Disseny d'una campana extractora industrial segons les especificacions del client

Banila, Sebastian Ionut

Estudiant d'Enginyeria en Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte – Universitat Politècnica de Catalunya

Resum

El treball de fi de grau es centra en el desenvolupament i optimització d'una campana extractora industrial personalitzada segons les especificacions del client. El problema sorgeix quan aquestes especificacions difereixen de les dimensions estàndard catalogades per l'empresa, complicant els processos de modelatge, fabricació i producció.

Per abordar aquest problema, es presenten dues propostes de valor principals. La primera consisteix en optimitzar la fabricació i el muntatge de la campana amb un disseny modular i universal, el qual permet assemblar la campana de la mateixa forma, indiferentment de les dimensions d'aquesta, tot assegurant el bon muntatge sota qualssevol condició.

La segona, més innovadora, és el desenvolupament d'un algoritme que automatitza el disseny, pressupost i generació de documentació per a la fabricació de la campana. Aquest, optimitza el temps i recursos humans de l'empresa, assegurant una bona parametrització del producte.

El projecte integra la programació amb el disseny de productes, creant un assemblatge estàndard adaptable a les especificacions de l'usuari.

1. Introducció

Aquest projecte és desenvolupa en conjunt amb l'empresa HighCrom S.L, una planxisteria industrial. Inicialment, i durant l'estada en les pràctiques curriculars, se'n van redissenyar tots els components de xapa metàl·lica de les campanes extractores amb mesures estàndard, adaptant-les a les noves normatives amb la intenció de generar la nova documentació per a la fabricació en sèrie d'aquests components.

Durant aquest procés, es va identificar la necessitat de fabricar campanes extractores industrials amb dimensions personalitzades, fora de l'estàndard, adequades als requeriments específics de l'espai disponible que té el client, campanes les quals fins al moment es fan de forma artesanal en planxisteries externes.

El projecte busca donar solució a aquesta problemàtica mitjançant la sistematització de la producció dels components de les campanes extractores, tant en la fabricació de les peces com en el muntatge.

Per a això, es proposarà un sistema de muntatge eficient i coherent amb les eines disponibles a l'empresa HighCrom, així com també la manera més adequada que es detecti per a automatitzar els processos adjacents de forma correcta, pretenent així millorant l'eficiència de l'oficina tècnica.

Sintetitzant, el principal problema és el de donar una solució a la personalització de les campanes segons la funció que desitja i l'espai que disposa el client, quan les mesures se surten de l'estàndard de la producció

2. Objectius

El projecte té com a finalitat poder abordar la problemàtica anteriorment definida en l'àmbit de l'oficina tècnica de l'empresa. Tenint com a objectius:

Reducció del temps. Minimitzant el temps que es necessita per tal de dissenyar els conjunts personalitzats i crear la documentació i pressupostos de fabricació dels seus components.

Reducció de la complexitat. Simplificant el disseny del conjunt, s'aconseguirà un sistema que faciliti el procés de fabricació de la campana extractora.

Reducció dels errors. Trobar un sistema amb el qual s'aconsegueixi modelar i fabricar les diferents peces minimitzant els erros que poden succeir en els processos de fabricació interns de l'empresa.

Per arribar a aquest objectius s'esperaran obtenir els següents resultats:

Assemblatges modulars i a mida. Amb un sistema constructiu que sigui capaç de seguir la mateixa metodologia indiferentment de les especificacions i mides del client.

Simplificar el procés. Obtenir un procés de fabricació i muntatge de la campana extractora senzills que serveixi de forma universal, i no dificulti el procés de modelat del conjunt.

Automatització eficient. Donar resposta a les especificacions del client de la forma més automàtica possible, reduint el temps necessari per atendre'l i optimitzant els recursos humans de l'empresa.

3. Funcionament bàsic d'una campana

Mitjançant un concepte de campana extractora més simplificat, amb les funcions essencials que té, es farà una breu explicació sobre el funcionament d'una campana extractora. Aquesta, esta formada pels següents conjunts:

Conjunt Filtratge (Taronja). Format pel filtre, agrupa les partícules més grans per reduir la contaminació de l'aire.

Conjunt Col·lector (Vermell). Encarregat de col·lectar els greixos i partícules que surten del filtre, portant l'aire contaminat al ventilador d'extracció.

Conjunt Retenidor (Verd). Manté l'aire contaminat per a que no surti cap a l'exterior de la campana un cop capturat.

Conjunt Extracció (Blau). Format pel ventilador, elimina de l'interior de la campana l'aire en suspensió que hi ha a l'interior del col·lector.

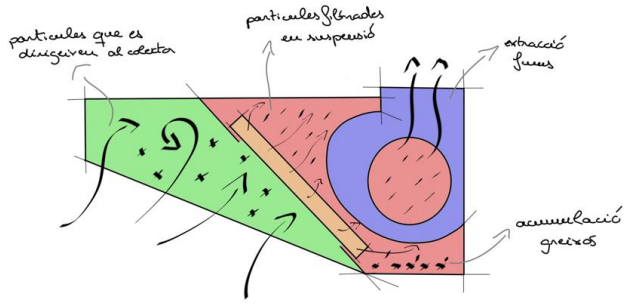

Fig. 1. *Flux de l'aire en una campana en funcionament*

4. Fase de disseny inicial

Després d'identificar quin és el funcionament bàsic d'una campana, es poden donar diferents casuístiques on es tinguin la necessitat dels següents elements:

Aportació d'aire. Per tal d'anivellar la pressió de la cambra i no generar problemes en la zona de cocció.

Incorporació de LEDS. Amb la finalitat de poder aportar llum en zones de difícil accés.

Auto-Filtratge amb compensació. On la mateixa campana filtra l'aire que extrau, el purifica i el torna a aportar a la cambra, sense necessitat de tenir connexió amb l'exterior de la cambra.

A partir d'aquestes pautes, han sorgit una sèrie d'esbossos bàsics inicials. Amb campanes tant d'àmbit domèstic com d'àmbit industrial.

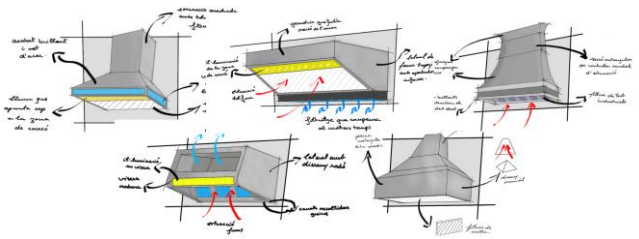

Fig. 2. *Esbossos bàsics incials*

On s'ha realitzat una breu DAFO per tal de poder interpretar els diferents aspectes i estratègies que es poden dur a terme en les futures fases de disseny de la proposta.

Seguidament s'ha realitzat un anàlisi de l'existent, on s'han estudiat els següents aspectes generals sobre les campanes extractores.

Estudi de les necessitats del mercat. Buscant el que recerca el client un cop arriba al mercat, incloent aspectes com el disseny, l'eficiència, tecnologia, personalització de dimensions específiques o el cost del producte.

Patents. Amb la idea de poder estudiar funcionalitats o mètodes que puguin ajudar en la creació de la campana industrial del projecte.

Referents i precedents. En aquest apartat es tindrà una referència sobre els precedents de les campanes, i l'evolució que han tingut fins a l'actualitat

Solucions existents de les empreses. L'apartat més ampli, on s'han estudiat els perfils de les empreses que són competència de l'empresa client, Altex, però també a aquesta, per tal de veure el ventall de productes i solucions que ofereixen per a cada perfil d'usuari.

Després d'aquests estudis sobre l'existent, s'ha realitzat un Benchmarking que engloba les especificacions més comuns en el mercat, i els tipus de productes i requeriments que se solen demanar.

5. Desenvolupament de la solució

Gràcies a la fase inicial del disseny i al Benchmarking s'obtenen els requeriments de la proposta. Amb unes pautes clares per a continuar amb el desenvolupament del producte, resumidament són els següents:

Respecte a la forma. Els components hauran de permetre un bon muntatge, buscant sempre el mínim de components possibles sense que dificultin la fabricació.

Respecte a la funcionalitat. La campana ha de tenir aportació d'aire, dues biguetes únicament als laterals de la campana i possibilitat d'extreure els filtres.

Respecte als acabats i materials. Les parts vistes hauran de ser d'acer inoxidable, i les no vistes poden ser d'acer galvanitzat. A més, les cantonades exteriors de la campana han de poder ser soldables.

Respecte a les especificacions de l'usuari. Les alçades de la campana han de poder variar entre 350 i 650 mm, les longituds entre 500 i 2900 mm, i els fons entre 1000 i 2500 mm. A més, s'ha de poder netejar d'una forma senzilla i sense que aquest es faci mal en el procés.

Seguidament, es defineix el segon bloc de pautes per a generar els dissenys conceptuals, on es defineixen les especificacions del producte, on es tenen en compte aspectes que són:

Essencials de complir. Com la fiabilitat, l'aportació d'aire, la seguretat, utilitzar peces estàndards d'Altex i la possibilitat de modificar les dimensions del producte.

Donen valor afegit. Com el rendiment, la facilitat de fabricació o el fàcil muntatge.

No essencials. Com el pes o la vida de servei del producte.

Gràcies a aquestes dues pautes realitzades, es poden començar a conceptualitzar unes propostes millor definides, amb les quals obtenir la solució final de la campana.

Primera proposta. Una campana similar al model Eco-Plus de l'empresa Altex, però amb una caixa de compensació a la part superior. Les parts no visibles són d'acer galvanitzat i filtres de tubs desmuntables.

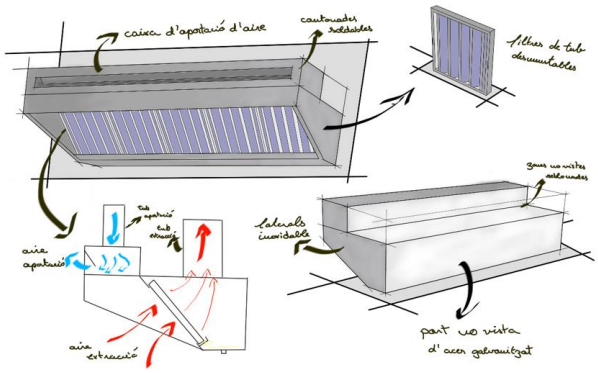

Fig. 3. *Primer disseny coneptual*

Segona proposta. La segona proposta és una campana de forma rectangular, que integra una entrada d'aire a través d'un forat a la part frontal sense una caixa exterior. Sinò que la compensació és fa gràcies a un element estàndard d'Altex, el deflector, que separa l'aire fresc de l'exterior amb la zona d'extracció. A més, aquesta es soldable en les cantonades.

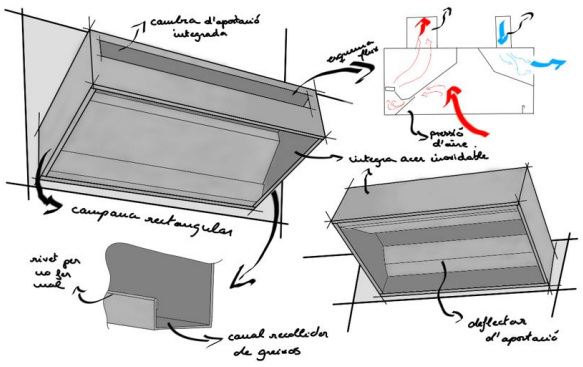

Fig. 4. Segon disseny conceptual

Tercera proposta. Model inspitat en la campana reversible Airdoor d'Altex, de disseny rectangular amb compensació cap a la part inferior, evitant que les partìcules de la zona de cocció. Manté el mateix tipus de soldadura que la segona proposta, amb les parts no vistes d'acer galvanitzat.

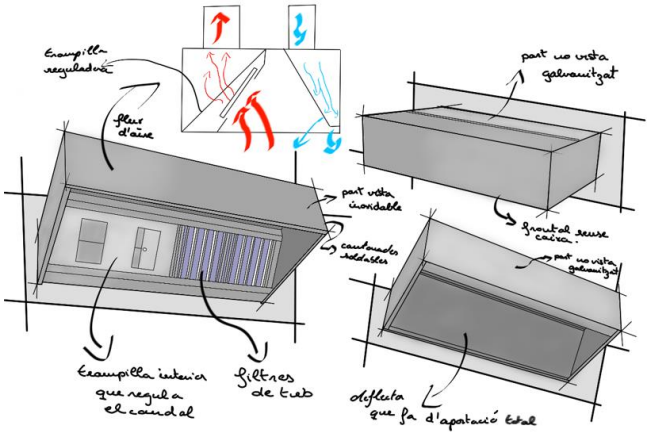

Fig. 5. Tercer disseny conceptual

Després d'haver realitzat els dissenys conceptuals, l'eina utilitzada per tal de veure el disseny amb majors aptituds serà la matriu de Stuart Pugh, que avalua objectivament les especificacions considerades clau amb els dissenys. Obtenint els següents resultats:

Matriu	Prop. 1	Prop. 2	Prop 3.
Personalització	1	0	1
Materials	1	-1	1
Elements estàndard	1	1	1
Estètica	-1	0	0
Fàcil Fabricació	0	0	1
Fàcil Muntatge	1	-1	0
Suma General	**3**	**-1**	**4**

***Tabla 1.** Matriu de Stuart Pugh aplicada als dissenys conceptuals [1]*

6. Solució final

La solució final és una evolució de la proposta 3, la qual té la major puntuació en quant a aptituds per tal de ser la proposta a evolucionar. A través d'un procés d'incorporació de nous elements per millorar la proposta, s'obté la següent solució final de la campana extractora.

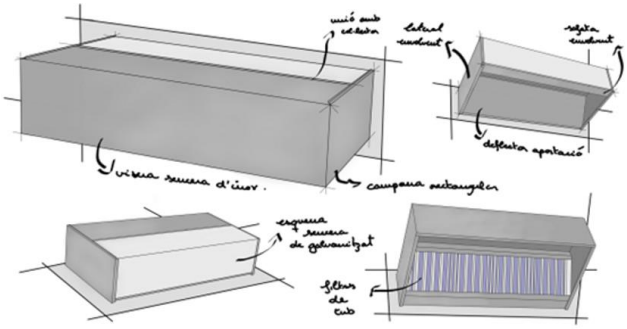

Fig. 6. Disseny de la solució final

On després d'establir l'aparença final, s'ha iniciat el disseny de les peces individuals i els subconjunts de la campana. A més, s'han fonat una sèrie d'idees sobre com podria ser el muntatge conceptual de la campana.

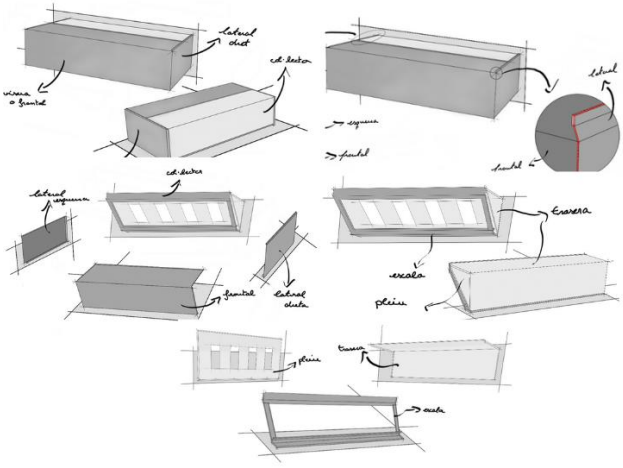

Fig. 7. Esquema de la modularitat de la solució final

Un cop definida la construcció teòrica de l'assemblatge, també s'ha de tenir en compte que el client tindrà la possibilitat de poder modificar els següents paràmetres de la solució final.

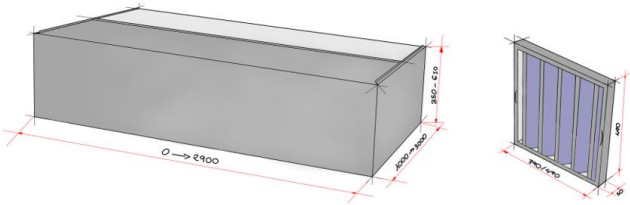

Fig. 8. Possibles variacions de les dimensions de la solució final

Longitud. Podent variar fins als 2900 mm.

Fons. En l'interval de 1000 i 3000 mm.

Alçada. Entre l'interval comprès entre 350 i 650 mm.

Amplada dels filtres. Aquests només poden variar entre 390 i 490 mm. Tenint com a cotes genèriques 490 mm d'alçada i 50 mm de fons.

7. Disseny de detall

Després de definir teòricament els conjunt i subconjunts de les peces, es realitza el disseny de detall de la campana industrial, amb les seves parts modelades. Aquestes hauran de complir ja d'una forma obligada amb els requeriments de la proposta i les especificacions del producte.

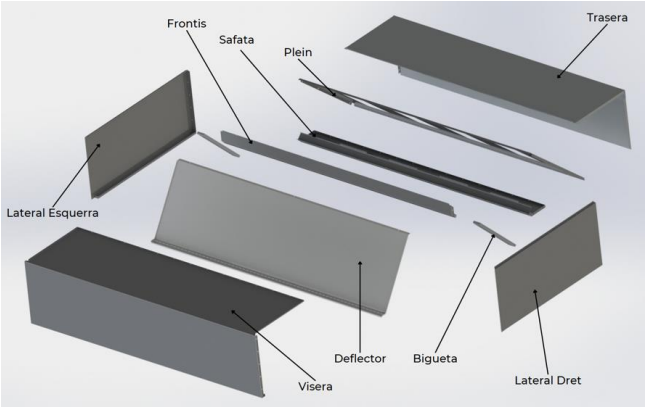

Fig. 9. *Especejament dels components de la campana extractora*

D'altra banda, també es definirà el posicionament exacte de cadascun dels components, i com aquests interactuen entre si per a poder definir el conjunt final muntat.

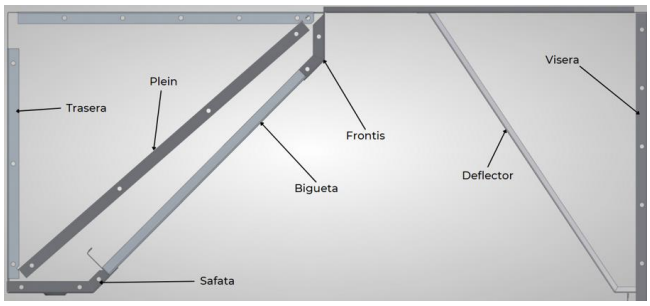

Fig. 10. *Posicionament del components en conjunet*

Seguidament, s'han definit en la fase de disseny de detall de forma específica i concreta els detalls de cadascun dels components, on la tònica general de totes les peces és la següent:

Presència de pestanyes xafades. En les zones on l'usuari ha d'interactuar per a netejar, per tal de millorar el manteniment i neteja de la campana. Així com garantint que aquest no es farà mal realitzant aquestes tasques.

Forats de reblonat. Que permeten unir els components de la campana en les zones no vistes amb aquests tipus de fixacions, en zones de fàcil accés en el muntatge.

Forats d'acollament. Que permeten unir els components de la campana amb els laterals, per tal de donar una major fixació en aquestes zones si es consideren necessaris.

Presència de la soldadura. Amb les zones de soldadura de fil continu pensades per a aquesta tasca, fent una aportació de material ja de la pròpia peça, sense la necessitat d'aportar fil.

Finalment, s'ha arribat a la conclusió de que el disseny de detall definit de la campana extractora industrial modelada compleix amb les especificacions de producte i els requeriments de la proposta, amb un sistema constructiu que permet l'adaptació de qualssevol mesura de la campana en una mateixa composició.

Aquí s'ha definit la primera proposta de valor important del projecte, en el qual s'ha establert un sistema modular i adaptable als requeriments específics del client, reduint confusions en la definició d'una campana extractora personalitzada, mentre es segueix complint les directrius donades en un principi.

8. Disseny de detall paramètric a mida

Un cop definida la primera proposta de valor de la solució final de campana extractora industrial, es comença amb la següent fase, el disseny de detall paramètric, en el qual s'automatitzarà el modelat i la generació de documentació per a l'oficina tècnica.

Per fer-ho, es necessiten dos tipus de software diferents, un primer de modelatge i parametrització en 3D, i un segons que permeti programar i interactuar amb el programa de modelatge de forma automàtica.

En primer lloc, el programa de modelatge en 3D serà el Solid Edge, software CAD que té com a desenvolupadors a PLM Siemens Software. Aquest programa ofereix la possibilitat de treballar amb el modelat de peces en 3D en la versió de xapa, adaptant-se a les necessitats que es tenen en el projecte.

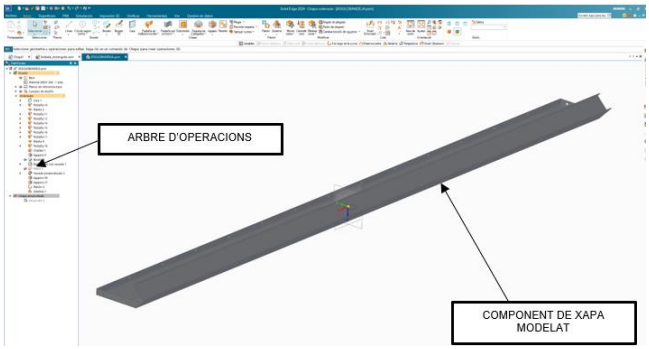

Fig. 11. *Elements bàsics en la interfície de Solid Edge*

A més, Solid Edge ofereix un *Kit de Desenvolupament de Software*, conegut com a *SDK*, on els usuaris poden entrar a una part del codi font del programa de parametrització amb la intenció de que aquests puguin desenvolupar les seves pròpies eines i programes curts que facilitin els processos o tasques quotidianes presents.

Aquest *Kit* ofereix una sèrie de llibreries, que són una sèrie de comandes i directrius amb les quals es poden realitzar diferents accions en el software CAD, com per exemple modificar una variable d'una peça.

En segon lloc, el programa de codificació emprat el Visual Studio, una aplicació que permet crear interfícies, pàgines web, aplicacions per al mòbil o qualssevol tipus de programa associat a les últimes tecnologies, té com a desenvolupadors a Microsoft, i permet gestionar projectes en qualssevol àmbit de la programació actual.

Per tal de poder programar amb aquesta aplicació i que el Solid Edge entengui les variables que se li envien, s'han de definir els següents paràmetres inicials.

Framework. Assegura una bona comunicació del codi de programació amb l'aplicació.

Llenguatge de programació. Es defineix que es codificarà l'automatització amb el llenguatge C#, el qual és recomanable utilitzar com que molts fòrums de desenvolupament de software a Solid Edge ho utilitzen.

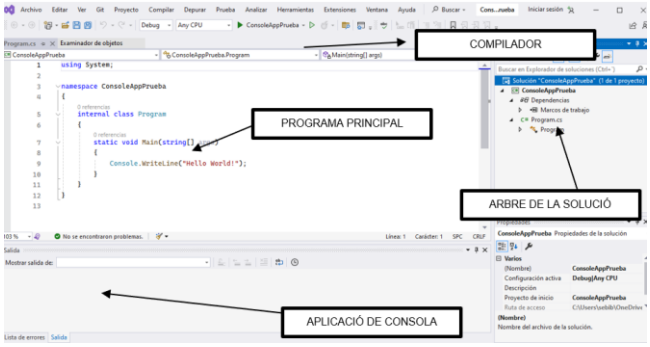

Fig. 12. Elements bàsics en la interfície de Visual Studio

Configuració de les llibreries. S'han de relacionar les llibreries del *SDK* a l'aplicació, per tal que aquesta última interpreti les referències i comandes específiques del codi font de Solid Edge, que s'utilitzaran en el mateix codi de programació.

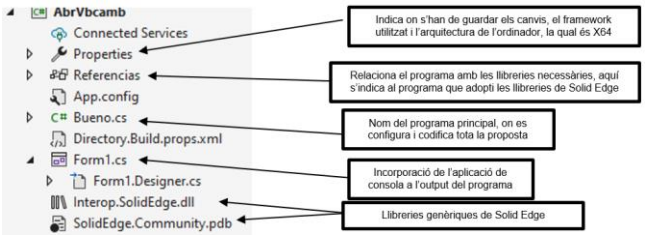

Fig. 13. Arbre de referències del projecte

Un cop configurats els dos programes per tal que es puguin entendre entre si, és el moment de configurar que és el que farà la peça a modificar es farà un procés de programació de l'automatització, en el qual s'ha de codificar tot el conjunt del programa al complet. On es destacarà que necessitarà el programa i que haurà de realitzar.

Sol·licitud d'inputs. Primerament, per a sol·licitar els inputs, l'usuari ha d'entendre que es el que se li demana i quina sèrie de nombres s'espera el programa que aquest introdueixi. A nivell de codi, es dona un missatge amb les directrius i el programa esperarà un nombre.

Funcions de modificacions específiques dels components. Aquestes funcions són les que ocupen la gran part del processament de dades del programa del projecte, on aquestes realitzen els càlculs específics per a cadascun dels components de la campana extractora industrial en funció dels inputs que ha rebut el programa al principi.

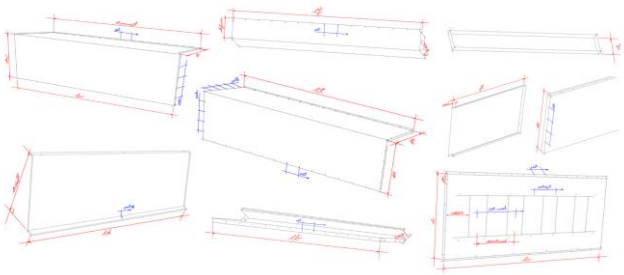

Fig. 14. Esquema de les variables associades al programa

En cadascuna de les peces hi han diferents tipus de variables a modificar, però les més comunes són:

Patrons de forats. Amb els quals poder concordar amb els forats de la resta de les peces per a garantir un bon muntatge.

Distàncies. Per tal de poder adaptar el component a les noves mesures genèriques del conjunt.

Angles. Amb fòrmules trigonomètiques senzilles, asseguren el bon posicionament i muntatge dels components.

```
static void ModificacionLateral(string Lateral, double fondo, double altura)

SolidEdgeFrameworkSupport.Dimension dimToModifyLb = (Dimension)listOfDimensions.Item("fl");
dimToModifyLb.Value = (fondo * 1000) / 1000;
SolidEdgeFrameworkSupport.Dimension dimToModifypestsup = (Dimension)listOfDimensions.Item("pestsup");
dimToModifypestsup.Value = (fondo * 1000 - 3.3) / 1000;
SolidEdgeFrameworkSupport.Dimension dimToModifyhl = (Dimension)listOfDimensions.Item("hl");
dimToModifyhl.Value = (altura * 1000 - 1.3) / 1000;
SolidEdgeFramework.variable dimToModifyPatv = (variable)listofVariables.Item("patv");
int patValuev = ((((int)((altura * 1000 - 2.3) / 100))));
dimToModifyPatv.Value = patValuev;
```

Fig. 15. Exemple de codificació per a variar dimensions

Funció de guardat dels desenvolupaments. Amb la intenció de poder facilitar el procés de generació de documentació a l'oficina tècnica, també s'incorporaran les comandes necessàries per a guardar el desenvolupament de la xapa dels components personalitzats. Per a poder-los fabricar d'una forma molt més ràpida.

```
// Guardar como DXF
seSheetMetal.Models.SaveAsFlatDXFEx(DesenvolupamentComponent, null, null, null, UseFlatPatternModel);
Console.WriteLine("El archivo DXF ha sido guardado en: " + DesenvolupamentComponent);
```

Fig. 16. Exemple de codificació per a guardar desenvolupaments

Funció d'apertura del conjunt personalitzat. Finalment, es codificarà el programa de tal manera que aquest obrirà la nova campana extractora industrial personalitzada segons les especificacions del client al final. Per tal de fer una última comprovació al conjunt de que aquest està assemblat de forma correcta.

D'aquesta forma, s'acaba obtenint el programa d'automatització de la campana extractora industrial.

9. Funcionament del programa

Un cop codificat el programa, es posarà a prova amb un exemple per tal de veure com interactua tant amb l'usuari, com amb el Solid Edge. Primerament, la campana que es voldrà parametritzar serà una amb les següents dimensions: Longitud de 2100 mm, fons de 1100 mm, alçada de 500 mm i l'amplada dels filtres de 490 mm.

En primer lloc, s'obre en pantalla dividia el programa de modelatge i el de codificació per tal de poder veure com interactuen els dos al mateix temps.

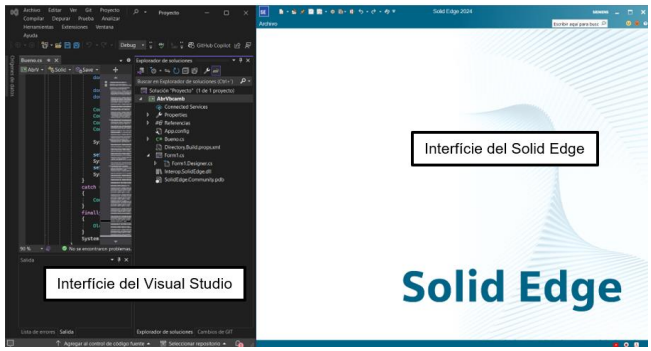

Fig. 17. Pantalla dividida amb les interfícies necessàries

Seguidament, s'executa l'algoritme, el qual demanarà les dades de parametrització anteriorment especificades. Un cop entrades, el programa es dedica a obrir cadascun dels components de la campana extractora per tal de modificar les variables associades a aquest. Amb la finalitat d'obtenir l'assemblatge personalitzat.

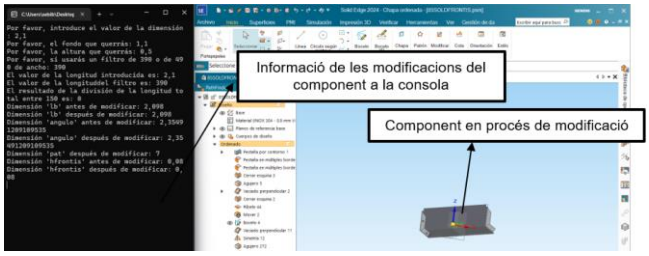

Fig. 18. *Programa en funcionament*

Després de modificar tots els components amb les variacions noves, el programa obre de nou cada peça de forma individual i guarda els desenvolupaments de xapa de cadascuna al directori establert.

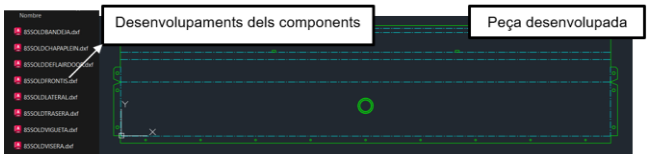

Fig. 19. *Guardat i aparença dels desenvolupaments*

Finalment, es tanca la consola de l'aplicació del programa i s'obre el conjunt final personalitzat segons les especificacions del client, on es poden fer les últimes comprovacions sobre si el modelat automatitzat s'ha generat de forma correcta.

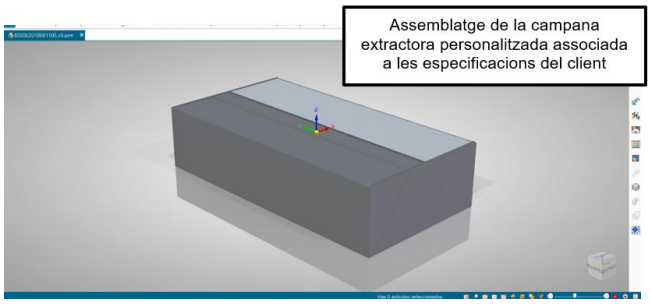

Fig. 20. *Presentació de la campana extractora personalitzada*

En aquest exemple, la campana extractora industrial s'ha modelat de forma satisfactòria, amb tots els components situats a les seves posicions establertes. Obtenint com a conclusió un programa que funciona adequadament dins de les condicions de contorn establertes.

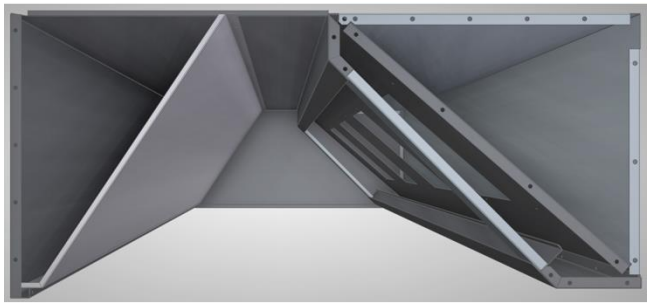

Fig. 21. *Vista de perfil de la campana personalitzada*

Amb la creació i funcionament adequat del programa. En aquest apartat s'ha definit la segona proposta de valor principal del projecte, en el qual s'ha establert un algoritme capaç d'automatitzar el disseny de la solució final de la campana extractora del projecte, reduint dràsticament el temps necessari per a modelar el conjunt i facilitant el procés de generació de documentació per a la fabricació.

En resum, té una gran viabilitat per a incorporar-ho a l'empresa, i un gran valor afegit d'innovació, ja que en l'enginyeria de disseny no és comú aplicar aquest tipus de programació.

10. Industrialització de la campana extractora

Després de comprovar el bon funcionament del programa i de tenir definits en detall els diferents components del producte. S'estudiarà i es consideraran els diferents factors existents per a poder industrialitzar el producte.

Factor 1. El primer és el de les problemàtiques que es poden trobar en els processos de fabricació de l'empresa, on l'elaboració de documentació tècnica en el moment de rebre una comanda d'una campana extractora personalitzada és complicada, i les incidències que poden existir derivades d'aquesta.

No obstant, l'automatització del procés soluciona gran part d'aquestes problemàtiques, donant la possibilitat de generar automàticament gran part de la documentació de forma coherent, sent fins ara un procés llarg i complicat a l'oficina.

Factor 2. Els **materials** que componen la campana extractora definitiva són **compatibles** amb la industrialització dels seus components. Com que l'acer inoxidable i l'acer galvanitzat d'1 mm de gruix són materials que es troben a l'empresa, i es té l'utillatge necessari tant a la punxonadora com a la plegadora per treballar-ho.

D'altra banda, les característiques individuals de cada material compleixen amb els requeriments necessaris propis del funcionament d'una campana extractora.

Factor 3. Es tenen en compte els **processos de fabricació a l'empresa**. En primer lloc, s'estudia la programació del punxonat de les peces, sent correcte. I els processos físics d'emmagatzematge, punxonat, plegat i embalat de la peça, sense trobar cap tipus de problemàtica que dificulti la industrialització de les noves peces dissenyades.

Fig. 22. *Zones de plegat i punxonat dels components*

En cada procés, es tenen en compte els utillatges que s'han de necessitar, i quins són els elements associats a cadascun.

D'altra banda, cal destacar que un procés digital que de moment no es podrà automatitzar és el del programa de punxonat, ja que la màquina té una antiguitat en la qual no interpreta de forma correcta tots els desenvolupament de xapa.

Llavors, l'oficina tècnica ha d'estar pendent de fer els retocs finals cada cop que s'ha de punxonar una peça amb característiques noves,

Factor 4. Addicionalment, a la fabricació, també s'estudia el **muntatge de la campana**, procés extern a l'empresa, tenint en compte que hi ha zones de reblonat, d'acollat i de soldadura en cas que les especificacions del client ho defineixin així.

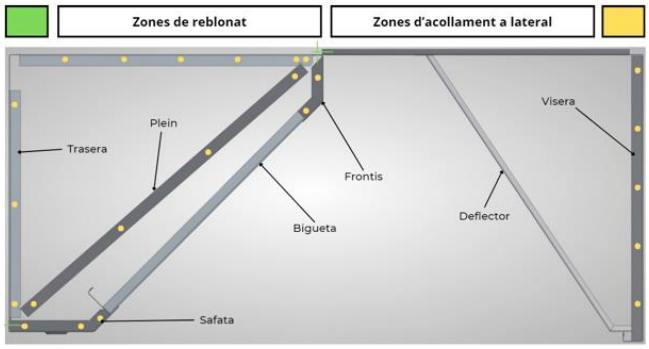

Fig. 23. *Esquema de muntatge entre components de la campana*

Factor 5. La **definició dels plànols** de fabricació s'han fet pensant especialment en el procés de plegat de la xapa, on se li ha de proporcionar al plegador la facilitat més gran possible per a interpretar el component. Posant especial atenció en el perfil de les peces, on es poden veure tots els doblecs de la peça.

Factor 6. El plec de condicions recull tots els requeriments de la proposta donats, les normatives i les condicions particulars en la fabricació pròpies de l'empresa a complir. Analitzant aquests conceptes es continua podent realitzar la fabricació de la campana sense cap inconvenient.

Factor 7. Es centra en la part del **pressupost de la fabricació de la campana associat a l'oficina tècnica**, perquè el pressupost complet el realitza el departament comercial. Aquí es tenen compte tots els factors genèrics i condicions particulars de cadascun els components que es necessiten per a pressupostar la peça, tals com el preu de la matèria o del procés de punxonat i plegat de totes les peces que formen la campana. Addicionalment, s'ha aprofitat el programa per tal d'incorporar en l'últim moment el pressupost a aquest. Llavors, en el moment en el qual s'estiguin modificant els components de la campana, també es donarà un preu general del component i els preus específics de cada procés per on passa aquest.

Com a conclusió, s'obté que tots els processos implicats en la industrialització dels components de la campana extractora es poden aplicar de forma correcta per tal de crear tot el conjunt, independentment de les dimensions que vinguin per part de les especificacions del client.

A més, integrar el programa d'automatització en la generació de documentació i de dades de la campana, implica una sèrie de beneficis. Primerament, l'algoritme és capaç de preveure totes les possibles variacions de la campana extractora encara que aquesta no hagi estat creada, dins de les condicions de contorn donades. I, en segon lloc, s'ha reduït en qüestió de minuts una tasca que a l'oficina tècnica durava fins a l'actualitat un o dos dies.

11. Enginyeria i disseny circular

Un últim aspecte important que s'ha de valorar en el moment de definir i realitzar el projecte, és l'impacte mediambiental que pot arribar a tenir el producte, amb la finalitat de reduir al màxim aquest però sense reduir la qualitat del producte.

En el projecte s'han tingut en compte principalment aspectes relacionats amb l'anàlisi del cicle de vida, l'Eco-Disseny i el càlcul de la petjada ecològica del producte.

En l'anàlisi del cicle de vida s'han considerat els aspectes relacionats amb:

L'extracció i processament de la matèria primera. On s'han d'aprofitar els acers ja extrets al màxim, tenint uns bons processos de reciclatge.

El procés de fabricació de les peces i assemblatge. Amb l'aprofitament al màxim del material disponible i garantint l'eficiència dels processos que transformen la matèria en la peça definitiva.

L'ús propi de la campana un cop està fabricada, i el consum energètic que comporta la utilització de la campana en el context final.

Final de cicle de vida. Considerant un reciclatge efectiu de tots els components que componen el producte, garantint una extracció mínima de material nou si aquest es reciclat de forma correcta.

Amb aquestes condicions plantejades, s'ha realitzat també els càlculs de les petjades ecològiques d'energia i de carboni de la campana de forma genèrica, obtenint els següents resultats:

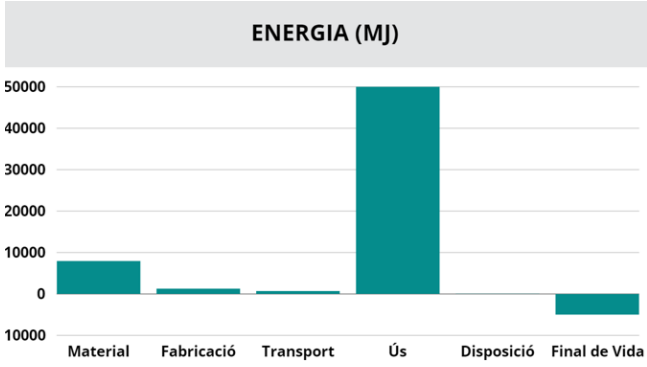

Fig. 24. *Gràfica amb la petjada ecològica energètica*

En relació amb l'energia, la gran majoria és consumeix en la fase d'ús, però reciclant al final de cicle de vida es recupera gran part de l'energia consumida en l'extracció del material.

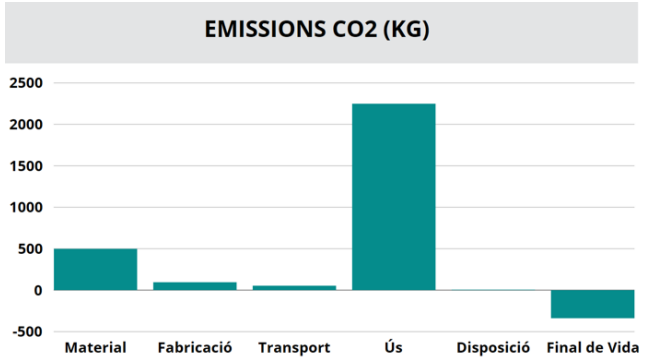

Fig. 25. *Gràfica amb la petjada de carboni*

I amb relació a les emissions de carboni, també és tenen les majors a la fase d'ús, però d'igual forma, amb un reciclatge

adient es recuperen gran part de les emissions produïdes en l'extracció del material al final del cicle de vida.

Amb aquests exemples, es veu la importància que requereix tenir un bon sistema de reciclatge al final del cicle de vida.

12. Conclusions

El treball de fi d'estudis que s'ha dut a terme s'ha basat en la creació i sistematització d'una campana extractora industrial totalment personalitzada, fora de les dimensions i especificacions estàndard dels catàlegs.

Per tal de solucionar els problemes que implica aquesta personalització a l'oficina tècnica en els processos de modelat i de generació de documentació, s'han aportat dues propostes de valor principals que solucionen en gran part la problemàtica.

En primer lloc, s'estableix una campana extractora amb un sistema modular i adaptable a les diferents mesures i requeriments específics del client, reduint les confusions en els processos de creació, fabricació i muntatge existents.

La segona proposta, consisteix en una automatització al màxim dels processos associats a l'oficina tècnica de l'empresa en respecte a la personalització de la campana segons els requeriments. On gràcies a la programació d'un algoritme aquest es capaç de modelar la campana extractora de forma automàtica, minimitzant errors i optimitzant el temps dedicat al modelatge 3D i a la generació de documentació per a la fabricació dels components del producte.

En resum, el projecte ha desenvolupat una campana extractora adaptada a les especificacions del client, i un programa informàtic que optimitza els processos de l'oficina tècnica.

D'altra banda, destacar que entrar en el món de la programació per al modelatge, és un àmbit poc conegut en el camp de l'enginyeria de disseny, i aquest aspecte dona un valor afegit addicional a les propostes plantejades i estudiades en aquest projecte.

Pel que fa a les possibles línies futures del projecte, s'ha de tenir en consideració que l'algoritme dona una sèrie de possibilitats molt grans, i que es poden realitzar una gran quantitat de projectes a dins d'aquest àmbit. Però les possibles línies de futur plantejades són les següents:

Estudi de millorar dels components. On es torna a una fase més inicial, i es fa un nou estudi per tal de millorar la solució definitiva adoptada en aquest projecte. Podent optimitzar aspectes com els materials, el sistema constructiu o el procés de fabricació.

Ampliació de la programació. Continuar en la via de desenvolupament del programa, i ampliar-ho fins que es tingui la possibilitat d'adaptar més d'un tipus de model de campana extractora a les especificacions del client.

Creació d'una interfície gràfica. El programa encara està en una fase primitiva on s'està treballant únicament amb el codi font. Per tant, una nova via de desenvolupament seria realitzar una interfície gràfica per tal d'interactuar amb el programa d'una forma més simple.

Cooperació amb l'empresa Altex. Col·laborar amb l'empresa per tal de crear l'automatització d'una campana completa, no només de les peces de xapa. Incloent aspectes com per exemple el sistemes d'incendi, els ventiladors d'extracció segons les necessitats o el posicionament d'elements com els tubs d'extracció.

13. Agraïments

Finalment, m'agradaria agrair a les persones que han fet possibles la realització d'aquest projecte:

Expressar el meu agraïment als meus pares, que amb molts sacrificis i esforços, han treballat per tal de donar-me un present, un futur, una educació i uns valors. Gràcies a ells, sóc la persona que sóc avui. També agrair al mau germà, que, tot i ser petit, cada dia em dona una nova lliçó sobre qualssevol temàtica.

Al meu director acadèmic, el Sr. Manel López Membrilla, pel seu suport i directrius en la realització del projecte. Agraint no només els seus consells en aquest treball, sinó que també al llarg de tot el grau, ha estat un guia essencial, transmetent els valors propis de l'enginyer de disseny.

Als companys de grau, amb els quals ens hem reforçat mútuament per tal de ser les millors versions de nosaltres mateixos. Ajudant-nos quan més ho hem necessitat.

A l'empresa HighCrom S.L., per la seva ambilitat i ensenyaments en el mon de la planxisteria industrial. Especialment al meu tutor fins fa poc, Daniel Jordán, per compartir els seus amplis coneixements amb mi.

I al professorat de l'EPSEVG, per aportar valors i coneixements propis des de cada assignatura, formant-nos a poc a poc a cada estudiant durant tot aquest procés acadèmic.

14. Referències

[1] Pugh, S. (1990). ***Total Design*****. Addison-Wesley Educational. –** (Matriu de Stuart Pugh)

[2] Hermanos, J. (2021, noviembre 12). ***Guía sobre campanas extractoras*****. Josman Hermanos.** https://josmanhermanos.com/campanas-extractoras/

[3] ***Introducción a proyectos y soluciones*****. Microsoft.com.** https://learn.microsoft.com/es-es/visualstudio/get-started/tutorial-projects-solutions?view=vs-2022

[4] ***Crear una aplicación de consola de C# sencilla. Visual Studio (Windows)*****. Microsoft.com.**

https://learn.microsoft.com/es-es/visualstudio/get-started/csharp/tutorial-console?view=vs-2022