UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

Carles Cervantes Ricaldi
Mario Fernández Herrán
Adrian Leo Herrera
Eric Miras Brea
Leandro Rafaelich Piulats
Uc Riera Rojas

TUTOR
Josep Anton Torà

CC BY SA

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

CAPÍTOL 9: OPERACIÓ A LA PLANTA

Taula de continguts

9.1. Introducció 6

9.2. Departaments de la planta 6

9.2.1. Departament de producció 7

9.2.2. Departament d'enginyeria i Manteniment 9

9.2.3. Departament de seguretat, salut i medi ambient 10

9.2.4. Departament de qualitat 12

9.2.5. Departament de logística 14

9.2.6. Departament de laboratori i anàlisi 15

9.2.7. Departament d'I+D 17

9.2.8. Departament de direcció i gestió administrativa 18

9.3. Personal de la planta 20

9.4. Calendari i organització dels torns 22

9.4.1. Calendari anual 22

9.4.2. Organització dels torns 23

9.5. Personal extern 27

9.6. Bibliografia 29

9. Operació a la planta

9.1. Introducció

El correcte funcionament de la planta de producció de formaldehid és essencial per garantir una operació segura, contínua i eficient. Aquest capítol té com a objectiu descriure l'organització operativa de la planta, definint els principals departaments que intervenen en el seu funcionament, el personal necessari, la distribució dels torns de treball i els serveis externs requerits.

La planta està dissenyada per operar de manera contínua durant gran part de l'any, amb una producció estable de solució aquosa de formaldehid. Per aquest motiu, és necessari disposar d'una estructura organitzativa adequada que permeti coordinar les tasques de producció, manteniment, control de qualitat, seguretat, logística i gestió administrativa.

El procés presenta diferents punts crítics d'operació, especialment a causa de la presència de substàncies com el metanol i el formaldehid, així com de corrents gasosos amb oxigen. Aquestes característiques fan imprescindible mantenir un control rigorós de les condicions d'operació i garantir que el personal disposi de la formació adequada per actuar de manera segura davant qualsevol desviació del procés.

A més, la planta requereix una coordinació constant entre els diferents departaments, ja que qualsevol incidència en una àrea pot afectar directament la resta de la instal·lació. Per exemple, una aturada en manteniment pot condicionar la producció, una desviació de qualitat pot afectar l'expedició del producte final, o una incidència logística pot comprometre la disponibilitat de matèries primeres.

Per tant, aquest capítol presenta l'organització general de la planta, el personal necessari per garantir-ne el funcionament, el calendari anual d'operació i l'estructura dels torns de treball. També es descriu el paper del personal extern i dels serveis subcontractats que donen suport a l'activitat industrial.

9.2. Departaments de la planta

Per assegurar una operació adequada de la planta, és necessari establir una estructura organitzativa formada per diferents departaments. Cadascun d'aquests departaments desenvolupa unes funcions concretes, però tots treballen de manera coordinada amb

l'objectiu comú de garantir la continuïtat del procés, la qualitat del producte final, la seguretat dels treballadors i el compliment de la normativa aplicable.

En una planta química de producció de formaldehid, la coordinació entre les diferents àrees és especialment important, ja que el procés implica la manipulació de substàncies inflamables, tòxiques i corrosives. Per aquest motiu, els departaments de producció, manteniment, seguretat, qualitat i logística han d'estar en comunicació constant.

A continuació, es descriuen les funcions principals de cadascun dels departaments, així com el personal necessari per garantir el correcte funcionament de la planta.

9.2.1. Departament de producció

El Departament de Producció és l'àrea encarregada de garantir el funcionament continu i estable del procés de fabricació de formaldehid. Aquest departament supervisa les diferents etapes de la planta, des de l'alimentació de metanol i aire fins a l'obtenció del producte final, assegurant que totes les unitats treballin dins de les condicions establertes de cabal, temperatura, pressió i composició.

La planta està dissenyada per operar durant 330 dies l'any, en règim continu de 24 hores al dia. Per aquest motiu, el personal de producció s'ha d'organitzar en torns rotatius que permetin garantir la presència constant d'operadors a la instal·lació. Aquest sistema permet mantenir la producció de manera ininterrompuda durant els dies d'operació previstos, excepte en les aturades programades de manteniment, inspecció o neteja.

El Departament de Producció disposa d'un responsable de producció, que és l'encarregat de coordinar globalment l'àrea, planificar els objectius productius, supervisar el compliment dels procediments d'operació i actuar com a enllaç amb la resta de departaments de la planta. Aquest perfil treballa principalment en horari diürn i té una funció de supervisió general, sense formar part dels torns rotatius d'operació.

Per altra banda, durant l'operació diària de la planta es requereix la presència d'un cap de torn, encarregat de coordinar les maniobres operatives, gestionar possibles incidències, supervisar el personal del torn i assegurar que el procés es mantingui dins dels paràmetres establerts. Aquest perfil és essencial per garantir una resposta ràpida davant desviacions de procés o alarmes del sistema de control.

També es disposa d'operadors de sala de control, responsables de supervisar el procés mitjançant el sistema de control de la planta. Aquests operadors controlen les principals

variables d'operació, revisen alarmes, registren dades de funcionament i fan el seguiment de les diferents unitats del procés. A causa de la complexitat del procés i de la necessitat de controlar diverses àrees simultàniament, es considera adequada la presència de dos operadors de sala de control per torn.

Finalment, el departament compta amb operadors de camp, encarregats de dur a terme inspeccions visuals, comprovacions in situ, presa de mostres, maniobres manuals i suport directe a les operacions dels equips. Aquests operadors són necessaris per verificar l'estat real dels equips i actuar sobre la instal·lació quan sigui necessari. Es considera adequada una dotació de dos operadors de camp per torn.

Tenint en compte el règim d'operació continu de la planta, es proposa una organització basada en cinc torns rotatius, que permet cobrir les 24 hores del dia i garantir els períodes de descans, vacances i substitucions del personal. D'aquesta manera, el Departament de Producció requereix un total de 26 treballadors, formats per 1 responsable de producció, 5 caps de torn, 10 operadors de sala de control i 10 operadors de camp.

Les principals funcions del Departament de Producció són:

- Supervisar el funcionament global del procés.
- Controlar les variables principals d'operació.
- Verificar que els equips treballin dins dels límits establerts.
- Coordinar-se amb manteniment en cas d'avaries o incidències.
- Comunicar possibles desviacions al Departament de Qualitat.
- Assegurar la correcta alimentació de les matèries primeres i controlar l'enviament del producte final cap a la zona d'emmagatzematge.

Aquest departament és fonamental per assegurar la continuïtat del procés i la qualitat del producte final. A més, el personal de producció ha de disposar de formació específica en operació de plantes químiques, sistemes de control i protocols de seguretat, especialment a causa de la presència de metanol, formaldehid i corrents gasosos amb oxigen.

9.2.2. Departament d'enginyeria i Manteniment

El Departament d'Enginyeria i Manteniment és l'àrea encarregada de garantir la disponibilitat, fiabilitat i seguretat dels equips i instal·lacions de la planta. La seva funció principal és assegurar que tots els equips del procés treballin correctament durant els 330 dies anuals d'operació, reduint al màxim les aturades no programades i mantenint les condicions de disseny establertes.

Aquest departament té una importància especial en una planta de producció de formaldehid, ja que el procés treballa amb equips crítics com compressors, bombes, bescanviadors de calor, reactor, torres d'absorció i destil·lació, sistemes de mescla, tancs d'emmagatzematge i xarxes de canonades. Una fallada en qualsevol d'aquests equips podria afectar directament la continuïtat del procés, la qualitat del producte final o la seguretat de la instal·lació.

El departament és dirigit per un responsable de manteniment, encarregat de planificar i coordinar les tasques de manteniment preventiu, correctiu i predictiu. Aquest responsable també gestiona els recursos del departament, coordina les intervencions amb producció i organitza les aturades programades de la planta. A més, és l'encarregat de supervisar la documentació tècnica dels equips i de mantenir actualitzat el pla general de manteniment.

També es considera necessària la presència d'enginyers de manteniment, especialitzats en les diferents àrees tècniques de la planta. Aquests perfils donen suport a la resolució d'incidències, analitzen les causes de les avaries, proposen millores tècniques i participen en la planificació de les intervencions més complexes. En aquest cas, es considera adequada una dotació de dos enginyers de manteniment, un més orientat a l'àrea mecànica i un altre a l'àrea elèctrica, instrumentació i control.

Durant l'operació normal de la planta és necessari disposar de tècnics de manteniment per torn, que puguin actuar ràpidament davant qualsevol incidència operativa. Aquests tècnics són els encarregats de fer inspeccions rutinàries, revisar l'estat dels equips, comprovar possibles fuites, controlar sorolls o vibracions anormals i donar suport als operadors de camp en cas de maniobres o petites intervencions. Per garantir cobertura durant les 24 hores del dia, es proposa disposar d'un tècnic de manteniment per torn, organitzat en cinc torns rotatius.

A més, el departament compta amb tècnics especialitzats en manteniment mecànic, elèctric i d'instrumentació. Aquests perfils treballen principalment en horari diürn i intervenen en tasques més específiques, com el manteniment de bombes, vàlvules,

motors, sistemes de control, instruments de mesura, transmissors, llaços de control i sistemes de seguretat. Es considera adequada una dotació de tres tècnics especialitzats, un per cada àrea principal.

Tenint en compte aquesta organització, el Departament d'Enginyeria i Manteniment requereix un total d'11 treballadors, formats per 1 responsable de manteniment, 2 enginyers de manteniment, 5 tècnics de manteniment per torn i 3 tècnics especialitzats.

Les principals funcions d'aquest departament són:

- Planificar i executar el manteniment preventiu dels equips.
- Actuar davant avaries o incidències.
- Revisar l'estat mecànic i elèctric de la instal·lació.
- Calibrar instruments de mesura.
- Gestionar recanvis crítics.
- Donar suport a les parades programades.
- Proposar millores per augmentar la fiabilitat del procés.

Aquest departament treballa de manera coordinada amb Producció, Seguretat i Qualitat, ja que qualsevol intervenció sobre els equips pot afectar l'operació de la planta. Per aquest motiu, totes les tasques de manteniment s'han de realitzar seguint procediments establerts, permisos de treball i protocols de seguretat, especialment en zones amb presència de metanol, formaldehid o atmosferes potencialment inflamables.

Així, el Departament d'Enginyeria i Manteniment és essencial per garantir la continuïtat operativa de la planta, reduir el risc d'avaries i assegurar que els equips funcionin de manera segura i eficient durant tot el període anual de producció.

9.2.3. Departament de seguretat, salut i medi ambient

El Departament de Seguretat, Salut i Medi Ambient és l'àrea encarregada de garantir que totes les activitats de la planta es desenvolupin de manera segura, complint amb la normativa vigent i minimitzant l'impacte ambiental associat al procés productiu. Aquest departament té una funció transversal, ja que treballa de manera coordinada amb Producció, Manteniment, Qualitat i Logística per assegurar que les operacions es duguin a terme sota criteris de seguretat industrial, protecció de la salut dels treballadors i respecte pel medi ambient.

En una planta de producció de formaldehid, aquest departament té una importància especial a causa de la presència de substàncies perilloses com el metanol i el formaldehid. El metanol és un compost inflamable i tòxic, mentre que el formaldehid presenta riscos associats a la seva toxicitat i a la possible exposició per inhalació o contacte. A més, el procés treballa amb corrents gasosos que contenen oxigen, fet que obliga a mantenir un control rigorós de les condicions de seguretat, especialment en les zones de mescla, reacció, emmagatzematge i càrrega de producte.

El departament és dirigit per un responsable de Seguretat, Salut i Medi Ambient, encarregat de coordinar el sistema de gestió preventiva i ambiental de la planta. Aquest responsable supervisa el compliment dels procediments interns, organitza les formacions del personal, coordina les inspeccions de seguretat i actua com a interlocutor davant les administracions competents en matèria de seguretat industrial i medi ambient.

També es considera necessària la presència de tècnics de seguretat industrial, encarregats d'identificar i avaluar els riscos associats a les diferents operacions de la planta. Aquests tècnics participen en l'elaboració dels permisos de treball, en la revisió dels protocols d'actuació davant emergències i en la investigació d'incidències o accidents. També donen suport en la verificació dels sistemes de detecció, alarmes, dutxes d'emergència, equips contra incendis i altres elements de protecció col·lectiva.

D'altra banda, el departament compta amb tècnics de medi ambient, responsables del seguiment de les emissions atmosfèriques, dels abocaments, dels residus generats i del consum de recursos. Aquests perfils s'encarreguen de controlar que la planta compleixi amb els límits ambientals establerts i de gestionar correctament els residus perillosos i no perillosos generats durant l'operació. També participen en la preparació d'auditories ambientals i en l'actualització de la documentació associada a l'autorització ambiental de la instal·lació.

Finalment, es considera convenient disposar d'un tècnic de salut laboral, encarregat de vetllar per les condicions de treball del personal de planta. Aquest perfil participa en l'avaluació de l'exposició dels treballadors a agents químics, en la definició dels equips de protecció individual necessaris i en la coordinació amb el servei de prevenció aliè o amb la mútua corresponent. També intervé en campanyes de formació, vigilància de la salut i millora de les condicions ergonòmiques dels llocs de treball.

Tenint en compte les dimensions de la planta i el seu règim d'operació de 330 dies l'any, es proposa que aquest departament estigui format per un total de 6 treballadors: 1

responsable de Seguretat, Salut i Medi Ambient, 2 tècnics de seguretat industrial, 2 tècnics de medi ambient i 1 tècnic de salut laboral. Aquests perfils treballaran principalment en horari diürn, tot i que el departament haurà de disposar de protocols d'actuació i sistemes de guàrdia o disponibilitat en cas d'emergència fora de l'horari habitual.

Les principals funcions del Departament de Seguretat, Salut i Medi Ambient són:

- Identificar i avaluar els riscos de la planta.
- Controlar el compliment dels procediments de seguretat.
- Gestionar els permisos de treball.
- Coordinar la formació preventiva del personal.
- Supervisar l'ús correcte dels equips de protecció individual.
- Controlar emissions i residus.
- Preparar auditories internes.
- Garantir el compliment de la normativa ambiental i de prevenció de riscos laborals.

Aquest departament és essencial per garantir una operació segura i sostenible de la planta. La seva actuació permet reduir el risc d'accidents, evitar desviacions ambientals i assegurar que el personal treballi en condicions adequades durant tota l'operació anual de la instal·lació.

9.2.4. Departament de qualitat

El Departament de Qualitat és l'àrea encarregada d'assegurar que les matèries primeres, els corrents intermedis i el producte final compleixin amb les especificacions establertes. En una planta de producció de formaldehid, aquest departament té una importància elevada, ja que el producte final ha de presentar una composició determinada per poder ser comercialitzat correctament, amb una concentració aproximada del 37% en massa de formaldehid, un contingut de metanol com a estabilitzant i la resta d'aigua.

Aquest departament treballa de manera coordinada amb Producció, Laboratori, Logística i Seguretat, Salut i Medi Ambient. La seva funció no es limita únicament a comprovar la qualitat del producte acabat, sinó que també inclou el seguiment de les

matèries primeres, la revisió dels paràmetres crítics del procés i la gestió de possibles desviacions que puguin afectar la qualitat o la traçabilitat del producte.

El departament és dirigit per un responsable de qualitat, encarregat de definir els criteris de qualitat de la planta, supervisar el compliment dels procediments interns, validar els resultats analítics i coordinar les actuacions necessàries en cas de no conformitat. Aquest responsable també actua com a enllaç amb la resta de departaments i participa en la preparació d'auditories internes o externes.

També es considera necessària la presència de tècnics de control de qualitat, encarregats de revisar els resultats obtinguts pel laboratori, comprovar que les matèries primeres compleixen amb les especificacions requerides i verificar que el producte final pot ser alliberat per a emmagatzematge o expedició. Aquests perfils tenen un paper fonamental en el seguiment de la composició del formaldehid comercial i en la detecció de possibles desviacions del procés.

A més, el departament compta amb inspectors de qualitat en planta, que realitzen comprovacions directes sobre les operacions productives, la presa de mostres, l'estat dels sistemes d'emmagatzematge i el compliment dels procediments establerts. Aquests inspectors permeten mantenir una supervisió més propera de les diferents àrees de la planta i faciliten la comunicació immediata de qualsevol incidència al Departament de Producció.

Tenint en compte el règim d'operació de la planta, de 330 dies l'any, es proposa que el Departament de Qualitat estigui format per un total de 6 treballadors: 1 responsable de qualitat, 2 tècnics de control de qualitat i 3 inspectors de qualitat en planta. El responsable i els tècnics de control de qualitat treballaran principalment en horari diürn, mentre que els inspectors podran donar suport en diferents torns segons les necessitats de producció i mostreig.

Les principals funcions del Departament de Qualitat són:

- Controlar la qualitat de les matèries primeres.
- Verificar la composició dels corrents intermedis i del producte final.
- Revisar els resultats analítics del laboratori.
- Gestionar no conformitats.
- Assegurar la traçabilitat dels lots produïts.
- Autoritzar l'alliberament del producte acabat abans de la seva expedició.

Aquest departament és essencial per garantir que la solució de formaldehid produïda compleixi amb les especificacions comercials i amb els requisits interns de la planta. A més, permet detectar desviacions de manera anticipada, reduint el risc de produir lots fora d'especificació i contribuint a una operació més estable, segura i eficient.

9.2.5. Departament de logística

El Departament de Logística és l'àrea encarregada de gestionar l'entrada de matèries primeres, l'emmagatzematge del producte final i la seva posterior expedició. Aquest departament és essencial per garantir la continuïtat del procés productiu, ja que assegura la disponibilitat dels recursos necessaris i coordina la sortida del producte acabat cap als clients.

En el cas de la planta de producció de formaldehid, el producte final s'emmagatzema en tancs específics abans de la seva comercialització. Posteriorment, la solució de formaldehid es carrega en camions cisterna de 33 tones, que permeten transportar el producte de manera segura fins al client final. Per aquest motiu, les tasques logístiques principals no es basen en un magatzem convencional, sinó en el control dels tancs d'emmagatzematge, la planificació de càrregues i la coordinació amb transportistes.

El departament està coordinat per un responsable de logística, encarregat de planificar l'aprovisionament de matèries primeres, controlar els estocs disponibles, coordinar les operacions de càrrega i descàrrega i mantenir la comunicació amb proveïdors, transportistes i clients. Aquest responsable també verifica que la documentació associada als moviments de materials sigui correcta, incloent-hi albarans, fulls de seguretat, certificats d'anàlisi i documentació de transport.

També es considera necessària la presència de tècnics de logística, encarregats de controlar les entrades i sortides de materials, actualitzar els registres d'estoc i coordinar les operacions amb Producció i Qualitat. Aquests tècnics han d'assegurar que les matèries primeres estiguin disponibles en el moment adequat i que el producte final només sigui expedit un cop hagi estat validat pel Departament de Qualitat.

A més, el departament compta amb operaris de càrrega i expedició, responsables de les operacions associades a la càrrega dels camions cisterna. Aquests operaris supervisen la connexió i desconnexió de les línies de càrrega, verifiquen l'estat dels punts de càrrega, controlen que l'operació es realitzi segons els procediments establerts i comproven que el camió cisterna compleixi les condicions requerides abans de la seva sortida. També donen suport en la comprovació del nivell dels tancs i en la preparació de les operacions d'expedició.

Tenint en compte que la planta opera durant 330 dies l'any, es proposa que el Departament de Logística estigui format per un total de 7 treballadors: 1 responsable de logística, 2 tècnics de logística i 4 operaris de càrrega i expedició. El responsable i els tècnics treballaran principalment en horari diürn, mentre que els operaris de càrrega i expedició podran organitzar-se segons les necessitats de recepció de matèries primeres i càrrega de producte final.

Les principals funcions del Departament de Logística són:

- Gestionar l'aprovisionament de metanol i altres recursos necessaris.
- Controlar els nivells dels tancs d'emmagatzematge.
- Coordinar la recepció de matèries primeres.
- Planificar la càrrega de camions cisterna.
- Assegurar la traçabilitat documental del producte final i garantir el compliment de les normatives aplicables al transport.
- Manipulació de substàncies químiques.

Aquest departament treballa de manera coordinada amb Producció, Qualitat i Seguretat, Salut i Medi Ambient. La seva correcta organització permet evitar interrupcions del procés per manca de matèries primeres, garantir una expedició ordenada del producte final i reduir els riscos associats a les operacions de càrrega i descàrrega.

Així, el Departament de Logística és fonamental per mantenir una operació contínua, segura i eficient de la planta, assegurant tant l'alimentació del procés com la correcta comercialització del producte final en camions cisterna.

9.2.6. Departament de laboratori i anàlisi

El Departament de Laboratori i Anàlisi és l'àrea encarregada de realitzar les determinacions analítiques necessàries per garantir el correcte seguiment del procés i la qualitat dels productes obtinguts. Aquest departament dona suport principalment als departaments de Producció i Qualitat, ja que permet verificar que les matèries primeres, els corrents intermedis i el producte final compleixen amb les especificacions establertes.

En una planta de producció de formaldehid, el laboratori té un paper fonamental, ja que el producte comercial ha de mantenir una composició adequada abans de ser enviat als tancs d'emmagatzematge i posteriorment carregat en camions cisterna. Per aquest motiu, és necessari controlar paràmetres com la concentració de formaldehid, el

contingut de metanol, la presència d'aigua i possibles impureses o desviacions respecte a les especificacions del producte final.

El departament està format per un responsable de laboratori, encarregat de coordinar les activitats analítiques, supervisar els procediments de treball, validar els resultats obtinguts i assegurar el correcte funcionament dels equips de mesura. Aquest responsable també s'encarrega de mantenir actualitzats els mètodes d'anàlisi i de garantir que els resultats siguin fiables i traçables.

També es considera necessària la presència de tècnics de laboratori, encarregats de dur a terme les anàlisis rutinàries de matèries primeres, corrents de procés i producte final. Aquests tècnics treballen amb les mostres recollides durant l'operació de la planta i realitzen les determinacions necessàries per comprovar que el procés es manté dins dels valors esperats. En aquest cas, es considera adequada una dotació de tres tècnics de laboratori, que permet donar cobertura suficient a les necessitats analítiques de la planta.

A més, el departament compta amb un tècnic d'assajos especials i validacions, encarregat de realitzar anàlisis no rutinàries, estudiar possibles desviacions del procés, validar nous mètodes analítics i donar suport en casos d'incidències o canvis en les condicions d'operació. Aquest perfil és important per assegurar que el laboratori pugui respondre davant situacions que requereixin un estudi més detallat.

Finalment, es considera convenient disposar d'un auxiliar de laboratori, que dona suport en tasques com la preparació de mostres, la neteja i condicionament del material, la gestió de reactius, l'organització del laboratori i el registre inicial de dades. Aquest perfil permet agilitzar el treball dels tècnics i mantenir el laboratori en condicions adequades d'ordre i seguretat.

Tenint en compte el règim d'operació de la planta, de 330 dies l'any, es proposa que el Departament de Laboratori i Anàlisi estigui format per un total de 6 treballadors: 1 responsable de laboratori, 3 tècnics de laboratori, 1 tècnic d'assajos especials i validacions i 1 auxiliar de laboratori. Aquest departament treballarà principalment en horari diürn, tot i que haurà de disposar d'una organització suficient per donar resposta a les necessitats de mostreig i control durant l'operació de la planta.

Les principals funcions del Departament de Laboratori i Anàlisi són:

- Analitzar les matèries primeres.
- Verificar la composició dels corrents intermedis.

- Controlar la qualitat del producte final.
- Donar suport al Departament de Qualitat.
- Validar mètodes analítics.
- Calibrar equips de mesura.
- Mantenir la traçabilitat dels resultats obtinguts.

Aquest departament és essencial per assegurar que el producte final compleixi amb les especificacions comercials abans del seu emmagatzematge i expedició. A més, permet detectar desviacions del procés de manera anticipada, facilitant la presa de decisions per part de Producció i Qualitat.

9.2.7. Departament d'I+D

El Departament d'I+D és l'àrea encarregada d'estudiar possibles millores en el procés productiu, optimitzar les condicions d'operació i avaluar noves alternatives tècniques que permetin augmentar l'eficiència, la seguretat i la sostenibilitat de la planta. Tot i que no participa directament en l'operació diària, aquest departament té un paper important en la millora contínua de la instal·lació.

En una planta de producció de formaldehid, aquest departament pot treballar en l'estudi de diferents aspectes del procés, com ara l'optimització de la relació aire-metanol, la millora del rendiment del reactor, la reducció del consum energètic en les etapes de separació, la recuperació de metanol o la disminució de les emissions i corrents residuals. També pot participar en l'avaluació de nous catalitzadors, estratègies de control o modificacions del procés que permetin augmentar l'estabilitat de l'operació.

El departament està coordinat per un responsable d'I+D, encarregat de definir les línies de treball, planificar els estudis tècnics i coordinar-se amb els departaments de Producció, Qualitat, Laboratori i Medi Ambient. Aquest responsable també s'encarrega d'analitzar les necessitats futures de la planta i proposar projectes de millora adaptats als objectius productius i ambientals.

També es considera necessària la presència d'enginyers de procés, encarregats d'analitzar les dades operatives de la planta, estudiar desviacions, comparar els resultats reals amb els valors de disseny i proposar ajustos en les condicions d'operació. Aquests perfils poden utilitzar eines de simulació, dades històriques de planta i resultats analítics per valorar possibles millores en el procés.

A més, el departament pot comptar amb tècnics de suport experimental, encarregats de realitzar assajos de laboratori o proves a petita escala relacionades amb la qualitat del producte, l'estabilitat de la solució de formaldehid, la recuperació de metanol o l'avaluació de possibles modificacions en les condicions de treball. Aquest suport és útil abans d'aplicar canvis directament a escala industrial.

Tenint en compte les dimensions de la planta, es proposa que el Departament d'I+D estigui format per un total de 5 treballadors: 1 responsable d'I+D, 2 enginyers de procés i 2 tècnics de suport experimental. Aquest departament treballarà principalment en horari diürn, ja que la seva activitat no requereix presència contínua durant les 24 hores del dia.

Les principals funcions del Departament d'I+D són:

- Estudiar millores en el procés.
- Analitzar dades d'operació.
- Proposar optimitzacions tècniques.
- Reduir consums energètics.
- Millorar el rendiment global de la planta.
- Donar suport a Producció davant desviacions complexes.
- Col·laborar amb Qualitat i Laboratori en l'estudi de possibles canvis en el producte final.

Aquest departament contribueix a mantenir la competitivitat de la planta a llarg termini, ja que permet adaptar el procés a noves necessitats productives, ambientals o normatives. D'aquesta manera, l'I+D no només actua com una àrea de desenvolupament, sinó també com una eina de suport tècnic per millorar l'eficiència i la fiabilitat global de la planta.

9.2.8. Departament de direcció i gestió administrativa

El Departament de Direcció i Gestió Administrativa és l'àrea encarregada de coordinar l'activitat global de la planta i assegurar que tots els departaments disposin dels recursos necessaris per desenvolupar correctament les seves funcions. Tot i que no intervé directament en l'operació del procés, aquest departament és essencial per garantir una gestió adequada de la planta des del punt de vista econòmic, organitzatiu, legal i administratiu.

En una planta de producció de formaldehid, aquest departament ha de garantir la correcta planificació de l'activitat industrial, la gestió del personal, el control econòmic del projecte, la relació amb proveïdors i clients, i el compliment de les obligacions administratives associades a l'activitat de la instal·lació. A més, actua com a punt de connexió entre els diferents departaments, facilitant la presa de decisions i la coordinació interna.

El departament està dirigit per un director de planta, responsable de supervisar el funcionament general de la instal·lació i de prendre les decisions principals relacionades amb la producció, la seguretat, la qualitat, el manteniment i la gestió econòmica. Aquest perfil també representa la planta davant organismes externs, clients, proveïdors i administracions públiques quan sigui necessari.

També es considera necessària la presència d'un responsable d'administració i finances, encarregat de gestionar la comptabilitat, el control de costos, la facturació, els pressupostos anuals i el seguiment econòmic de la planta. Aquest perfil permet assegurar que l'activitat productiva es manté dins dels objectius econòmics previstos i que es compleixen les obligacions fiscals i documentals de l'empresa.

D'altra banda, el departament compta amb un responsable de recursos humans, encarregat de gestionar la contractació, la formació, els torns de treball, les vacances i la documentació laboral del personal. Aquesta funció és especialment important en una planta que opera durant 330 dies l'any, ja que cal garantir una cobertura adequada dels torns i assegurar que es respectin els períodes de descans del personal.

També es proposa la incorporació d'un responsable comercial i de relació amb clients, encarregat de gestionar les comandes, coordinar-se amb logística per a l'expedició del producte final i mantenir la comunicació amb els clients. En aquest cas, aquesta figura resulta important perquè el producte final es comercialitza en camions cisterna de 33 tones, fet que requereix una bona planificació entre producció, qualitat, logística i vendes.

Finalment, el departament disposa de tècnics administratius, que donen suport en tasques de facturació, arxiu documental, gestió de compres, control de proveïdors, preparació de documentació interna i suport general als diferents departaments de la planta.

Tenint en compte les dimensions de la instal·lació, es proposa que el Departament de Direcció i Gestió Administrativa estigui format per un total de 7 treballadors: 1 director de planta, 1 responsable d'administració i finances, 1 responsable de recursos humans,

1 responsable comercial i de relació amb clients i 3 tècnics administratius. Aquest personal treballarà principalment en horari diürn, ja que les seves funcions no requereixen presència contínua durant les 24 hores del dia.

Les principals funcions del Departament de Direcció i Gestió Administrativa són:

- Coordinar l'activitat general de la planta.
- Controlar els costos i pressupostos.
- Gestionar el personal.
- Organitzar la documentació administrativa.
- Donar suport a la relació amb clients i proveïdors.
- Assegurar que l'empresa compleixi amb les seves obligacions legals i administratives.

Aquest departament és fonamental per garantir l'estabilitat organitzativa de la planta. La seva correcta gestió permet que els departaments tècnics i operatius puguin desenvolupar les seves tasques de manera eficient, amb els recursos adequats i dins del marc econòmic i legal establert.

9.3. Personal de la planta

Un cop definits els diferents departaments que formen part de la planta, cal establir el nombre de treballadors necessaris per garantir-ne el correcte funcionament. Aquesta organització ha de permetre cobrir tant les necessitats d'operació contínua com les tasques de suport tècnic, manteniment, qualitat, logística, seguretat i gestió administrativa.

La planta de producció de formaldehid està dissenyada per operar durant 330 dies l'any, en règim continu de 24 hores al dia. Per aquest motiu, determinats perfils professionals s'han d'organitzar en torns rotatius, especialment aquells relacionats directament amb l'operació del procés i el manteniment de la instal·lació. D'altra banda, els perfils de gestió, administració, direcció i suport tècnic treballen principalment en horari diürn.

A continuació, a la Taula 9.1. es presenta el nombre de treballadors necessaris per a cada perfil professional, indicant el personal requerit per torn, el nombre de torns considerat i el total de plantilla associat a cada departament.

Taula 9.1. Treballadors de la planta.

Perfil	Personal per torn	Nombre de torns	Personal total per plantilla
Departament de Producció			
Responsable de producció	1	1	1
Cap de torn	1	5	5
Operadors de sala de control	2	5	10
Operadors de camp	2	5	10
Departament d'Enginyeria i Manteniment			
Responsable de manteniment	1	1	1
Enginyers de manteniment	2	1	2
Tècnics de manteniment per torn	1	5	5
Tècnics especialitzats	3	1	3
Departament de Seguretat, Salut i Medi Ambient			
Responsable de SSMA	1	1	1
Tècnics de seguretat industrial	2	1	2
Tècnics de medi ambient	2	1	2
Tècnic de salut laboral	1	1	1
Departament de Qualitat			
Responsable de qualitat	1	1	1
Tècnics de control de qualitat	2	1	2
Inspectors de qualitat en planta	3	1	3
Departament de Logística			
Responsable de logística	1	1	1
Tècnics de logística	2	1	2
Operaris de càrrega i expedició	4	1	4
Departament de Laboratori i Anàlisi			
Responsable de laboratori	1	1	1
Tècnics de laboratori	3	1	3
Tècnic d'assajos especials i validacions	1	1	1
Auxiliar de laboratori	1	1	1

Perfil	Personal per torn	Nombre de torns	Personal total per plantilla
Departament d'I+D			
Responsable d'I+D	1	1	1
Enginyers de procés	2	1	2
Tècnics de suport experimental	2	1	2
Departament de Direcció i Gestió Administrativa			
Director de planta	1	1	1
Responsable d'administració i finances	1	1	1
Responsable de recursos humans	1	1	1
Responsable comercial i de relació amb clients	1	1	1
Tècnics administratius	3	1	3
Total	**50**		**74**

9.4. Calendari i organització dels torns

Com s'ha indicat anteriorment, la planta de producció de formaldehid treballa de manera contínua durant els dies d'operació establerts, funcionant les 24 hores del dia. Per aquest motiu, és necessari definir un calendari anual que contempli tant els dies productius com les aturades programades, així com una correcta organització dels torns del personal de planta.

L'objectiu d'aquesta planificació és garantir el funcionament segur i estable de la instal·lació, assegurant la presència del personal necessari durant tota l'operació i permetent, al mateix temps, realitzar les tasques de manteniment, inspecció i neteja durant els períodes d'aturada.

9.4.1. Calendari anual

Amb la finalitat de garantir una operació segura, eficient i adequada a les necessitats de manteniment industrial, s'ha considerat que la planta operarà durant 330 dies l'any. Els 35 dies restants es destinaran a aturades programades, que permetran dur a terme tasques de manteniment preventiu, inspeccions generals, neteges d'equips, revisions de seguretat i possibles modificacions o millores de la instal·lació.

Aquestes aturades s'han distribuït al llarg de l'any coincidint, en la mesura del possible, amb períodes habituals de menor activitat industrial o vacances. D'aquesta manera, es redueix l'impacte sobre la productivitat global de la planta i es facilita l'organització dels recursos humans.

Les aturades programades es distribueixen de la manera següent:

- **Aturada de Setmana Santa:** La primera aturada es fa coincidir amb el període de vacances de Setmana Santa i té una durada de 5 dies. Aquesta parada permet realitzar tasques d'inspecció lleugera, revisió d'equips crítics i comprovació de sistemes de seguretat. També es pot aprofitar per dur a terme operacions de manteniment preventiu que no requereixin una aturada prolongada de la planta.
- **Aturada d'estiu:** La segona aturada es programa durant el mes d'agost, coincidint amb el període habitual de vacances. Aquesta parada té una durada de 20 dies i constitueix l'aturada tècnica principal de l'any. Durant aquest període es poden executar tasques de manteniment més complexes, revisions internes d'equips, neteges generals, substitució de components, calibratge d'instruments i possibles modificacions de la instal·lació.
- **Aturada de Nadal.** Finalment, es considera una aturada durant el període de Nadal, amb una durada de 10 dies. Aquesta parada permet realitzar una revisió general de final d'any i preparar la planta per al següent cicle operatiu. També facilita l'organització del descans del personal i coincideix amb un període en què l'activitat comercial i logística acostuma a reduir-se.

Aquestes tres aturades programades sumen un total de 35 dies, durant els quals la producció es troba parada. Per tant, la planta operarà en funcionament habitual durant els 330 dies restants de l'any, sense considerar possibles aturades no previstes derivades d'incidències, avaries o causes externes.

9.4.2. Organització dels torns

Pel que fa a l'organització del personal, es poden diferenciar dos tipus principals de treballadors. D'una banda, hi ha els perfils que han d'estar presents a la planta durant tota l'operació, com ara els caps de torn, els operadors de sala de control, els operadors de camp i els tècnics de manteniment per torn. D'altra banda, existeixen perfils que no requereixen presència contínua durant les 24 hores del dia, com ara el personal de direcció, administració, qualitat, laboratori, logística o I+D.

És important definir correctament quins perfils han de tenir presència permanent a la planta, ja que això permet garantir una resposta ràpida davant desviacions del procés, alarmes, incidències operatives o necessitats de manteniment.

El personal que només requereix un torn de treball desenvolupa la seva activitat principalment en horari diürn, de 8:00 a 17:00 hores, amb un descans d'una hora per dinar. Aquest horari s'aplica principalment als responsables de departament, personal administratiu, perfils tècnics de suport, laboratori, qualitat, I+D i part del personal de logística.

En canvi, el personal associat directament a l'operació contínua de la planta s'organitza mitjançant torns rotatius. Per garantir la cobertura de les 24 hores del dia i respectar els períodes de descans, s'ha considerat una organització basada en 5 grups de torn, que van rotant setmanalment.

Els horaris considerats són els següents:

- **Horari A:** Matins de 6:00 a 14:00 hores, de dilluns a divendres.
- **Horari B:** Tardes de 14:00 a 22:00 hores, de dilluns a divendres.
- **Horari C:** Nits de 22:00 a 6:00 hores, de dilluns a divendres.
- **Horari D:** Torn diürn de cap de setmana, de 6:00 a 18:00 hores.
- **Horari E:** Torn nocturn de cap de setmana, de 18:00 a 6:00 hores.

Els cinc grups de treball rotaran entre aquests horaris per assegurar una distribució equilibrada de la càrrega de treball i dels torns nocturns i de cap de setmana. Aquesta organització permet mantenir la planta operativa de manera contínua durant els 330 dies anuals previstos, garantint sempre la presència del personal essencial per al control i la seguretat del procés.

La Taula 9.2. mostra una proposta de rotació mensual dels cinc grups de treball considerats per al personal d'operació contínua. Cada fila correspon a un grup de treball i cada columna representa un dia del mes. A l'interior de la taula s'indica el tipus de torn assignat mitjançant una codificació abreujada: M per al torn de matí, T per al torn de tarda, N per al torn de nit, D per al torn diürn de cap de setmana, E per al torn nocturn de cap de setmana i Desc. per als dies de descans. Aquesta organització permet cobrir les 24 hores del dia durant els dies d'operació de la planta, assegurant alhora la rotació dels horaris i els períodes de descans del personal

Taula 9.2. Calendari de la rotació mensual dels torns. (part 1 de 2)

Dies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Dies
Dia setmana	Dl	Dt	Dc	Dj	Dv	Ds	Dg	Dl	Dt	Dc	Dj	Dv	Ds	Dg	Dl	Dia setmana
Grup 1	M	M	M	M	M	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	E	E	Desc.	Grup 1
Grup 2	T	T	T	T	T	Desc.	Desc.	M	M	M	M	M	Desc.	Desc.	Desc.	Grup 2
Grup 3	N	N	N	N	N	Desc.	Desc.	T	T	T	T	T	Desc.	Desc.	M	Grup 3
Grup 4	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	D	D	N	N	N	N	N	Desc.	Desc.	T	Grup 4
Grup 5	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	E	E	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	D	D	N	Grup 5

Taula 9.2. Calendari de la rotació mensual dels torns. (part 2 de 2)

Dies	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dia setmana	Dt	Dc	Dj	Dv	Ds	Dg	Dl	Dt	Dc	Dj	Dv	Ds	Dg	Dl	Dt	Dc
Grup 1	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	D	D	N	N	N	N	N	Desc.	Desc.	T	T	T
Grup 2	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	E	E	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	D	D	N	N	N
Grup 3	M	M	M	M	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	E	E	Desc.	Desc.	Desc.
Grup 4	T	T	T	T	Desc.	Desc.	M	M	M	M	M	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
Grup 5	N	N	N	N	Desc.	Desc.	T	T	T	T	T	Desc.	Desc.	M	M	M

Taula 9.3. Llegenda del calendari dels torns.

Codi	Horari	Dies	Descripció
M	6:00 - 14:00	Dilluns a divendres	Torn de matí
T	14:00 - 22:00	Dilluns a divendres	Torn de tarda
N	22:00 - 6:00	Dilluns a divendres	Torn de nit
D	6:00 - 18:00	Caps de setmana	Torn diürn de cap de setmana
E	18:00 - 6:00	Caps de setmana	Torn nocturn de cap de setmana
Desc.	-	-	Descans o no assignat al torn operatiu

9.5. Personal extern

A més del personal intern de la planta, és necessari considerar la presència de personal extern o serveis subcontractats que donen suport al funcionament general de la instal·lació. Aquest personal no participa directament en l'operació del procés productiu, però desenvolupa tasques complementàries necessàries per garantir unes condicions adequades de seguretat, neteja, manteniment i gestió de la planta.

Un dels serveis externs principals és el de seguretat i control d'accessos. Aquest servei s'encarrega de controlar l'entrada i sortida de personal, visites, transportistes i camions cisterna, així com de supervisar les zones d'accés a la planta. Tenint en compte que la instal·lació treballa amb substàncies com el metanol i el formaldehid, és important disposar d'un control rigorós dels accessos per evitar entrades no autoritzades i garantir que qualsevol persona que accedeixi a la planta compleixi els protocols de seguretat establerts.

També es considera necessari subcontractar el servei de neteja de les instal·lacions no productives, com ara oficines, vestuaris, menjadors, lavabos, sales de reunions i zones comunes. Aquest servei permet mantenir unes condicions adequades d'higiene i ordre sense interferir en les tasques pròpies del personal operatiu. La neteja de zones productives o amb risc químic, en canvi, s'haurà de dur a terme seguint procediments específics i sota la supervisió del personal intern corresponent.

D'altra banda, determinades tasques de manteniment especialitzat poden requerir la participació d'empreses externes. Aquest seria el cas d'intervencions puntuals en equips específics, inspeccions reglamentàries, calibratges especials, revisions de sistemes contra incendis, treballs en equips a pressió o actuacions durant les aturades programades de la planta. Aquest personal extern haurà de treballar sempre coordinat amb el Departament d'Enginyeria i Manteniment i complir els permisos de treball i les normes de seguretat internes.

Finalment, també es pot comptar amb empreses externes per a la gestió de residus generats a la planta. Aquestes empreses s'encarregaran de la recollida, transport i tractament dels residus segons la seva naturalesa, especialment en el cas de residus químics o perillosos. Aquesta gestió s'haurà de realitzar d'acord amb la normativa ambiental vigent i sota la supervisió del Departament de Seguretat, Salut i Medi Ambient.

Per tant, el personal extern té un paper de suport fonamental dins de l'organització de la planta. Tot i no formar part directa de la plantilla interna, aquests serveis permeten garantir el correcte funcionament de la instal·lació, millorar la seguretat global i facilitar que el personal propi pugui centrar-se en les activitats principals d'operació, control, manteniment i gestió del procés.

9.6. Bibliografia

[1] AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. (2008). *Real Decreto 178/2008, de 8 de febrero, por el que se establece el título de Técnico en Planta Química y se fijan sus enseñanzas mínimas*.

[2] GANDÍA, P. M. (s. f.). *Organización y gestión en industrias químicas*. Editorial Síntesis.

[3] INSTITUTO TECNOLÓGICO MADRID. (s. f.). *QUIB0108: Gestión y control de planta química*.

[4] SERVICIO PÚBLICO DE EMPLEO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS. (s. f.). *Jefe de equipo de instalaciones de planta química*. Trabajastu