienes hasta el momento habían sido los proveedores germano-suizos de la compañía hasta el momento.

## LO AÑOS DE DESARROLLO

Ya en los años cincuenta se había producido un importante crecimiento industrial y había tenido lugar la conversión de la España agraria en un país semiindustrial en que el sector primario quedaba reducido a tan sólo el 25 por 100 del PNB. Merece la pena señalar que algunos de los primeros créditos estuvieron dirigidos a la obtención de materiales y equipos destinados a las centrales eléctricas, tanto en el caso de Andalucía como el de otras regiones españolas. Solo entre 1953 y 1957 pudo Sevillana ejecutar la mayor parte de sus nuevas centrales iniciadas en la década precedente. Resultado de esta normalización fue que las tasas de crecimiento anual de la Compañía se situaran en torno al 10 por 100 anual.

El régimen político pudo jugar un papel inicial importante en el sentido de que era lo suficientemente flexible como para permitir las libertades económicas, los convenios colectivos y una cierta tolerancia con la huelga

Si se examinan los tres motores que constituyeron el sustrato sobre el que se asentó el crecimiento industrial y la modernización fácilmente se concluye que dependen de esa "renta de situación" española: el turismo, las inversiones extranjeras y la emigración. La inversión extranjera, atraída por una mano de obra barata y un mercado en expansión, pudo suponer, aparte de innovación tecnológica, un 20 por 100 de la inversión de la industria total. La emigración supuso durante la década de los sesenta un saldo medio de unas 100.000 personas; su importancia económica fue tal que suponía unos ingresos dobles que las tradiciones exportaciones de críticos.

En realidad, estos tres motores tuvieron como resultado un primer despegue del desarrollo económico, pero luego este se tradujo en el terreno agrícola e industrial. El gran elemento

modernizador del campo español fue la emigración a la ciudad, que tuvo como consecuencia la necesidad de mecanización y de utilización de procedimientos técnicos avanzados.

En este clima de prosperidad económica se entiende el incremento de la demanda de energía que experimentaron las empresas eléctricas y, entre ellas, también Sevillana: el ritmo fue progresivo, superior a partir de 1964 pero siempre muy fuerte. Concluida la segunda etapa de la construcción de centrales hidroeléctricas y en un momento en que todavía los precios del petróleo lo permitían, se produjo un crecimiento considerable en la energía térmica obtenida de este procedimiento. La aprobación en 1964 de la legislación básica imprescindible permitió, además, la construcción de la primera central nuclear en 1968, un testimonio obvio de la modernización del país. También lo fue la creación de empresas de envergadura mayor y ámbito regional: la fusión de Sevillana y Chorro en un largo proceso que transcurre desde 1962 a 1967 se integra dentro de las transformaciones que tuvieron lugar en la economía española de la época. También adquiere su significación dentro de la política económica de la época la adquisición por Sevillana de las instalaciones del INI en 1968, al haber pasado este a un segundo plano de la actividad de promoción industrial en España. Sí, en fin, se puede citar estadísticas muy expresivas del desarrollo económico general del país, lo mismo sucede con las empresas como Sevillana, que durante el periodo que ahora se reseña vio multiplicarse el número de sus abonados por cinco.

#### CRISIS ENERGÉTICA Y TRANSFORMACIÓN POLÍTICA

Este clima político contribuye a explicar la tardanza en la reacción de las autoridades españolas ante la crisis económica de 1973. En el plazo de un año los precios de los productos petrolíferos se multiplicaron por cinco, lo que implicó inmediatamente una situación, paradójica para lo que había sido habitual hasta entonces, de estancamiento con inflación.

En este marco económico general la industria eléctrica paso por una lógica crisis. La época de la energía barata había concluido. Frente a todas las previsiones se había producido una contracción de la demanda u a ella se sumaban, como dificultades complementarias, una inflamación galopante y la existencia de un endeudamiento muy importante de las compañías como consecuencia de unas previsiones incumplidas y la necesidad de responder al pago de los intereses elevados. La crisis económica general tuvo, por tanto, partículas incidencia en este campo.

El desarrollo económico español podía tener fragilidades, pero había llegado ya hasta una cierta civilización del consumo: en tan solo los años entre 1966 y 1974 triplico la producción de automóviles y de frigoríficos, doblo el de las lavadoras y aumento en 50 por 100 el de televisores. Pero quizás lo que merece la pena recalcar de forma especial es el hecho de que también había cambiado la mentalidad de los españoles con respecto a la política.

En España no hubo derrota exterior ni nada parecido ni tampoco el ejercicio cambio el signo; existía, al comienzo del proceso, una superior conflictividad social y problemas de nacionalismo periférico y de terrorismo.

Parecía, por tanto, que el caso español habría de ser el más dificultoso en un proceso de transición, pero el balance resulto en general positivo. Por supuesto, esa realidad de una

transformación social a fondo de la vida española jugo un papel decisivo en la moderación de las actitudes.

Durante el proceso de elaboración de ese acuerdo colectivo, plasmando en el texto constitucional, lo político primó sobre cualquier otra consideración. La excepcionalidad del momento contribuye a explicar la realidad y la justifica pues lo más probable es que, de no haberse optado por esta fórmula, no se habría logrado el resultado deseado por acumulación del problema y circunstancia particularmente delicada.

España había experimentado el primer impacto de crisis energética en tiempos de parálisis decisoria del régimen declinante, que había cometido un error de percepción con respecto a la demanda energética del futuro y que no había trasladado, el incremento de los precios del crudo al aparato productivo, dilató el ajuste y cuando llegó al segundo impacto de la crisis a partir de 1979 no había logrado aún superar el primero.

En definitiva, las consecuencias más inmediatas son de carácter económico y están estrechamente relacionadas entre sí. El ingreso en el Mercado Común supone la opción irreversible por una economía de mercado que exigirá en España cambios sustanciales en el sentido de una mayor racionalidad económica, la mayor apertura frente al exterior, europeo o no, y la exigencia de modernización del aparato productivo y del propio tejido social, con lo que esto conlleva desde el punto de vista de la reconversión industrial o de la innovación tecnológica y la formación profesional. Es evidente que todo ello va a suponer un cambio significativo para la industria eléctrica española. Va a ser preciso, por ejemplo, abrir el sistema eléctrico nacional, hasta ahora muy cerrado, tener en cuenta que el coste de la electricidad destinada a uso industrial está imponiendo la desregulación y la reconstrucción de mercado. Todo ello nos remite a otros tantos retos para el sector eléctrico.



## CÁPITULO III. PROGRESO DE ELECTRICIDAD Y TECNOLOGÍA

### ELECTRICIDAD Y SUS ORÍGENES

Cuando en 1894 se crea el núcleo originario de la Compañía Sevillana de Electricidad, la humanidad dispone ya de una extraordinaria serie de recursos científicos y tecnológicos que permiten dominar las fuerzas eléctricas.

El dominio sobre la electricidad ha permitido cambiar revolucionariamente el *modus vivendi* de la humanidad. No solo se ha dispuesto de luz y fuerza, características estas inherentes a la electricidad, que constituyeron sus primeras aplicaciones, y constituyen hoy todavía la base fundamental de su desarrollo.

Cuando hoy en día nos referimos a algún aparato eléctrico, usamos a menudo nombres derivados de los grandes genios que fueron capaces de dominar esta fuerza. Así, por ejemplo, pedimos una bombilla de 220 voltios, aunque no recordemos en ese momento que fue precisamente el extraordinario físico italiano Alejandro Volta quien hacia 1800 inventó la pila eléctrica y estableció uno de los más firmes pilares de la investigación sobre la electricidad.

Para hablar de desarrollo tecnológico de estos últimos años, y particularmente del desarrollo de electricidad, es imprescindible conocer el punto de partida; pues la historia general, y particularmente la historia de la ciencia y la técnica, no se escribe a saltos, sino por el contrario de una forma continuada y coherente. Precisamente en el decenio anterior al que hemos fijado como punto de partida de nuestro análisis, 1894, se produce una evolución sin precedentes en el conocimiento de la electricidad, es una evolución sin precedentes en el conocimiento de la electricidad. Es una auténtica edad de oro de la física, curiosa situación que se ha dado a veces en la investigación científica, y que en este caso arroja unas cotas tales de brillantez y de éxito que hacen muy difícil encontrar otra época de la historia humana tan rica en inteligencia, intuición y resultados.

### EL TRANSPORTE DE LA ELECTRICIDAD

En 1884 se descubrió el mecanismo que haría posible la transición de grandes cantidades de energía eléctrica a muy largas distancias, y por tanto iba a permitir satisfacer necesidades eléctricas muy distribuidas en el espacio geográfico, a partir de un centro de producción de electricidad que, lógicamente, debía estar concentrado en una fábrica o central al efecto. Dicho mecanismo se basa en el principio de transformación de la corriente alterna.

Mediante los transformadores podía elevarse el potencial de la corriente eléctrica generada en una central y ser transmitida a lo largo de una línea de transición hasta los centros de consumo. Se sabía perfectamente desde hacía muchos años que cuando la electricidad pasa a través de un conductor, este se calienta, y se originan importantes pérdidas de energía que son tanto mayores cuanto menores son los voltajes que se aplican. Esto último, el voltaje, no puede aumentarse fuertemente en una dinamo de corriente continua, ni puede variarse una vez producida ésta, lo cual significaba una fortísima limitación para su transporte a grandes distancias.

Por el contrario, el voltaje de la corriente alterna puede modificarse gracias a los transformadores, y ello constituyó la raíz del éxito de este tipo de corriente.

En España, las instalaciones de transporte de electricidad no se hicieron esperar. En 1901 se construyó la primera línea de alta tensión, entre el Molino de San Carlos, en el río Ebro, y Zaragoza, con una longitud de tres kilómetros. En Andalucía, una primera línea de muy alta tensión para aquella época (50 kilovoltios) se inauguró en 1908 para transportar a Sevilla la producción eléctrica de salto de El Corchado, en la provincia de Málaga. Estas instalaciones constituyen el punto de arranque de los que, andando el tiempo, llegaría a ser una gran red nacional de transporte y distribución de energía eléctrica.

## LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Todas las centrales eléctricas del mundo (salvo algunas de investigación, como las centrales solares de efecto fotoeléctrico) se basan en el principio de inducción de Faraday, que en 1831 demostró que al girar una espira metálica en el seno del campo magnético de un imán, aparecía una diferencia de potencial, esto es, aparecían unos voltios de diferencia entre un extremo y otro de la espira. Este principio se usa tanto en las dinamos como en los alternadores, diferenciándose entre ellos por el modo en que se colecta la electricidad generada en la espira hacia los bornes fijos del aparato.

A nadie se le escapa que para mover la espira en el seno del campo magnético hace falta una fuerza mecánica que haga girar la espira. En principio dicha fuerza mecánica podía ser de carácter animal, pero para aplicaciones industriales dicha energía tuvo que obtenerse a partir de las máquinas terminas conocidas en aquel tiempo, tales como la turbina de vapor, los motores de gas pobre, los motores Diesel, etc. Algunas de estas máquinas llevaban decenas de años utilizándose en el transporte ferroviario y marítimo con considerable eficiencia, por lo que su uso para la producción de electricidad fue de los más directo y sencillo. Por razones económicas, fueron el carbón, el gas obtenido de diversas fuentes y la fracción pesada de los derivados del petróleo los combustibles típicamente usados para la generación de electricidad a partir de las máquinas térmicas. Obviamente, la potencia unitaria de estos motores y máquinas, así como su potencia específica, tenía inicialmente valores muy bajos; el desarrollo tecnológico general posterior, del cual el vehículo automóvil es un magnífico ejemplo familiar a todos, permitió ir aumentando estas magnitudes físicas, lo que reportó mejores sistemas para la producción de electricidad. Paralelamente se experimentó un tremendo desarrollo en la construcción de alternadores y de maquinaria eléctrica en general. Todo ellos, coordinadamente utilizado, hizo que el despliegue industrial de la electricidad se desarrollase a velocidades que prácticamente no tenían comparación en la historia.

A las instalaciones eléctricas que empleaban máquinas térmicas para la producción de electricidad se las denominó centrales térmicas para la producción de electricidad se las denominó centrales terminas, por dicha peculiaridad. Una alternativa no térmica la constituyen las centrales hidráulicas, en las que la fuerza mecánica la ejerce el agua al caer desde una altura superior en la que se ha retenido, hasta una cota inferior, en la que se emplaza la turbina hidráulica a la que se conecta e eje de alternador.

En gran medida, el desarrollo tecnológico de la electricidad, en cuanto a su generación, es el desarrollo de estos equipos mecánicos, térmicos y electrotécnicos. Como indicativo de los

avances realizados podría citarse que la potencia unitaria de una dinamo o de un alternador de hace cien años era del orden de los mil kilovatios, mientras que hoy día los turbogeneradores de las centrales nucleares superan el millón de kilovatios.

Este avance lógicamente se enmarca en el extraordinario progreso de la ciencia y la tecnología en el siglo XX. La industria eléctrica se ha beneficiado de dichos avances, que por otra parte han estado propiciados más o menos directamente por el propio progreso de la electricidad. Por ejemplo, la calidad de los materiales, tanto metálicos como no metálicos, ha sido una de las causas inmediatas de haber podido incrementar la potencia de los generadores eléctricos y de haber desplegado las aplicaciones eléctricas a lo largo y ancho de nuestra sociedad.

En definitiva, queremos subrayar que el progreso en la industria eléctrica se ha beneficiado de los avances en otras ciencias, pero aun habría que poner mayor énfasis en los efectos positivos de la electricidad sobre otras industrias, y no digamos sobre la civilización en general: aspectos tan cruciales como las telecomunicaciones, la informática y la fitotecnia serían imposibles sin la electricidad, por no hablar de la fiabilidad en la iluminación.

En la historia de las instalaciones eléctricas en Andalucía, comenzando por la constitución de la Compañía Sevillana de Electricidad el 23 de julio de 1894, y la construcción de su primera central eléctrica, situada en la calle Arjona, próxima al puente de Triana. Nuestra central en la que estamos basando la investigación de este proyecto.

## CÁPITULO IV. LA CENTRAL ELECTICA DE LA CALLE ARJONA

Por su génesis no fue la primera empresa andaluza del sector, ni siquiera de Sevilla, pero en el siglo transcurrido desde su fundación- que ahora se conmemora- la Compañía Sevillana de Electricidad ha conseguido estar situada entre las primeras de España en el ranking por su cifra de negocios y ha alcanzado el puesto de honor de ser en la actualidad la primera empresa de Andalucía.

### ETAPA FUNDACIONAL Y DE ESTABLECIMIENTO (1894-1914)

El día 23 de julio de 1894 se otorga escritura pública de fundación de la Compañía Sevillana de Electricidad. S.A. Como sociedad anónima con un capital de dos millones de pesetas repartidas en 4000 acciones de quinientas pesetas cada una, ante el notario sevillano Idelfonso Calderón y Cubas, firmada por Edmundo Noel, Pedro Fernández Palacios, Tomás Ybarra y Ramón María Lobo.

Culminaban así más gestiones que se habían iniciado el 27 de noviembre de 1893 cuando Edmundo Noel solicita permiso de acuerdo con las bases establecidas en el Ayuntamiento, para instalar una central de Producción de electricidad. El permiso municipal se obtiene el 27 de junio de 1894: el límite temporal de la concesión es por noventa años y el Ayuntamiento se reserva además la planificación de los emplazamientos y canalizaciones de la red. El grupo sevillano promotor acuerda entonces nombrar una comisión que se traslade a Berlín y contacte con la Allgemeine Elekicitäls Gesellschaft (AEG) a fin de conocer bajo qué condiciones dicha empresa podría instalar la central eléctrica concedida. El acuerdo con los alemanes será doble técnico y financiero: AEG se hará cargo de la planificación, construcción de la central y suministro de máquinas, mientras que el Deutsch Bank se compromete a la adquisición de acciones de las futuras Compañía por importe de un millón de pesetas.

De las 4000 acciones emitidas , quedo bajo control de los alemanes el paquete mayoritario de 2190 acciones - AEG. Deutsch Banck y suscriptores particulares - mientras que 1810 quedaron en manos del accionariado español, siendo los mayores suscritores Manuel Marañón, un indiano asentado en Sevilla con 200 y el marqués de Angulo y Manuel Grosso cada uno con 100 acciones. Se crean además dos clases de títulos especiales, por una parte. 400 certificados suscriptores ordinarios- uno por cada diez acciones suscritas del capital fundacional- sin valor nominal, cuyo único beneficio era la posibilidad de obtener derecho para suscribir la mitad de las acciones que pudieran emitirse en los sucesivo como consecuencia de futuras ampliaciones de capital: por otra, 500 "partes de fundador". sin valor nominal y distribuidas proporcionalmente al número de acciones que permitía una participación en el reparto de un 15 por 100 de los beneficios anuales una vez que todos los accionistas hubiesen recibido un primer dividendo superior al 6 por 100. Estas "partes de fundador" según los estatutos, podría ser rescatadas por Sevillana transcurridos los doce primeros años bajo ciertas condiciones -lo que se hizo en 1907- pero no así los "certificados de suscriptores" motivo de discusiones

latentes con los socios mayoritarios al permitir una continuada prominencia del capital extranjero a medida que se ejecutasen las ampliaciones acordadas.

Fruto del convenio con AEG el Consejo de Administración estará dividido en dos comités: el de Sevilla, que se representa al pequeño accionariado local, estuvo formado por Edmundo Noel, comerciante bordelés instalado en Sevilla, designado presidente del Consejo de Administración y por Tomás de Ybarra y Pedro Fernández Palacios como consejeros y el de Berlín: compuesto por el ingeniero Emil Rathenan en calidad de vicepresidente. Carl Fürstenberg y Arthur Gwinner, designados por AEG y Deutsch Bank y representados por el comité de Sevilla por el abogado Ramón María Lobo, como primeros directores generales fueron nombrados Luis Gutman y Otto Engelhardt. Esta singularidad organizativa y de gestión - en unos años en que los medios de comunicación no eran tan rápidos, diversos y eficaces como los actuales- propicia un difícil equilibrio a la hora de tomar decisiones, que requerían el consentimiento expreso de ambos comités. Muy pronto la situación operativa se hace más compleja por cuanto de inmediato para poder atender a los gastos de la construcción de la central e instalaciones del primer establecimiento. Sevillana hubo de contraer una deuda de 500.000 francos suizos con el Banque por Entreprises Electriques de Zurich de manera que las decisiones empresariales en estos años fundacionales hubieron de tomarse en el triángulo Sevilla-Berlín-Zurich con intereses no siempre convergentes cuando no contrapuestos. AEG repite en Sevilla la estrategia propia de las grandes empresas productoras de maquinaria cuyo objetivo prioritario será la venta de motores y máquinas destinadas a la producción de electricidad y transportes urbanos -tranvías- la banca suiza estará interesada en promover una política financiera de amortizaciones continuas y créditos a corto plazo mientras que los promotores sevillanos darán preferencia a la configuración de un "mercado" eléctrico acorde con unos objetivos prioritarios que se irán decantado desde el primer momento.

La construcción de la central autorizada comenzó en 1895 en la calle Arjona y se inaugura el 1 de marzo de 1896. Constaba de dos máquinas de vapor de 300HP cada una, unidas a dos dinamos de corriente continua que daban fluido a una red de 110V: en dicho año inaugural de 1896, con 484 abonados la producción fue de 164.929 kWh con una línea de veintidós kilómetros que discurría por las calles San Fernando, Lonja, Postigo del Aceite, etc. Desde entonces y hasta 1914, en que cerramos la etapa fundacional y de primer establecimiento, Sevillana de Electricidad centra su actividad en ampliar el área de mercado y número de clientes, incrementar la producción y buscar la exclusividad suministradora de electricidad en el hinterland sevillano.

#### DEL CONSUMO URBANO E INDUSTRIAL

El alumbrado público sería el primer objetivo a conseguir como cliente: aquí hubo de hacer frente Sevillana a la competencia de su predecesora Bonnet y Cía., que tenía ya adjudicado por el Ayuntamiento el alumbrado de las veintisiete calles más céntricas de la ciudad y un número de abonados nada desdeñable. Pugna en la que habría de involucrarse Catalana de Gas por cuanto era la concesionaria del resto del alumbrado público a gas. A principios de siglo, sin embargo, la suerte estaba echada y la electricidad triunfa sin reservas cuando Sevillana, a

título experimental, ilumina en 1901 el Real de la Feria de Abril, inicio de una tradición fuertemente enraizada y seña de la identidad en la proyección universal de Sevilla, que atendía a 450 abonados y 97 establecimientos comerciales, por importe de 225.000 pesetas. Más difícil fue imponerse a la competencia de Catalana de Gas, que requerida en 1906 por el Ayuntamiento para que suprimiese las farolas de gas, construye una central para producir electricidad y distribuirla mediante su propia red de corriente continua, dándose con ello comienzo a un encarnizado litigio entre ésta y Sevillana, que alcanza su paroxismo en 1911, aunque remitirá a partir de 1913 al llegarse a una cierta entente de tarifas concertadas entre ambas compañías.

Un segundo objetivo a conseguir es el de los transportes urbanos. Acorde con los intereses más inmediatos de AEG -que proporcionaba material eléctrico rodante a las Compañías de tranvías de casi toda Europa-. Sevillana entra en 1898 en negociación con The Seville Tranurays Company, que pasa a convertirse en el principal cliente. Durante unos años, la vinculación empresarial entre Sevillana y Tranvías, estas de capital inglés, ería tan estrecha -favorecida por los intereses alemanes- que en 1907 Sevillana adquiere la titularidad de la Compañía de Tranvías por 3.478.965 pesetas previo control financiero de la misma por el banco suizo BEE. Lo que pudiera considerarse como un afianzamiento de Sevillana (en efecto, el consumo de 1899 se triplicó respecto al de 1898) fue un germen continuo de problemas la gestión y de dificultades financieras: primero por la oposición frontal manifestaba por el comité de Berlín al intento de que se construyese en talleres e industrias españolas el material rodante necesario para los tranvías y, después, por la rentabilidad negativa de la misma que habría de repercutir en la marcha de Sevillana. Años después, en 1916, con la salida de los socios alemanes -y desaparecido el interés por los tranvías- Sevillana consideraría negativamente al departamento de tranvías, convertido en un lastre técnico, económico y financiero: por ello, reafirmando su exclusiva vocación de empresa eléctrica, en octubre de 1921 se acuerda crear la S.A. Tranvías de Sevilla, con vida financiera autónoma, dirección individualizada y gestión propia desconectada por completo del negocio eléctrico.

Desde los inicios, sin embargo, para los socios empresariales sevillanos los "consumos industrial y doméstico" habrían de marcar las pautas de crecimiento de la Compañía en el área urbana y en este sentido fue decisiva la gestión del segundo presidente, Nicolás Luca de Tena, apellido de honda resonancia en la ciudad. Ya en 1896 el primer cliente importante fue la Fábrica de Tabacos, al que habrían de sumarse de inmediato el suministro a cuatro fábricas, a la universidad y muelles del puerto: luego, aprovechando los tendidos para abastecer los tranvías, se fueron enganchando al consumo eléctrico las principales industrias de las rondas (Fabrica de Cañones, Lafitte y Cía., Armstrong, Cork Company, etc.), cuarteles, estaciones ferroviarias, hospitales, etc.: de los 271 HP destinados a uso industrial de 49 motores instalados en 1900, se pasó a 474 motores con 4.016 HP en 1919. Con razón, en el ejercicio de 1910 -altamente satisfactorio, pues el dividendo alcanza el 8.5 por 100-, se pudo decir al presentar el balance de auge de la Compañía venía incluido por el desarrollo económico industrial de Sevilla en la última década. Para el consumo doméstico la fecha decisiva será a partir de 1908, con el triunfo de la lámpara de filamento: teatros, comercios, varietés y domicilios particulares (alumbrado, calefacción y cocinas) se inclinaron definitivamente por la electricidad. También aquí, la memoria anual de 1910 reconocía la importancia del mercado urbano de la ciudad que sobrepasaba los 200.000 habitantes, así como la influencia positiva

que había supuesto la mejora del nivel de vida de los trabajadores en relación con décadas anteriores. En consecuencia, en cuatro años cruciales, de 1908 a 1912, el consumo doméstico se duplica y el industrial se cuadruplica.

#### EL MAYOR CONSUMOS EXIGE INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la demanda eléctrica llevó a la necesidad de una mayor producción y a solventar una serie de problemas técnicos manifiestos. De éstos, e más importante sería el ocasionado por el aumento y la caída de la tensión, por lo que en 1899 y 1905 se instalaron dos estaciones de acumuladores en las calles Lagar y Feria. En cambio, incrementar la producción medida adecuada no resultaría empeño fácil de conseguir.

Las centrales de Arjona y Mozas -adquirida la segunda compra de Bonnet en 1902- eran insuficientes: por ello en 1903 se amplía la de la calle Arjona con otro motor a gas y se instala una nueva central en el barrio de San Bernardo de 200 HP. En 1904, recrecida la presión de una demanda continuada, la Compañía opta por la construcción de una gran central a vapor, instalada en terrenos del Sevillano Prado de San Sebastián -hoy sede social de la Compañía- con dos turbinas de 1500 HP cada una, que entra en funcionamiento el 1 de diciembre de 1908. El esfuerzo había permitido multiplicar por cinco la energía total puesta en red entre 1899 y 1905 -vid. Apéndice- pero no era suficiente. Tampoco parecía muy aconsejable la exclusiva dependencia del carbón como fuente de energía, de ahí a necesidad de abrir negociaciones con Hidroeléctrica de Guadiaro- sociedad creada en 1904 por un grupo de hombres de negocios liderados por Benjumea, para instalar una central hidroeléctrica en dicho río, la de El Corchado con 4.00 HP y suministrar fluido al área de Villamartín, Jerez de la Frontera, Utrera, Dos hermanas y a la misma Sevilla, previa construcción de una línea de 125 kilómetro a 50.000V-, llegándose a un acuerdo en 1909 por el que Sevillana adquiriría toda la energía sobrante a Guadiaro con la condición de que ésta renunciase a adquirir abonados en Sevilla capital. Aun así, en el debate abierto con este motivo entre la opción térmica/hidráulica.

## CÁPITULO V. RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL

### INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este proyecto será aportar una herramienta que permita acercar y poner en valor el Patrimonio Industrial a toda persona que esté interesada, ya sea por simple curiosidad o por interés de estudio.

Se pretende desarrollar una recreación virtual lo más real posible a la Central Eléctrica de la calle Arjona. Dicha central fue derruida y de la cual solo se conservan cinco fotografías. Tan solo una de ellas se corresponde con la fachada y otra con el plano de planta, las cuales, han sido las más fundamentales en la reconstrucción virtual para la recuperación histórica del patrimonio industrial.

En este capítulo comienza la reconstrucción de la central, con dichas cinco fotografías que tenemos de la central. Sacando proporciones en función de dichas fotos, en concreto del plano de planta y de las fotos de interiores, por ejemplo, proporcionando el tamaño del azulejo de la foto del interior o estimando una media de la altura del Hombre de una de las fotografías.

En primer lugar, mostraremos las únicas fotografías que como ya hemos comentado son las únicas que se conservan.

En segundo lugar, se comentarán las razones por la que se han elegido Rinconeros como software para dicha reconstrucción.

El siguiente punto referenciaremos los materiales de manera superficial, ya que , no tenemos referencia de como eran , ni en la bibliografía ni reflejo en las fotos que conservamos . Todas son en blanco y negro. Por lo que no podemos considerar como relevante el apartado de materiales en la reconstrucción de la fábrica.

Una vez realizado todo el estudio, se realizará una presentación de los modelos desarrollados en Rhinoceros 5.

Finalmente se mostrará los renders finales que se han logrado crear. Junto con la máquina del Convertidor de Corriente Continua a Alterna



## BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN PARA EL MODELADO

Una vez se decidió lo que era necesario y se deseaba mostrar en proyecto, se tenía que elegir una serie de herramientas de diseño 3D y renderizado que ofrecieran el mayor número de facilidades para poder desarrollar el proyecto sin más complicaciones de las necesarias. Para poder hacer una elección correcta se debían contemplar todas las necesidades de diseño numeradas a continuación:

- I. Debía permitir un modelado sencillo tanto del edificio y la maquinaria. Tanto el desarrollo de formas prismáticas como el de superficies complejas.
- II. Se necesitaba la introducción del entorno, es decir, que nos diese la capacidad de poder introducir un entorno acorde a nuestra ubicación, crear un cielo y darle realidad al terreno.
- III. Se requería un programa con una amplia biblioteca de materiales y la oportunidad de crear dichos materiales por el usuario, ya que habría algunos que, al ser específicos, en rara ocasión aparecerían en una biblioteca genérica.
- IV. Debía ofrecer posibilidades de renderizado y animaciones, ya sean tanto de realización de videos como de movimientos de objetos.

Una vez contempladas todas estas necesidades se descartaron programas muy conocidos en el campo ingenieril como AutoCAD, SolidWorks, Catia, etc., ya que son programas más centrados en el tema propiamente de ingeniería, es decir, ofrecerán herramientas para un diseño de piezas muy paramétrico y unas simulaciones de resultados muy buenas, pero tendrán muchas carencias a la hora de introducir un entorno realista, no podrán ofrecer una apariencia tan real como la deseada de los materiales y tampoco ofrecen la facilidad y manejabilidad requerida a la hora de hacer videos y renders.

Finalmente, analizado todo lo anterior se decidió optar por el software Rhinoceros para realizar el modelado 3D, este programa cuenta con su módulo de renderización y animación su función principal es la del modelado.

## ELECCIÓN DE PROGRAMA

Rhinoceros 3D es una herramienta de software para modelado en tres dimensiones basado en NURBS. Es un software de diseño asistido por computadora creado por Robert McNeel & Associates, originalmente como un agregado para AutoCAD de Autodesk. El programa es comúnmente usado para el diseño industrial, la arquitectura, el diseño naval, el diseño de joyas, el diseño automotriz, CAD/CAM, prototipado rápidos, ingeniería inversa, así como en la industria del diseño gráfico y multimedia.



Los motivos por los que seleccionamos el software Rhinoceros 5 para el modelado fueron los siguientes:

- I. Permite modelar cualquier tipo de superficie, debido al uso de NURBS lo que facilita el desarrollo de cualquier tipo de curvas de una superficie.
- II. El plug-in Land Design que permite la importación de todo tipo de vegetación ya que cuenta con una biblioteca de modelos de todo el mundo, al igual que también nos da la posibilidad de crear nuestro propio tipo de vegetación. De esta forma conseguimos crear un entorno de manera rápida y con unos acabados muy realistas.
- III. Ofrece una interfaz de trabajo con 4 vistas simultáneas: alzado, perfil, planta y perspectiva. Esta ventaja hace que la realización de cualquier trabajo sea más productiva y cómoda ya que no tendremos que estar cambiando de vistas.

## MATERIALES

De los materiales usados en la antigua fábrica, no tenemos ningún dato ni están reflejados en la bibliografía donde nos hemos apoyado para hacer la reconstrucción virtual.

Por lo que no consideramos que este apartado tenga relevancia en el proyecto.

Los materiales usados se han basado en edificios de la misma época y los colores de ellos igual.

No hemos podido encontrar ningún documento o resto de la fabrica para poder intuir los materiales, colores o texturas.

## MODELADO

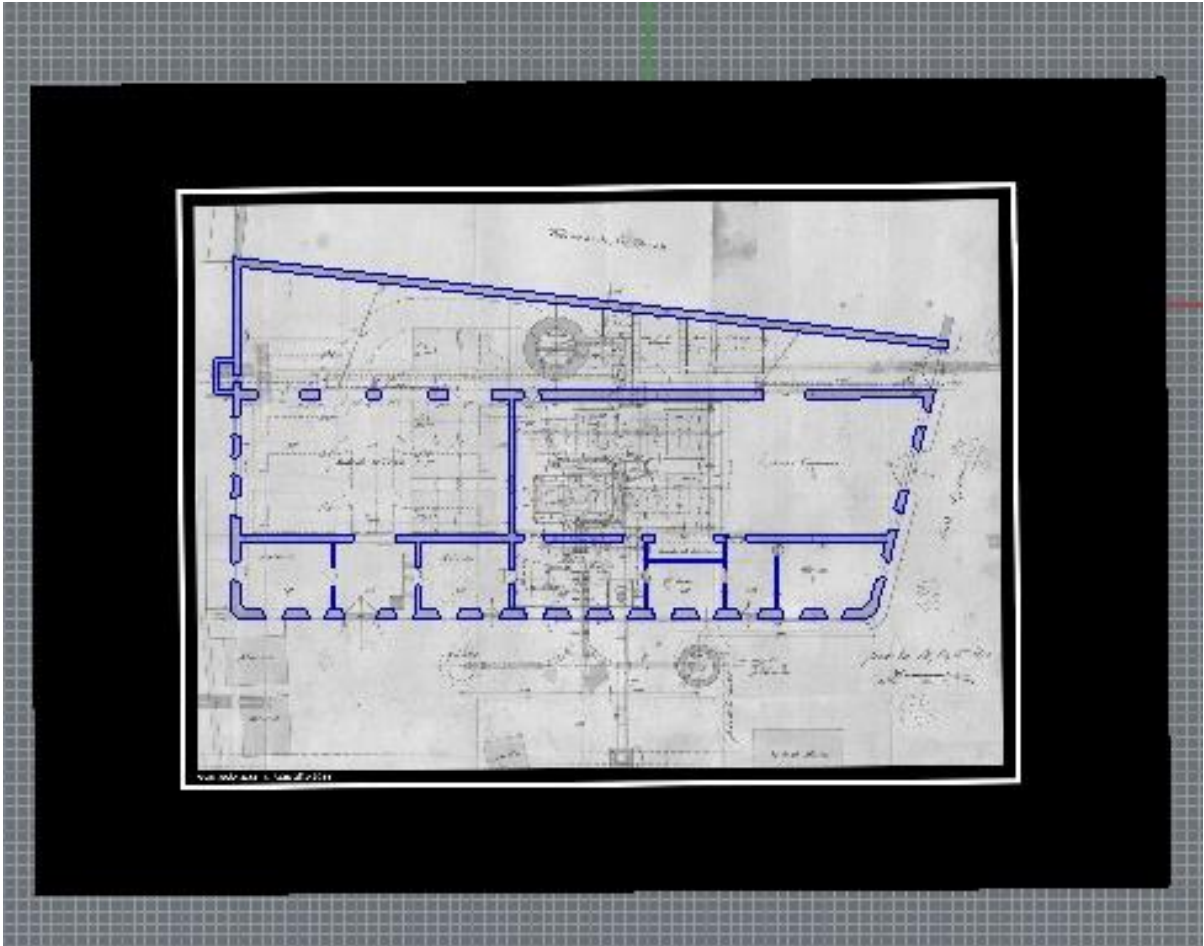
A continuación, vamos a explicar la manera de sacar las proporciones con el menor error posible.

Como hemos comentado solo cinco fotografías, de las cuales, las más relevantes para la reconstrucción son la planta y fachada.

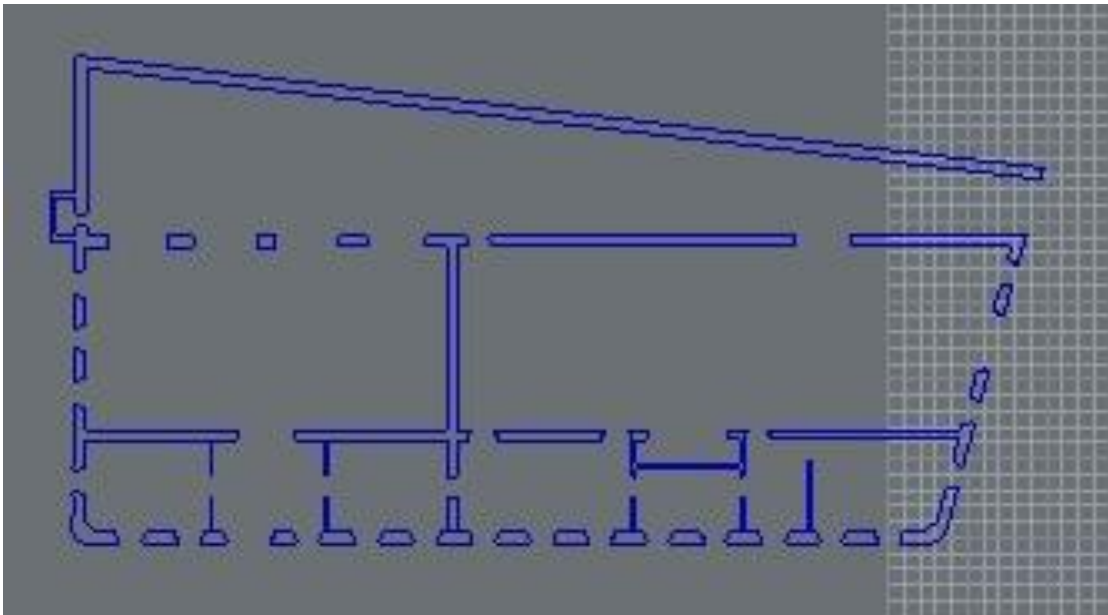
En primer lugar, hemos introducido en Rhinoceros la foto de la planta, la cual se ha escalado tomando de referencias los huecos de ventanas, huecos de puertas y dimensión de pilares.

Siempre hablamos de aproximación de dimensiones, sabiendo y buscando, las medidas estándares como por ejemplo ventanas: un metro con veinte centímetros.

En la siguiente imagen podemos observar el trazado de líneas sobre la foto escalada como hemos explicado anteriormente



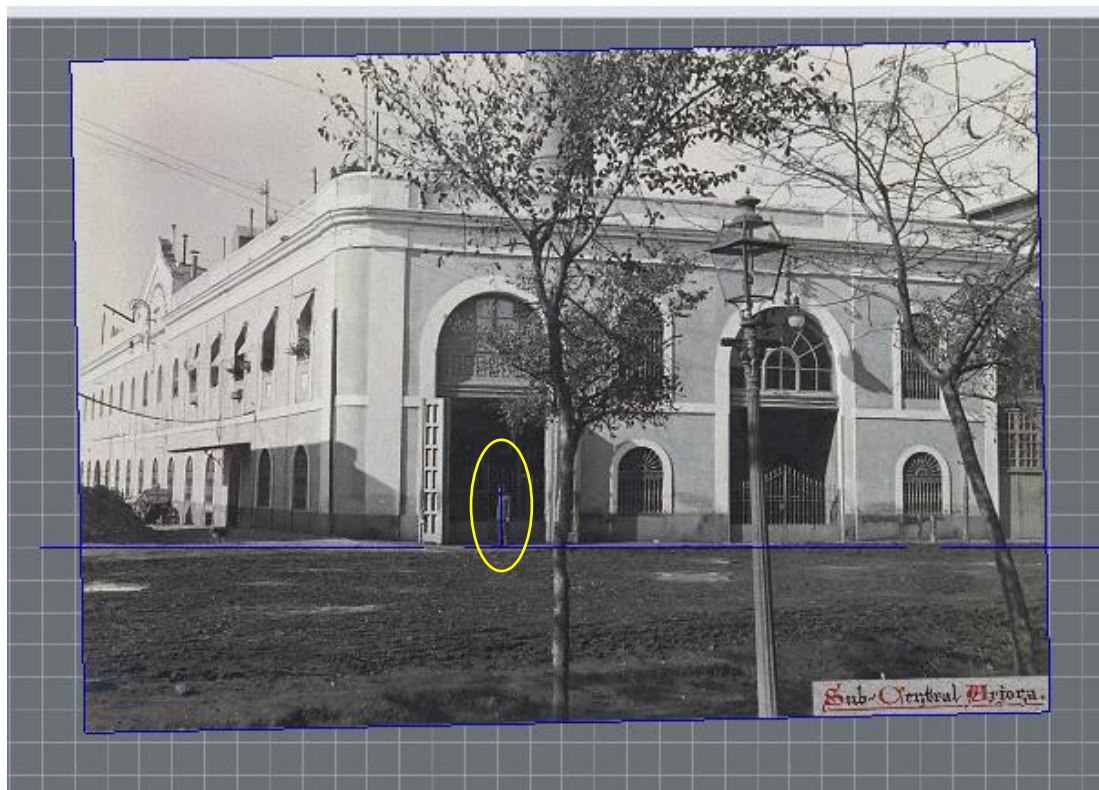
Esta es la copia del trazado de la planta en 2D, antes de poder ser extruido:



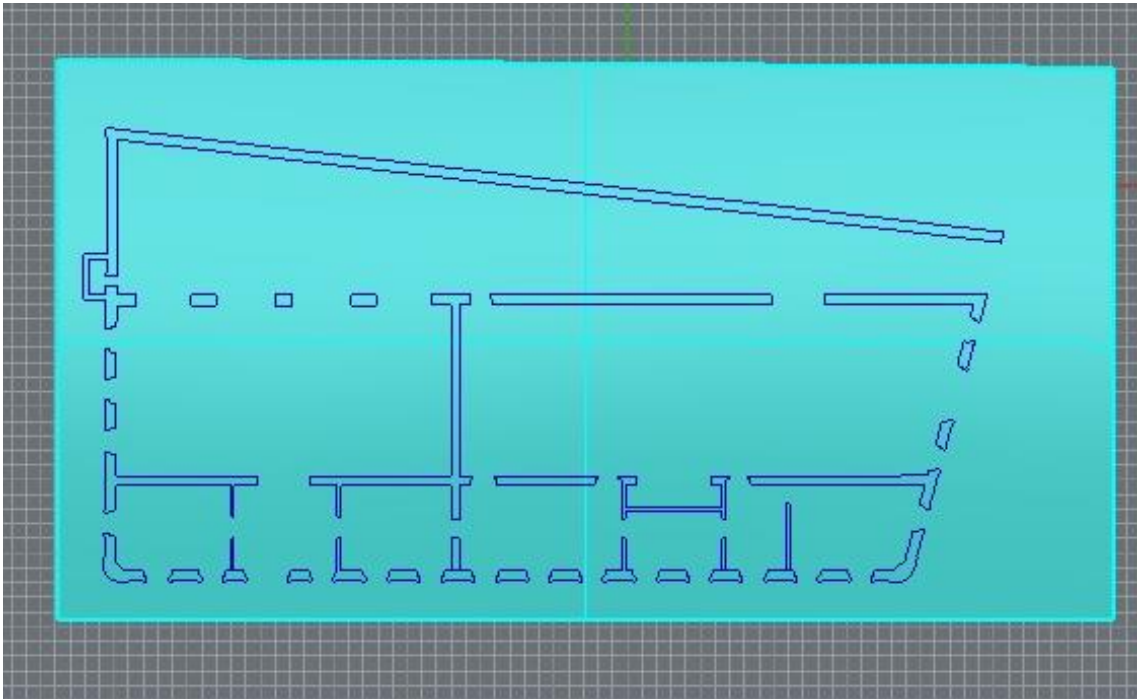
Una vez dimensionado la planta, vamos a hacer lo mismo para sacar la aproximación de la altura del edificio, utilizando la única foto de la fachada que se conserva.

Quiero mostrar especial atención, al hombre situado en la puerta, es también un factor relevante, ya que la altura de los hombres 1890 era de un metro con sesenta centímetros, media de altura baja comparada con ahora.

Esta aproximación de la altura coincide con la altura del zócalo (que servía como revestimiento para evitar humedades y salpicados del suelo a la fachada además de decoración) exterior de la fachada, que era de cincuenta centímetros.



Creamos base, con la herramienta extrusión y se pega el trazado en 2D de la planta en la parte superior de la planta extrusionada:

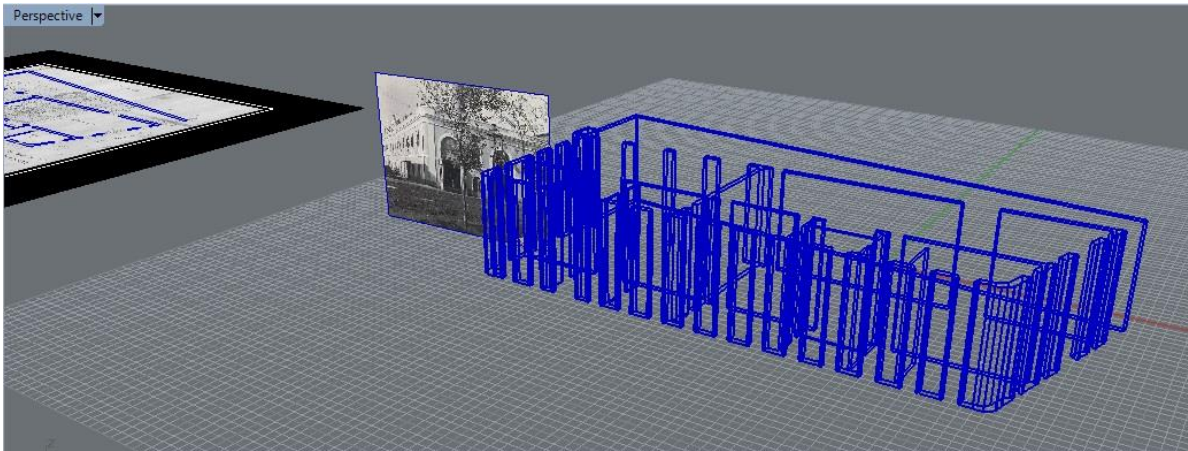


Es muy útil hacer cada parte en diferentes capas para poder desactivar la que no se esté usando y trabajar con otra sin que se interfieran. Se han agrupado por capas y a su vez creando bloques por elementos que pertenezcan al mismo grupo, a su vez cada capa de distinto color para poder visualizar esta diferencia entre los diferentes elementos constructivos.

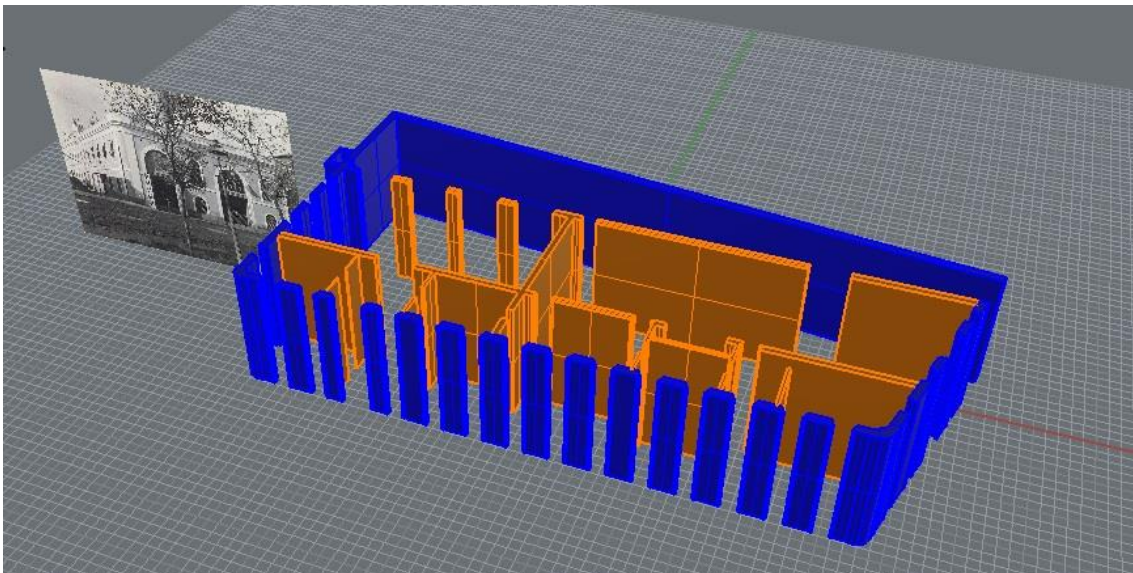
Vamos a adelantar la memoria final de capas para tenerla visualizada y así poder ir entendiendo el proceso de modelado a la vez que lo vamos explicando y reflejando en las imágenes.

Nombre	Material	TipoDeLi...
aux		Continua
suelo planta		Continua
muros planta	/hormig...	Continua
puertas		Continua
2ventana		Continua
2.2ventana		Continua
1ventana		Continua
zocalo		Continua
reja		Continua
pared	/hormig...	Continua
forjado1p		Continua
arco muro		Continua
alfeizar1		Continua
farola		Continua
aluminio		Continua
bombilla		Continua
plinto resalt..		Continua
plinto azotea		Continua
tejado		Continua
tubos		Continua
marquesina		Continua
MAQUINA 1		Continua
letras		Continua
0		Continua
Predetermi...		Continua
MAQUINA		Continua

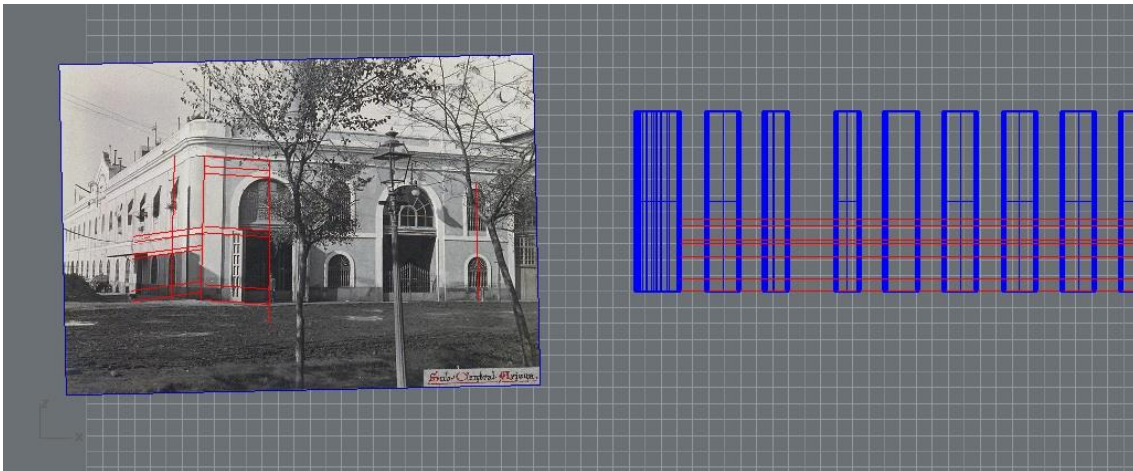
La siguiente imagen refleja muy bien, como se han usado las dos fotografías en diferentes perspectivas cada una para proceder al levantamiento de la estructura de la fábrica:



En la siguiente imagen se refleja la extrusión, de las particiones interiores de la fábrica:

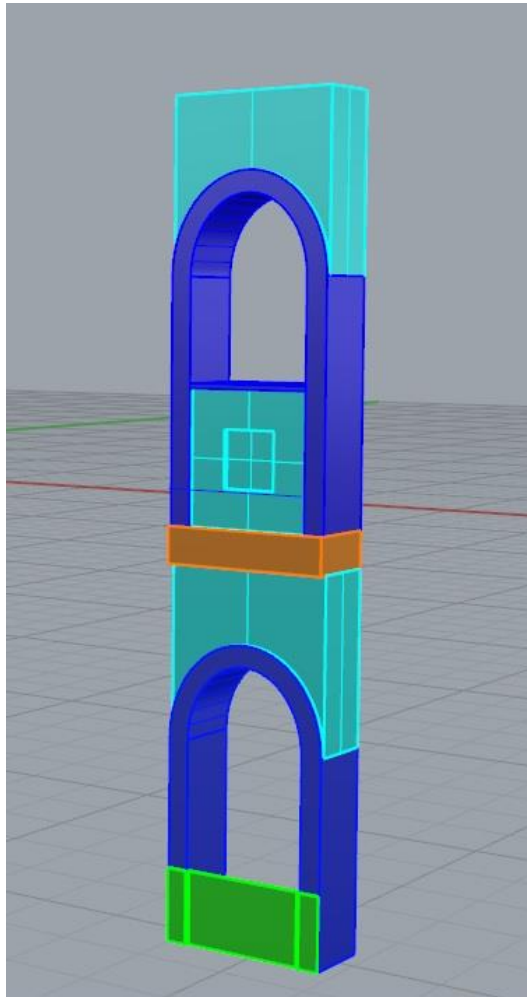


Desde la perspectiva vertical sacamos las líneas para poder reflejar los elementos verticales de la fachada y sus alturas:



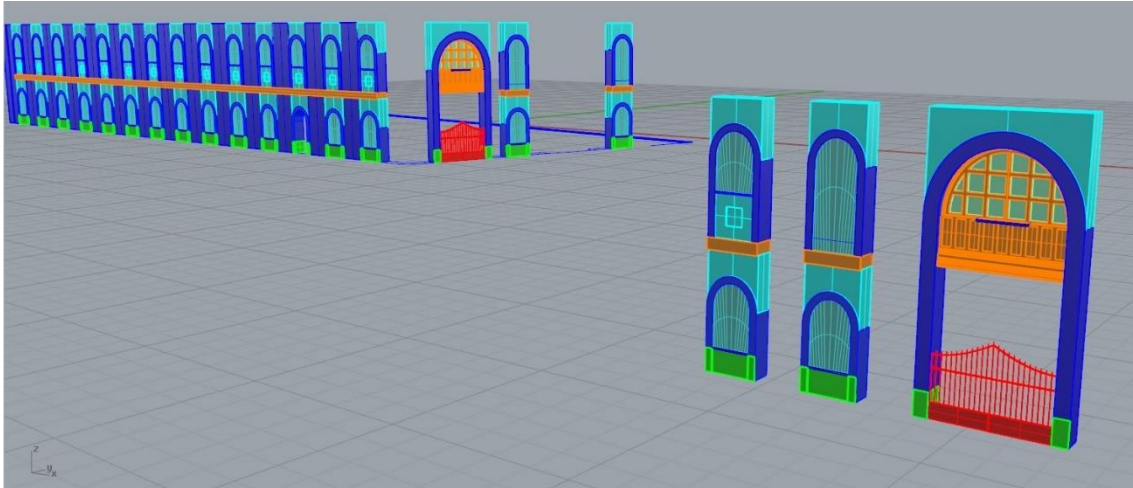
Una vez configurada en líneas generales la estructura de la reconstrucción de la fábrica, procedemos a los elementos exteriores más pequeños, creándolos como un único bloque para poder repetirlo en serie y ocupar los espacios abiertos que se han dejado anteriormente.

A continuación, se muestra el bloque mencionado anteriormente del hueco de la venta en las dos alturas de la fábrica, donde podemos ver la mayor dimensión de la ventana de la primera planta frente a la dimensión de la ventana de la segunda.



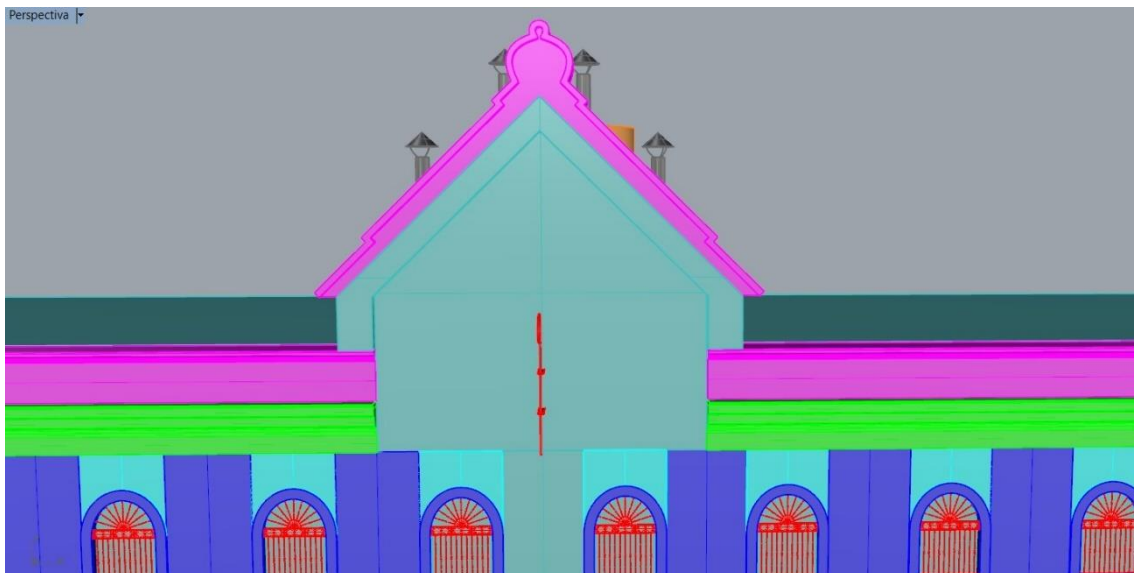
También hay que destacar los diferentes elementos estructurales, diferenciados en capas y por colores como son, de abajo a arriba: zócalo, pórtico venta planta baja, forjado, pórtico ventana planta primera (con relieve hacia dentro de nivel decorativo) y cerramiento exterior.

Una vez configurado los bloques de repetición, los vamos duplicando y añadiendo en el hueco que le corresponde.



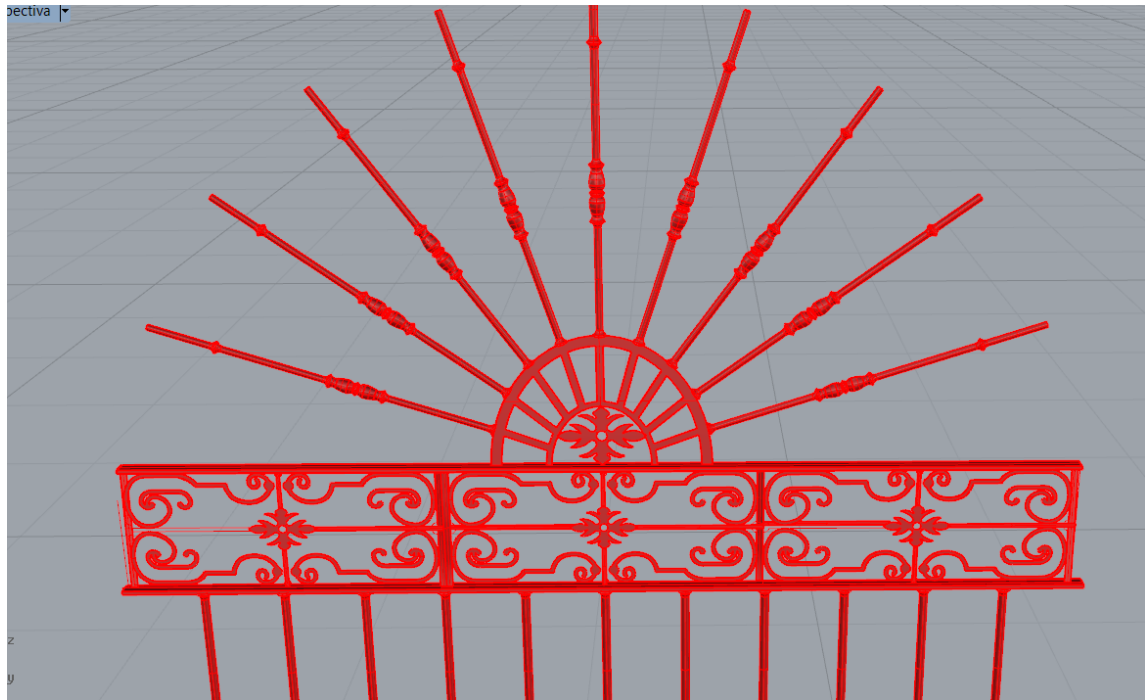
La configuración del remate de la azotea se ha creado con la opción de extrusión marcando la línea de guía, parecido a la opción de revolución con la diferencia de que la guía son rectas.

El tejado se ha utilizado la opción de simetría una vez extrusionado su anchura.

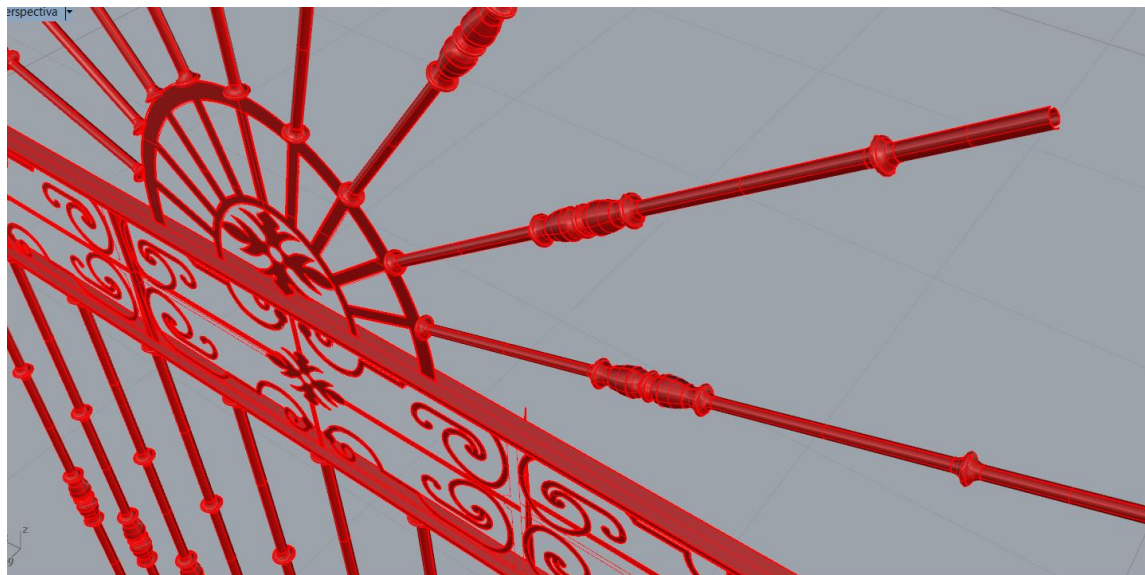




A nivel de más detalle podemos ver las rejas, se hace el trazo y mediante un eje de revolución se crea el sólido, esta es de las herramientas más utilizada para los elementos de detalle y del condensador que veremos más adelante.



En esta imagen con perspectiva se puede visualizar mejor el sólido creado a partir del eje de revolución.



En la siguiente imagen vemos el ventanal de la primera planta situado en la fachada lateral, estos ventanales iban encima de las puertas de gran envergadura.

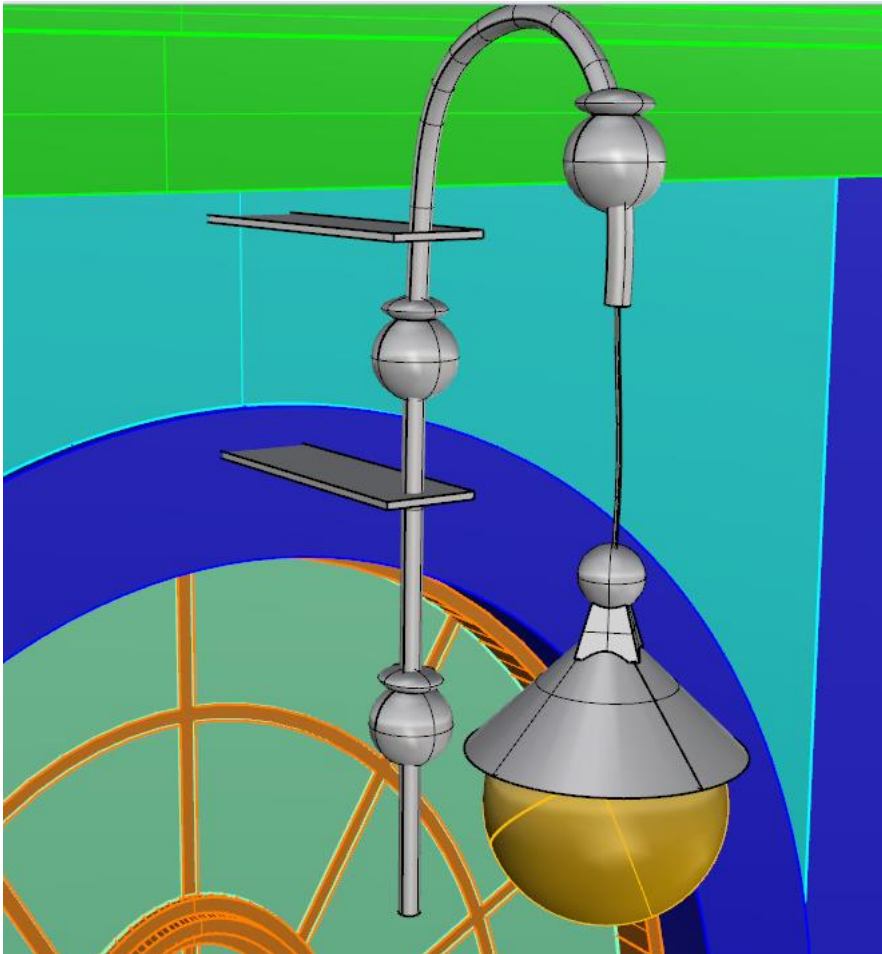


A más detalle se puede ver el complejo perfil que tenían estos ventanales de madera.

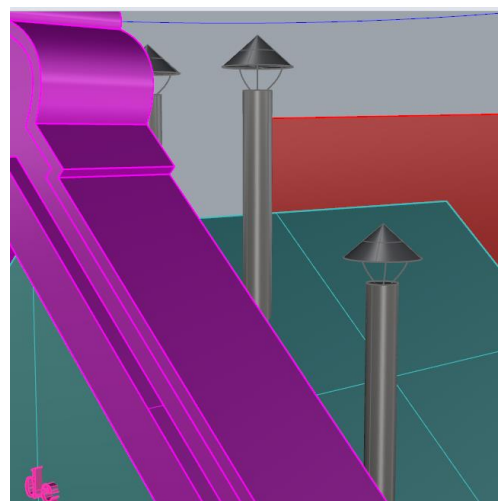
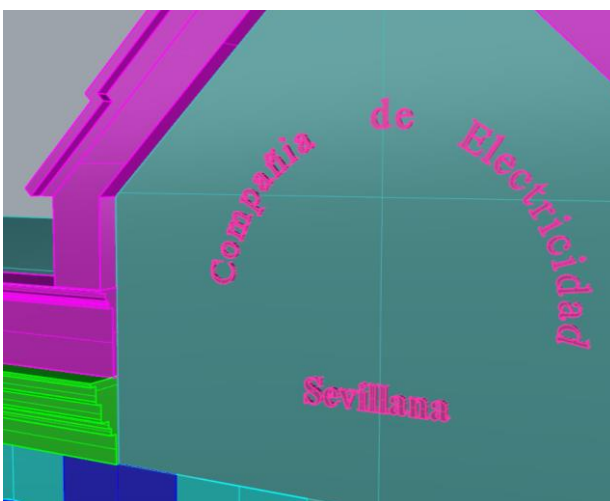


En la siguiente imagen podemos ver en detalle la farola situada en la fachada lateral.

Los elementos circulares son solidos de revolución, los demás están creados como las rejillas, contorno que se extruye siguiendo un eje central.

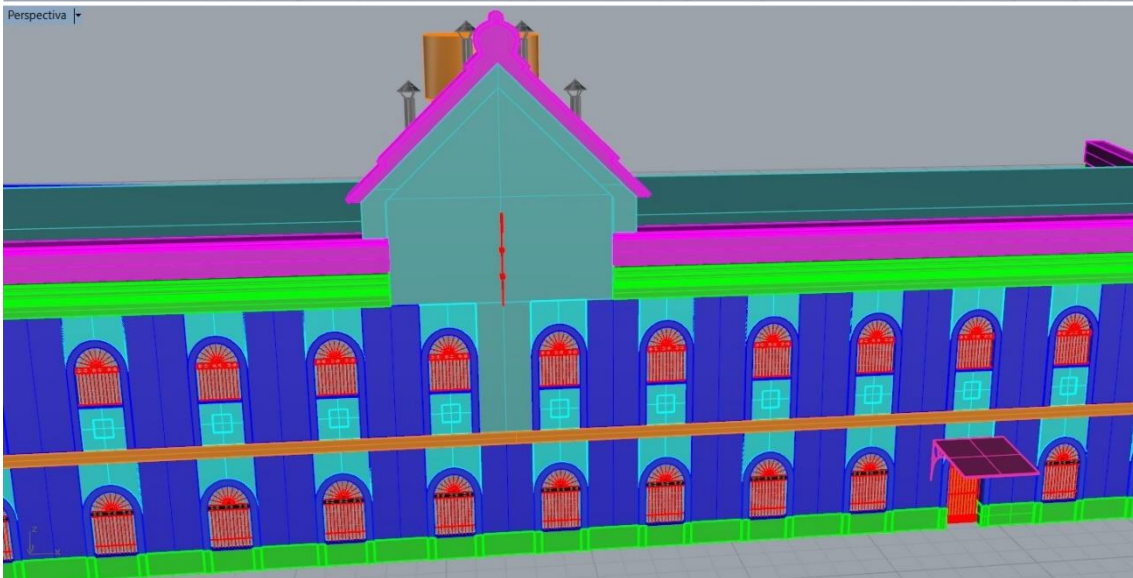
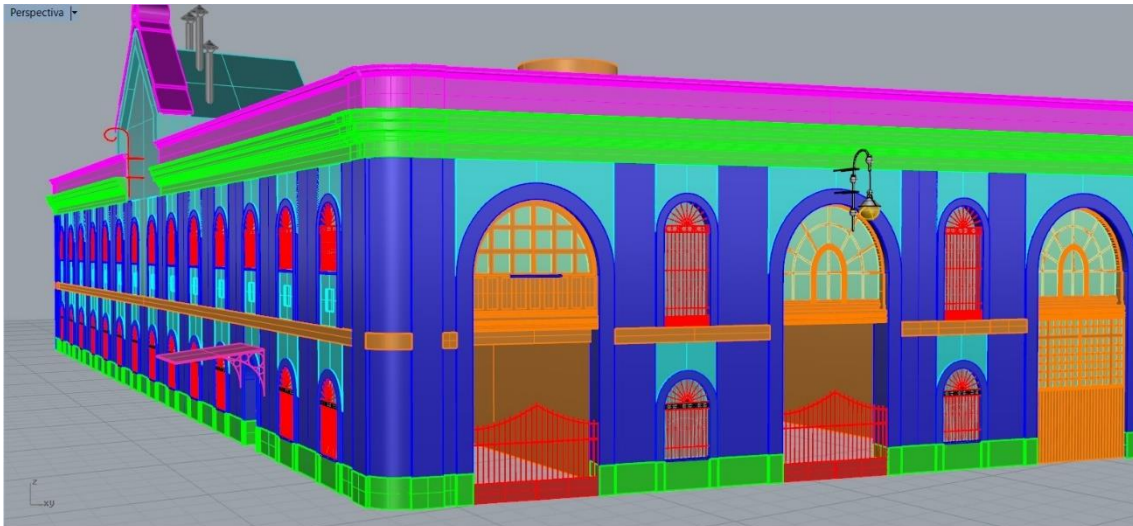


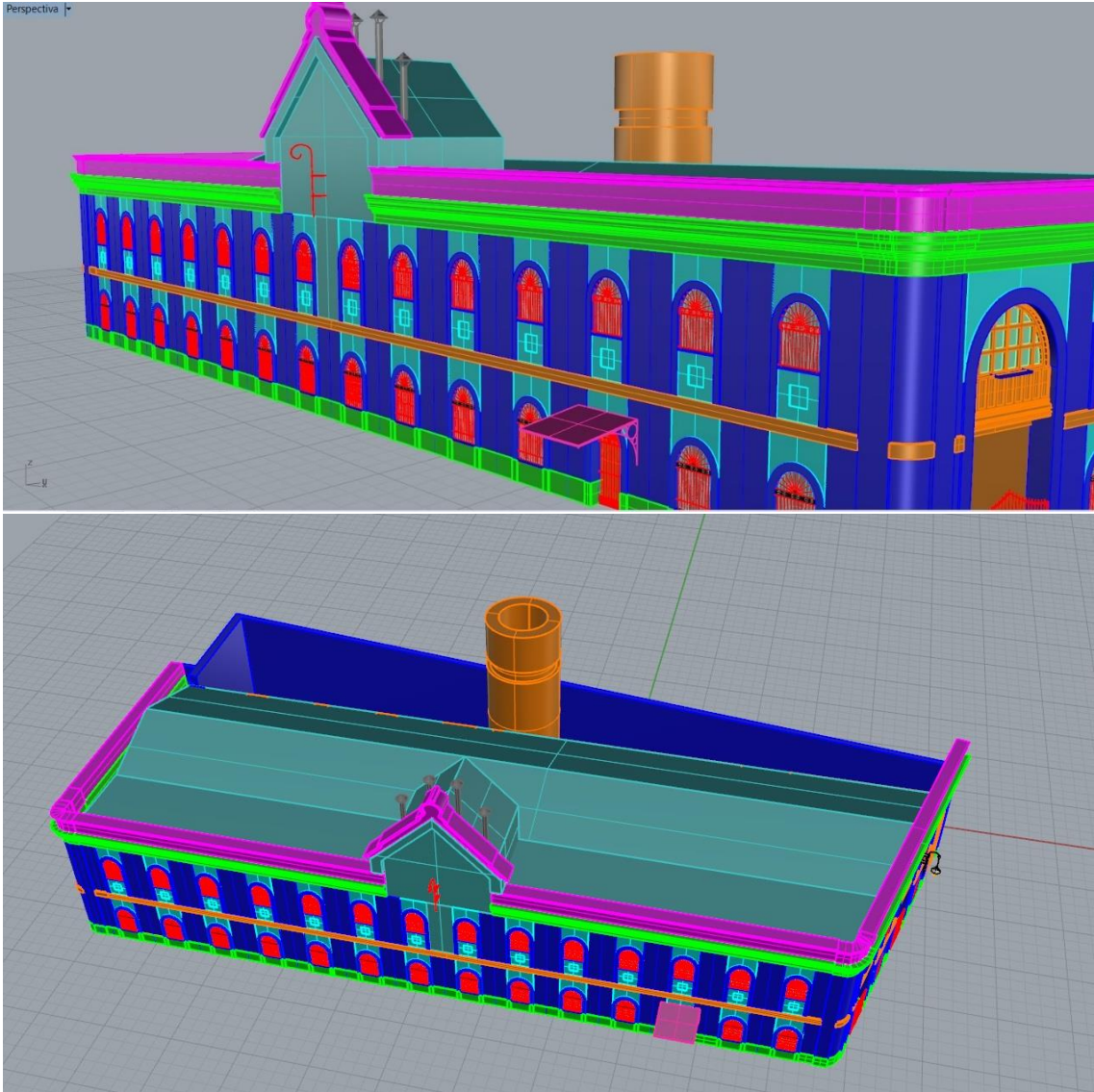
En las siguientes imágenes mostraremos los elementos de menor envergadura como son las letras de la facha central y los tubos de gas de la azotea.



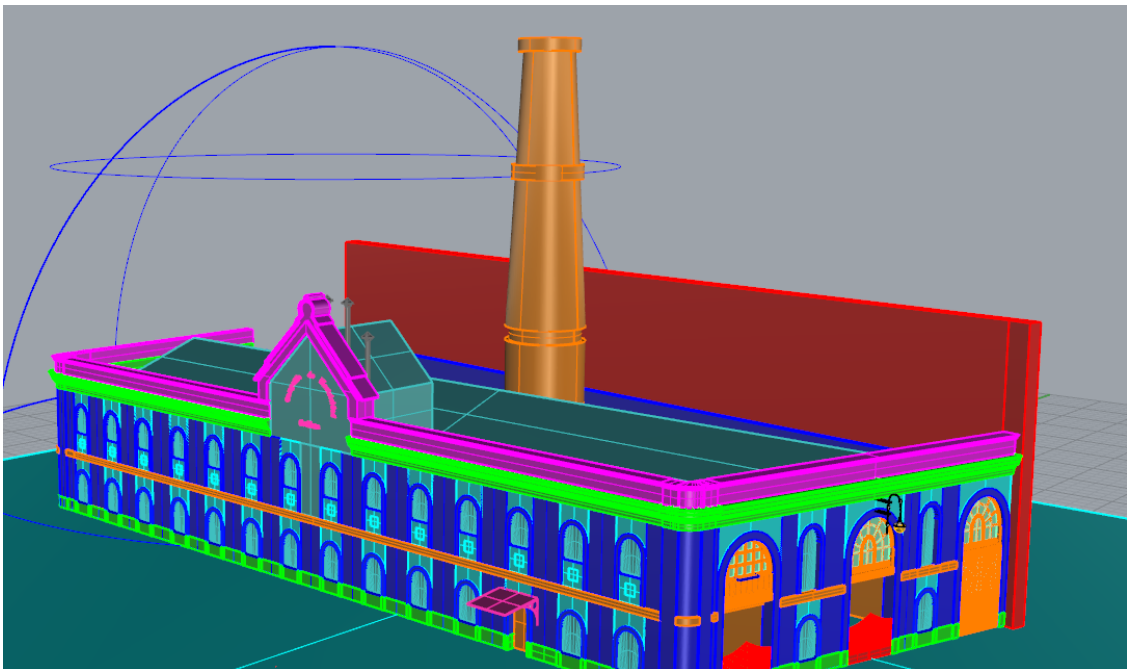
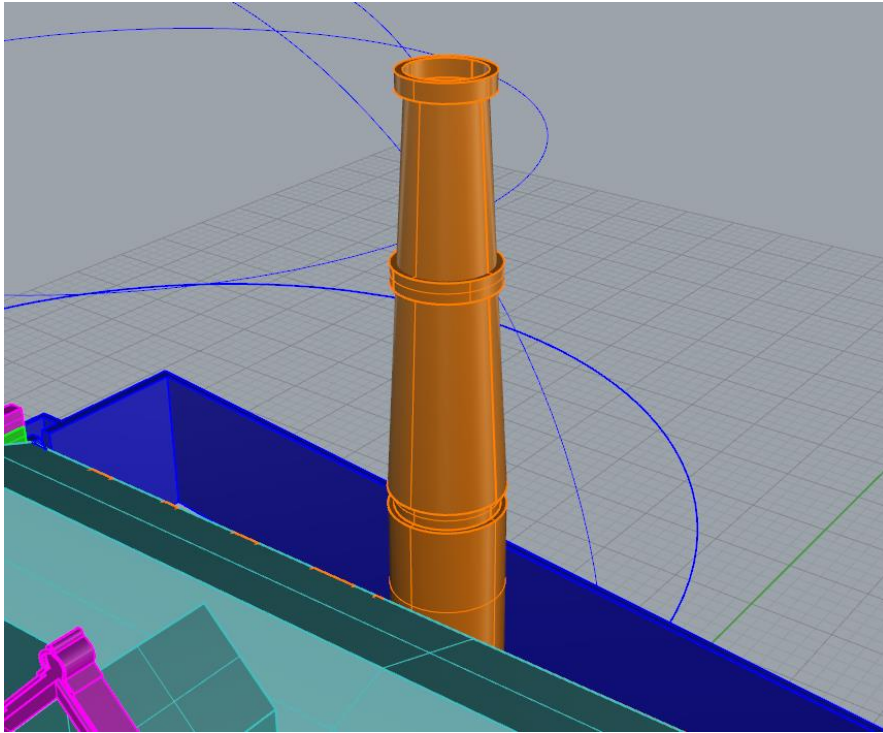
El conjunto de todos los elementos unidos antes de la extrusión de la parte alta de la chimenea, elemento más característico de la fábrica por la gran altura como se ha comentado en el apartado de la historia de este proyecto.

En las siguientes imágenes queremos que se vea claramente la dimension de esta, se extruye hasta la altura de la azotea.

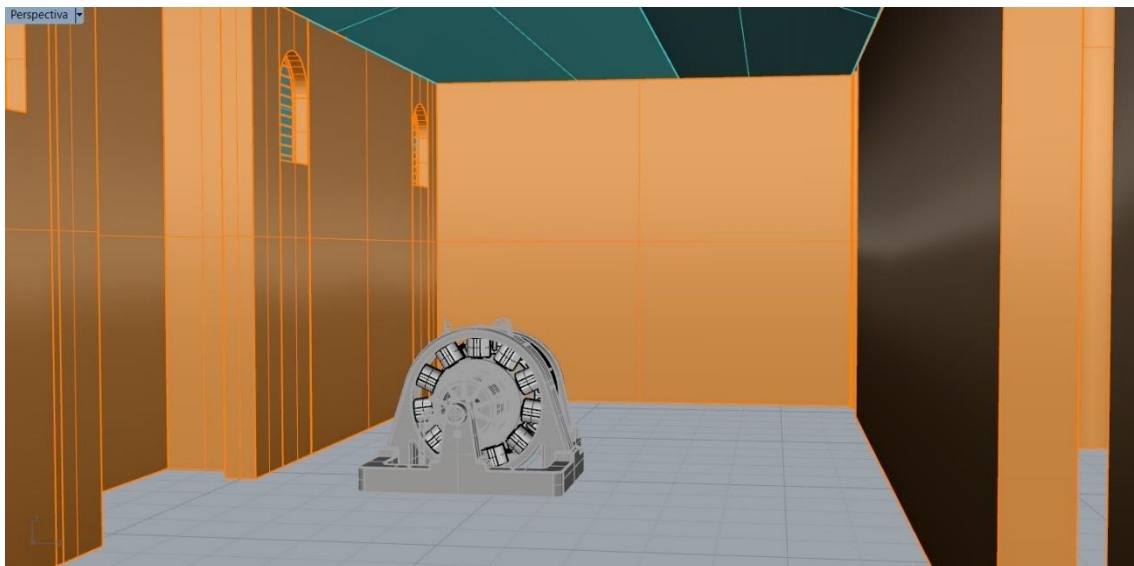
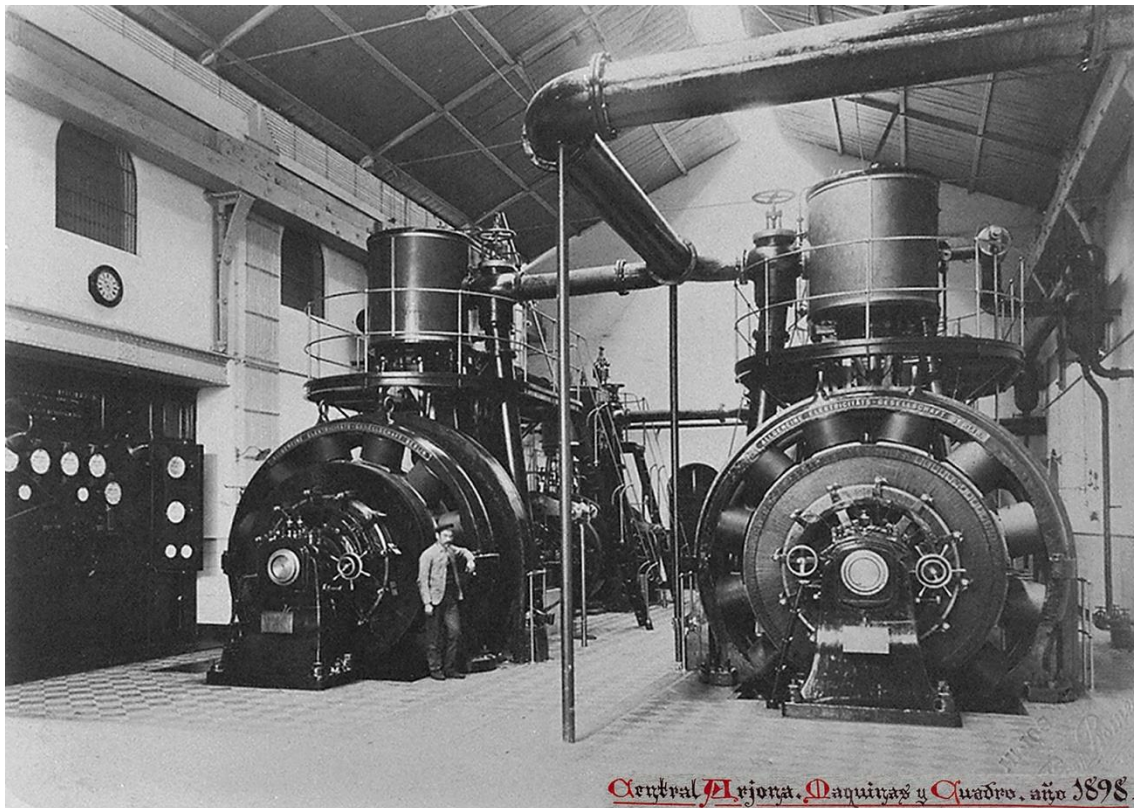




Aquí podemos ver claramente la altura casi tres veces por encima de la altura de la fábrica.  
Estas dos alturas más tienen forma cónica.

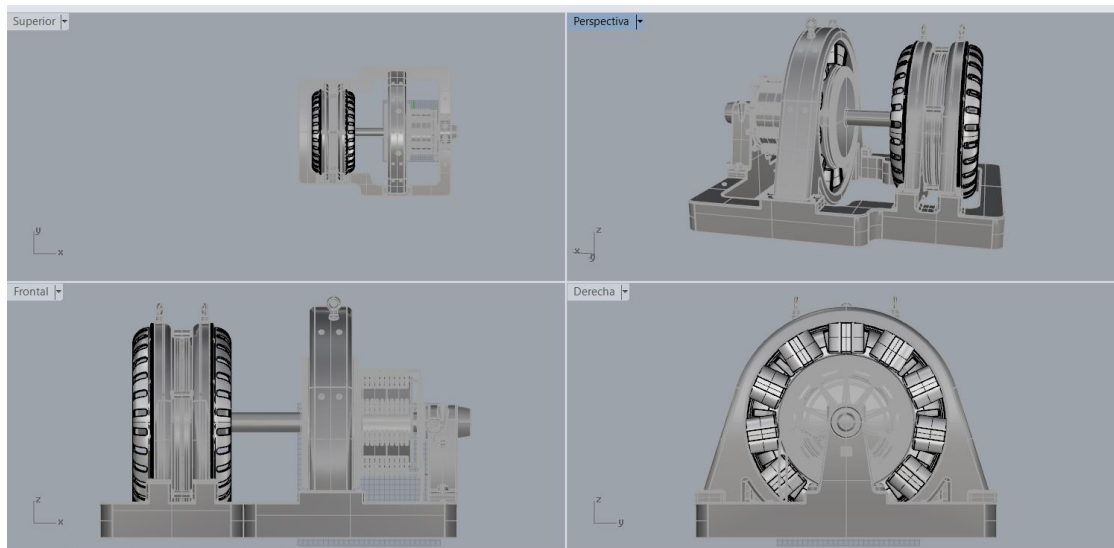
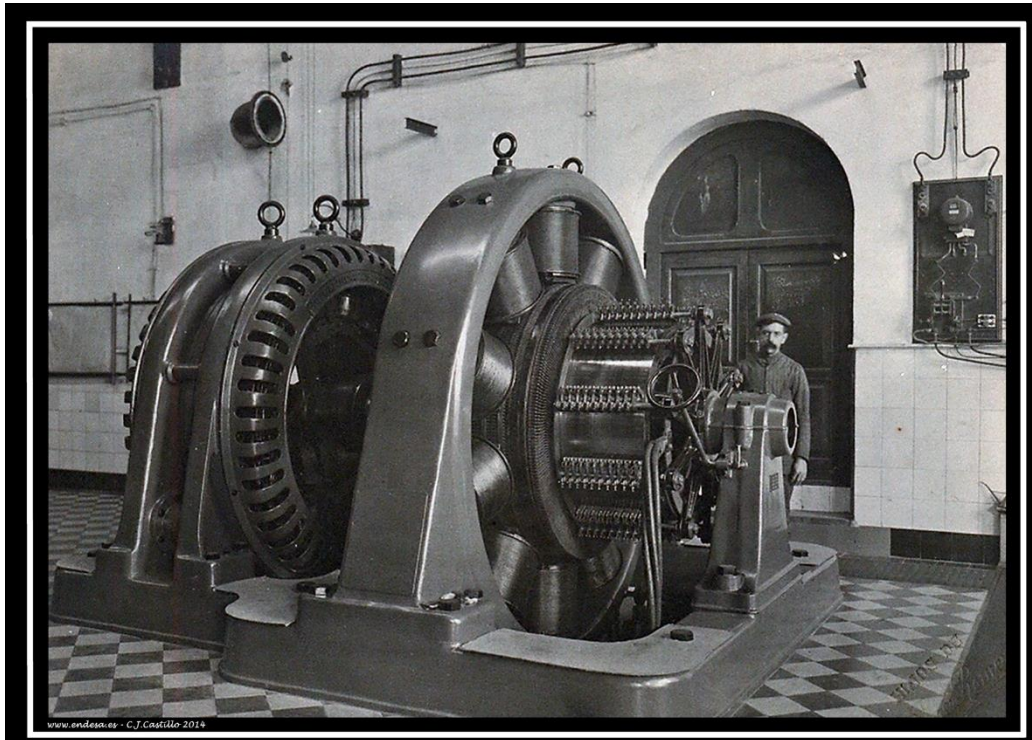


Otra pieza relevante en este proyecto es el convertidor de corriente continua en alterna, en la siguiente habitación era donde se ubicaban los cuatro conectados a las tuberías de gas, conductos que terminaban en la chimenea por donde saldrían los gases al exterior.



Hemos querido reflejar las tres vistas principales más una en perspectiva de la maquina.

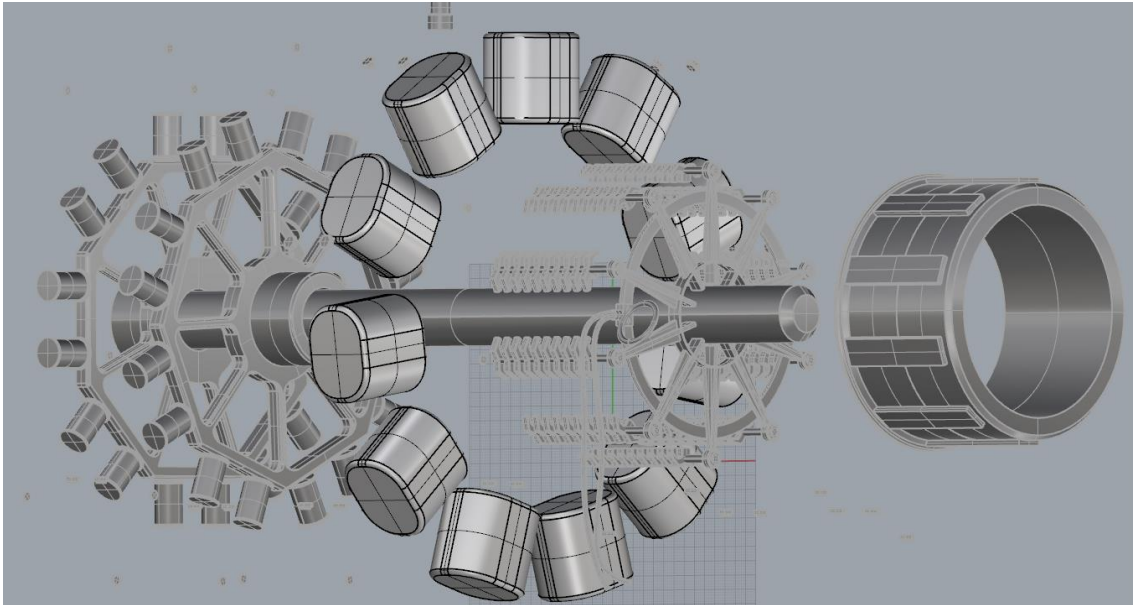
Se han sacado las proporciones a partir de la foto, de hecho se conservan más fotos del convertidor que de la fabrica en si.



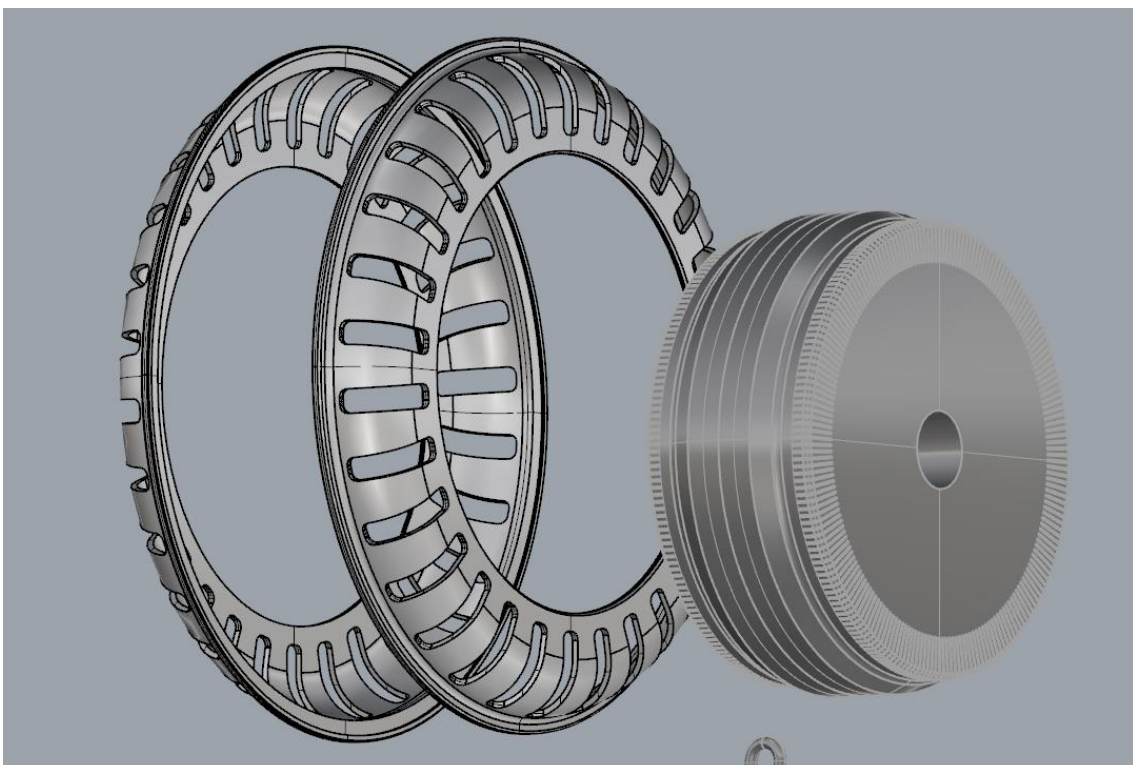


Toda la pieza se va conformando desde el eje principal, el resto de sus piezas se conforman alrededor de este. Son piezas solidas repetidas en bucle , alrededor del eje principal cubriendo los 360 grados.

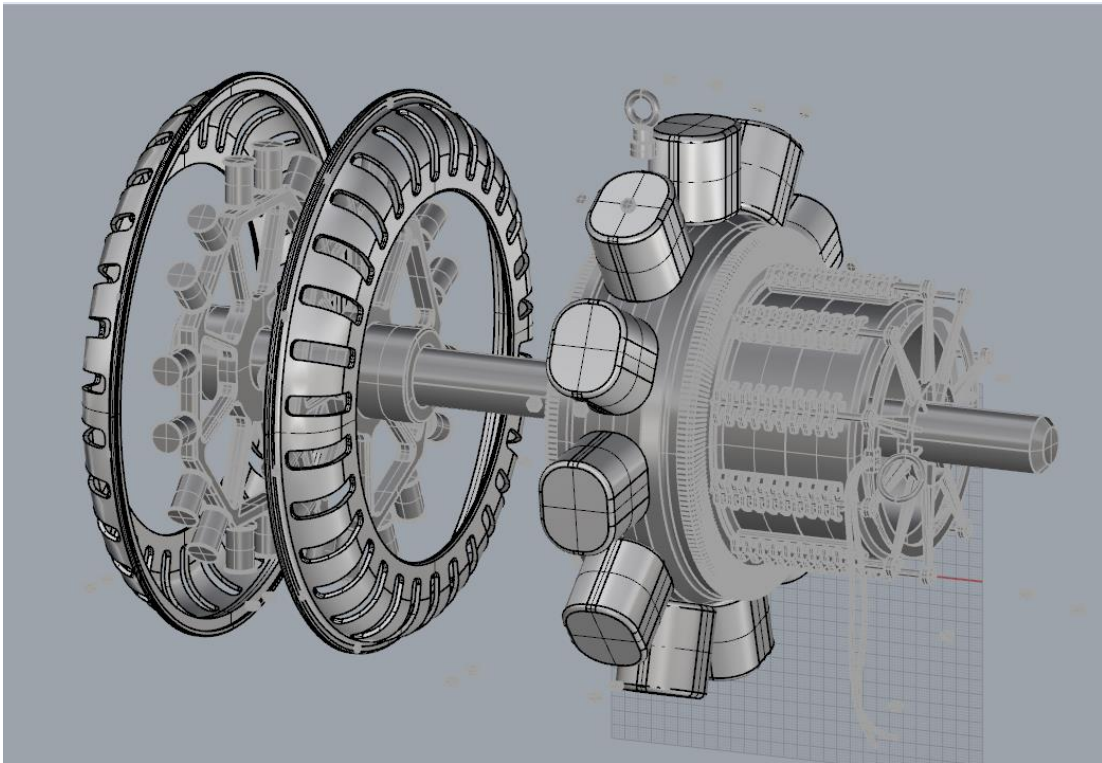
En la siguiente imagen se muestran los elementos más pequeños de esta, en el interior, los cuales algunos de ellos al no percibirse en la foto, se han dispuesto de una manera simple y copiando el mismo patron de repetición que las que si están visibles en ellas.



Una vez conformadas las tapas de los pequeños elementos, ya estaría formada la parte interna de la máquina:



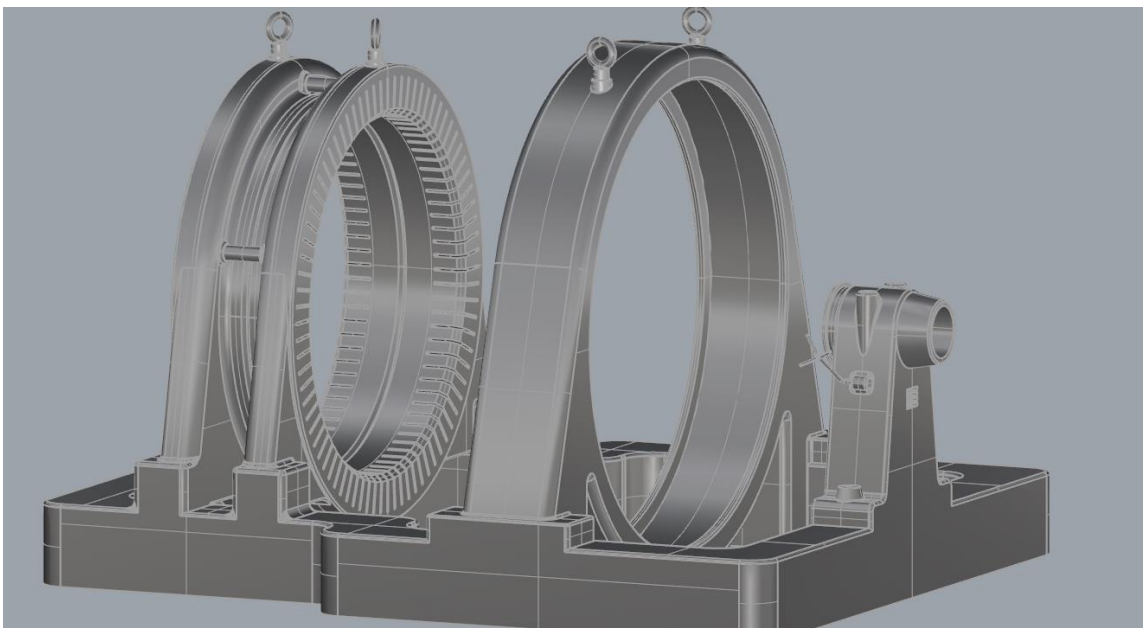
Con todas las piezas unidas sobre el mismo eje principal, así quedaría el interior de la máquina:



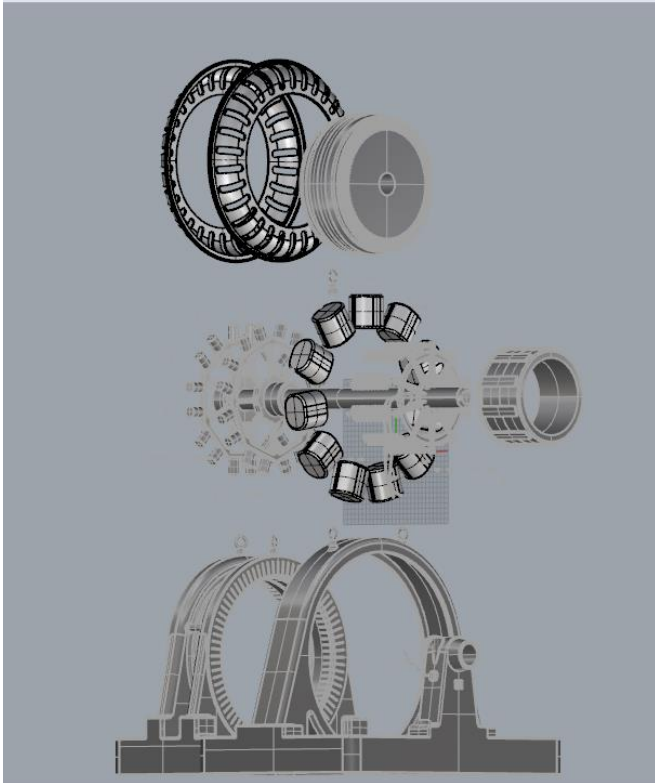
La última parte de la máquina sería conformar la base sólida que acoge en su interior las piezas unidas anteriormente.

Tendiendo el perfil, con la herramienta simetría se conforma la base sólida.

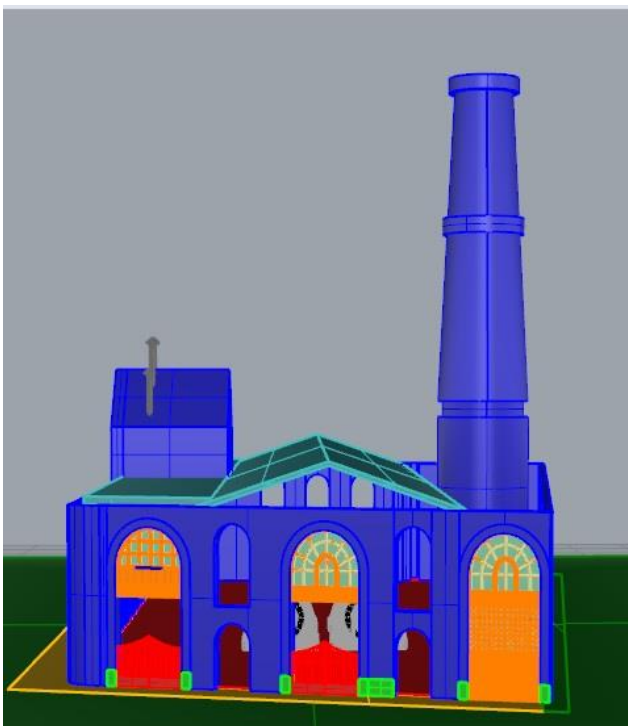
A su vez esta se une con las piezas que cubren y sellan la anterior imagen donde estaban todas las piezas pequeñas interiores de la máquina.



En esta imagen se ha querido reflejar en diferentes alturas los tres grupos de piezas, todos unidos y conformados alrededor del eje central.



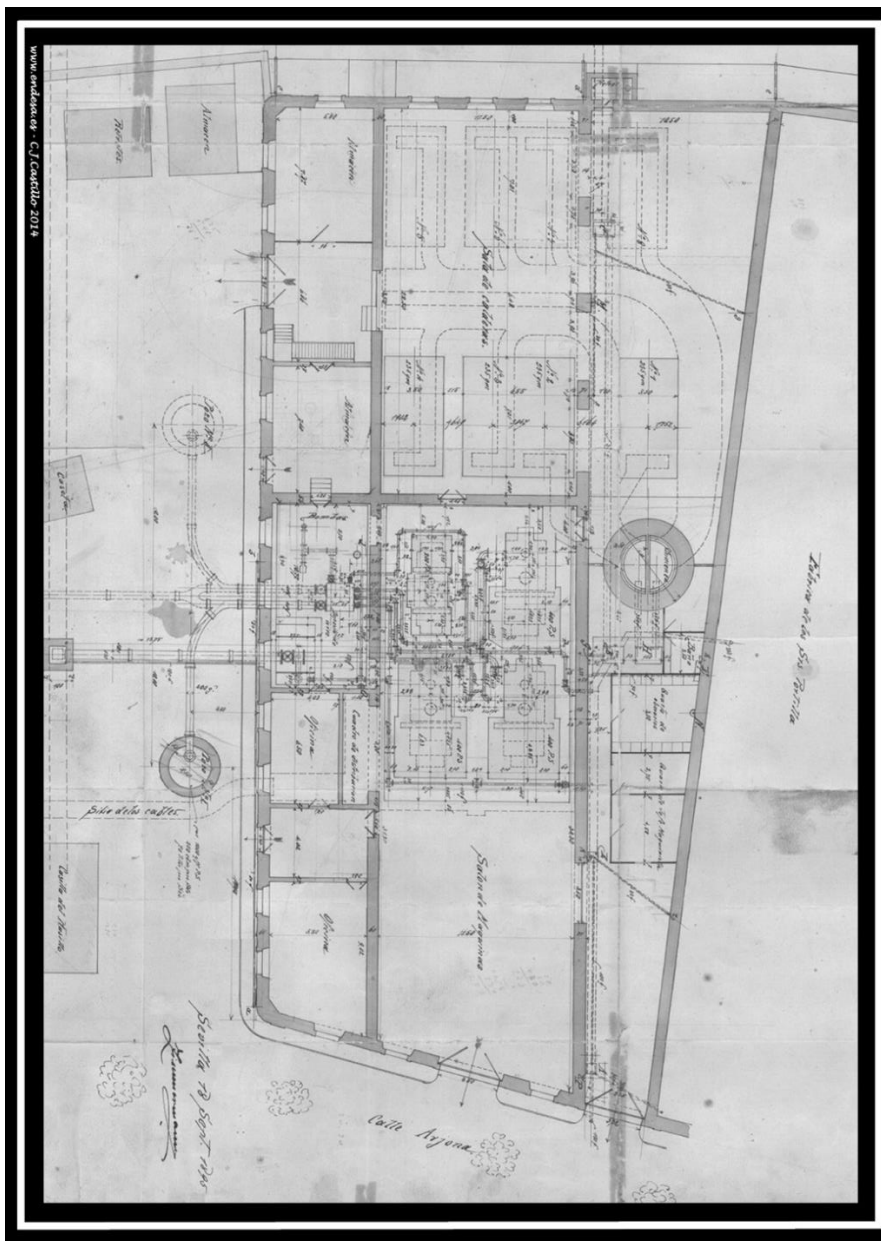
Una vez dispuesto todo , bloqueando los elementos en su posición y visualizando todas las capas, este es el resultado desde la fachada lateral de la fábrica con las maquinas en su interior



## RESULTADOS FINALES

Basándonos en cómo hemos comentado anteriormente en el plano de planta y para elementos con más detalle en la proporción de elementos como por ejemplo un azulejo de pared o también en la estimación de la altura media del hombre que se encuentra fotografiado en una de las imágenes.

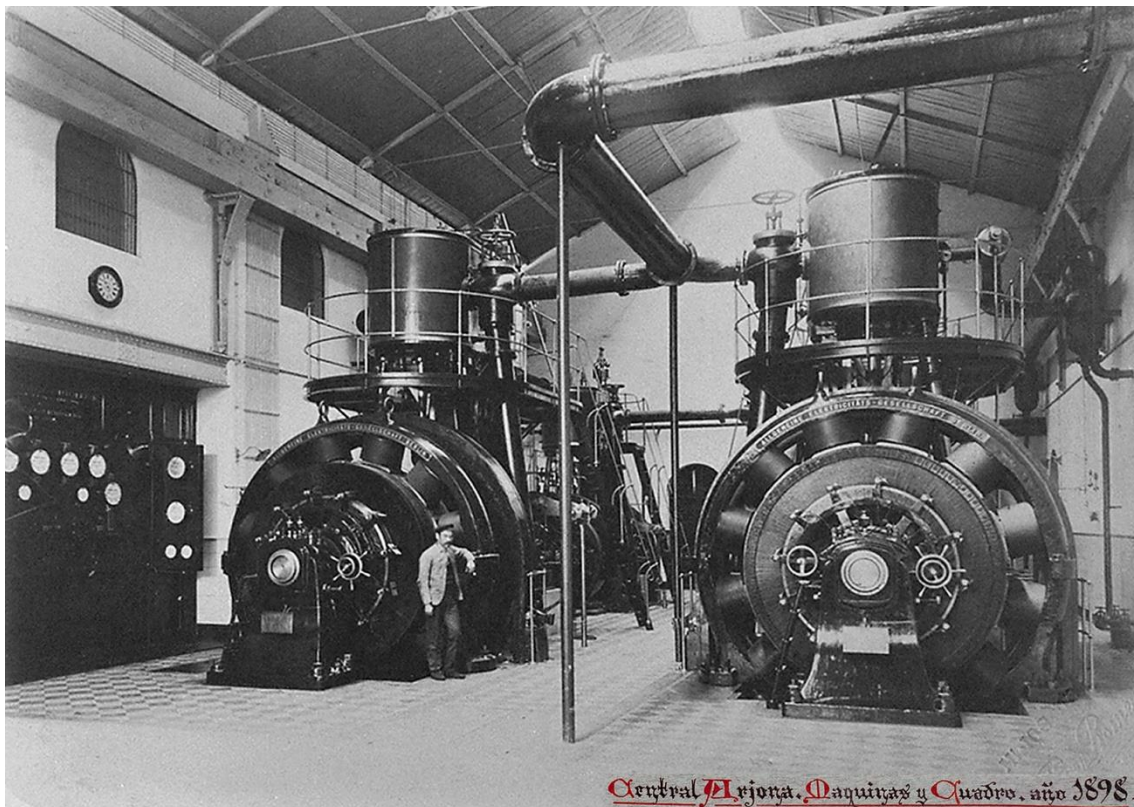
Una vez determinados todos los parámetros para la realización del modelo 3D nos disponemos a realizar todo el modelado del complejo de la central, a continuación, como hemos dicho al principio de este capítulo, iremos comparando algunas imágenes con los renders realizados siempre teniendo en cuenta las imágenes limitadas que se conservan.



**Ilustración 1 |** Plano de Planta de la Central Eléctrica de Sevillana  
**Fuente:** Libro Compañía Sevillana de Electricidad: Cien años de Historia



**Ilustración 2 |** Fotografía de la Fachada de la Central Eléctrica de Sevillana  
**Fuente:** Libro Compañía Sevillana de Electricidad: Cien años de Historia



**Ilustración 3 |** Fotografía de las Máquinas y Cuadros  
**Fuente:** Libro Compañía Sevillana de Electricidad: Cien años de Historia



**Ilustración 4 |** Render Perspectiva fachada principal (1)



**Ilustración 5 |** Render Fachada Lateral



**Ilustración 6** | Render Perspectiva fachada principal altura



**Ilustración 7** | Render Perspectiva fachada lateral secundaria



Ilustración 8 | Render Perspectiva fachada principal (2)



Ilustración 9 | Render Fachada Principal





**Ilustración 10|** Render Perspectiva fachada principal (3)



**Ilustración 11|** Render Perspectiva fachada principal desde la fachada secundaria



Ilustración 12| Render Perspectiva Planta



Ilustración 13| Render Castillete con cubierta a dos aguas



Ilustración 14| Render Perspectiva fachada principal (4)

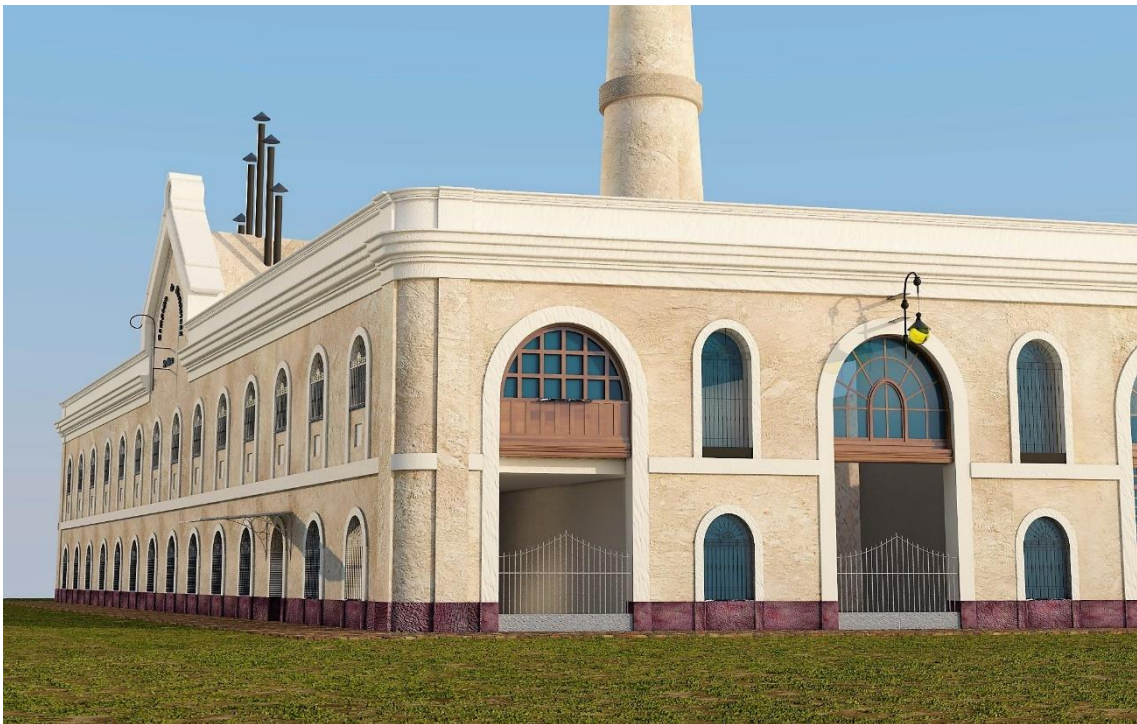


Ilustración 15| Render Perspectiva fachada lateral (2)



**Ilustración 16** | Render Perspectiva fachada lateral (3)



**Ilustración 17** | Render Perspectiva fachada lateral (4)



**Ilustración 18|** Render Perspectiva fachada lateral (5)



**Ilustración 19|** Render Perspectiva fachada principal y lateral



Ilustración 20| [Render Perspectiva fachadas esquina](#)



Ilustración 21| [Render detalle cornisa](#)



**Ilustración 22** | [Render Detalle farola fachada lateral día](#)

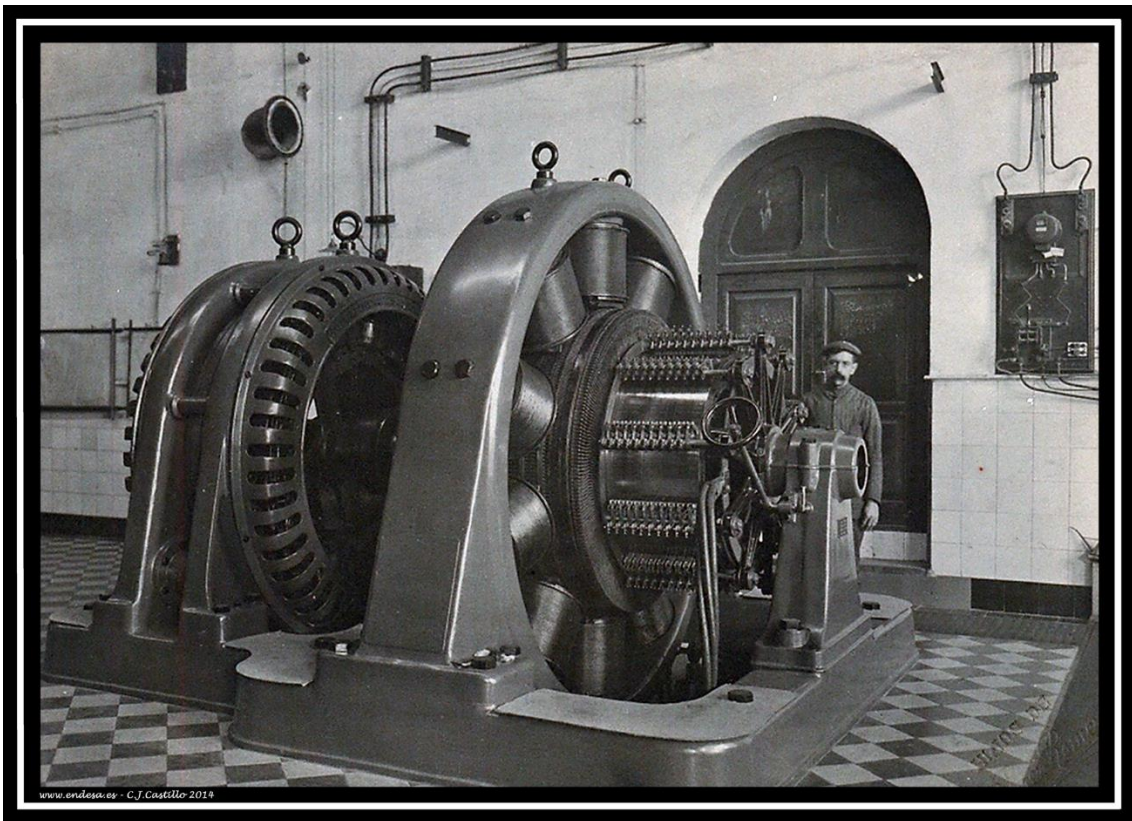


**Ilustración 23** | [Render Detalle farola fachada lateral noche](#)

Para complementar la realización de este proyecto hemos considerado hacer la representación en 3D de la Máquina principal de la Central Eléctrica: El Convertidor de Corriente eléctrica.

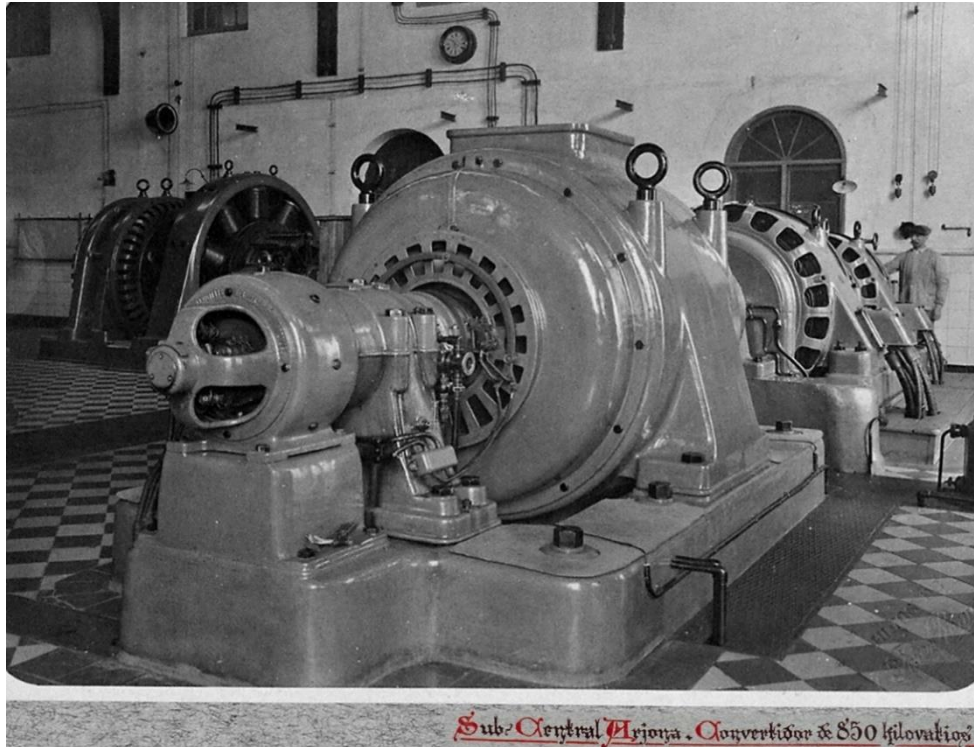
La generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico. La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador eléctrico; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan.

Dicho esto en la central eléctrica había instalado un grupo de convertidores de corriente continua a corriente alterna, la proporción para su generación en 3D se ha hecho con la misma técnica de proporciones de objetos, escalas gráficas sobre las imágenes.

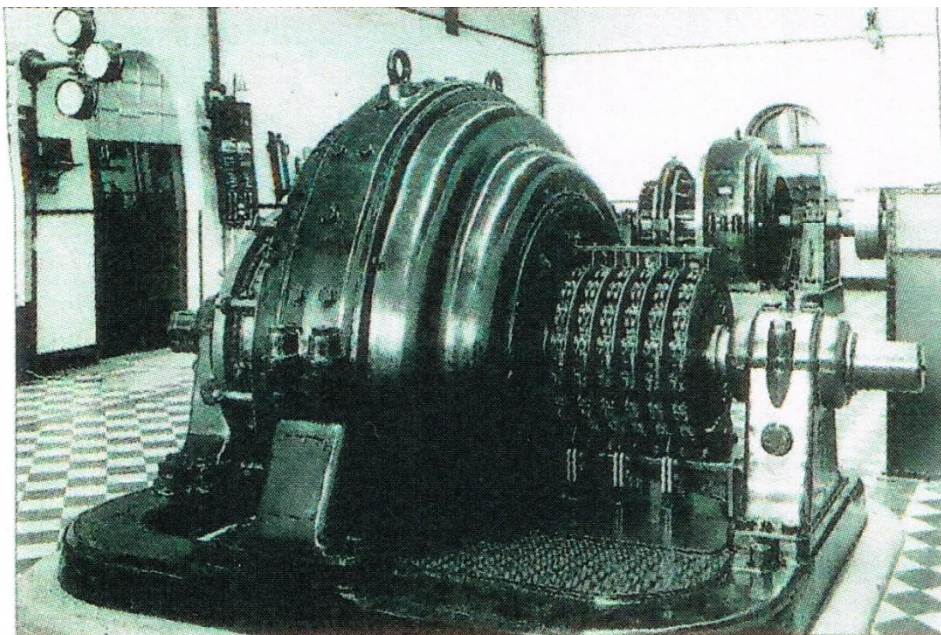


**Ilustración 24|** Fotografía del Convertidor de Corriente Eléctrica  
**Fuente:** Libro Compañía Sevillana de Electricidad: Cien años de Historia





**Ilustración 25** | Fotografía del Convertidor de Corriente Eléctrica otra perspectiva  
**Fuente:** Libro Compañía Sevillana de Electricidad: Cien años de Historia



Grupo convertidor de corriente alterna a continua en la primera central de Sevillana, en la calle Arjona de Sevilla.  
(Archivo C.S.E.)

**Ilustración 26** | Fotografía del Convertidor de Corriente Alterna a Continua  
**Fuente:** Libro Compañía Sevillana de Electricidad: Cien años de Historia



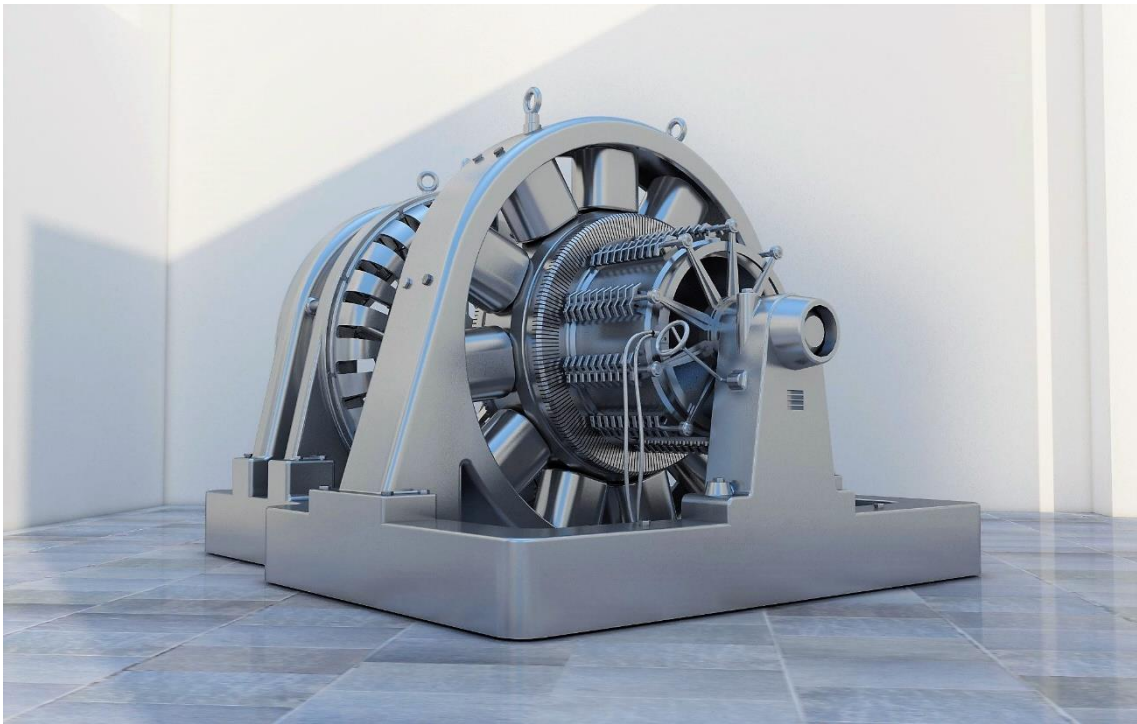
Ilustración 27| [Render Detalle farola fachada lateral noche](#)



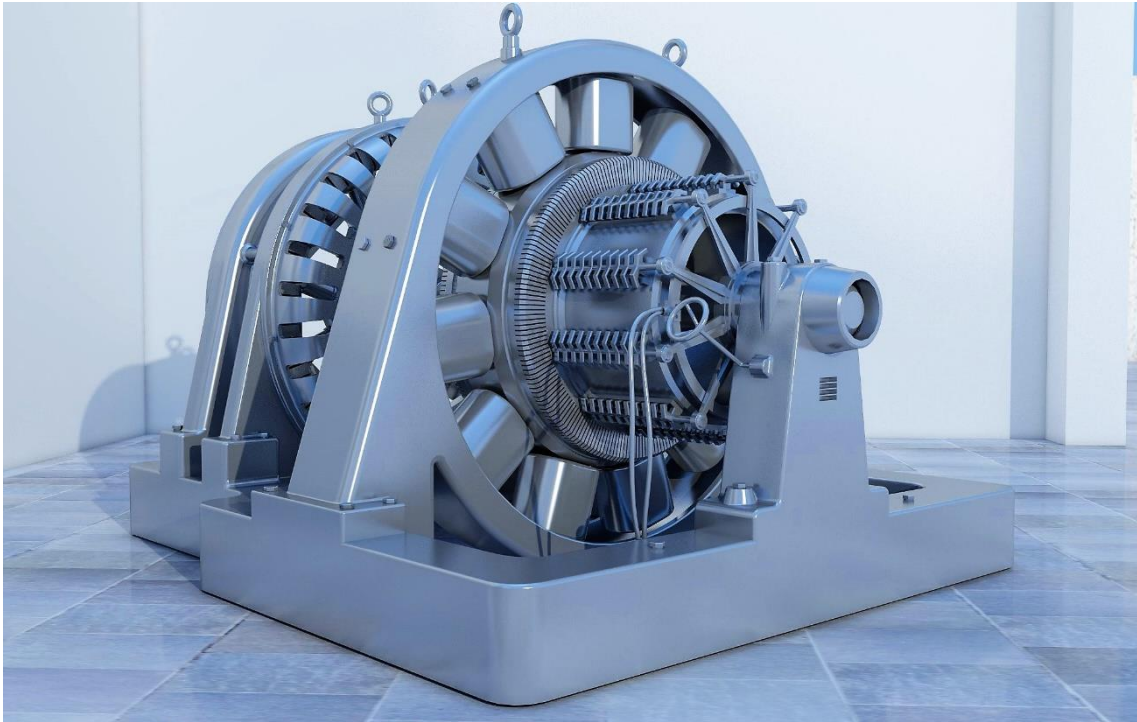
Ilustración 28| [Render Detalle farola fachada lateral noche](#)



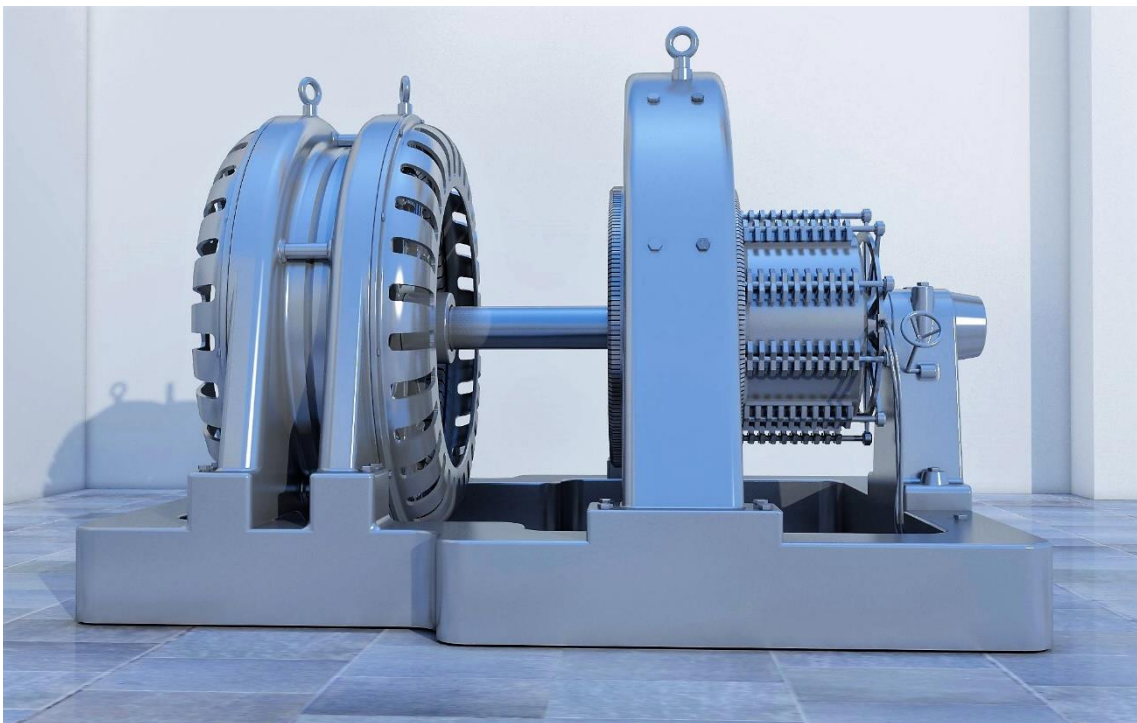
**Ilustración 29** | Render Detalle farola fachada lateral noche



**Ilustración 30** | Render Detalle farola fachada lateral noche



**Ilustración 31** | Render Detalle farola fachada lateral noche



**Ilustración 32** | Render Detalle farola fachada lateral noche



**Ilustración 33** | Render Detalle farola fachada lateral noche



**Ilustración 34** | Render Detalle farola fachada lateral noche



**Ilustración 35** | [Render Detalle farola fachada lateral noche](#)

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Por último, en el siguiente apartado queremos dar unas conclusiones genéricas de lo que representa y significa este tipo de proyectos y el uso de los softwares

Con este apartado se pretende dar unas conclusiones genéricas de lo que representa y significa este tipo de proyectos y el uso de los softwares, tanto de modelado como de renderizado, para la valoración y restauración del Patrimonio Industrial, ya que durante años se ha tenido apartado sin prestarle la importancia merecida.

Para contribuir con la revalorización del Patrimonio Industrial se decidió poner en marcha este proyecto con el fin de colaborar y ayudar a la restauración, conservación y ponerlo a disposición de todo aquel que tuviese interés en consultar información sobre el patrimonio industrial.

Para la realización del proyecto se tuvo que hacer una búsqueda de información, como se comentó en el capítulo 5, para poder realizar la reconstrucción virtual y que, aplicando los conocimientos sobre manejo de softwares de modelado y renderizado desarrollar el modelo.

Gracias a las herramientas de modelado 3D, se ha podido realizar una reconstrucción virtual del edificio. Este software, Rhinoceros 5, nos han facilitado la creación de un modelo, animaciones e imágenes para conseguir una recreación lo más semejante a la realidad.

Finalizado el proyecto se puede decir que los resultados obtenidos son los que se buscaban al principio del desarrollo, cumpliendo el objetivo principal. Una vez más se demuestra que las herramientas de desarrollo 3D están siendo de gran utilidad para que se tenga en cuenta la revalorización del patrimonio y la recreación virtual del mismo.

Con este proyecto se ha querido ayudar a la reconstrucción y restauración de unos de los edificios más importantes en la revolución Industrial Sevillana.

## CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Libro Compañía Sevillana de Electricidad:** Cien años de Historia
2. **Wikipedia.**[https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)
  - a. [https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica#/media/Archivo:Alternador\\_de\\_f%C3%A1brica\\_textil.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica#/media/Archivo:Alternador_de_f%C3%A1brica_textil.jpg)