

Clara Weber Torres

**Substitució d'una Turbina de Vapor per un Motor
Elèctric: Càlcul estàtic de l'estructura**

**Treball Fi de Màster
dirigit pel Dr. Genaro González Baixauli**

Màster en Enginyeria Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2023

Índex

1	Memòria	1
1.1	Objecte	1
1.1.1	Context.....	1
1.1.2	Objectiu i justificació del projecte	3
1.2	Abast	4
1.2.1	Metodologia	4
1.3	Antecedents.....	5
1.3.1	Localització i estructura portant del conjunt Turbina-Compressor	5
1.3.2	Anàlisi qualitativa del tipus de motor a instal·lar	6
1.3.3	Funcionament del sistema: comparativa del cas actual i futur i determinació de la potència necessària.....	8
1.3.4	Principis bàsics sobre el mètode d'elements finits	9
1.4	Normes i referències.....	10
1.4.1	Disposicions legals i normes.....	10
1.4.2	Programes de càlcul.....	10
1.4.3	Bibliografia	10
1.4.4	Altres referències	10
1.5	Definicions i abreviatures	10
1.6	Requisits de disseny	11
1.6.1	Descripció de l'estructura.....	11
1.6.2	Materials.....	18
1.6.3	Malla d'elements.....	18
1.6.4	Càrregues i condicions de contorn	19
1.7	Resultats finals.....	25
1.7.1	Tensions principals.....	25
1.7.2	Deformació	29
1.7.3	Tensió tallant màxima	30
1.7.4	Esforç axial	33
1.8	Conclusions	34
2	Annexes.....	35
2.1	Documentació inicial.....	35
2.1.1	Emplaçament de l'actual compressor C-3001	35
2.2	Càlculs	36
2.2.1	Càlcul del balanç al sistema de la turbina	36
2.2.2	Càlcul del mòdul d'elasticitat	36

2.2.3 Càlcul de càrregues.....	36
2.2.4 Càlcul de límits	38
3 Verificació de l'estructura.....	40
3.1 Continguts del model.....	41
3.2 Unitats	42
3.3 Model (E4).....	42
3.3.1 Geometria	42
3.3.2 Sistemes de coordenades	276
3.3.3 Connexions	276
3.3.4 Malla	283
3.3.5 Seleccions nomenades	284
3.4 Estàtica Estructural (E5).....	285
3.4.1 Solució (E6).....	299
3.5 Dades de Materials.....	314
3.5.1 Sòl argilós	314
3.5.2 Barra de reforç	315
3.5.3 Formigó HA-35 (Llosa superior).....	315
3.5.4 Formigó HA-25 (pilonatge, llosa inferior y pilastres)	316
3.5.5 Formigó HM 20 (neteja)	317
3.5.6 Acer Estructural	317

Índex de Figures

Figura 1. 1. Ubicació de les parcel·les M-200 i M-300 al complex industrial de BASF a La Canonja (Tarragona)	1
Figura 1. 2. Procés global de deshidrogenació del propà de la planta de PDH.....	2
Figura 3. 1. Ubicació vista amb perspectiva aèria (esquerra) i vista en planta (dreta) del conjunt.	5
Figura 3. 2. Extracte del plànol de disposició del compressor.	6
Figura 3. 3. Extracte d'emplaçament del variador de freqüència i el transformador.	7
Figura 6. 1 Estructura modelada amb l'eina DesignModeler dins el software ANSYS 2023 R1, sense i amb l'armat, respectivament.	11
Figura 6. 2. Disposició de l'armadura als pilons.....	12
Figura 6. 3. Disposició de l'armadura a la llosa de fonamentació inferior.	13
Figura 6. 4. Armadura dels suports per al condensador E-3006.....	14
Figura 6. 5. Armadura del suport per a les bombes P-1004 A/B.	15
Figura 6. 6. Armadura per als suports de la canonada d'aspiració del compressor.....	15
Figura 6. 7. Armadura conjunta de la llosa, suports i arrancada de pilars.	16
Figura 6. 8. Armadura dels pilars i secció amb detall dels perfils LPN.....	16
Figura 6. 9. Armadura de la llosa de fonamentació superior.....	17
Figura 6. 10. Malla d'elements resultant en ANSYS Mechanical.....	19
Figura 6. 11. Punts de recolzament de lla càrrega majorada del compressor.	20
Figura 6. 12. Punts de recolzament de lla càrrega majorada del motor (o turbina).....	20
Figura 6. 13. Recolzaments de les càrregues restants a l'estructura.	21
Figura 6. 14. Representació de l'acció de la gravetat i la restricció de desplaçament. .	21
Figura 6. 15. Incidència de la càrrega del vent (direcció -x o x).	22
Figura 6. 16. Representació de la contribució de la càrrega de neu.	22
Figura 6. 17. Unió longitudinal de la base del piló amb el sòl.	23
Figura 6. 18. Representació de les unions (ANSYS Mechanical).	24
Figura 7. 1. Representació de les tensions principals (©ANSYS).....	25
Figura 7. 2. Ubicació i valor de la tensió principal màxima.	26
Figura 7. 3. Ubicació i valor de la tensió principal mínima.	27
Figura 7. 4. Ubicació i valor de la tensió equivalent màxima.	28
Figura 7. 5. Ubicació i valor de la deformació total màxima.	29
Figura 7. 6. Ubicació i valor de la deformació vertical màxima.....	30
Figura 7. 7. Ubicació i valor de l'esforç tallant màxim.	31
Figura 7. 8. Valor i localització de la tensió tallant màxima a l'armadura.	32
Figura 7. 9. Valors i localitzacions dels esforços axials màxims a l'armadura.....	33
Figura A. 1. Extracte del plànol general d'emplaçament de la planta amb la ubicació del compressor C-300	35
Figura A. 2. Mapa de la velocitat bàsica del vent a Espanya segons el CTE.	38

Índex de Taules

Taula 6. 1. Masses de cada equip recolzat a l'estructura.....	19
Taula 7. 1. Tensions principals màximes i mínimes obtingudes a cada cas d'estudi. ...	25
Taula 7. 2. Valor numèric de la tensió equivalent (Von-Mises) per a cada cas d'estudi.	28
Taula 7. 3. Tensions límit a compressió i a tracció segons el tipus de formigó.	28
Taula 7. 4. Valors de deformació màxima per a cada cas d'estudi.	29
Taula 7. 5. Tensió tallant màxima obtinguda a cada cas d'estudi.....	30
Taula 7. 6. Tensió tallant màxima a l'armadura per a cada cas d'estudi.	31
Taula 7. 7. Esforços axials màxims obtinguts a l'armadura.	33