



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

RESUM

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL:

NAU INDUSTRIAL PER LA CONSERVACIÓ I

CLASSIFICACIÓ DE FRUITA FRESCA

AUTORS: PALLARÈS FERRE, OSCAR / PEIRÓ ÀLVAREZ, GONZALO

TITULACIÓ: ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL esp. MECÀNICA

DIRECTOR: JUAN JOSE VÁZQUEZ SOLSONA

DEPARTAMENT: RESISTÈNCIA DE MATERIALS A L'ENGINYERIA

DATA: 29 de JUNY de 2007

Nau industrial per la conservació i classificació de fruita fresca

Oscar Pallarès Farré / Gonzalo Peiró Álvarez

Dept. Resistència de materials a l'enginyeria
Escola Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
Universitat Politècnica de Catalunya

Objectius

Els objectius fonamentals del projecte que aquest document resumeix són: d'una banda dissenyar i definir tots i cadascun dels elements constructius d'una nau industrial dedicada a la conservació i classificació de préssecs situada al terme municipal de Mora d'Ebre per la empresa *Fruites Gon-Gar*; i d'altra banda dissenyar i definir tots i cadascun dels elements d'una instal·lació de fred industrial.

El primer objectiu abasta des de la definició de la tipologia estructural que la nau industrial prendrà, passant pel càlcul dels elements de l'estructura i, fins a la definició de les zones contigües a la nau.

El segon objectiu comprèn d'una banda la determinació dels paràmetres definitoris d'una cambra frigorífica segons les exigències del client, així com el càlcul i definició dels elements constructius d'aquesta; i d'altra banda el dimensionat de tots els elements necessaris de la instal·lació frigorífica que produirà el fred per una òptima conservació de la fruita.

S'inclourà tota la informació tècnica i legal necessària perquè el projecte en el seu conjunt s'ajusti estrictament a la normativa aplicable.

Nau industrial

La nau projectada es situarà a la parcel·la 78 del polígon industrial "La Verdaguera" al terme municipal de Mora d'Ebre. La parcel·la en qüestió té una superfície de 13.290 metres quadrats.

Els aspectes generals de la nau són els següents: es tracta d'una nau industrial a dues aigües amb unes dimensions de vint-i-sis metres de llum per cinquanta de longitud, i una alçada de coronació de deu metres. Serà d'estructura metàl·lica amb una malla de suports d'acer estructural A-42.

La solució adoptada és construir-la sense pilars centrals, fet que permet la lliure ocupació de l'espai interior, deixant un sens fi de possibilitats de distribució i llibertat de decisions per a futures modificacions.

L'estructura estarà formada per deu pòrtics separats entre ells cinc metres. Els pilars tindran un perfil HEB 240 i els dintells perfils IPE-360. Els pòrtics s'uniran entre ells mitjançant les bigues de lligat soldades de perfil # 70x5. La unió entre pilar i dintell es realitzarà per soldadura i amb rigiditzadors per reforçar la unió. Pel que fa a la unió a cunbrera entre els dintells es soluciona per soldadura i amb plaques d'unió.

Es reforçarà el primer i últim pòrtic amb quatre pilars intermitjos (o pilarets) de perfil HEB-160.

Es reforçarà la zona entre el primer i el segon pòrtic, i entre el penúltim i l'últim pòrtic, tant a façana com a coberta amb arriostament de perfils # 80x3 per les riostres de façana i de perfil # 40x2 per les riostres de coberta soldades als pilars i als dintells respectivament.

En tot el perímetre de la façana s'instal·laran corretges amb una separació de 2 metres de perfil CF-140x2, que es fixaran mitjançant seions soldats als pilars i cargolats a les corretges.

També s'instal·laran corretges a la coberta amb una separació de 2,6 metres de perfil CF-120x3, que es fixaran mitjançant seions soldats als dintells i cargolats a les corretges.

Els tancaments de façana es compondran d'una banda per un mur perimetral a la zona inferior de 1,9 metres d'alçada de blocs de formigó de 40x20x20cm., i d'altra banda de panells sandvitx de 50mm. d'espessor a la resta col·locats sobre les corretges segons la disposició d'aquestes i fixats in situ mitjançant cargols rosca-xapa.

Els tancaments de coberta es compondran per panells grecats tipus sandvitx, combinats amb panells grecats translúcids per aprofitar la llum solar a l'interior de la nau col·locats in situ sobre les corretges segons la disposició d'aquestes i fixats mitjançant cargols rosca-xapa.

A la façana es disposarà de finestres de dos tipus: a la part superior es col·locaran finestres de tipus fix per aprofitar la llum solar; a la part inferior es col·locaran finestres de tipus pivotant horitzontal per tal de ventilar de manera natural la nau a més d'aprofitar la llum solar per una il·luminació natural. Els vidres de les finestres seran d'efecte mirall. La fusteria anirà muntada sobre perfils d'alumini sobre els panells.

El paviment de la nau i de la zona exterior d'aparcament se soluciona amb el sistema Dramix, un sistema relativament modern. El sistema consisteix en que, en lloc de construir la solera amb armadures d'acer i formigó en massa, s'hi afegeix al formigó un conjunt de fibres d'acer que permeten assumir les mateixes tensions que les armadures. Les fibres del sistema Dramix comporten menys temps d'execució en obra. La característica més important d'aquest component es l'homogeneïtat que presenta el paviment per assumir les tensions, doncs els esforços es reparteixen de manera constant a tota la secció de formigó. Com a coronament s'utilitza un sistema de resina autonivellant compodur. Per la solera del pàrking només s'utilitzarà el sistema dramix.

Respecte als accessos de la nau, aquesta constarà d'una porta de seguretat per l'entrada de persones per accedir a la zona d'oficines i una altra de grans dimensions (5x5 metres) per l'entrada de camions per realitzar la càrrega i descàrrega de mercaderies. Aquesta última romandrà sempre oberta, convertint-se així en l'element més important pel que fa a la ventilació natural de la nau.

Els fonaments de la nau es solucionen mitjançant un sistema de sabates i traves amb formigó HA-25 i l'armat corresponent. Diferenciem dos tipus de sabates i tres tipus de traves, segons la posició que ocupen a l'estructura.

La nau es distribueix en tres zones segons la temàtica: zona d'oficines (78 m²) i vestuaris (40,2 m²), cambra frigorífica de conservació (308,3 m²) i sala de màquines (41,5 m²), i zona de treball (832,5 m²). Totes les divisions interiors seran de construcció prefabricada.

El tancat del recinte és realitzarà mitjançant mur de blocs de formigó i tanca metàl·lica, segons normativa, d'un metre d'alçada per cada component, sent l'alçada total de dos metres.

L'entrada a la parcel·la es realitzarà mitjançant una porta corredera de fos fulles de cinc metres cada una, facilitant així l'entrada i la sortida de camions al vial.

Cal mencionar que la nau s'ha projectat també tenint en compte l'aspecte arquitectònic, intentant que resulti visualment atractiva. Per això s'ha dotat a tot el perímetre de la nau d'un mur d'obra, i a tota la façana i coberta plaques tipus sandvitx d'aspecte metal·litzat i visualment modernes.

Instal·lació frigorífica

Es projecta una instal·lació frigorífica capaç de mantenir en una cambra unes condicions tèrmiques que resultin òptimes per la conservació de la fruita.

Els paràmetres generals relatius a la cambra frigorífica són: capacitat per quatre-cents mil quilos de préssec; dimensions interiors de la cambra de vint-i-dos metres i mig de longitud, tretze i mig d'amplada i cinc d'alçada; temperatura a l'interior de 2°C i humitat del 90%.

Respecte la distribució de la càrrega a l'interior de la cambra, tenint en compte que la fruita s'emmagatzemarà en paletes caixa de fusta normalitzades de dimensions 1 x 1 x 0,54 metres i la normativa de condicions d'emmagatzematge

frigorífic, es realitzarà com s'especifica a continuació: es repartiran un total de vint paletes longitudinalment, deu paletes a l'amplada amb un passadís central lliure de 2,4 metres, i s'apil·laran un total de vuit paletes a cada columna. En total la càrrega màxima de la cambra serà de mil sis centes paletes.

La cambra es construirà íntegrament amb materials aïllants per reduir al màxim les pèrdues de calor (fred en aquest cas). Per les parets i el sostre es proposa el sistema modular de panells frigorífics sandvitx amb nucli d'espuma de poliuretà, que presenten un gran poder d'aïllant tèrmic. Algunes de les avantatges d'aquest sistema són: immillorables característiques d'aïllament i estalvi de temps durant el muntatge al ser un sistema de fàcil ensamblatge mitjançant un sistema de juntes longitudinals que queden metxembrades proporcionant al sistema gran solidesa i estanquitat, i sense la necessitat d'utilitzar cargols ni varilles passants donat que el sistema presenta una gran capacitat autoportant. L'espessor dels panells serà de cent mil·límetres. El terra s'aïllarà amb espuma de poliuretà projectada d'un espessor de cent mil·límetres. Al damunt d'aquest s'hi col·locarà una llosa de ciment armat per tal que aquest suporti les càrregues estàtiques i dinàmiques a les que estarà sotmès constantment el terra.

L'accés a la cambra es realitzarà a través d'una porta corredera per cambres frigorífiques d'obertura i tancament automàtic. La porta va equipada amb fotocèl·lula de seguretat i indicadors lluminosos intermitents tan a l'exterior com a l'interior.

Es projecta una instal·lació frigorífica basada en el sistema de producció de fred per compressió mecànica, el funcionament general del qual es descriu a continuació: La premissa de funcionament és que un refrigerant (fluid amb unes certes propietats termodinàmiques) al ser portat a ebullició pren calor del medi on es troba. Per tant, si evaporem un fluid refrigerant a l'interior d'una cambra, aquest absorirà calor de la pròpia cambra, encara que estigui freda, reduint la seva temperatura. Per això, l'element que s'ubica a l'interior de la cambra és el denominat evaporador, en el que el fluid s'evapora absorbint calor del medi. Per forçar l'ebullició del fluid a baixa temperatura hem de baixar la seva pressió a l'entrada de l'evaporador. Això s'aconsegueix situant una vàlvula de d'expansió a aquest punt. La funció d'aquesta vàlvula és laminar i pulveritzar el fluid a evaporar, deixant passar exactament la quantitat de líquid necessària. Després de passar per l'evaporador, el gas es aspirat per un element denominat compressor, que a través de la línia d'aspiració pren el refrigerant en estat gasós i incrementa la seva pressió, per portar-lo al condensador. El condensador és l'element que, comunicat per la línia de descarrega amb el compressor, li arriba el refrigerant en estat gasós a pressió i temperatura altes. En aquest element, el refrigerant passa de gas a líquid, cedint el seu calor al fluid condensant per poder-lo liquar. D'aquesta manera queda completat el circuit, tornant a incorporar-se el refrigerant líquid a través de la vàlvula de regulació a l'evaporador.

El refrigerant utilitzat serà el R-134a. Aquest refrigerant, anomenat ecològic perquè no té clor a la seva molècula, pertany al grup dels HFC

(hidrofluorcarburs), que presenten un ODP (Potencial de destrucció de l'ozó) nul. Es tracta d'un refrigerant d'alta seguretat (grup de seguretat L1): no inflamable, ni explosiu, ni tòxic.

Després de realitzar l'anàlisi del diagrama pressió-entalpia del refrigerant, fixades les condicions de treball de la instal·lació, i de realitzar posteriors càlculs es defineixen les tipologies i es dimensionen els components de la instal·lació.

L'evaporador és l'òrgan productor de fred de la instal·lació frigorífica. Aquest component s'ubica a l'interior de la cambra. L'evaporador és essencialment un intercanviador de calor. La seva funció principal és absorbir calor de la zona a refrigerar, transmetent-lo al refrigerant, aconseguint així reduir la temperatura de la cambra fins a la temperatura desitjada.

Es decideix instal·lar *evaporadors d'aire de circulació forçada*. Aquests evaporadors donen un resultat molt satisfactori per les necessitats plantejades. Porten incorporat un sistema de *desglaç per resistències elèctriques*.

El compressor és el component encarregat d'eleva la pressió del fluid refrigerant en estat vapor mitjançant una operació mecànica. S'instal·larà un *compressor tipus volumètric alternatiu de pistó*. Els compressors volumètrics són aquells en que la compressió s'obté variant el volum interior de la cambra de compressió. Concretant, el model escollit tindrà 8 cilindres i serà de *tipus semi-hermètic* (el conjunt motor-compressor va allotjat en un únic recinte, dividit en dos parts separades per una paret).

La missió del condensador és la de liquar els vapors de refrigerant que arriben a alta pressió procedents del compressor. Per portar a terme aquesta acció es necessari ficar en contacte el refrigerant en estat gasós amb un medi més fred, ja sigui aire o aigua, a través d'una superfície metàl·lica, ja que d'aquesta manera el refrigerant es condensarà.

S'instal·larà un condensador tipus *aerocondensador de convecció forçada* en el que el medi condensant es l'aire que es impulsat per un o varis ventiladors.

Les vàlvules d'expansió són els dispositius que regulen el pas del refrigerant líquid des d'un estat de pressió més alt a un altre més baix. Bàsicament tenen tres funcions: salvar la diferencia de pressió existent entre les dues parts del circuit (zona d'alta i baixa pressió), regular el cabal de refrigerant que accedeix l'evaporador i protegir el compressor evitant que el refrigerant líquid arribi al seu interior.

S'instal·laran quatre *vàlvules temostatiques d'expansió* (una per cada evaporador) que regulen el cabal de refrigerant en funció de les variacions de temperatura que es produeixen a la sortida de l'evaporador.

Els elements descrits anteriorment són els principals de la instal·lació però per adaptar-los a les necessitats canvians i segons els requeriments en cada moment en matèria d'efectivitat i seguretat, s'han d'afegir altres. S'instal·laran vàlvules i automatismes de seguretat i control tal com presostats (limitadors de pressió), filtre assecador, separador d'oli, visor de líquid, i

vàlvules de pas, solenoides, de seguretat i de retenció.

La instal·lació contarà amb altres accessoris com un dipòsit de líquid refrigerant

La sala de màquines albergarà la major part dels elements descrits anteriorment, a més d'un ventilador helicoidal per la correcta ventilació de la mateixa.

La connexió dels diferents elements es realitzarà mitjançant les canonades corresponents, que seran rígides de coure, i s'uniran per soldadura tova mitjançant colzes, tes i reduccions.

Conclusions

La realització del present projecte ha resultat per nosaltres una experiència realment enriquidora. Per una banda hem pogut ampliar els coneixements assolits durant la carrera en matèries tan dispars com són les estructures d'acer i les instal·lacions de fred industrial, i profunditzar en l'estudi d'aquestes per poder assolir els objectius marcats. Per una altra, ha estat primordial aprendre a treballar en equip, per tal d'organitzar la feina, administrar els recursos, prendre decisions raonadament, etcètera, fet que creiem que serà molt útil pel nostre futur professional.