



PROYECTO FINAL
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Rediseño y optimización de procesos del sector de
producción de Accesorios para tuberías de aplicación
petrolera.

María Belén Amiano

Legajo: 48075

Tutor: Hernán Varela

2012

RESUMEN

El trabajo se ubica en el marco del sector de una empresa multinacional, dedicado a producir y comercializar accesorios para tuberías de aplicación petrolera. Habiéndose detectado en el mismo una situación de inestabilidad y fallas internas en cuanto a los procesos y sus vinculaciones, se generó la necesidad de un análisis de mayor profundidad que pudiera dar lugar a la definición de un conjunto de mejoras articuladas con el fin de conformar una solución integral.

Se originó por lo tanto un estudio en detalle del sector, manteniendo siempre una visión integral y extensa, con el fin de relevar la totalidad de las problemáticas actuales y replantear la situación buscando las modificaciones convenientes.

Tomando como punto de partida la situación relevada, se propuso como resultado un rediseño de procesos, acompañado de un desarrollo tecnológico productivo. El conjunto de soluciones se formuló a través de un módulo integrador compuesto por cinco submódulos interrelacionados, que proveen mejoras enfocadas hacia diferentes puntos de influencia. Es así como se vieron afectados directamente los procesos de planificación de la producción, programación diaria de la planta, seguimiento, control, análisis de la gestión y evaluación de desempeño y, por último, gestión de inventarios.

Para ello se estudiaron estructuras y bases de planificación, se evaluaron y definieron reglas de programación y optimización de la producción, aplicando a su vez conocimientos de simulación de procesos. Se complementó con teoría de control y gestión, enfocado tanto al seguimiento de la producción como al manejo de inventarios.

Con el fin de proyectar su implementación a futuro, se plantearon a su vez requerimientos para su ejecución y se definieron los parámetros que permitirían evaluar el impacto generado.

En conclusión, se logró plantear una combinación de mejoras que no solo resolvería los inconvenientes actuales sino que también estaría pensada y armada para enfrentar el futuro crecimiento que se proyecta para el sector. Dimensionando el alcance de la posible influencia se determinó finalmente que, de ser implementado, se podría contribuir a una mejora del desempeño general del área de accesorios, estimando lograr un incremento del 40% del rendimiento general del área.

ABSTRACT

This work takes place in the manufacturing industry dedicated to supply tubular goods for application in oil and gas extraction wells. Framed within a worldwide corporation, its focus is the area in charge of the entire supply chain for pipeline accessories.

The current situation is characterized by instability and internal problems, implicating flawed procedures that reveal a lack of correct processes definition and troubles in its inner connections. For that reason, it was first decided to carry out a deep study of the entire area in order to expose the whole panorama and its issues, always keeping an extensive and inclusive consideration of the entire problem to solve.

Based the survey results, a redefinition of the area's processes and methods was recommended. This was supported by the means of a new technological development, implying a set of improvements composed by five modules connected with each other, and representing a unique solution as a whole. Each one of the five components implies a different angle of action, thus covering and affecting the situation from every point of view. The main processes that were involved and improved are production planning, production programming, tracking and control, management and performance appraisal, and last but not least, inventory management.

For that matter, planning structures were studied, programming and allocation rules were defined, and process simulation knowledge was applied, all of them converging into mill planning and production optimization. In addition, control management systems were analyzed in order to establish effective processes of performance and inventory administration and supervision.

Once finished the redesign proposal, the implementation requirements were analyzed. Finally, with the aim of providing a comprehensive solution presenting its full extent, the plausible impact of the proposal was estimated. For that matter, some performance parameters were defined, which would permit the future evaluation of the outcome obtained, if implemented.

In conclusion, this work generated the development of a thorough and extensive improvement that would not only solve the current situation's issues, but it also prepares the entire accessory area to face the upcoming expansion planned for the near future. Final calculations allowed estimating the promising impact of this processes redesign, resulting in an expectance of 40% improvement of the general performance efficiency.

Tabla de Contenidos

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	EL CONTEXTO DEL NEGOCIO.....	3
2.1	La industria de extracción de petróleo	4
2.2	Accesorios de producción	6
2.3	Una empresa productora de accesorios	8
2.3.1	La creación de un nuevo sector	8
2.3.2	Estructura del sector.....	9
2.3.3	Las plantas de producción de accesorios	9
2.3.4	Una planta en particular	11
3	RELEVAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.....	13
3.1	Procesos del área de accesorios	16
3.1.1	Coordinación y supervisión del área.....	16
3.1.2	Ofertas y ejecución de órdenes	18
3.1.3	Planificación y programación de accesorios.....	20
3.2	Situación actual, métodos y herramientas	23
3.2.1	Planificación y programación.....	23
3.2.2	Seguimiento y Control	26
3.2.3	Inventarios	27
4	DESARROLLO	29
4.1	Desarrollo tecnológico de procesos.....	29

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

4.1.1	Planificación de la producción	33
4.1.2	Programa diario de producción	38
4.1.3	Plataforma de control continuo	41
4.1.4	Análisis de la gestión.....	46
4.1.5	Gestión de inventarios.....	59
4.2	Implementación	64
4.2.1	Requerimientos previos.....	64
4.2.2	Capacitación.....	64
4.2.3	Plan de implementación	65
4.3	Impacto esperado	67
4.3.1	Inventarios	67
4.3.1	Desempeño de la planta de accesorios	69
4.3.2	Indicadores generales.....	70
5	CONCLUSIÓN.....	71
6	BIBLIOGRAFÍA.....	73
	ANEXO I.....	75
	ANEXO II.....	79

1 INTRODUCCIÓN

El negocio orientado a la industria de gas y petróleo de la empresa en la cual se enmarca el proyecto siempre estuvo enfocado hacia la producción y comercialización de tubos y conductos para la construcción y funcionamiento de pozos de extracción de petróleo y gas. Contrariamente a estos, los accesorios son piezas de tamaño pequeño, formas muy diversas y, usualmente, requeridos en cantidades considerablemente menores que las tuberías. Implican procesos productivos y tratamientos muy diversos para su manufactura, dependiendo del tipo de producto. Su fabricación no sigue los mismos esquemas que las plantas de tubos, es por ello que los accesorios fueron tradicionalmente considerados como un negocio muy diferente al de fabricación de tubería.

Habiéndose creado hace poco tiempo un sector dedicado meramente a los accesorios, este ha venido evolucionando en los últimos dos años con un ritmo de crecimiento muy pronunciado. Sin embargo no se observó un progreso acorde en cuanto a estructuras del área y organización de las tareas, por lo que se ha dejado al sector desprovisto de una buena vinculación entre sus procesos.

Se propone por lo tanto realizar un estudio en detalle del área dedicada a producción de dichos productos, con el fin de replantear la situación, encontrar las modificaciones necesarias para optimizar el rendimiento del sector y facilitar así el crecimiento proyectado para el futuro.

Se comenzará por describir el contexto empresarial donde se ubica el trabajo, para luego relevar la problemática estudiando en detalle la situación actual y relevando los procesos y herramientas utilizadas. Una vez definido el panorama se podrá entonces plantear el rediseño de procesos y la descripción de los desarrollos sugeridos para obtener una solución a la problemática. Finalmente se evaluarán las etapas involucradas para su implementación y se estimará el impacto que se espera obtener, definiendo parámetros de medición a evaluar.

El trabajo se sitúa a principios del 2011, momento en el cual comenzaron con el relevamiento y análisis del sector en cuestión.

2 EL CONTEXTO DEL NEGOCIO

El proyecto en curso se ubica en el marco de la industria de producción y provisión de productos tubulares para aplicación en la excavación, construcción y producción de petróleo y gas. En dicha industria se puede encontrar una amplia gama de artículos de variados rubros que cumplen diferentes roles a lo largo de las etapas involucradas en el negocio.

El rubro de *Oil Country Tubular Goods* (OCTG¹) involucra a todos los productos tubulares de aplicación en la industria del petróleo, como por ejemplo los conductos de *casing*² y *tubing*³, entre otros. La división de *OCTG-Accessories* se dedica particularmente a la fabricación y comercialización de productos anexos a la tradicional tubería, siempre teniendo como destino el uso en la industria de extracción mencionada.

Se comenzará describiendo brevemente el panorama general de la labor realizada en los pozos de gas y petróleo, para así luego definir concretamente en qué consisten los accesorios y comprender su rol dentro de la industria.

¹ *OCTG*: Siglas del inglés, *Oil Country Tubular Goods*. Productos tubulares para la industria del petróleo.

² *Casing*: Término técnico. En pozo de extracción de gas y petróleo, tubería para entubación del pozo.

³ *Tubing*: Término técnico. En pozo de extracción de gas y petróleo, tubería de producción.

2.1 La industria de extracción de petróleo

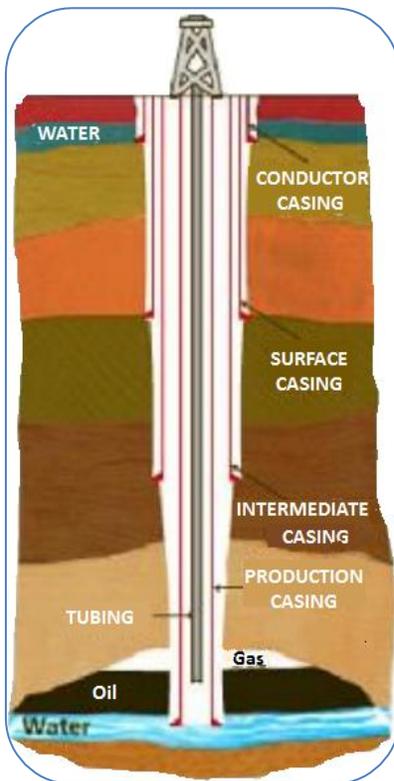
La industria de extracción de petróleo se puede subdividir en tres etapas principales:

Fase 1: Exploración

Búsqueda de depósitos de hidrocarburos por debajo de la superficie terrestre. El trabajo es realizado por geólogos especializados en petróleo mediante reconocimientos visuales, estudios de gravedad, magnetismo y actividad sísmica.

Fase 2: Perforación y construcción del pozo

Se perfora inicialmente un *pozo de exploración* en caso de zona remota o inexplorada, donde no existen otros pozos cercanos que provean información para estimar el potencial de producción del sitio. Este tipo de pozos se lleva a cabo dentro de la fase de Exploración.



En caso de un exitoso pozo de exploración, se prosigue excavando pozos de evaluación en sitios cercanos al mismo para determinar la extensión física de la zona con contenido de petróleo.

Luego de determinar el alcance físico de la zona de interés, se llega a la fase de desarrollo. El equipo de perforación se instala únicamente una vez que los geocientíficos determinan el sitio específico más adecuado para la búsqueda de hidrocarburos.

Para obtener un pozo completamente funcional se deben cumplir ciertos pasos: perforación, entubación, cementación y terminación. La Figura 2.1 esquematiza un pozo de extracción con el fin de ilustrar los términos técnicos que serán mencionados.

Figura 2.1. Esquema de pozo de gas y petróleo

i. Perforación: Se debe perforar el terreno, utilizando una broca que atraviese las formaciones de los suelos.

ii. Entubación: Se aseguran luego las paredes perforadas del pozo, utilizando tubos de acero de grandes diámetros. Se hará referencia a esta tubería de ahora en más mediante su término técnico proveniente del inglés: *casing*.

iii. Cementación: Se cementan los espacios libres entre los tubos y las paredes del pozo.

Los pasos i a iii se repiten a lo largo del pozo reduciendo el diámetro del mismo, hasta llegar al reservorio (se puede apreciar en la Figura 2.1 presentada anteriormente).

iv. Terminación: Se coloca por dentro la tubería de producción a través de la cual serán extraídos los fluidos. Se hará referencia a esta tubería de ahora en más mediante su término técnico proveniente del inglés: *tubing*.

Fase 3: Producción

Una vez finalizados todos los pasos de construcción del pozo, este se encuentra listo para entrar en la última etapa y comenzar la producción. En ciertos casos se extrae mediante flujo natural desde el reservorio, mientras que en otros casos es necesario un sistema de extracción artificial.

2.2 Accesorios de producción

Características del producto

Los accesorios OCTG, de ahora en más “accesorios”, son todos aquellos elementos que complementan a los tubos de *casing* y *tubing* en el pozo, no por ello siendo menos importantes.

Si bien el grueso de material utilizado en la industria viene dado por la tubería, es imprescindible el uso de accesorios en cada una de las etapas de conformación de un pozo petrolífero. La falta o falla de uno de estos elementos denominados accesorios es causa de detención íntegra de operaciones, hasta conseguir reemplazo, tanto como si fuere el caso de un elemento de tubería.

Los accesorios son colocados generalmente en los extremos de tubos o mismo dentro de ellos, cumpliendo roles fundamentales para como conectar, proteger, guiar y permitir maniobrabilidad. Su uso se extiende a través de las tres fases del ciclo de vida del pozo petrolífero recién descritas, comprendiendo las actividades de perforación, entubación, cementación y terminación.

Por otro lado, estos pueden ser de utilización permanente o bien aplicación temporaria. Es posible a su vez que sean colocados en el pozo mismo o bien en otro sitio, formando parte de una fase anterior en la cadena de preparación para el pozo de petróleo. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, cumplen roles en el mismo sitio de perforación.

Tipos de accesorios y sus clasificaciones

Los accesorios son muy variados en formas y tamaños, incluso en los materiales usados y las propiedades requeridas. Por sus características se pueden subdividir siguiendo diferentes parámetros base, se destacan principalmente cuatro tipos de clasificaciones⁴:

- **Clasificación por familia de productos:** clasificando de acuerdo a su utilización y rol a cumplir en el pozo, se pueden mencionar *joints*, *hangers*, *shoes* y *plugs*, entre otros.
- **Clasificación por grupos:** teniendo en cuenta las propiedades generales de los accesorios, las familias recién definidas se pueden reclasificar según tres grupos:

⁴ Se pueden encontrar más explicaciones concerniendo las clasificaciones mencionadas y detalles sobre los tipos de accesorios en el ANEXO I.

accesorios tubulares, accesorios no tubulares y dispositivos (aquellos que contienen un mecanismo).

- **Clasificación por sitio de colocación:** siendo posible que se ubiquen fuera del pozo, dentro del pozo en la sección de tubing, o bien dentro del pozo en la sección de casing.
- **Clasificación por fase de operación del pozo:** las categorías en este caso serían perforación y casing, cementación y terminación, extracción artificial, o bien Intervención. Se entiende como intervención a reparaciones o mejoras de pozos ya existentes.

Dentro de la gran variedad de accesorios que se producen y comercializan, se pueden destacar tres de particular interés, que son necesarios en todo pozo:

- **Cuplas:** Son cilindros de interior roscado que se utilizan para unir dos largos de tubos roscados, por lo tanto se ubican tanto en tubería de *casing* como en tubería de *tubing*.
- **Pup Joints:** Son tubos de iguales características y propiedades que los que componen las cadenas de tubería, solo que poseen una menor longitud y por lo tanto no pueden ser fabricados en la planta de tubos. Son utilizados para lograr profundidades de medidas exactas
- **Cross Overs:** Accesorios de forma tubular utilizados para ensamblar dos tubos de diferentes diámetros o tipos de conexiones.

2.3 Una empresa productora de accesorios

Para comprender mejor el rol de los accesorios dentro del modelo de negocio empresarial, se estudiará un caso de aplicación en una compañía en particular. Se comenzará por resumir cómo se llegó a la creación del sector dedicado a este tipo de productos, lo que muestra la poca antigüedad respecto al negocio de tubería. Se presentará luego el panorama global del sector para finalmente presentar la estructura actual de la empresa donde se centra el estudio.

2.3.1 La creación de un nuevo sector

Si bien las compañías petroleras necesitan tanto de accesorios como de tubos para su funcionamiento, la empresa estudiada se concentró por años en el negocio de tubería, dejando de lado lo referido a accesorios. Pocos años atrás, con la nueva mirada encauzada hacia desarrollar un perfil de servicios, la compañía pasó a ofrecer una cartera de productos más integral para así buscar satisfacer las necesidades de sus clientes. Es entonces cuando se presta atención a una fuerte demanda de accesorios por parte de las compañías petroleras (clientes). Se llegó a estimar como un negocio de grandes dimensiones, por lo que se veía un futuro muy prometedor.

Es así como en enero del 2008 se conformó por primera vez un grupo de trabajo dedicado enteramente a la dirección y gestión de todo lo relacionado a accesorios, desde el estudio de la demanda y trato con el cliente, hasta la fabricación y supervisión de ejecución de órdenes. Fruto de los buenos avances y un gran crecimiento, se extendió el alcance a nivel global, abarcando diferentes empresas del grupo. Como resultado, en tres años de trabajo⁵, la valuación del mercado potencial de accesorios para el grupo empresarial a nivel mundial creció en un 44%.

⁵ Entre el 2008 y el 2011.

2.3.2 Estructura del sector

Actualmente, se definen dos niveles de estructura organizacional para el área de accesorios.

Por un lado se encuentra el nivel de alcance global, que se encarga de la planificación y gestión general del área, y se interrelaciona con las diferentes Unidades de Negocio. Por otro lado se definen estructuras de alcance regional, quienes se encargan de la ejecución de las órdenes dentro del territorio asignado y guardan un estrecho vínculo con las fábricas de accesorios. Estas responden a su vez a coordinadores de nivel global.

Una de las regiones corresponde al *Cono Sur*, zona de foco para el desarrollo del proyecto. Los roles particulares de la estructura regional serán explicados más adelante.

2.3.3 Las plantas de producción de accesorios

No todas las plantas de la compañía están equipadas para fabricar accesorios. Hay tres diferentes categorías de plantas productoras de dichos productos. Se mencionarán y describirán brevemente para comprender la relevancia de aquella donde se estudiará la aplicación del proyecto en curso.

Plantas de nivel mundial

Son plantas equipadas para fabricación todo tipo de accesorios y tienen un área de cobertura global, exportando productos en los casos necesarios.

Si bien la planta de tubería sigue siendo el centro en todos los casos, esta categoría posee instalaciones específicas para accesorios, separadas de la fábrica de tubos. Asimismo, cuenta con maquinarias dedicadas exclusivamente a la producción de accesorios, poseen amplia capacidad y manejan grandes volúmenes de producción.

Plantas regionales

Se encuentran equipadas para fabricación de un 80% de los requerimientos regionales de accesorios y poseen cobertura de alcance regional.

Al contrario que las de nivel global, estas plantas tienen su sector de accesorios integrado a la planta principal de tubería. Sin embargo cuentan con maquinarias dedicadas

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

específicamente a la producción de accesorios. Tienen capacidad y volumen de producción reducido, destinado principalmente a órdenes puntuales.

Plantas locales

Son plantas equipadas para cubrir requerimientos locales, únicamente dentro del país donde se sitúan.

Al igual que la categoría anterior, poseen un sector de accesorios integrado con planta de tubería. No obstante, en este caso la integración es completa, incluso compartiendo la maquinaria y sin contar con ningún equipo dedicado a accesorios.

Manejan un pequeño volumen de producción, con una reducida capacidad. Realizan únicamente operaciones de roscado y ciertas reparaciones, destinándose principalmente a órdenes locales de urgencia.

2.3.4 Una planta en particular

El estudio de este trabajo está enfocado en una planta de la compañía ubicada en la provincia de Buenos Aires (Argentina), sede de las actividades de la región de accesorios del cono sur.

Entre sus instalaciones productivas se encuentran una acería y dos plantas de laminación en continuo dedicadas a la producción de tubos de acero para el mercado energético, automotriz o para aplicaciones agro-industriales. Posee además una planta separada del sector de tubería, que cuenta con la maquinaria necesaria y se dedica exclusivamente a los accesorios.

La producción de accesorios

Desde el punto de vista de la producción de accesorios, la planta en cuestión se cataloga dentro de la primera categoría definida, es decir de nivel global. Es la segunda planta más grande del grupo en cuanto a la fabricación de este tipo de productos. Su repercusión dentro del mercado global de accesorios abastecido por la empresa se puede observar en la Figura 2.2.

La planta provee accesorios al mercado argentino, pero también exporta para abastecer la demanda del Cono Sur. Dentro del país, la producción se destina a tres centros de servicios regionales ubicados en Neuquén, Mendoza y Comodoro Rivadavia (Figura 2.3).

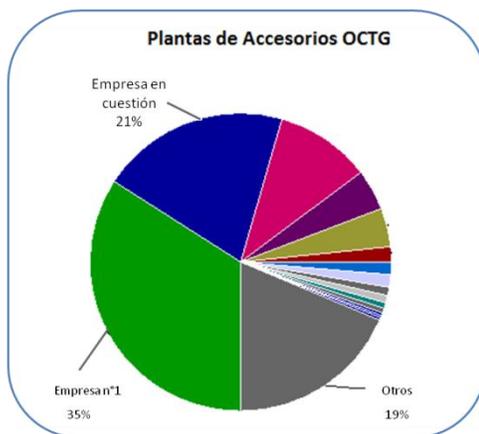


Figura 2.2. Importancia de la planta en cuestión. Comparación dentro del grupo empresarial



Figura 2.3. Ventas dentro de Argentina por región

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

La producción de accesorios puede requerir diversas operaciones, dependiendo de las características del producto final demandado. La planta en cuestión no cuenta con líneas de producción continua sino que se organiza por proceso, agrupando las zonas y maquinarias de acuerdo a las funciones a prestar. Entre los procesos principales se destacan tres que serán mencionados a continuación, el resto se puede ver en ANEXO II:

Corte: Operación de corte mediante una sierra para acondicionamiento de los tubos al ingreso en la planta de accesorios. Es el primer centro y todos los productos deben pasar por el mismo. Es decir, todas las hojas de ruta de accesorios comienzan su recorrido de la planta en este centro productivo.

Roscado: Realizado con un torno para generar las conexiones de los extremos, ya sean macho o hembra. Todos los accesorios pasan por la operación de roscado.

Mecanizado: Operación de conformación realizada a los tubos. Se puede realizar mecanizado interior, exterior, o bien ambos. No es aplicado a todos los productos. La maquinaria utilizada son tornos, los mismos que realizan la operación de roscado, detalle que cobrará importancia cuando se estudie en detalle la programación de la producción.

Los tres productos principales de la planta son las cuplas, los Pup Joints y los Cross Overs, definidos anteriormente. Si bien lo que más se venden en cantidad son las cuplas, su bajo precio resulta en que no tengan una participación tan grande en cuanto los ingresos. El caso contrario ocurre con los Cross Overs, quienes son vendidos en bajas cantidades pero representan un share en valor mucho más considerable.

Comparación con otras plantas de accesorios

Si bien las estructuras organizacionales regionales son similares, la producción de accesorios es diferente en cada una de las plantas del grupo. La planta en cuestión es una de las dos más grandes y avanzadas del grupo empresarial en cuanto a accesorios, presentando una brecha importante respecto las demás. Por lo tanto, se parte de la base que tanto el modo de funcionamiento como los problemas que se pueden identificar no son relevantes para el resto por el momento, ya que se encuentran lejos de tener características similares.

Habiendo definido el contexto global necesario a tener en cuenta para el desarrollo del proyecto en curso, se pasará a continuación a estudiar en detalle el sector de accesorios y relevar de la problemática que se deberá luego resolver.

3 RELEVAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Los inconvenientes de la situación actual

Accesorios OCTG es un sector que ha venido creciendo a grandes pasos a pesar de ser muy joven en la empresa, incluso a nivel mundial. En cuanto a la planta de Argentina, foco de estudio, los datos históricos de las ventas registradas dentro de la región abastecida muestran que el ingreso por ventas de accesorios aumentó aproximadamente un 27% en valor, mientras que en volumen registró un incremento aún mayor, llegando al 37%⁶.

La estructura del área a nivel Cono Sur se fue transformando con el paso del tiempo a medida que el negocio fue cobrando tamaño y forma. Sin embargo, el crecimiento fue mayor al planificado, lo que terminó causando una situación actual en la que se detectan varias ineficiencias en los procesos, mientras que a su vez se descubre que las herramientas utilizadas no están a la altura de las necesidades. Se comienza a percibir una falta de integración entre las tareas, en parte debido a que las estructuras originales no se fueron adaptando lo suficientemente rápido como para acompañar el crecimiento.

La figura presentada a continuación (Figura 3.1) esquematiza a grandes rasgos a todos los involucrados en toda la cadena concerniente a los accesorios para la planta en cuestión. Si bien más adelante se entrará en detalle estudiando las diferentes partes, esto permite tener una primera visión general. Como se puede ver, cada una de las partes debería estar interrelacionada con otra. Los inconvenientes y necesidades de mejora se detectan hoy en día tanto en esos vínculos como también en el núcleo de los procesos en sí.

⁶ Datos correspondientes a cálculos sobre base de año fiscal 2009-2010 versus 2010-2011.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería



Figura 3.1. Esquema general de Accesorios para la planta de Argentina

La influencia del crecimiento proyectado

Los inconvenientes que se puedan detectar en la situación actual se ven directamente afectados con el crecimiento de producción. Es decir, analizar dichos procesos cobra mayor importancia sabiendo que a futuro se prevé crecer en número de maquinarias, operarios y recursos para alcanzar niveles de producción mayores. En los siguientes gráficos (Figura 3.2 y Figura 3.3) se presentan tanto los datos históricos registrados (color oscuro) como también las proyecciones de crecimiento (color claro) de ventas de accesorios bajo el alcance de la región sur.

Se pueden ver por un lado las proyecciones en cantidades de piezas, lo que representaría todo el volumen que debe llegar a manejar la planta de Argentina. Es importante tener en cuenta que actualmente se está utilizando al máximo la capacidad instalada, lo cual implica que sería insuficiente para afrontar el crecimiento futuro. Por lo tanto, sería necesario invertir en maquinaria y recursos que permitan aumentar la capacidad de la planta con el fin de afrontar los niveles de producción proyectados.

Por otro lado, se pueden observar las proyecciones en valor, que dan una idea del crecimiento esperado del negocio y a permitieron respaldar las necesidades de incrementar la capacidad de la planta. Como resultado se autorizaron inversiones en el área de accesorios de la planta en cuestión, por lo que se planifica contar con más maquinaria en el transcurso del año 2011.

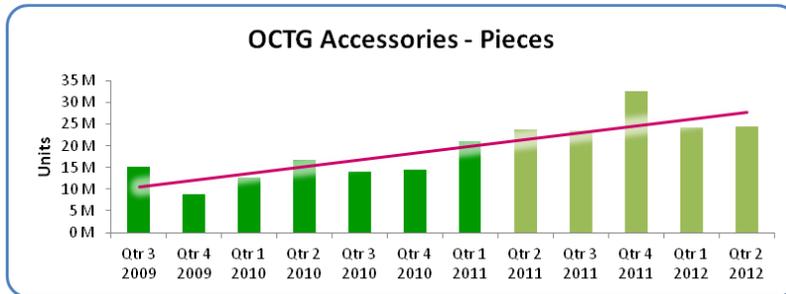


Figura 3.2. Proyecciones de ventas de Accesorios (en valor)

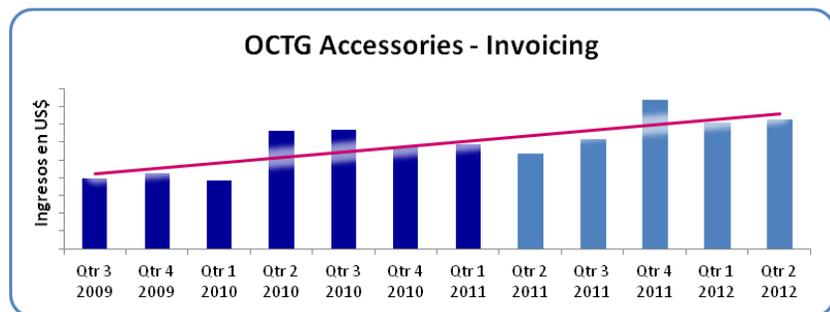


Figura 3.3. Proyecciones de ventas de Accesorios (en volumen)

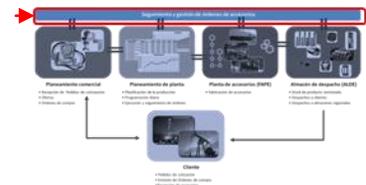
Finalmente, con el objetivo primero de definir la extensión de la problemática, manteniendo una visión integral de toda el área, se comenzará por un sondeo de cada uno de los procesos que se deberían llevar a cabo dentro del sector de Accesorios Cono Sur, con sede en Argentina. Se relevará la interrelación entre los mismos y se identificarán a grandes rasgos los métodos utilizados en cada caso. Se estudiará luego en detalle ciertos componentes de la situación actual para detectar falencias y estimar mejor la brecha que hay entre el estado presente y el deseado.

De este modo, se podrán identificar aquellos puntos clave para los cuales se buscará proponer soluciones y mejoras, siempre teniendo en consideración el crecimiento esperado para el futuro, apuntando a una situación en concordancia con el mismo.

3.1 Procesos del área de accesorios

El sector de Accesorios de la región cuenta con tres roles bien diferenciados. Por un lado, ordenando y gestionando el trabajo de todo el sector dedicado al Cono Sur se encuentra el coordinador general del área (*accessory offer and order execution coordinator*). Por otro lado, en contacto con los clientes y a cargo de la ejecución de órdenes y ofertas, se encuentra el *order execution analyst*, y por último, encargándose del costado productivo, se halla el programador y planificador de la planta productiva (*mill scheduling and production planning analyst*).

3.1.1 Coordinación y supervisión del área



Descripción del rol

Gestiona los procesos de toda la cadena de suministros para accesorios, desde la recepción del pedido de cotización por parte del cliente hasta la entrega de la orden y cumplimiento de las condiciones de venta. Coordina y supervisa todo el personal del área y mantiene contacto con clientes y proveedores.

Implementa planeamiento colaborativo, previsión y mantenimiento del stock. Asegura la asignación de la producción, optimiza balance de cargas, asesora y minimiza el impacto de la variación de la demanda en la capacidad, productividad e inventario de planta.

Principales responsabilidades y procesos involucrados

Si bien la extensión del rol de coordinador es muy amplia y debe abarcar procesos variados, se mencionarán solo algunos puntos principales. Serán aquellos que resulten más interesantes, ya sea para aclarar y llegar a una mejor comprensión global o bien por ser posibilidad de análisis en búsqueda de mejoras.

- **Control y seguimiento de ofertas:** Supervisión del proceso de recepción y respuesta ante pedidos de cotización, monitoreando el cumplimiento de indicadores previamente desarrollados.
- **Control de la producción y seguimiento de órdenes:** Supervisión del tratamiento de órdenes y su avance, asegurando que sean ágiles y en sintonía con los

requerimientos de los clientes. Debe garantizar un seguimiento de las órdenes de producción en tiempo real.

La herramienta utilizada para la planificación y programación de la producción hoy en día está muy personalizada al programador y no es de fácil lectura para terceros. Esto genera que el coordinador deba invertir más tiempo del deseable para controlar y hacer un seguimiento de la producción.

- **Gestión de stocks:** Planeamiento y control de inventarios de producto terminado, buscando minimizar el impacto de las fluctuaciones de la demanda.

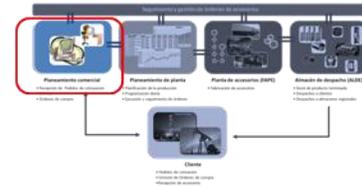
Actualmente no existe ningún control de stock, y menos aún una planificación del mismo. Se registran altos niveles de inventario que se desean reducir, por lo que se deberá estudiar más en detalle la situación actual, para poder desarrollar la mejor propuesta de solución⁷.

- **Gestión integral del área:** Análisis del rendimiento, estudio de indicadores de gestión y desarrollo de reportes representativos.

Finalmente, se puede destacar la falta un análisis de los datos históricos de la fabricación de accesorios. Son escasos los indicadores y reportes generados con el objetivo de mejorar los procesos de planificación y producción para obtener superiores ratios de cumplimiento de órdenes.

⁷ Estudio llevado a cabo más adelante, en 3.2 Situación actual, métodos y herramientas

3.1.2 Ofertas y ejecución de órdenes



Descripción del rol

Asiste al coordinador regional en los procesos que involucran ofertas y órdenes, desde la preparación de información para cotizaciones hasta el cumplimiento de las condiciones de venta. Realiza seguimiento de todo el ciclo que involucra las órdenes de producción para clientes locales: registra pedidos de cotización, procesa órdenes de producción, verifica su ejecución controlando la entrega en tiempo y forma y responde ante cualquier demanda por parte del cliente.

El diagrama de flujo de información y procesos que contiene los puntos principales del rol en cuestión se puede ver en la Figura 3.4, estos serán explicados brevemente a continuación.

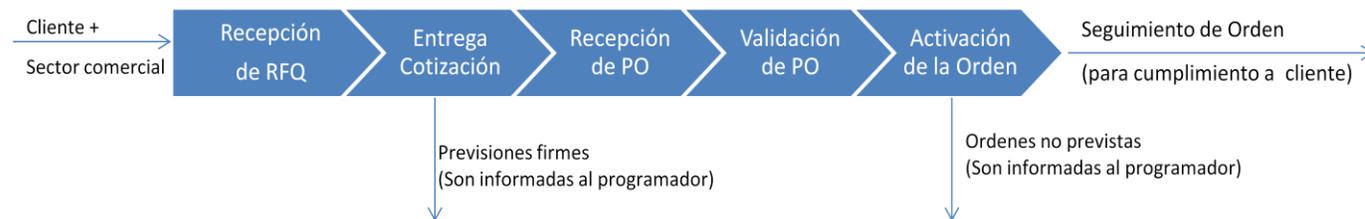


Figura 3.4. Flujo de información, de pedidos de ofertas a concreción de órdenes

Principales responsabilidades y procesos involucrados

- **Pedidos de cotización:** Asistencia al sector comercial en aquellos pedidos de cotización (RFQ⁸) que involucren accesorios, tanto para pedidos cuyos ítems sean únicamente accesorios como también los casos en que viene con tubería asociada. Debe tener en cuenta los siguientes puntos particularmente:
 - Tiempos: plazos de entrega y validez de la oferta.
 - Factibilidad técnica o planos del producto.

⁸ Request For Quotation: Pedido de cotización

- Capacidad de planta: factibilidad de fabricación en planta local o en otra planta del grupo en el exterior.
- Alternativas: en caso necesario, debe estudiar y ofrecer productos alternativos o bien la posibilidad de tercerización a proveedores externos.

Para poder llevar a cabo esta tarea, debe mantener un estrecho vínculo con el programador de la producción (rol a definir a continuación), quien le provee los datos relativos a tiempos de fabricación y capacidad de planta local.

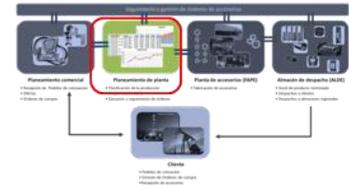
- **Revisión de las Órdenes de Compra (PO⁹):** Validación de cada PO mediante el “Control Review”, contrastando los ítems de la orden con lo ofrecido.
- **Activación de las Órdenes:** Carga de la PO en el sistema o bien emisión de la orden de compra al proveedor que fabricaría el producto (para los casos en que no es factible fabricarlo en planta).
- **Seguimiento de las Órdenes:** Debe garantizar que se cumpla en tiempo y forma, y coordinar la entrega con el cliente.

Hoy en día la tarea se encuentra bien desarrollada, sin presentar graves falencias. Es un nexo que interactúa entre las diferentes partes dependiendo de cada orden: clientes, planta, otros sectores de la empresa, proveedores. Dada la variabilidad de cada caso, no hay un procedimiento estándar a seguir y las pautas que sí son rutinarias ya se encuentran definidas y ejecutadas.

Sin embargo, el seguimiento de las órdenes es una tarea que actualmente le insume tiempos que podrían ser optimizados, ya que no existe ninguna plataforma que le permita hacerlo ágil y remotamente. Por otro lado, sería posible mejorar el servicio a clientes si se lograra obtener estimaciones de plazos de entrega más fiables.

⁹ *Purchase Order*: Orden de compra

3.1.3 Planificación y programación de accesorios



Descripción del rol

La planificación y programación de la fábrica de accesorios de la planta de Argentina siempre fue, y sigue siendo, tarea realizada por un único empleado: *el programador*. Debe planificar y programar la producción de accesorios, supervisando las tareas de planta para asegurar que los programas de producción se realicen en tiempo y forma, cumpliendo con las condiciones de entrega previamente establecidas. Debe paralelamente analizar los recursos necesarios tanto de materiales como de equipos, para garantizar una óptima planificación.

Hoy en día, para planificar y programar la producción de accesorios, los datos a tener en cuenta provienen de dos fuentes diferentes. Por un lado las previsiones, quienes surgen de las cotizaciones con alta probabilidad de convertirse en órdenes. Estas impactan únicamente en la planificación de la carga mensual de planta para proyección a futuro de la capacidad utilizada pero no se tienen en cuenta para la programación diaria. Y por otro lado las órdenes a fabricar, quienes sí se tienen en cuenta para ambos puntos.

En la Figura 3.5 se puede ver el diagrama de flujo de información y procesos que contiene ciertos puntos principales del rol del programador. Se puede ver tanto la interrelación con el encargado de ofertas y elaboración de órdenes (ingreso de previsiones firmes y órdenes concretadas no previstas), como también con la planta productiva, a la que le entrega las órdenes de producción. Todos los procesos se detallarán en breve, al mismo tiempo en que se revelarán las principales fallas de los métodos utilizados actualmente.

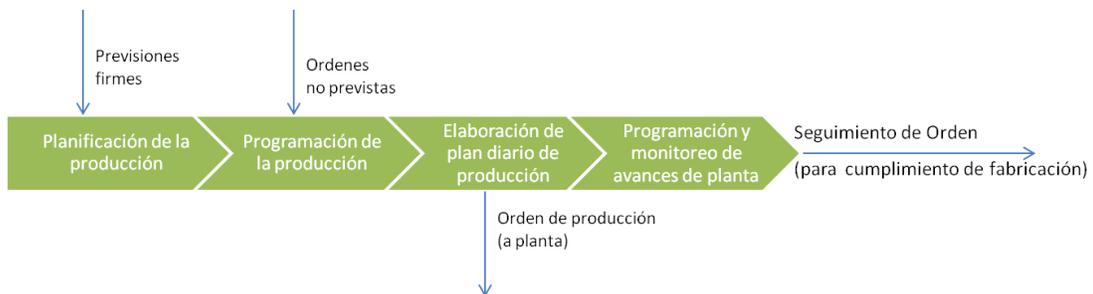


Figura 3.5. Flujo de procesos del rol del programador

Principales responsabilidades y procesos involucrados

La complejidad del rol del programador fue aumentando a la par de la evolución del área de accesorios, ya que se encuentra directamente ligado al volumen de producción de la planta. A continuación se presenta un listado de las tareas actuales a cargo del puesto, con una breve reseña para luego analizar la situación actual e identificar aquellos puntos en que se evidencia una brecha entre el presente y el futuro deseado.

- **Ingreso de Ordenes:** Carga diaria de los datos y especificaciones de accesorios a fabricar en la planta.
- **Necesidades de producción:** Estimación de las necesidades de producción, considerando la capacidad de planta y restricciones operacionales.
- **Planificación mensual de la producción:** Estimación de la carga de planta mensual, calculada en piezas y en turnos por separado. El estudio debe contemplar tanto órdenes como previsiones y permitir una visión de largo plazo.

Se relevó que el programador junto al encargado de ofertas determinan las ofertas que poseen alto grado de probabilidad de convertirse en órdenes, con el fin de incluirlas como previsiones firmes. Este proceso es realizado hoy en día en base a intuiciones, sin cálculos que respalden las estimaciones, ni indicadores que permitan facilitar la toma de decisiones.

Por otro lado, se identificó que el método utilizado hoy en día para la planificación mensual¹⁰ es muy básico y carece de cálculos de optimización. Resulta suficiente para la situación actual debido al volumen de producción manejado, pero sería indispensable adecuarlo y hacerlo más completo si se espera crecer, ya que dejaría de ser funcional ante la incorporación de un nuevo torno en la planta por ejemplo.

- **Programa de producción:** Elaboración del programa diario de producción y secuencias de operación. Comunicación del programa a la planta productiva.

Este se desarrolla hoy en día sin soporte informático ni herramientas que agilicen la tarea. El programador determina manualmente en forma diaria las piezas a fabricar en base a lo que observa en su registro de ítems a producir. No se determina ninguna secuencia óptima de operación, sino que simplemente se

¹⁰ Consiste básicamente en un estudio de carga de planta, sin órdenes específicos de producción. Se proporcionarán más detalles del mismo más adelante.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

especifica el paquete de órdenes objetivo para cada turno. En tanto, la comunicación diaria del programa a la planta se hace por teléfono o vía mail, y adicionalmente realiza una visita (diaria) a la planta.

- **Supervisión de la producción:** Debe supervisar el desempeño de la fábrica para garantizar el cumplimiento en tiempo y forma.

Actualmente, la supervisión de los avances de producción se realiza mediante el informe de fin de turno al programador, por parte del supervisor de operaciones oportuno. No existe un protocolo o rutina especificada, por lo que el reporte se hace vía teléfono, mail o incluso presencial en ciertas ocasiones.

En conclusión, se planifica una demanda en crecimiento a la cual se quiere abastecer, para lo cual ya se autorizaron inversiones en maquinaria nueva. Para poder absorber el aumento de trabajo y mantener los estándares de calidad, es preciso realizar un desarrollo tecnológico y redefinición de procesos para proveer de herramientas informáticas acorde a la cantidad de trabajo. De lo contrario se convertiría en un limitante de crecimiento, ya que los métodos utilizados en la situación actual resultan deficitarios para manejar mayores cantidades de órdenes y complejidad de procesos productivos.

Será por lo tanto objeto de estudio más detallado a continuación el método y herramientas utilizados actualmente, con el fin de comprender todos los aspectos de la situación corriente para orientarse a desarrollar una mejora integral.

3.2 Situación actual, métodos y herramientas

Se detallarán ciertos puntos del contexto de trabajo, exponiendo características del proceso y las metodologías utilizadas actualmente para cada uno de los tres focos: planificación y programación de la producción, control y seguimiento, y por último inventarios. De esta forma se poseerán todas las bases que serán tomadas como punto de partida para proponer las soluciones o mejoras a implementar.

3.2.1 Planificación y programación

La planificación y la programación de la producción de accesorios de la planta son dos tareas que se encuentran muy vinculadas hoy en día, ya que son realizadas por una misma persona utilizando una misma herramienta de trabajo. En los inicios del área, se ha desarrollado un conjunto de aplicaciones diseñadas para facilitar la planificación y programación de accesorios a fabricar en la planta. El objetivo de dicho soporte es facilitar el control de la carga de trabajo mensual de la planta de accesorios y permitir el seguimiento de las órdenes de fabricación.

Es importante mencionar previamente que, si bien la planta se encuentra acondicionada para realizar una decena de operaciones en distintas máquinas, toda la programación y planificación de la producción de accesorios se centra en el estudio de la capacidad y carga de los tornos. Esto se debe a que son las maquinarias responsables no solo del roscado, proceso principal, sino también del mecanizado de las piezas. Dependiendo de las características del torno con el que se cuenta, es posible realizar una o ambas operaciones en la misma máquina.

En otras palabras, hoy en día se planifica únicamente la producción de los tornos. El resto de los centros productivos de la planta simplemente comienzan a operar cuando se libera el material ya procesado del torno, siempre y cuando haya personal disponible para operarlos. No se realiza ninguna gestión más profunda para optimizar el rendimiento de dichos centros productivos.

A continuación se presentarán las características del conjunto de aplicaciones que se utilizan actualmente, exponiendo sus funcionalidades y alcance. Esto generará una clara idea del panorama actual en cuanto al manejo de información, planificación y programación de la planta.

Registro de datos

Dado que previsiones y órdenes merecen un trato diferente para ciertos procesos (programación de la producción diaria), pero a su vez se encuentran muy vinculadas para otros (planificación mensual), se mantiene un registro de ambas a la par.

Se toma primero la información proveniente de la orden/oferta que permite individualizar cada registro. Entre estos se encuentran ciertos datos como: Expediente de orden (o *ID de la oferta*), *Cliente*, *Cantidad*, *Tipo de Accesorio*, *Fecha de entrega prometida*, etc. Adicionalmente, estos se complementan con las especificaciones técnicas del producto, que proporcionan detalles relevantes para la producción, como: *Tipo de conexión* (rosca), *Diámetro externo*, *Tipo y grado de acero*, *Longitud*, etc.

Por otro lado, el programador define los datos relevantes para la planificación de la producción. Entre ellos se encuentran: el *Ciclo*, identificación de la empresa asociada al tipo de accesorio, teniendo en cuenta todas sus características; el *Torno* que será utilizado para el roscado y/o el mecanizado de las piezas; la puesta a punto (*PAP*); y un estimado de *estándar de productividad* del torno para roscado y mecanizado de las piezas en cuestión.

Estos últimos valores dependen tanto del torno seleccionado como de las dimensiones de la pieza y las características de trabajo. A falta de buenas estimaciones o cálculos de tiempos y productividades, los valores utilizados actualmente poseen alto grado de imprecisión y son poco representativos. Será un punto a tener en cuenta para permitir mejoras de planificación.

Funcionalidades

A través de los diferentes aplicativos desarrollados sobre los registros, se obtienen las herramientas de gestión que permiten la toma de decisiones, tanto en el día a día como en la visión a futuro. Se describen a continuación las principales funcionalidades:

Estimación de tiempos de producción: Con todos los datos ingresados se genera el cálculo automático de la cantidad estimada de turnos necesarios para el roscado y mecanizado de las piezas, de utilidad para el resto de las funcionalidades.

Avance de producción: Da lugar a la visualización del *Estado* de cada pieza, indicador de la etapa de procesamiento en que se encuentra la orden, permitiendo seguir el avance en la cadena de producción.

Alerta visual: Su función es indicar las órdenes que se encuentran próximas a su fecha de entrega y por lo cual requieren prioridad o trato especial, y a su vez aquellas ya incumplidas (si las piezas no fueron entregadas una vez que pasó la fecha de entrega). A esta alerta visual se la llama 'semáforo' ya que utiliza una escala de colores dependiendo de la proximidad a fecha de entrega (amarillo, naranja, rojo).

Capacidad utilizada: Estudio de los turnos mensuales requeridos para la producción de accesorios en los tornos. Se diferencian tanto aquellos turnos relativos a las puestas a punto de las máquinas, como los correspondientes a feriados, para de esta forma identificar lo que sería netamente productivo. A su vez se subdivide por Torno para poder visualizar claramente la capacidad que sería ocupada en cada máquina.

El programador utiliza la información generada por esta funcionalidad para aceptar o rechazar nuevas ofertas, teniendo en cuenta la carga de máquinas para meses futuros. Se tiene una noción del porcentaje de ofertas/cotizaciones que no se convierten en órdenes, por lo que se planifica la carga mensual de tornos a un 120% de la capacidad máxima.

Carga de planta: Confección de informes de carga de planta, de detalle mensual con horizonte temporal anual, utilizados principalmente para ver la planificación a largo plazo. Estos tienen a su vez un segundo objetivo, que es presentar mensualmente la planificación de la planta de Accesorios local ante quienes se encargan de la gestión de accesorios a nivel global.

Para esta última función, se catalogan los registros según tres rubros: provisiones, órdenes sin material¹¹ y órdenes con material¹². Estas divisiones le permiten al programador tener información extra para planificar a largo plazo y visualizar mejor la carga de la planta.

¹¹ Ordenes no entregadas cuyo material semielaborado no se encuentra disponible aún. Es decir, se debe esperar la recepción del material para poder comenzar a operar en planta de accesorios.

¹² Ordenes no entregadas que se encuentran en la planta, ya sea en proceso o en espera a ser trabajadas.

3.2.2 Seguimiento y Control

Actualmente, no existe ningún desarrollo concreto destinado al seguimiento y control de la producción y de la gestión del programador. Sin embargo, sí se mantiene un registro de todos los datos históricos relacionados, dividido en dos partes:

Historial: Por un lado, se cuenta con el registro de evolución de producción de las órdenes, donde se encuentran listadas todas las operaciones realizadas sobre cada ítem fabricado.

Base de datos: Por otro lado, se guarda a su vez toda la información referida a los registros que han pasado por los aplicativos anteriormente explicados (para planificación y programación). Consistiría básicamente en un almacén de los datos tanto de órdenes ya entregadas, como de previsiones no ingresadas¹³.

En resumen, se puede ver que hoy en día se cuenta con información pertinente de la cual no se saca provecho para analizar la gestión, sino que simplemente se almacena. Por consiguiente, si se planea proponer una mejora integral, resulta interesante tener en cuenta este punto, ya que se pueden obtener indicadores, estadísticas e informes muy influyentes no solo para una mejora continua del área, sino también para tomar decisiones de desarrollo e inversiones en el futuro. Esto afecta e involucra no solo al programador de la producción sino también a quién está a cargo de la supervisión y gestión del área, e incluso al sector operativo de la planta de accesorios.

¹³ Caso en que una previsión no se convierta finalmente en orden.

3.2.3 Inventarios

Se realizó un relevamiento de la situación actual de inventarios para conocer y comprender completamente la problemática respecto de este punto.

Antes de proseguir, resulta útil observar la Figura 3.6 que muestra el diagrama de flujo físico de materiales para la producción de accesorios. Como se puede ver, se encuentra bien diferenciada la fabricación en la planta de accesorios del almacenamiento final de productos terminados (PT). Todos los accesorios que han finalizado sus procesos productivos pasan al almacén, desde donde son despachados hacia el cliente (o almacén regional). El stock de PT se compone entonces tanto de piezas que se encuentran allí por un muy corto período de tiempo previo al despacho, como de piezas que se guardan en inventario por períodos un poco más extensos, por razones estratégicas.



Figura 3.6. Producción y stock de accesorios. Flujo de materiales.

Al mencionar las tareas y procesos relacionados con el rol de supervisión y control del área de accesorios de la planta de accesorios, se hizo notar la falta de una política de inventarios. No existe hoy en día ninguna planificación de niveles de inventario ni tampoco un control de los mismos.

Es así como se ha llegado a una situación crítica en que la cantidad de piezas acumuladas en stock versus las ventas mensuales, y la antigüedad excesiva de ciertas piezas evidencian la necesidad de definición de políticas de stock y algún elemento de control y seguimiento del mismo. Para presentar una mejor idea del escenario a marzo del 2011, se pueden ver las siguientes Figura 3.7 y Tabla 3.1, que ilustran la situación.

Al no contar con una gestión del stock de producto terminado, se ha llegado a tener niveles que sobrepasan las 7000 piezas, cuando las ventas mensuales están entre 600 y 1000 piezas aproximadamente¹⁴. Dadas las características del negocio, esto representa un stock excesivo.

¹⁴ Sin considerar las cuplas en el análisis, ya que su manejo es separado.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería



Figura 3.7. Composición del Stock a Marzo 2011

MARZO 2011	
Antigüedad	Piezas (u)
1 año	5.172
2 años	385
3 años	1.132
4 años	240
5 años	95
6 años	23
7 años	50
TOTAL	7.097 pzs

Tabla 3.1. Antigüedad del Stock a Marzo 2011

Conjuntamente, un 27% del mismo está compuesto por piezas de más de un año de antigüedad, llegando incluso a tener en inventario artículos producidos hace 7 años, como se puede ver en la tabla. Por las propiedades que deben garantizar los accesorios a la hora de aplicación en el pozo petrolero, estas piezas tan añejas no pueden ser despachadas sino que deben como mínimo ser sometidas a inspecciones, pudiendo requerir además nuevos procesos de reacondicionamiento del material.

Por último, se pueden observar en la Figura 3.8 ciertos datos que muestran la evolución de los niveles de inventarios de accesorios, dejando en evidencia el continuo crecimiento de la cantidad de piezas almacenadas.

Todo esto representa capital inmovilizado que es evitable, reflejando una de las varias oportunidades de mejora y falencias del sector de accesorios a nivel regional.

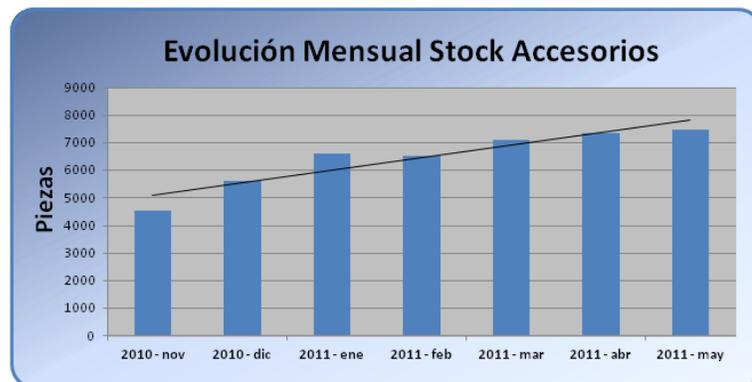


Figura 3.8. Evolución cantidades de piezas de accesorios en inventario¹⁵

¹⁵ Gráfico generado sin considerar las cuplas en el análisis

4 DESARROLLO

4.1 Desarrollo tecnológico de procesos

Se plantea generar e incorporar un desarrollo tecnológico productivo, rediseñando los procesos y sus vínculos, modificando la estructura general de funcionamiento del área. Se busca una visión integral y sistémica de la situación, integrando todos los factores para permitir un crecimiento consistente y parejo del área en su conjunto.

El relevamiento técnico realizado en las secciones precedentes permitió realizar un mapeo general de la situación actual. Las interacciones entre procesos y el flujo de información entre roles son escasas y principalmente unidireccionales. Hoy en día el área presenta también falencias en comunicación y retroalimentación, puntos clave a tener en cuenta igualmente para corregir si se quiere ir en búsqueda de una mejora continua.

Al repensar las formas de trabajo y organización de los procesos, se busca mantener una cohesión que permita un flujo más natural, tanto en las técnicas utilizadas dentro de un mismo rol como en la interacción entre los diferentes actores. Se plantea establecer un esquema de trabajo que tome como base la Figura 4.1. Allí se plantea una redefinición de los principales procesos, que deberían tener sus propios procedimientos establecidos y ser sustentados por un desarrollo tecnológico acorde a su dimensión.



Figura 4.1. Rediseño de procesos principales

Influencia sobre estructura actual

Antes de pasar a la propuesta concreta, se estudia primero la influencia que tendrá, definiendo los diferentes puntos dentro del área que serán afectados por el rediseño de procesos y enriquecidos por el desarrollo tecnológico a plantear, ya sea directa o indirectamente.

En la Figura 4.2 se unieron los diagramas de flujo parciales de los componentes que habían sido presentados en las etapas de relevamiento. Las dos primeras líneas corresponden a procesos que manejan información, mientras que los representados en rojo atañen a labores que involucran materia física (material en proceso o productos).

Sobre el esquema se encuentran remarcadas las principales partes alcanzadas, correspondientes a aquellos puntos de fallas o carencias detectadas. Si bien se busca un impacto de nivel general, estas son las que resultarán más beneficiadas.

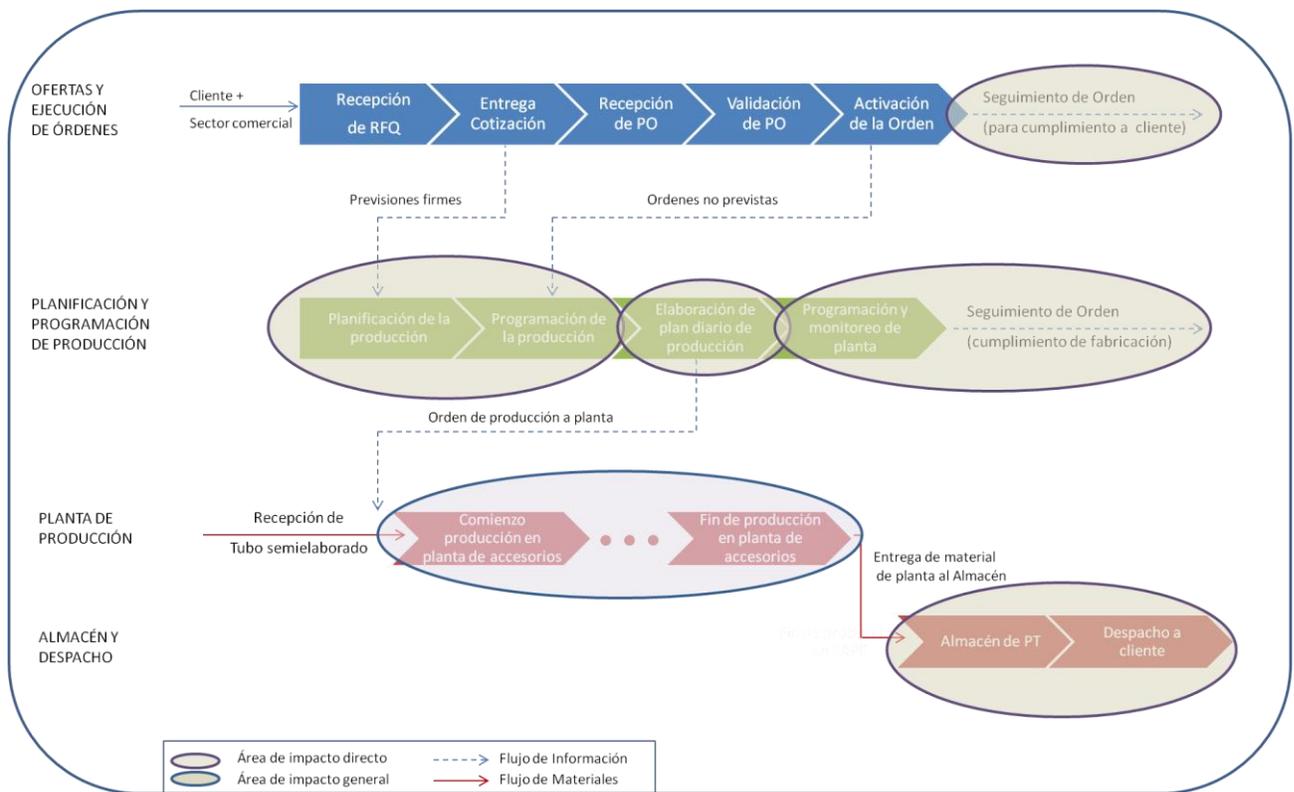


Figura 4.2. Influencia sobre la estructura actual

Desarrollo propuesto

Se propone generar un cambio en procesos mediante el desarrollo e implementación de una solución tecnológica para el área de accesorios. Para ello se vincularía todo en un único módulo integral, subdividido en cinco puntos principales, que actuaría sobre cada uno de los procesos centrales presentados en la Figura 4.1.

El rediseño de procesos incorpora por un lado tres desarrollos tecnológicos destinados a satisfacer requerimientos hasta hoy insatisfechos, estableciendo nuevas metodologías de trabajo: *Gestión de Stock*, *Simulador de producción* y *Programa diario*. Por otro lado, tomando como punto de partida los métodos utilizados hoy en día, se proyectan en complemento otros dos módulos que trabajarían sobre la base actual: *Plataforma de control continuo* y *Análisis de la gestión*.

En la Figura 4.3 se presentan los cinco componentes a través de los cuales se lograría el desarrollo tecnológico y redefinición de los procesos. Las interacciones entre ellos están simplificadas en este caso, pero serán debidamente explicadas en la descripción de funcionamiento de cada uno de ellos. Cada uno de los componentes están numerados según el orden en que serán explicados, sin ser este un criterio de prioridad por importancia.

La solución tecnológica propuesta deberá de todas formas tener en consideración las metodologías y herramientas de trabajo del personal actual. Se busca facilitar el proceso de adaptación pues al fin y al cabo son los empleados quienes darán uso a la tecnología. Es por ello que se puede ver en la figura que la información se mantiene centralizada en un denominado *módulo del programador*, que mantendría un diseño similar a la herramienta hoy en día utilizada por el programador. Este serviría únicamente como una base de datos temporaria, donde se volcarían todos los datos generados y de donde se tomarían todos los necesarios para ser utilizados en los diferentes componentes. Se define temporaria porque contendría lo referido a registros de la fecha, los cuales finalmente se almacenarían en la base de datos general (cuando se entrega una orden o se cancela una oferta).

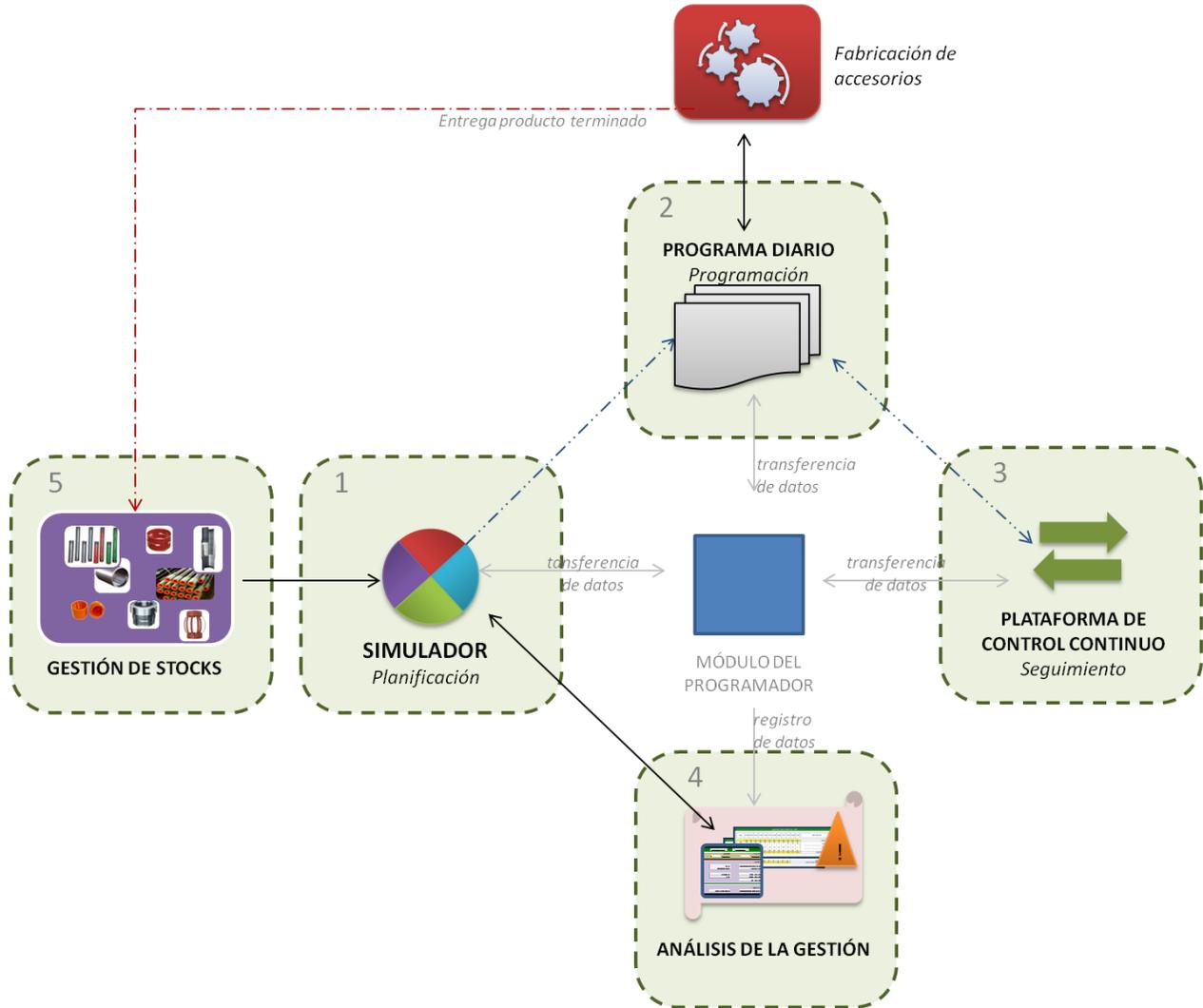


Figura 4.3. Cinco componentes interrelacionados, integrando un módulo central¹⁶

Se pasará a continuación a estudiar cada uno de los componentes del desarrollo tecnológico de procesos propuesto. Se determinarán posteriormente los pasos necesarios para la implementación del mismo, y luego por último se buscará evaluar el impacto en el área de accesorios, definiendo parámetros de medida y cuantificando los resultados que se esperan encontrar.

¹⁶ Tanto el módulo de análisis de gestión como la plataforma de control continuo son componentes que analizan información y generan reportes o notificaciones que influyen en tomas de decisiones que afectan todos los otros elementos del desarrollo. Se limitó la cantidad de vínculos representados para no entorpecer la visualización del esquema.

4.1.1 Planificación de la producción

Resumen y objetivos

Este primer módulo estaría destinado a cubrir las necesidades del proceso de planificación de la planta de accesorios, evaluando tanto ofertas como órdenes y buscando ofrecer un análisis de horizonte temporal amplio. Entre sus objetivos se encontrarían los siguientes:

- Determinación de ofertas a considerar como previsiones.
- Determinación de las órdenes a producir mensualmente.
- Contribuir a la optimización del uso de la capacidad instalada.
- Detección de capacidad ociosa, para incrementar las ventas.

Desarrollo

Se propone desarrollar un simulador que permita la incorporación de los datos y variables para la planificación, buscando optimizar la carga de planta y balancear la producción mensual.

Vínculos de trabajo

Tendría en cuenta por un lado las órdenes ya activadas¹⁷, tanto las que estén en proceso de producción como aquellas que se encuentran a la espera de la materia prima para comenzar a ser operadas. Por otro lado, incluiría también los datos referidos a pedidos de cotización respondidos, para buscar cumplir con el primer objetivo de determinar qué ofertas será conveniente tomar como previsiones de producción.

Para tomar dichas decisiones con fundamentos valederos, incorporaría datos provenientes del módulo de análisis de gestión que será explicado más adelante¹⁸, quien daría uso y estudiaría los valores históricamente registrados. Estaría a su vez alimentada con información referente a los niveles de inventario de producto terminado, para permitir la toma de decisiones respecto de la cantidad de piezas a producir de cada tipo.

A grandes rasgos, sus funciones permitirían determinar las órdenes a producir mensualmente, lo que impactaría en los procesos de programación de planta. Generaría a

¹⁷ Se activan en el sistema centralizado de registro de órdenes de la empresa.

¹⁸ Desarrollado más adelante, en 4.1.4 *Análisis de la gestión*

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

su vez un plan estimado, el cual brindaría información útil para realizar nuevas ofertas, como por ejemplo estimado de plazos de entrega al cliente.

Se pueden resumir los vínculos mencionados en el esquema de la Figura 4.4, y se proporcionarán a continuación más detalles de las funcionalidades y procesos internos de esta herramienta de simulación.

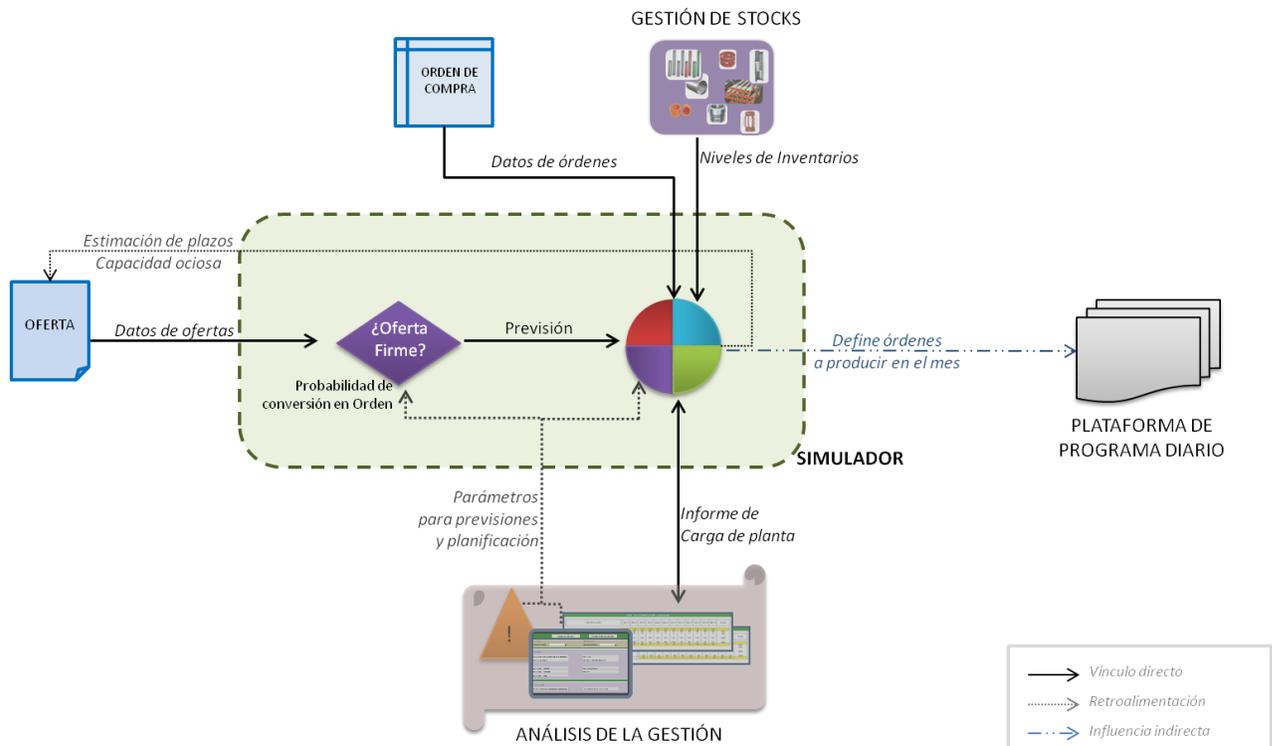


Figura 4.4. Simulador, vínculos de trabajo

Conversión de ofertas a previsiones

Una primera parte de este desarrollo tecnológico productivo estaría destinado a establecer un proceso formal de determinación de previsiones. Actualmente, estas son designadas manualmente en conjunto por el programador y el encargado de ofertas y órdenes. Analizan los productos y clientes que realizan los pedidos de cotización (a ofertar) para determinar, basándose en la experiencia y sin metodologías precisas, aquellas que consideran más probable que se conviertan en orden.

En este caso se propone generar una metodología a partir de su experiencia, para establecer un modo de funcionamiento más duradero. Incorporaría la información recaudada por parte de la base de datos para estimar una tasa de conversión de ofertas a

órdenes, basado en el historial del cliente. No se apunta a eliminar el factor humano sino a brindarle herramientas para tomar una decisión más acertada.

Niveles de stock

Como se ha mencionado, el simulador incluiría datos respecto de los niveles de producto terminado en inventario. Se incorporaría en los cálculos para establecer la cantidad adecuada de piezas a fabricar para cada producto. Por otro lado, daría lugar también a una reconsideración del punto anterior (conversión de ofertas a previsiones) para aquellos casos en que se cuenta con un gran stock del producto o bien altos niveles de inventario del mismo cliente.

Incorporación de previsiones en la planificación

Existen diferencias entre la información contenida en ítem de una orden y la disponible en uno perteneciente a una oferta, ya que esta última por ejemplo no tiene ninguna hoja de ruta asociada. Para poder estimar los tiempos de fabricación involucrados en ambas y generar una planificación de la producción, se le asignaría a cada ítem proveniente de una previsión un número de ciclo (código de producto) que se ajuste lo máximo posible al producto en cuestión, dadas las características definidas. Se cuenta con un listado de los números de ciclo existentes y las propiedades de los productos asociados, por lo que se buscaría allí aquel que posea más coincidencias.

Plan mensual y carga de planta

Incorporando los datos de las órdenes confirmadas y aquellos de las previsiones (con su respectivo ciclo asociado), se podría finalmente proceder a la planificación propiamente dicha.

Por un lado, se generaría un estudio de carga de planta¹⁹, que permitiría evaluar el panorama general con un amplio horizonte temporal. Estaría orientado a detectar los meses con sobrecarga de trabajo y aquellos con capacidad disponible, para entonces efectuar un balance que permita maximizar la utilización de planta, evitando meses de capacidad excedida.

El balance lo realizaría el programador, atrasando o adelantando la producción de las piezas, buscando siempre respetar la fecha de entrega.

¹⁹ Más detalles de los informes de carga de planta serán explicados en la sección 4.1.4 *Análisis de la gestión*

Por otro lado, se generaría un plan mensual²⁰, que brindaría mayor grado de detalle de la situación planificada. Nuevamente, se tendrían en cuenta tanto órdenes como previsiones, incorporando esta vez una simulación de producción que buscaría optimizar los tiempos y maximizar la utilización de maquinaria. Dada la gran variedad de centros productivos dentro de la fábrica de accesorios y la diversidad de hojas de ruta que complejizan aún más los cálculos, la simulación se centraría en los tornos, maquinarias cuello de botella para la producción²¹. Es decir, se establecerían secuencias de producción ideales para cada torno, respetando ciertas prioridades de fabricación y reglas de asignación. A partir de ello, se planificaría la producción en el resto de los centros, quienes quedarían dependientes del momento de liberación de material por parte del torno²².

La secuencia para los tornos se establecería con un orden de prioridad calculado sopesando los tiempos involucrados por cambios de setup y la fecha de entrega de cada ítem. Se logró establecer que los mayores setups se dan por las variaciones de diámetro de las piezas. Por lo tanto, se ordenaría una secuencia de forma tal de obtener la mínima cantidad de cambios de diámetro, pero garantizando la prioridad de las piezas más urgentes. Se buscaría en todo momento cumplir con la fecha de entrega de producción, ya que su retraso tiene influencia directa en el cumplimiento al cliente²³.

Todo este cálculo resultaría en un diagrama de Gantt por torno. Permitiría visualizar el proyecto de producción, indicando al lado de cada tarea la referencia del ítem y cantidad de piezas correspondiente.

Ordenamiento manual y Chequeo posterior

Una vez generado el plan mensual, se podría modificar manualmente la secuencia de órdenes incluyendo incluso la posibilidad de lotear, subdividiendo un ítem con gran cantidad de piezas en dos producciones separadas. De realizarse modificaciones en el orden de producción, se podría regenerar luego el diagrama de Gantt para la visualización.

Chequeo de cumplimiento: Se incluye la posibilidad de comandar posteriormente un chequeo para evaluar el cumplimiento de la fecha de entrega. Cada orden que no llegue a

²⁰ De todas formas, el usuario determinaría el horizonte temporal deseado.

²¹ Se recuerda que son los principales ya que todos los accesorios deben pasar por los tornos para el mecanizado y/o roscado. Son las maquinarias que definen el ritmo de producción.

²² No se realizaría una optimización para cada centro en esta etapa. Se hará solo luego en el Programa Diario.

²³ La fecha de entrega de producción es diferente a la fecha de entrega a cliente, pero se encuentran íntimamente ligados a través de los tiempos de transporte involucrados (distancia al cliente).

ser finalizada dentro del plazo de entrega se marcaría en el Gantt. Permitiría entonces tomar acciones que eviten la falta, como por ejemplo modificar nuevamente el orden de producción, o incluso el mes asignado para determinada orden.

Calculo de plazos de entrega a ofertar

Una última funcionalidad de este desarrollo es la retroalimentación para el encargado de ofertas. Al poder contar con una planificación concreta de la producción de accesorios, se puede estimar una fecha de fin de fabricación. Esto permitiría calcular el plazo de entrega a ofrecer al cliente en caso de un nuevo pedido de cotización, asegurando un alto nivel de confiabilidad ya que estaría ajustado al plan de producción.

En conclusión, el plan mensual permitiría decidir que piezas se deberían producir mensualmente, analizando la producción a largo plazo y obteniendo una planificación de la planta. La asignación de producción diaria será objeto del próximo componente a estudiar: el programa diario de producción.

Darí la posibilidad también de detectar con tiempo la sobrecarga para actuar sobre ella equilibrando las órdenes en el tiempo, o llegado el caso, tomando la decisión de tercerizar parte de la producción. Si la situación es la opuesta, daría lugar a generar propuestas de cupos de venta para aprovechar la capacidad instalada no ocupada, aumentando la producción.

4.1.2 Programa diario de producción

Resumen y objetivos

Este segundo componente crearía un nuevo proceso: la generación de un programa diario de producción. Este establecería concretamente la asignación y secuencia de fabricación de accesorios. Se confeccionaría un desarrollo tecnológico bajo los siguientes objetivos:

- Asignación de órdenes a cada uno de los centros productivos de la planta
- Determinar secuencias óptimas de producción para cada máquina
- Establecer una metodología de declaración de órdenes de producción a planta
- Establecer una metodología de informe de avances de producción al programador
- Garantizar comunicación fluida y eficaz entre programador y ejecución en planta

Desarrollo

La generación de un programa diario de producción se adaptaría para trabajar a partir del módulo similar a la herramienta utilizada hoy en día por el programador. Estudiaría las órdenes que se deben producir, considerando únicamente aquellas que ya cuentan con el material de partida (tubo semielaborado).

El principal usuario de la herramienta sería el programador del área de accesorios, pero impactaría directamente en el personal supervisor de la planta.

El modo de funcionamiento a grandes rasgos se puede ver en la Figura 4.5.

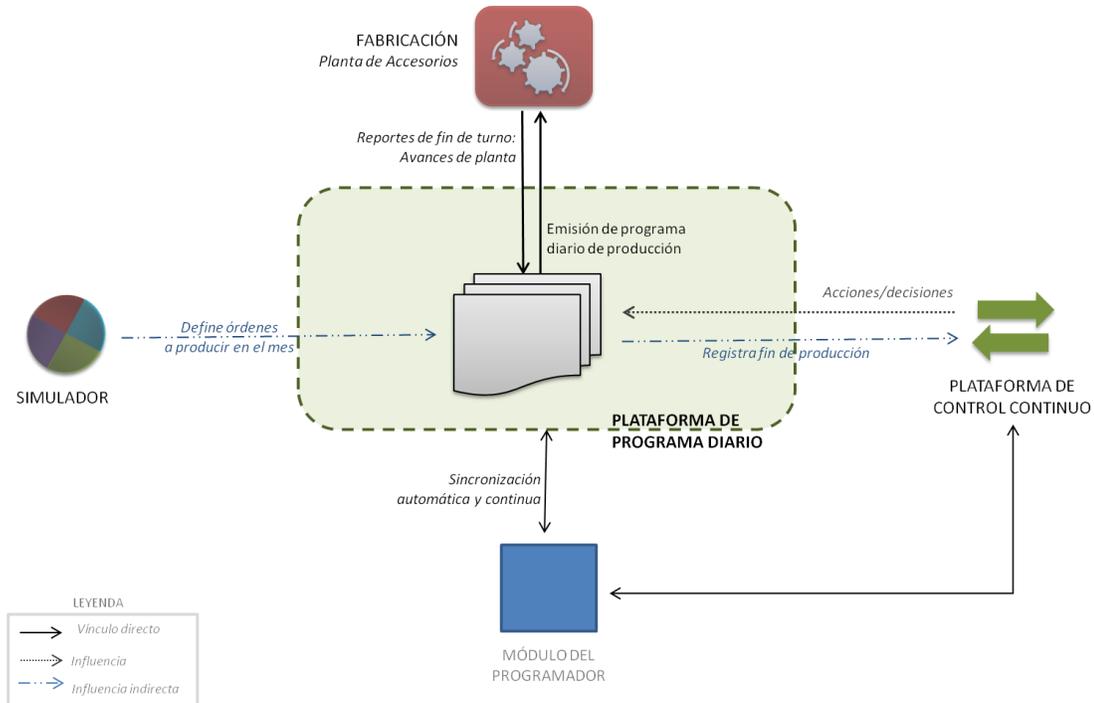


Figura 4.5. Programa diario, vínculos de trabajo

Asignación y secuencia de producción

En un primer lugar se generaría la asignación de cada orden de producción al centro de operaciones correspondiente. Para ello se tomaría en cuenta el estado de avance de producción de cada ítem, y se determinarían los procesos faltantes en cada caso. Consecuentemente, se atribuiría la orden de producción al primer centro productivo restante según la hoja de ruta correspondiente.

Un paquete de reglas de asignación determinaría la distribución óptima de piezas dentro de cada centro, decidiendo entre las posibles máquinas disponibles para la operación. Se basarían en porcentajes de ocupación y ociosidad, teniendo en cuenta las restricciones de diámetro y largo de piezas trabajables en cada máquina.

En segundo lugar, se estudiaron y determinaron las variables de decisión relevantes para determinar una secuencia óptima de producción de cada máquina. Se utilizaría el mismo método explicado para el caso del Simulador, pero esta vez adaptado al entorno específico de cada máquina en particular (no únicamente tornos).

Plataforma de comunicación

Se confeccionaría a su vez un documento base que sería el modelo estándar utilizado para comunicar el programa diario de producción. Se reproduciría el formato base para cada centro diferente, indicando en la parte superior los datos que identificarían el centro, la fecha y el usuario creador. Por debajo de dichas informaciones imprescindibles se colocaría el orden de producción a seguir, facilitando de esta forma la lectura por parte de la planta.

La generación sería automática, y tras previo chequeo por parte del programador, se enviaría directo a los supervisores de planta.

Con el fin de permitir una plataforma de comunicación bidireccional, se diseñó la contraparte para los supervisores de planta, quienes marcarían el avance de las operaciones sobre el mismo documento informático. Al estar sincronizados se reflejaría automáticamente para el programador, quien podría hacer un seguimiento adecuado.

4.1.3 Plataforma de control continuo

Resumen y objetivos

Este tercer componente estaría dedicado a reorganizar el seguimiento de los avances de producción, proceso que hoy en día se realiza sin métodos establecidos. A su vez estaría orientado a facilitar y unificar los esfuerzos invertidos en la tarea, que involucra a los tres puestos de trabajo del área, como se puede ver en el diagrama general actual (Figura 4.2).

Dado que todos mantienen un interés sobre el control continuo de las órdenes desde diferentes puntos de vista, se definen los siguientes objetivos:

- Permitir un seguimiento del estado de avance de la orden con alto grado de detalle por parte del personal²⁴
- Permitir un seguimiento del estado de avance de la orden por parte de terceros²⁵
- Optimizar los tiempos invertidos en seguimiento de órdenes
- Reducir los incumplimientos de orden
- Reducir el impacto del incumplimiento de una orden

Desarrollo

Se propone un desarrollo tecnológico conformado por dos partes, orientadas a satisfacer por un lado las necesidades respecto del seguimiento de la producción por parte del programador. Por el otro, se destinaría al uso por parte del coordinador del área o terceros agentes interesados. Ambos se diferencian por mantener perspectivas diferentes en cuanto al avance de producción, precisando diferente grado de profundidad de información.

Por un lado, para el caso del programador, sería una herramienta para optimizar tiempos y agilizar la tarea de seguimiento enfocada a garantizar la correcta ejecución y cumplir con los objetivos de producción de planta.

En el segundo caso, resultaría de interés para supervisar el funcionamiento general del área y mantener informado al responsable comercial de la orden o cualquier posible

²⁴ Referido a quienes están bajo el área de estudio

²⁵ Personal de otras áreas: comercial, de despachos, etc.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

involucrado, incluso al cliente. Su utilización se orientaría en este caso a asegurar el cumplimiento de la entrega en tiempo y forma al cliente.

Orientación hacia el programador

El programador ya contaría con el módulo presentado anteriormente (programa diario), el cual le otorgaría una plataforma de intercambio de información que le permitiría conocer en detalle el avance de producción de las órdenes.

Se propone complementar el seguimiento con un desarrollo pequeño pero útil, que se enfocaría a los casos especiales, permitiendo facilitar y mejorar la tarea a nivel general.

Estaría orientado a detectar en el momento oportuno aquellos accesorios que peligran su cumplimiento. Su alerta permitiría determinar a tiempo las acciones correctivas en cada caso. El diagrama conceptual se puede ver en la Figura 4.6, será a continuación explicado.

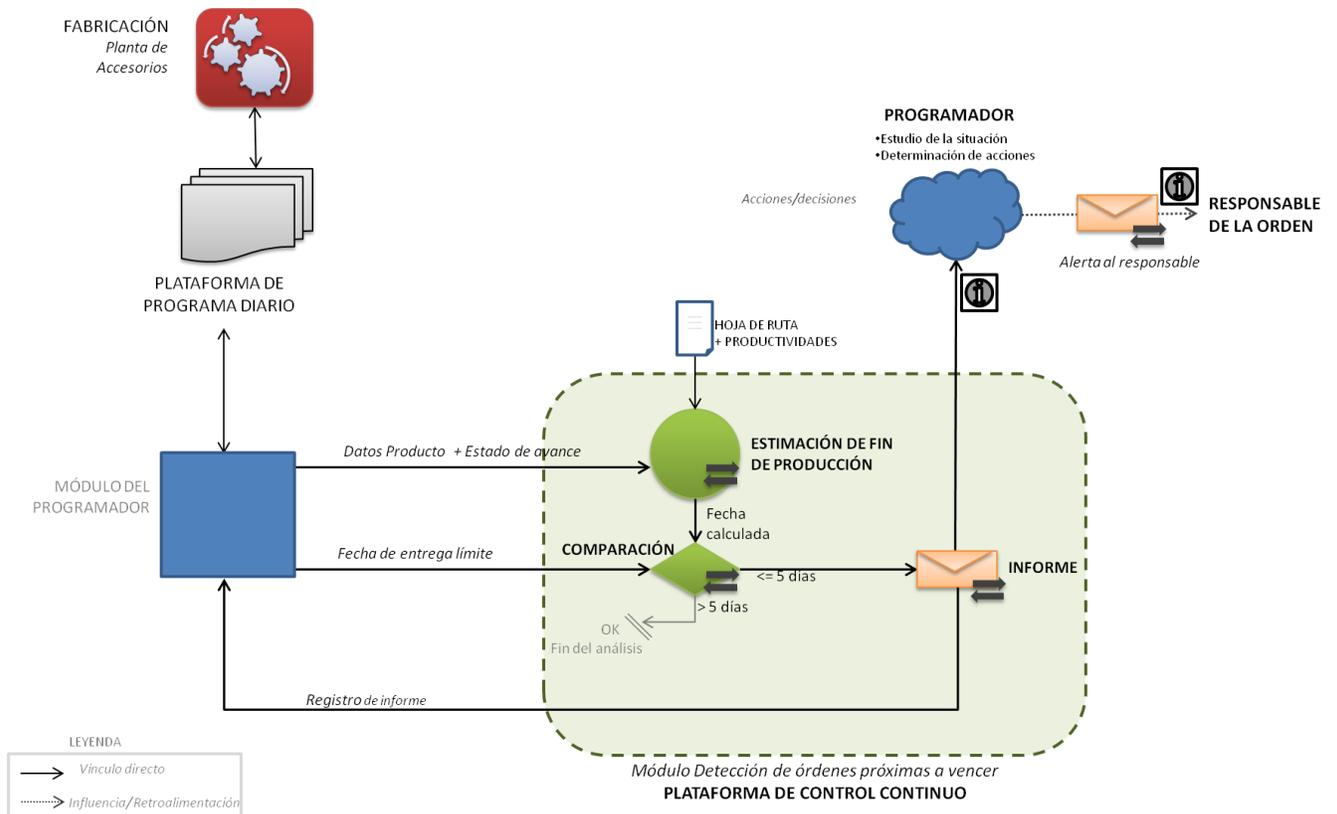


Figura 4.6. Plataforma de control continuo. Detección de órdenes con peligro de incumplimiento

Primeramente, para cada ítem se calcularía una fecha esperada de entrega, tomando en cuenta el estado de avance²⁶, junto con los valores de productividad y operaciones pendientes acordes a la hoja de ruta asociada al producto.

Se contrastaría luego la misma contra el plazo máximo pactado de entrega de producción, detectando entonces aquellas órdenes que peligrarían de incumplimiento. Estudiando las características de la producción de accesorios, y considerando los tiempos de reacción junto con un margen de error de estimaciones, se determinó que el procedimiento se activaría siempre que la diferencia entre ambas fechas sea menos de cinco días.

Se enviaría consecuentemente un informe de la situación automáticamente al programador vía mail, incluyendo información básica de las piezas en cuestión, para poder identificarlas correctamente: orden, ítem, cliente, cantidad de piezas, tipo de accesorio.

Esto permitiría convertir dichas órdenes en objeto de atención individualizada por parte del programador, quien deberá estudiar la situación con el fin de evitar una falta. Podrá tomar medidas como por ejemplo otorgar prioridad dentro del programa de producción, o incluso corregir las causas del retraso.

Paralelamente, el programador podrá decidir informar al responsable de la orden de compra correspondiente (contacto con el cliente) para alertarlo sobre la situación o decidir un plan de acción en conjunto²⁷.

Órdenes vencidas o entregadas

A través la misma plataforma, observando el estado de la orden a la fecha corriente se detectarían los casos en que ya se completó todo el proceso de fabricación, lo que comandaría el archivo del registro en la Base de Datos (orden a entregar).

Por último, a través de un cálculo simple se haría una segunda comparación de fechas, destinada a detectar el atraso de una orden. En este caso se asentaría el registro de incumplimiento en un módulo que será explicado más adelante²⁸.

Para mayor comprensión, se puede ver en la Figura 4.7 el modo de trabajo, resumiendo estas dos funcionalidades que se separaron del diagrama anterior solo por claridad.

²⁶ Informado por la devolución del programa diario, y asentado en el módulo del programador.

²⁷ Estas posibles decisiones o acciones a tomar se representan en el esquema con línea punteada.

²⁸ Ver *Incumplimientos* en la sección 4.1.4 Análisis de la gestión

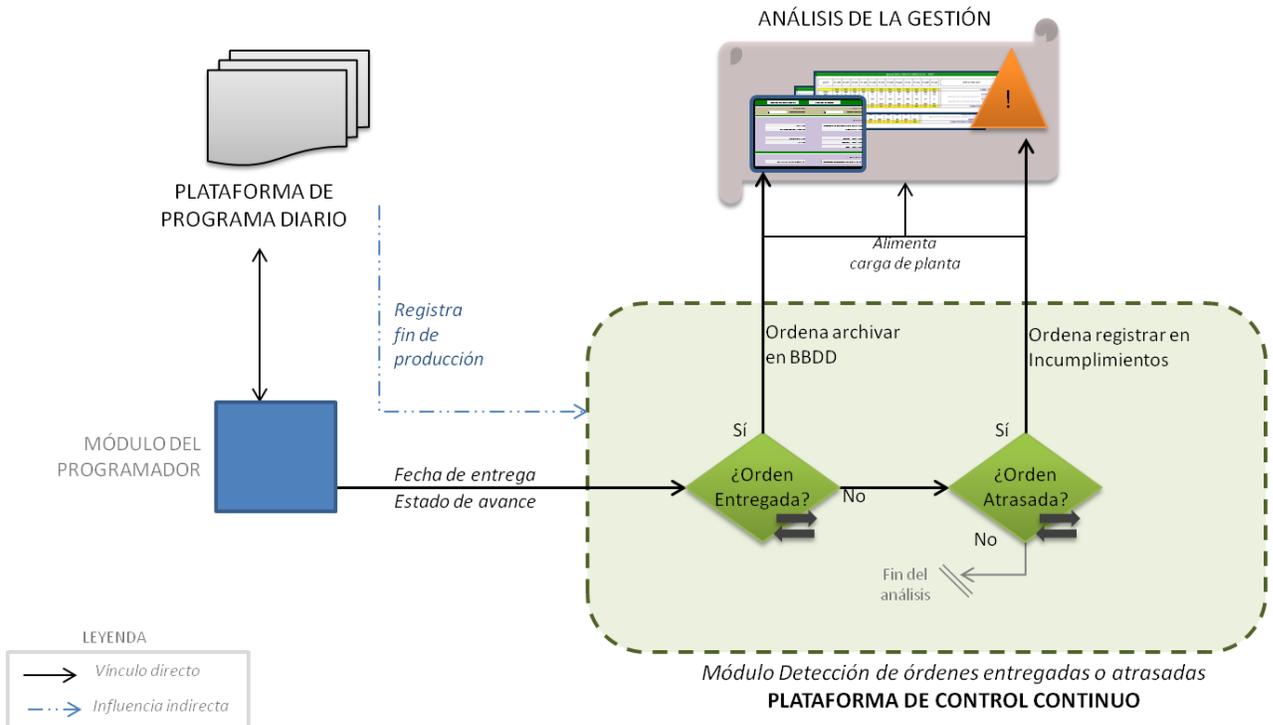


Figura 4.7. Plataforma de control continuo. Ordenes entregadas o atrasadas

Orientación hacia terceros

Tanto el resto del personal de accesorios, como los responsables comerciales o terceros involucrados carecen hoy en día de herramientas que permitan y agilicen el seguimiento, por lo que esta tarea generalmente involucra en ellos grandes tiempos invertidos. Optimizaría los tiempos y a su vez, liberaría carga de trabajo del programador, quien hasta el momento, es el intermediario consultado para obtener las noticias sobre los avances.

Se diseña una plataforma que permitiría en primer lugar obtener información sobre el avance de orden y estado actual. Sería colocada en el sitio web interno de la empresa, dedicado al sector de accesorios. Complementariamente, se define una metodología de notificaciones automatizadas, personalizables por el usuario mismo desde el mismo lugar.

a. Estado de avance

Para obtener la información, el interesado (previamente autorizado) ingresaría los datos que identifican orden e ítem a visualizar. De esta forma el sistema, sincronizado con el resto de los módulos, anunciaría el grado de avance fabricación de las piezas especificadas. A su vez, permitiría incluir ciertos datos complementarios que facilitarían el análisis de la situación. En resultado, se podría conocer:

- Estado actual de la orden.
- Operaciones pendientes, de acuerdo a la hoja de ruta correspondiente.
- Cálculo estimado de la fecha de finalización de producción, siguiendo el mismo método que el planteado previamente para el programador.
- Cálculo estimado de la fecha de entrega a destino²⁹. Esto permitiría prever en cierto modo el cumplimiento para con el cliente.

El origen de los usuarios puede variar, por lo que a cada uno se le otorgarían diferentes grados de acceso a la información de la plataforma. Puede variar desde el acceso completo a todos los datos, cálculos y estados específicos (para el coordinador por ejemplo), hasta el acceso restringido mostrando únicamente el porcentaje de avance de producción de la orden (sin detalles específicos como estado actual y operaciones pendientes).

b. Notificaciones automáticas

Por otro lado, la misma plataforma ofrecería también la posibilidad de crear alertas para envío automático de email informando diferentes situaciones, bajo condición que se den determinados criterios, tales como:

- Notificación cuando una orden ha llegado a un determinado grado de avance o estado específico.
- Alerta en caso que una orden no haya alcanzado cierto grado de avance o estado específico en determinada fecha.
- Preaviso en caso que la fecha calculada de fin de producción se acerque de x días de la fecha pactada de entrega de planta (cálculo como el explicado para el programador).
- Alerta en caso de incumplimiento de orden.

Esta modalidad resulta útil para seguir el avance de la orden sin tener que entrar a la plataforma continuamente para ver si hubo novedades. Se mantendrían las mismas restricciones de acceso a la información que las mencionadas previamente³⁰.

²⁹ Calculada utilizando un valor de tiempo de transporte estándar, dependiente de la zona de entrega, los medios y las condiciones de traslado.

4.1.4 Análisis de la gestión

Resumen y objetivos

A nivel general, este componente generaría ciertos análisis automatizados y cálculos estadísticos resultando en reportes, gráficos e indicadores que permitirían no solo evaluar internamente el desempeño sino también ser utilizados para comunicar e informar del trabajo de la región a los directores globales de accesorios.

Se busca como esencia que el alcance no se limite al programador y sus tareas rutinarias relacionadas con la planta, sino que también permita el control por parte del coordinador y genere información provechosa para el área.

Se pueden individualizar ciertos objetivos que deberán cumplir los módulos en conjunto:

- Evaluar el desempeño de la planta de producción
- Evaluar el nivel de servicio al cliente
- Estimar la sobrecarga de planta a planificar
- Permitir y promover la mejora continua

Se propone un desarrollo tecnológico de procesos encarado por tres puntos diferentes. En un primer lugar, mejoras orientadas a agilizar y perfeccionar los reportes de uso rutinario generados por el programador. En un segundo punto, un modulo nuevo destinado al registro de incumplimientos y el estudio del servicio al cliente. Por último, pero no menos importante, una evaluación del desempeño de la planta utilizando todos los datos históricos almacenados que hasta hoy no eran utilizados, juntos con los que se vayan registrando.

³⁰ No se incluyó el esquema para este caso, pues sería similar al presentado para el programador.

Desarrollo

Módulo 1: Carga de planta

De influencia principalmente para el trabajo del programador, consistiría en una síntesis reflejando los resultados de planificación efectuados con el simulador. A la vez se encontraría actualizado con el avance de planta registrado por la plataforma de programación diaria.

Darí­a lugar por un lado a informes presentando la situación planificada, destacando la sobrecarga de planta. Por otro lado, su análisis permitiría influir sobre el balance de planta y redistribución de carga en los meses, realimentando la planificación de la producción. Los vínculos generales se pueden observar en la Figura 4.8.

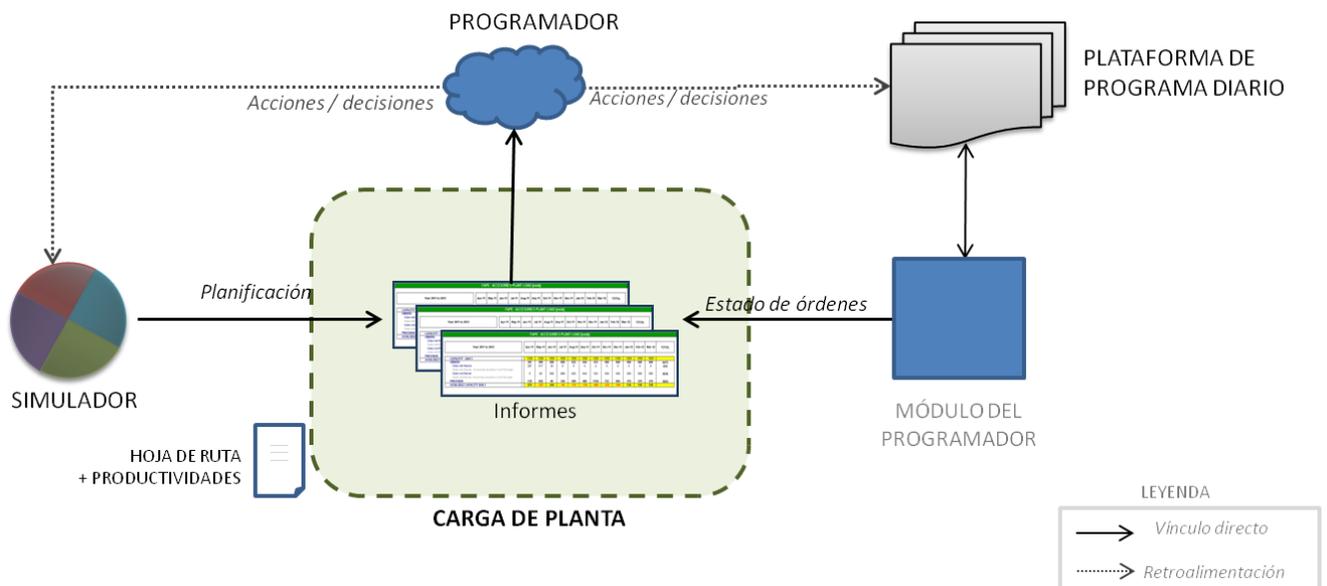


Figura 4.8. Estudio de carga de planta, vínculos de trabajo.

Para su confección, se parte de la situación actual en que el programador ya cuenta con sus propios reportes básicos de carga de planta, aunque desactualizados e insuficientes para las características actuales de niveles de producción. Por lo tanto, se propondrá tomarlos como punto de referencia, y así diseñar un reporte unificado que se perfeccionará con el fin de incluir toda la información relevante.

Se confeccionaría un informe de plan de carga de detalle mensual con horizonte temporal variable, a definir por el usuario. Este desarrollo permitiría un estudio de la planta de accesorios tomando tres puntos de vista con diferentes unidades de medida, cada uno con un fin específico: en piezas, en *ends*, y en turnos.

En la Figura 4.9 se puede ver un resumen de las diferentes partes que compondrían el nuevo informe de carga de planta, las cuales serán explicadas brevemente a continuación.

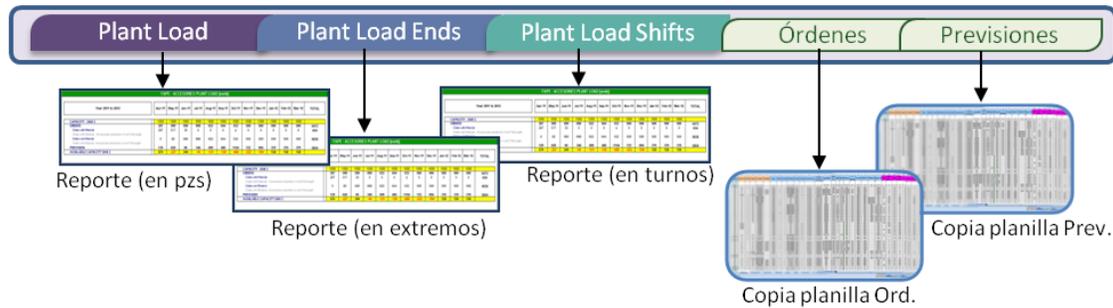


Figura 4.9. Esquema del Informe de Carga de Planta

a. Carga de planta en piezas

Este primer informe estaría dedicado a la utilización principalmente por parte del programador en sus tareas mensuales de estudio de carga de planta, y presentación de informes al coordinador local que lo supervisa.

Define una tabla para cada turno, con detalle mensual, donde contabiliza las piezas involucradas. El nuevo diseño modificaría (respecto de lo utilizado hoy en día) las categorías a través de las cuales se presenta la información, para permitir comprender mejor la composición del plan. Se incorporan dos divisiones nuevas:

Piezas entregadas: las piezas de aquellas órdenes que fueron registradas como entregadas de planta (producción finalizada). Anteriormente no eran incluidas, por lo que distorsionaba la información de carga respecto del mes en curso, en el que se veía una capacidad ociosa mayor a la real.

Piezas atrasadas: las piezas correspondientes a órdenes pendientes (no terminadas) con fecha de entrega anterior al mes corriente. Permitiría ver la ocupación extra de capacidad a planificar debido a incumplimientos del pasado.

b. Carga de planta en ends

Segundo informe de carga de planta muy similar al anterior, pero utilizando una unidad de medida diferente: *ends*. Se refiere a los extremos de tubería, y es un tipo de medición específico para accesorios ya que debido a la variedad de las características de productos, cada uno de los extremos puede recibir un trato muy diferente.

Este módulo es necesario para reportar a los niveles superiores de gestión de accesorios de nivel mundial, ya que esta es la unidad de medida internacional establecida por la empresa.

c. Carga de planta en turnos

Por último, un tercer reporte apunta a estudiar la ocupación del tiempo disponible en los turnos de la planta. Reemplazaría al que anteriormente generaba el programador, que implicaba un trabajo en duplicado ya que realizaba el estudio en piezas y en turnos por separado. Se unirían entonces ambos, uniformizando el análisis, lo que agilizaría la tarea, optimizando tiempos.

Este módulo reproduce el mismo formato que los anteriores pero cambia el enfoque, contabilizando los turnos de trabajo requeridos para la producción en los turnos. La conversión de cantidad de piezas a turnos no es simple ni lineal ya que el tiempo requerido para operar los accesorios depende completamente de las características y requerimientos, pudiendo variar mucho de un caso a otro. Para realizar la conversión, tomaría datos de las hojas de ruta y productividades de cada máquina.

En este caso, se incorpora un nuevo rubro, que resume los turnos no operables debido a feriados y paradas por mantenimiento.

d. Órdenes y Previsiones

Por último, relevado como una necesidad no satisfecha por los métodos utilizados hoy en día, el informe incorporaría además los registros que fotografían el momento en el que fue generado (foto de órdenes y foto de provisiones). Su objetivo sería permitir el análisis en cualquier momento (aunque sea en un futuro), para lo cual resulta preciso tener todos los elementos implicados y comprender el contexto.

a. Base de datos de incumplimientos

Incumplimiento de producción

Cada vez que un ítem no cumple la fecha de fin de producción, sea la totalidad de sus piezas o un lote parcial, se asentaría toda la orden como incumplida en la base de datos creada para tal fin. El pasaje de datos hacia la base de incumplimientos se haría de forma automática, comandado por la plataforma de seguimiento continuo.

En esta base se incorporarían adicionalmente tres campos predeterminados para aclarar la situación y mantener un archivo de causas y justificativos: motivo del incumplimiento, sector responsable³¹ y tipo de causa³². Su objetivo es facilitar la comprensión de cada caso, reduciendo tiempos de investigación de causa raíz y a su vez permitir la detección de puntos débiles o fallas a remediar para evitar futuros incumplimientos.

Estos campos deberán ser completados por el programador al momento de registrarse el incumplimiento. Para agilizar la tarea, al detectar una nueva orden en falta, el desarrollo abriría automáticamente una ventana para carga de los datos, donde el programador ingresaría la información mencionada.

Incumplimiento a cliente

Una vez registrado un incumplimiento de producción resulta de sumo interés calcular el tiempo restante para que repercuta en el cliente. Para ello, se contrastaría la fecha de entrega prometida al cliente en la oferta versus un estimado de la fecha en que podrá ser entregada la orden. Esta última se calcularía tal como se mencionó en el módulo de seguimiento, con valores de tiempo de transporte estándar.

En otras palabras, se estimaría la fecha límite en la que el material debería ser despachado para entregar en destino en tiempo y forma³³. De esta forma sería posible prever la posibilidad de un incumplimiento para con el cliente, y tomar medidas en consecuencia,

³¹ Incluye también la posibilidad de que el cumplimiento sea causado por un problema ajeno a producción.

³² Variable dependiente el sector definido como responsable.

Ambos seleccionarían de una lista ya definida a nivel corporativo, que busca la uniformidad de los reportes de incumplimientos de toda la empresa.

³³ Fecha Límite= Fecha Pactada Destino – Tiempo de Transporte Estándar

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

como: alertar al cliente, negociar una extensión del plazo, analizar la posibilidad de realizar el envío mediante una vía más rápida, o bien estudiar la existencia de piezas en inventario que puedan remediar la situación³⁴.

Registro final

Todo el estudio mencionado se haría con las fechas estimadas, sin embargo resulta útil registrar a su vez las finales reales, para completar la información y tener fehacientemente los datos de incumplimientos. Por consiguiente, una vez que sea finalmente entregado el material, automáticamente se registraría el atraso total de producción (en cantidad de días) y la fecha de entrega real al cliente.

³⁴ Ya sea el mismo producto, un producto similar que cumpla con los mismos requisitos del cliente, o bien otro producto alternativo que permita la misma funcionalidad.

b. Gráficos e indicadores de incumplimientos

La información recaudada en la base de datos se toma como origen para generar un análisis provechoso para el desempeño del área de accesorios. Se generarían por lo tanto reportes mensuales automatizados que reflejen el estudio.

Se definen para ello los elementos a reportar, por un lado cuales cuatro indicadores de gestión, complementados por gráficos analíticos que brindan mayor grado de detalle:

- Nivel de servicio³⁵: Mediría el cumplimiento a cliente, considerando como incumplida cuando no se satisfaga la fecha de entrega, sea cual sea la causa.
- Cumplimiento regional³⁵: Mediría el cumplimiento afectado únicamente por las causas que entren dentro de responsabilidades o alcance de la región.
- Desempeño del área: Mediría el cumplimiento afectado únicamente por las causas que entren dentro de responsabilidades o alcance de personal del área.
- Desempeño de planta: Mediría el cumplimiento de producción, considerando como incumplida cuando no se satisfaga la fecha de fin de producción.
- Días promedio de atraso y acumulado mensual.
- Gráfico de frecuencia de tipos de causas bajo la responsabilidad del área.
- Gráfico de frecuencia por cliente³⁶.
- Gráfico de frecuencia por tipo de accesorio involucrado³⁶.
- Gráfico de evolución mensual de incumplimientos³⁶.

Los reportes permitirían la retroalimentación hacia tareas referidas a la planificación de la producción, permitiendo ajustar algunos parámetros. A su vez, podría influir sobre la programación concreta de la planta, al revelar por ejemplo las causas principales de fallas de planta.

³⁵ Orientado a informes de gestión para reportar a nivel global. Incluye causas de incumplimiento fuera de la zona de influencia del área.

³⁶ Considerando todos los incumplimientos, pero distinguiendo el sector responsable del mismo.

Módulo 3. Análisis de la Base de Datos

Este tercer módulo estaría dedicado a sacarle el provecho al registro de los datos de producción³⁷ históricos, que almacena toda la información, tanto de órdenes como de previsiones.

A partir de este rediseño de procesos y metodologías, la base de datos pasaría a alimentarse con registros originados por tareas tanto del simulador de producción, como de la plataforma de programación a través del feedback del programa diario. El primero aportaría datos sobre la planificación, incluyendo las previsiones que no fueron concretadas en órdenes de compras. Por su parte, el segundo brindaría toda la información referida a las órdenes, registrando cada etapa de su avance por los procesos de planta (historial de la orden) y los tiempos involucrados. Finalmente, la confirmación de fin de producción se recibiría a través del módulo de seguimiento, quien comandaría el ingreso de las órdenes entregadas.

Toda la información se ubicaría en un primer momento en el módulo del programador, que hace las veces de una base de datos temporal, donde confluyen todas las informaciones. Una vez que se entregó la orden o canceló la previsión, aquellos datos pasarían a la base de datos en cuestión. Se puede ver una simplificación de los vínculos en la Figura 4.11 que se muestra a continuación.

Se mantiene en paralelo a este análisis todo lo referido incumplimientos mencionado previamente, complementando la información general que permite la evaluación del área. Asimismo, el análisis del stock se estudiará por separado también, en una sección siguiente³⁸.

³⁷ Almacenados en el archivo Data Base presentado en 4.1.3 *Plataforma de control continuo*

³⁸ Presentado más adelante, en 4.1.5 *Gestión de inventarios*

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

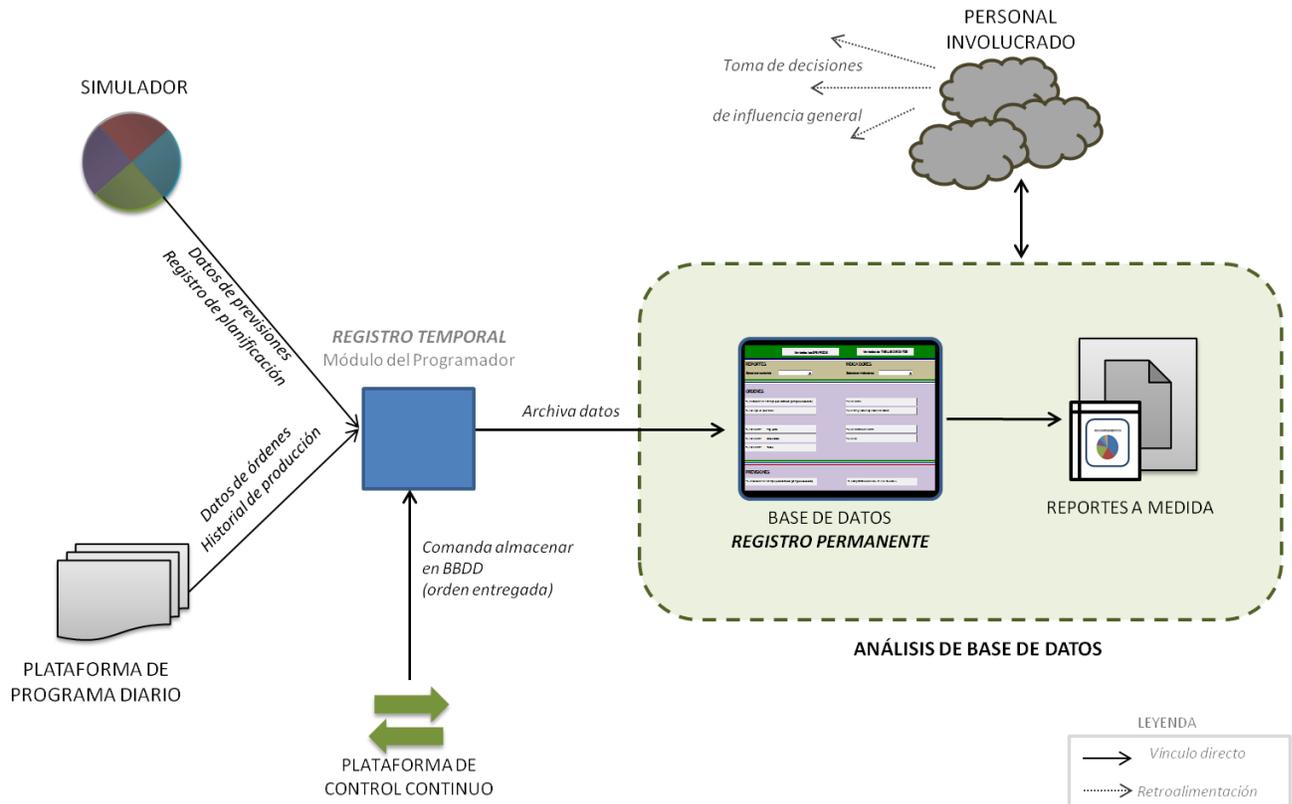


Figura 4.11. Análisis de Base de Datos, vínculos de trabajo.

Para analizar la información recaudada, se definen un conjunto de indicadores de gestión, acompañados por set de gráficos que se enfocarían tanto en el estudio influyente para la planificación (previsiones) como en el relativo a la programación y producción (órdenes).

Por último, se completaría con una sección dedicada a la confección de reportes e informes de generación automática, que permitirían un estudio sistémico en busca de la mejora continua. A su vez, permitirían la optimización de los tiempos dedicados a la tarea de análisis y control por parte del supervisor del área.

Todo lo mencionado se integraría en un único desarrollo tecnológico, para el cual se diseñaría una interfaz donde se debería seleccionar a la información que se desea visualizar. Se puede ver un esbozo de una posible representación de la misma en la siguiente Figura 4.12, presentada principalmente para poder distinguir como debería estar compuesta.



Figura 4.12. Análisis de gestión. Interfaz de comandos.

Para facilitar su uso e interpretación, el contenido generado se subdividiría en tres partes, que serán expuestas a continuación.



a. Análisis sobre previsiones, para estudio de planificación

Con la información referida a previsiones se buscaría:

Definir qué será tomado como previsión, al evaluar la probabilidad de conversión de un pedido de cotización en orden de compra, dadas ciertas características.

Comprender y minimizar los errores de planificación, al dimensionar la carga de planta planificada que no se efectiviza.

Nivel de sobrecarga de planta a planificar, al conocer el porcentaje de previsiones firmes que no se efectivizan con el fin de determinar el nivel óptimo³⁹.

Conocer el cliente, al diferenciar entre lo que el cliente no le compra a la empresa (oportunidad de mejora) y lo que no le compra a nadie (no oferta, porque no lo necesita).

Decidir nuevas estrategias orientadas a ciertos clientes en particular, al estudiar el compromiso y la fidelidad de los clientes, para detectar los casos interesantes e indagar sobre los puntos flojos⁴⁰.

³⁹ Actualmente, para planificar la producción, se sobredimensiona la carga de máquinas hasta un 120%

⁴⁰ Buscando conocer las razones por las cuales no son adjudicadas las órdenes.

Para lo cual se generarían los siguientes gráficos e indicadores:

- Factor de conversión de ofertas a órdenes
- Factor de conversión de previsiones a órdenes
- Evolución mensual de previsiones, en cantidad de piezas por tipo de accesorio.
- Proporción de previsiones no convertidas en órdenes, por cliente.
- Proporción de previsiones no convertidas en órdenes, por región de origen.



b. Análisis sobre órdenes, para estudio de lo fabricado:

Desde un segundo ángulo, con la información de órdenes se buscaría:

Estudiar ubicación de la demanda, al conocer en que regiones se origina la demanda de piezas a producir en la planta, tanto dentro como fuera del país.

Conocer la ocupación de las maquinarias cuello de botella⁴¹: proporción del tiempo ocioso, de mantenimiento y el utilizado para cada operación.

Conocer la demanda, al detectar los principales jugadores para los cuales se está produciendo y los determinar los productos principales (Pareto).

Estudiar la fabricación a nivel general, al conocer las características generales de la producción y la respuesta por parte de planta.

Para lo cual se generan los siguientes elementos estadísticos:

- Grado de ociosidad de las maquinarias, con especial énfasis en los tornos.
- Porcentaje de participación de cada accesorio (en cantidad y en valor).
- Grado de cumplimiento de los plazos estimados⁴², para cada proceso.
- Participación de cada torno a la producción total, en turnos y piezas.

⁴¹ Son los tornos.

⁴² Contrastando la fecha planeada de fin de proceso vs. la fecha real registrada de fin del proceso.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

- Cantidades fabricadas, evolución mensual con desglose por tipo de accesorio.
- Cantidades fabricadas, evolución mensual con desglose por destino.
- Utilización del tiempo total en cada turno, en turnos⁴³
- Determinación de los clientes más demandantes, por tipo de accesorio⁴⁴



c. Generación automática de reportes

Este último punto surge para extender el alcance del módulo, al automatizar la generación de reportes con el fin de analizar las estadísticas y gráficos en grupos representativos, confeccionados a medida del usuario.

Se seleccionarían los puntos que se desean incluir (gráficos, indicadores) y consecuentemente se crearía automáticamente un reporte en archivo aparte. Dentro de las opciones se encuentran también los resultados obtenidos del estudio de incumplimientos detallado anteriormente.

Permitiría no solo realizar un control continuo de la gestión de la planificación y programación de accesorios, sino que también agilizaría el conformado de reportes de frecuencia mensual, útiles para presentar a superiores.

Este módulo sería de utilidad tanto para el programador como para el coordinador, funcionando además de manera complementaria a los relevamientos descritos en la plataforma de seguimiento. Al programador le permitiría efectuar un propio análisis de su desempeño y el rendimiento de la planta. Por su lado, al coordinador le serviría para realizar un control de la gestión a un nivel más integrador, evaluando la efectividad y rendimiento del área y detectando puntos de posible mejora.

⁴³ Tiempo dedicado a cada operación (mecanizado, roscado), espera, setup, parada por falla o programada

⁴⁴ Solo para los dos productos dominantes: Pup Joint y Cross Over

4.1.5 Gestión de inventarios

Resumen y objetivos

Este último componente estaría orientado a establecer una gestión del stock, hasta hoy inexistente. Se busca en un primer lugar brindar una solución al escenario inestable actual del inventario, sin embargo buscaría el objetivo final de ofrecer una herramienta de utilización constante y a largo plazo.

El principal usuario sería el coordinador, pero su área de influencia alcanza al área en su conjunto. Se presenta en la Figura 4.13 un esquema general de las principales relaciones que mantendría con el resto de los elementos anteriormente descriptos.

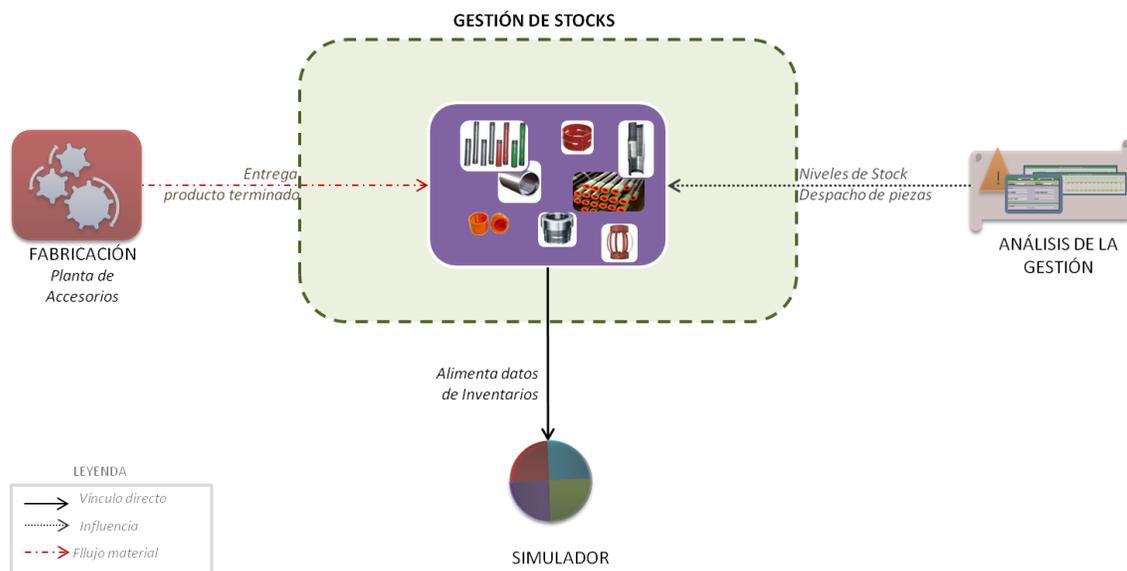


Figura 4.13. Gestión de Stocks, vínculos de trabajo.

Se establecen los siguientes objetivos principales a cumplir:

- Controlar el inventario de accesorios y conocer su composición
- Mantener un nivel eficiente de stock evitando costos excesivos
- Garantizar un buen nivel de servicio al cliente

Para lograrlo, se propone centrarse en torno al desarrollo de dos módulos automatizados, que tendrían focos distintos pero funcionarían de manera complementaria: Stock de Accesorios y Despachos de Accesorios.

Desarrollo

Módulo 1. Stock de Accesorios

En primer lugar, se confecciona una herramienta destinada a conocer y comprender la situación del inventario de accesorios. Se definen tres funcionalidades preponderantes.

a. Composición del stock

Este primer punto permitiría visualizar el detalle de los artículos en inventario⁴⁵. Proporcionaría información relevante e identificadora de cada ítem, como ser: especificaciones técnicas del producto, cantidad, cliente y orden correspondiente. Permitiría a su vez si son piezas asignadas a un cliente en específico o bien si se trata de producción comandada para mantener en stock.

También anunciaría la ubicación en cada caso, detallando en qué almacén se encuentra, y la disponibilidad de uso, que indicaría si las piezas se encuentran libres para despacho o bien por ejemplo si requieren inspección o retoques previos. A su vez, se calcularía la antigüedad de la pieza en años.

Se actualizaría bajo comando del usuario, eliminando los artículos despachados al cliente, e incorporando y destacando los nuevos ítems en inventario. Remarcaaría a su vez aquellos ya presentes en el período anterior que sufrieron modificaciones, como por ejemplo cambio de almacén, cantidad de piezas, etc. Por último, dejaría lugar para agregar observaciones que aclaren la situación particular de cada ítem y ayuden a determinar posibles acciones a tomar en cada caso.

b. Evolución del inventario

Un segundo punto permitiría ver el historial de piezas en inventario, mostrando la evolución mensual de las cantidades, con clasificación según antigüedad. Se generarían gráficos para facilitar el análisis, representando el progreso de los niveles de stock de producto terminado en un horizonte temporal móvil a definir por el usuario.

c. Análisis por producto

La tercera parte sería la de mayor uso, concebida para adaptarse a las características de trabajo del área. Permitiría estudiar la composición del inventario presente filtrando por

⁴⁵ A la fecha de última actualización.

múltiples criterios (ciclo, cliente, tipo de accesorio), dando lugar a un análisis por producto que expondría la cantidad, calidad, ubicación y antigüedad de las piezas almacenadas.

Antigüedad

Su primera función sería identificar las piezas más antiguas, punto útil y necesario para resolver el primer problema relevado en el estudio de la situación actual. Dependiendo de las características y razones por las cuales siguen en stock, se podría determinar la acción a tomar, como: concretar su despacho, enviar a inspeccionar para que se chequeen las propiedades requeridas, decidir su reproceso para reacondicionarlas o bien decidir su eliminación definitiva.

Al visualizar la antigüedad de los ítems también se pondría en evidencia la falta de rotación o bien falla en sistema de rotación de inventarios utilizado, causante en ciertos casos del añejamiento innecesario de piezas.

Cliente

Por otro lado, se podría examinar todo el inventario de productos asignados a un mismo cliente, y así estudiar los motivos por los cuales dichas piezas no fueron despachadas. Esto permitiría tomar decisiones en cuanto al convenio con el cliente, analizar la posibilidad de crear un stock de seguridad particularizado con el fin de mejorar el servicio y tiempo de respuesta, o bien concluir acciones correctivas en caso de stock excesivo por ejemplo.

Producto

Paralelamente, permitiría identificar la producción almacenada de un mismo ciclo, lo que podría ser útil para revelar fallas en los cálculos de planificación de la producción. Asimismo, ante la falta de piezas para abastecer a un determinado cliente en determinado momento (falla de producción o tiempos), se podría evaluar la existencia en inventario de productos alternativos que satisfagan los mismos requisitos.

Esto mismo podría ser de gran utilidad en caso de pedido de reposición de piezas por parte del cliente, ya sea por falla de las mismas o bien pérdidas o problemas de entrega. De este modo se brindaría una rápida respuesta mejorando el servicio ofrecido.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

El desarrollo tecnológico en cuestión debería estar diseñado de forma tal de presentar la información a través de tablas y gráficos que sinteticen la información analizada⁴⁶. A su vez debería contener una sección destinada al ingreso de los criterios seleccionados para las variables de filtro. Por último, sería necesario incluir un sector donde se especifiquen las propiedades técnicas del producto (en caso que se filtre por producto).

Este módulo de stocks entregaría información sobre cantidades de piezas por producto al simulador desarrollado para la planificación de la producción. Esto permitiría ajustar la fabricación de la planta a las necesidades reales del mercado, evitando producir para stock. Son piezas que no se facturarían hasta no ser despachadas, pero ocupan capacidad de planta que podría ser utilizada para tomar más órdenes e incrementar las ventas (recordemos que la planta se encuentra sobrecargada de producción).

Las piezas en inventario representan capital inmovilizado, un costo que se busca reducir en la mayor medida posible. Será por lo tanto uno de los factores que permitirían evaluar los beneficios aportados de la gestión de stocks definida, en caso de implementación.

⁴⁶Antigüedad, ubicación, cantidades y características de los productos en stock.

Módulo 2. Despachos de Accesorios

Este módulo sería complementario al estudio del stock, y se encontrarían constantemente vinculados. Contendría los datos de todas las entregas de productos fabricados, representando todas las salidas de accesorios desde los almacenes de despacho de la empresa y dando lugar por ejemplo a un análisis de rotación de productos.

Albergaría datos de las expediciones de accesorios tanto históricas como actuales, por lo que permitiría visualizar los totales de cierto período o bien analizar la evolución mensual. Al igual que para el módulo del stock, sería posible centrarse en casos particulares, filtrando bajo los mismos criterios base, permitiendo precisión y flexibilidad para seleccionar los ítems bajo estudio.

Las entregas que parten del almacén de despachos pueden ser dirigidas a cualquier destino del país. La empresa en Argentina se organiza en zonas con administradores regionales que poseen almacenes intermedios, por lo que se incluiría en los análisis la distinción de los envíos por zona. Esto permitiría examinar el movimiento de materiales de cada zona, estudiar los productos característicos y obtener conclusiones que permitan tomar medidas a nivel global.

Para sintetizar la información se generarían gráficos mostrando la rotación de los artículos y segregando por región. Se mostraría la evolución en el tiempo e incluiría a su vez un sector que detalle las especificaciones del producto buscado (en caso de seleccionar ciclo). Para poder generar el filtro adecuado con el fin de seleccionar los productos buscados se dejaría un encabezado donde se ingresarían los datos de los campos filtro.

4.2 Implementación

4.2.1 Requerimientos previos

Hay dos factores de crucial importancia que se deben tener en cuenta para el funcionamiento de los puntos referidos al simulador y programa diario: las hojas de ruta de los productos y las productividades de las maquinarias. Actualmente no se posee información confiable al respecto, solo se tienen registradas una pequeña cantidad de hojas de ruta, e incluso se encuentran en su mayoría desactualizadas⁴⁷.

Resulta completamente necesario contar con al menos un número mínimo de hojas de ruta estándar que sean representativas de los grupos de productos más frecuentes. Por otro lado, es de igual importancia conocer estándares de productividad. Estos valores son variables que dependen no solo de la máquina sino también de ciertas características específicas del producto a operar, lo que hace más compleja la estimación. Se deberán sin embargo determinar al menos ciertos valores promedio por grupos de productos de similares características.

Sin las hojas de ruta no se pueden definir la secuencia de operaciones a realizar a cada pieza, imposibilitando la simulación de plan de producción y programación de planta. A su vez, sin las productividades resulta imposible hacer cálculos que estimen tiempos involucrados para la fabricación de las piezas.

Se deberá por lo tanto generar esa información, validar y documentar para poder comenzar a utilizar los elementos confeccionados.

4.2.2 Capacitación

Se buscó en todo momento realizar un desarrollo tecnológico productivo que requiriera la mínima capacitación posible por parte de los usuarios, tratando de asemejar el diseño de procedimientos y modo de trabajo a los hoy en día relevados. De todas formas se debe tener en cuenta que habría un período de capacitación, entrenamiento y adaptación necesario para garantizar la correcta utilización de todos los puntos desarrollados.

⁴⁷ Hasta el momento, esa información es determinada por el programador estimando de acuerdo con su experiencia en programación de accesorios, sin contar con ningún registro escrito.

Se estima aproximadamente una capacitación previa y entrenamiento con una duración de una semana a quince días, para asegurar el uso adecuado y explotar todas las funcionalidades de los diferentes componentes.

El período de adaptación dependería del usuario (programador, coordinador, supervisores de planta, etc.) ya que cada uno daría uso a diferentes elementos. Se estima un plazo máximo de entre 15 y 30 días⁴⁸ desde el momento de implementación para llegar a entrar en régimen rutinario, habiendo comprendido todas funciones en uso.

4.2.3 Plan de implementación

El diseño modular del desarrollo tecnológico propuesto permite, si se desea, una implementación escalonada en el tiempo.

Por ejemplo, dado que la situación actual de stocks requiere de atención urgente, se comenzaría la implementación del módulo de gestión de inventarios cuanto antes, mientras que se consigue a la par la información referida a hojas de ruta y productividades.

A su vez, se implementaría tanto el módulo de análisis de gestión como la plataforma de seguimiento orientada a terceros, las cuales necesitan de un muy breve período de adaptación ya que son principalmente proveedoras de información.

Por su lado, tanto el simulador como el programa y parte del módulo de seguimiento orientado al programador necesitan de los datos mencionados como requerimiento. Su implementación completa comenzaría recién una vez resuelta la necesidad.

Caso particular del programa diario:

La plataforma del programa diario busca una bidireccionalidad de uso, involucrando activamente al personal de planta. Si bien se diseñó de modo tal de facilitar su comprensión y requerir una capacitación mínima, será necesario contemplar el período de adaptación por parte de los supervisores de planta. Se estima que este período resultaría mayor al requerido para el programador, ya que a diferencia de los primeros, este último acostumbra a utilizar herramientas informáticas para sus tareas diarias. Por demás es parte de los promotores del cambio, lo cual facilitaría la aceptación de las nuevas técnicas.

⁴⁸ Incluye capacitación, entrenamiento y adaptación.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

De todas formas, para agilizar los tiempos y permitir una implementación más temprana, la plataforma en cuestión se confeccionó de modo tal que sea funcional aunque solo participe una de las dos partes. Es decir, se podrán emitir los programas diarios comandando la producción a planta, y serán útiles aún si los supervisores de la fábrica de accesorios no informan del avance de fabricación a través de este nuevo desarrollo tecnológico⁴⁹ planteado.

⁴⁹ Sería el caso durante el período de capacitación y adaptación de los supervisores de planta.

4.3 Impacto esperado

Se definen ciertos indicadores que permitirían evaluar la efectividad y el impacto del conjunto de los componentes de la propuesta desarrollada en caso que se procediera a la implementación. A su vez, se incluye una estimación de los resultados que se espera obtener, calculados en base a la situación actual, sus posibilidades de mejora y los plazos de implementación mencionados.

Se comienza por definir evaluadores del impacto en inventarios, luego se precisarán indicadores de producción y finalmente se presentarán estimadores de la influencia general sobre área de accesorios.

4.3.1 Inventarios

En caso de aplicarse, se espera que el módulo de gestión genere acciones correctivas que permitirían en un primer momento arreglar la situación inestable del stock actual⁵⁰. A mayor plazo, posibilitaría cálculos de niveles de stock ideales, y un control que garantice el mantenimiento de un nivel lógico.

Variación del capital inmovilizado

Se proyectaron en un primer lugar las variaciones en cantidad de piezas almacenadas. Para traducir luego el impacto en estimaciones de costos de inventarios, se tomaron valores de referencia para cada uno de los ítems, utilizando el costo de producción promedio correspondiente a cada tipo de producto⁵¹.

Impacto a corto plazo

Perspectiva proyectada para un plazo de dos meses de implementado, momento en que se espera evaluar los primeros resultados concretos. Se estima la variación dada por el ajuste de las cantidades a fabricar, resultado de la incorporación de los niveles de stock en el estudio de planificación de producción (el simulador).

La mayor proporción de esta reducción a corto plazo correspondería al stock de baja antigüedad, reflejando las acciones correctivas tomadas respecto de la producción de piezas (input del almacén).

⁵⁰ Se referirá al conjunto global de accesorios, sin incluir las cuplas.

⁵¹ Los precios de cada producto pueden variar caso a caso dependiendo de las especificaciones técnicas. Es por ello que se tomó un valor promedio que englobe cada tipo de producto (Pup Joint, Cross Over, ...)

Variación esperada: 15% de reducción del costo total de inventarios.

Impacto a largo plazo

Perspectiva proyectada en un horizonte temporal de 9 meses a un año de implementado. Se estima el impacto logrado a través de la implementación de políticas de stock y rotación de piezas, así como el control constante de los niveles de stock.

Se prevé por lo tanto en este horizonte temporal más extenso la reducción de cantidades de las piezas de mayor antigüedad.

Variación esperada: hasta un 40% del costo total de inventarios de accesorios.

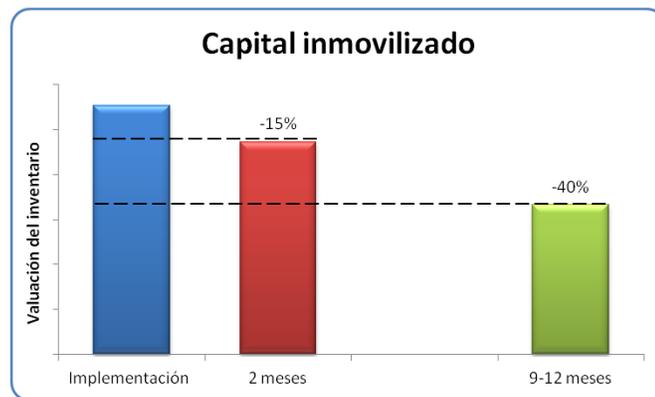


Figura 4.14. Impacto gestión de stocks. Estudio de capital inmovilizado.

Antigüedad de piezas

Actualmente, un 22% de las piezas en almacén poseen más de dos años de antigüedad. Se prevé que la implementación de la gestión de stocks resulte en la determinación de acciones correctivas para reducir la proporción, en un primer lugar eliminando aquellas ya existentes (ya sea comandando el despacho, el reacondicionamiento, o bien la eliminación). Posteriormente, se espera que la implementación de políticas de rotación de stocks permita mantener aquel nivel estable y bajo.

Dado que el estudio para remediar la situación actual requiere análisis caso por caso y la toma de decisiones a su respecto no involucra únicamente al coordinador de accesorios, se estima que se verán resultados en un plazo mediano o largo.

Fecha estimada de primeros resultados: 6 meses luego de la implementación

Resultados esperados: Se estima reducir en un 50% dentro del primer año.

4.3.1 Desempeño de la planta de accesorios

Factor de utilización de planta

El grado de ocupación de la planta es un indicador que refleja directamente la carga de trabajo sobre la capacidad instalada.

Como consecuencia en conjunto de la planificación y la programación de la producción, las mejoras propuestas recomodarían los tiempos de fabricación, permitiendo aumentar la cantidad de piezas producidas sobre la misma capacidad de producción.

Variación esperada: 10% de aumento del factor de utilización.

Cumplimiento de producción

Más allá del factor de utilización de las instalaciones, es importante evaluar la proporción de órdenes que se entregan en tiempo y forma, cumpliendo las fechas establecidas de fin de producción. Como se ha visto en el módulo de incumplimientos, una falta de planta puede recaer sobre el cliente, lo cual trae consecuencias incluso más negativas.

Actualmente, la planta cuenta con muchas órdenes atrasadas mensualmente, es decir un bajo nivel de desempeño. En caso de implementarse, se estima poder aumentar considerablemente el grado de cumplimiento gracias a la conjunción de los módulos que optimizan la planificación y programación junto con aquellos destinados a alertar sobre situaciones riesgosas.

Cumplimiento objetivo: 100% de cumplimiento a cliente

Variación esperada: 35% de aumento del grado de cumplimiento de producción

Tiempos de setup

Una reducción de los tiempos de setup sería un resultado obtenido por la designación de secuencias de producción. Según los desarrollos propuestos, esta contiene en su lógica de trabajo el objetivo reducir la cantidad de variaciones de diámetros, quienes originan las puestas a punto de que requieren mayor duración.

Actualmente se computa que los tiempos de puesta a punto contabilizan un total de 5 turnos mensuales en promedio. Dada la ineficiencia de los procesos actuales, se proyecta un valor objetivo de la reducción que se podría alcanzar con el desarrollo propuesto.

Variación estimada: 45% de reducción del tiempo involucrado en cambios de setup.

4.3.2 Indicadores generales

Se podría evaluar el impacto generado sobre toda el área de accesorios enfocándose en dos puntos principales. Por un lado las ventas generadas, representativas del trabajo del área y por otro lado el nivel de servicio a clientes, calculado a través de los incumplimientos registrados.

Ventas

Los niveles de ventas, en cantidad y en valor, son indicadores del rendimiento general del área. Forman parte incluso de los informes que debe rendir el coordinador de la región a sus directores para presentar y evaluar la labor anual.

La optimización del trabajo de planta daría lugar a la posibilidad de aceptar mayores niveles de producción. A su vez, la planificación permitiría detectar a tiempo brechas de capacidad ociosa que generaría cupos de venta, dando lugar a la aceptación de más órdenes de compra.

Variación estimada objetivo: 30% de aumento sobre las ventas totales de accesorios

Nivel de servicio

Por último, se incluye un indicador que refleja la calidad del servicio ofrecido al cliente, evaluando el cumplimiento de las fechas de entrega pactadas a la hora de concretar la orden. Se registraría como falta todo caso en que una orden no sea entregada en tiempo y forma, ya sea por una causa específica de la planta productiva o no.

Se puede determinar entonces el impacto del conjunto de herramientas en el desempeño del área de accesorios a través del cálculo de nivel de servicio.

Nivel de servicio objetivo: 100% de cumplimiento a cliente

Nivel de servicio esperado: 98% de cumplimiento de órdenes

5 CONCLUSIÓN

El trabajo realizado partió de una situación inicial con inconvenientes tanto en los procesos como en las metodologías instauradas y herramientas utilizadas. Luego de estudiar y definir la extensión de la problemática, se concibió un conjunto de mejoras permitiendo un rediseño de los procesos del área en cuestión, precisando su relevancia e interrelación. Se buscó minimizar la necesidad adaptación por parte de los usuarios, por lo que se aspiró a conservar, dentro de lo factible, la mayor similitud posible con el diseño de las herramientas utilizadas hoy en día.

Para afianzar la propuesta mediante un soporte acorde a las circunstancias, se generó un desarrollo tecnológico de procesos utilizando reglas de programación y optimización de la producción, estructuras de planificación y conocimientos de simulación de procesos. A su vez, se incorporó teoría de control y gestión enfocado tanto al seguimiento de la producción como al manejo de inventarios. Como consecuencia se propuso un desarrollo integral subdividido en cinco módulos dedicados a atacar el problema desde diferentes ángulos: planificación, programación diaria, seguimiento y control, análisis de la gestión, y finalmente manejo de inventarios.

Se estima que, en caso de realizarse, dos meses después del comienzo implementación se podrían observar los primeros resultados considerables y medibles. Se calcula que la mejora a largo plazo podría llegar a alcanzar un 40% del rendimiento general del área.

El enfoque mantenido permitiría no solo mejorar el desempeño del área de accesorios sino que se refleja a su vez en valor agregado para los clientes, dando lugar a un aumento en flexibilidad de las operaciones, minimizando los riesgos involucrados y reduciendo los tiempos de respuesta.

El trabajo se dedicó únicamente a analizar y optimizar el sector de accesorios de Cono Sur, con planta productiva ubicada en Argentina. Sería objeto de estudio posterior analizar la posibilidad y conveniencia de replicar o adaptar el rediseño de procesos y el desarrollo tecnológico productivo propuesto para aplicación en otras plantas del mundo. Al estar subdividido en módulos, la propuesta planteada permite contar con la flexibilidad de aplicar la integralidad o parte de la solución, ofreciendo mayor facilidad para adaptarse a las necesidades de cada caso.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

Podría a su vez expandirse el alcance dentro de la misma planta de Argentina, incorporando el estudio y definición de planes de mantenimiento de la planta, o por otro lado replanteando las políticas de cero stock, y proponiendo cálculos de stock de seguridad para ciertos productos o clientes clave.

6 BIBLIOGRAFÍA

N.P. Suh, 1990. *The principles of Design*.

J.W.M. Bertrand & J. Wijngaard, 1985. *The structuring of production control systems*

J.W.M. Bertrand, J.C. Wortman & J. Wijngaard, 1990. *Production Control: A structural and Design Oriented Approach*.

C.Y. Baldwin & K.B. Clark, 2006. *Modularity in the Design of Complex Engineering Systems*

W.L. Winston, 2004. *Operations research: applications and algorithms*. Indian University

S.C. Albright, W.L. Winston & C.J. Zappe, 2010. *Data analysis and decision making*

B.M. Beamon, 2000. *Supply chain design and analysis: Models and methods*

H. Stadtler & C. Kilger, 2005. *Supply Chain Management and Advanced Planning*

W. Lasschuit & N. Thijssen, 2003. *Supporting supply chain planning and scheduling decisions in the oil and chemical industry*

M.R. Haas, 2006. *Knowledge Gathering, Team Capabilities, and Project Performance in Challenging Work Environments*. Management Science Vol. 52, No. 8 (Aug., 2006), pp. 1170-1184

M.T. Hansen, 2002. *Knowledge Networks: Explaining Effective Knowledge Sharing in Multiunit Companies*. Organization Science Vol. 13, No. 3 (May - Jun., 2002), pp. 232-248

A.K. Gupta & V. Govindarajan, 2000. *Knowledge flows within multinational corporations*. Strategic Management Journal, Vol. 21 (2000), pp. 473-496

R. Johnston & M. Gibbons, 1975. *Characteristics of information usage in technological innovation*. IEEE Transactions on Engineering Management 22, pp. 27-34.

T. Santoso, S. Ahmed, M. Goetschalckx & A. Shapiro, 2005. *A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty*

N. Hopp & M. Spearman, 2008. *Factory Physics*

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

D.V Steward, 1981. *System Analysis and Management: Structure, Strategy and Design*. Petrocelli Books, New York.

J.W.M. Bertrand, 2009. *A Note on the Design of Logistics Control Systems*

T. Allen, G. Henn, 2006. *The organization and architecture of innovation: managing the flow of technology*

E.A. Silver, D.F. Pyke & R. Peterson, 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. J. Wiley and Sons, New York.

ANEXO I

TIPOS DE ACCESORIOS Y SUS CLASIFICACIONES

Clasificación por familias

Una primera clasificación es hecha por familia de productos, dentro de las más comunes se encuentran las siguientes:

Joints: Son accesorios utilizados para unir dos tubos de largo tradicional. Los diversos *joints* permiten conectar dos tubos de diferentes diámetros, tipos de conexión o espesor. En ciertos casos son incluso utilizados para reducir el efecto de la erosión en la cadena tubular, o bien ajustar a una medida específica el largo de una cadena tubular.

Hanger: Permiten el pendido de un tubo o cadena de tubos de *casing* o *tubing*. Pueden ser colocados en la boca de pozo o en el extremo del tubo superior de una cadena.

Shoe: Componente de perfil redondeado que se adjunta al extremo hueco inferior de una cadena de *casing*. Cumplen función de guía para alinear el tubo y protección del extremo, entre otros.

Plug: Elementos de pequeño tamaño y de utilización temporaria. Son conectados al extremo superior de una herramienta o cadena de tubos para permitir la manipulación, elevación o tareas de testeo.

Clasificación por grupos

Una segunda clasificación se puede hacer teniendo en cuenta las características generales de los accesorios. Las familias recién definidas se pueden reclasificar según estos grupos:

Accesorios tubulares: Son elementos producidos a partir de un tubo OCTG, hueco o en barra, el cual tras ser sometido a operaciones de mecanizado adquiere forma tubular. Este tipo de accesorios no incluye ningún mecanismo.

Algunos ejemplos de accesorios tubulares se pueden ver a continuación: Pup joints (Figura I.1), Cuplas (Figura I.2), Crossovers (Figura I.4), Plugs (*Handling plug*: Figura I.3).



Figura I.1. Pup Joints

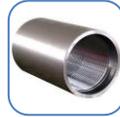


Figura I.2. Cupla



Figura I.4. CrossOver



Figura I.3. Handling Plug

Dispositivos: Son herramientas, válvulas y otros accesorios que contienen un mecanismo y son colocados en la cadena tubular con el fin de realizar una operación.

Dentro de este grupo se pueden clasificar ciertos “zapatos” (más conocidos como *Shoes*) que contienen mecanismos, tales como *Cementing Shoe* (Figura I.5) o *Float Shoe* (Figura I.6). También pertenecen los *Float Collars* (Figura I.7), las válvulas (como *Subsurface valve*: Figura I. 8) y otras herramientas.



Figura I.5. Cementing Shoe



Figura I.6. Float Shoe



Figura I.7. Float Collar



Figura I. 8. Subsurface Valve

Accesorios no tubulares: Son todos aquellos componentes que presentan una forma no tubular. Pueden ser producidos en acero o bien en plástico, incluso utilizados para las operaciones de cementación del pozo.

En las figuras siguientes se pueden ver algunos casos de accesorios no tubulares: *Centralizers* (Figura I.11), *Stop Collars* (Figura I.9), Protectores de rosca (Figura I.10). Estos últimos son muy utilizados, principalmente para proteger los extremos de los tubos desde que salen de la fábrica hasta que son utilizados, garantizando la conservación de la rosca.



Figura I.11. Centralizer



Figura I.9. Stop Collar

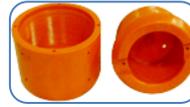


Figura I.10. Thread Protector



Figura I.12. Tubos con protectores

Clasificación por sitio de colocación

Fuera del pozo: Son utilizados durante la creación del pozo petrolífero. Ver Figura I.13.

Tubing: Son utilizados y colocados en las cadenas de tubería de *tubing*. Ver Figura I.14.

Casing: Son utilizados y colocados en las cadenas de tubería de *casing*. Ver Figura I.15.

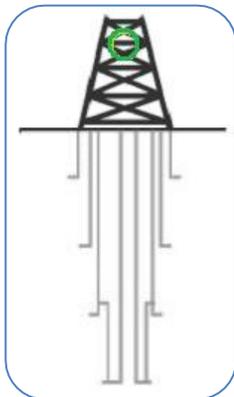


Figura I.13. Ubicación Fuera del Pozo

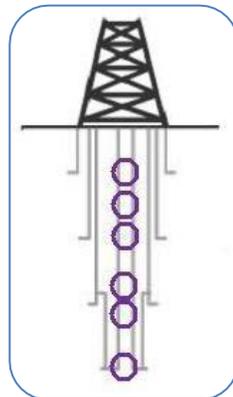


Figura I.14. Ubicación en Tubing

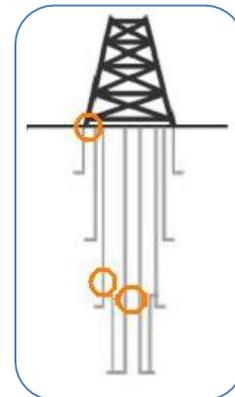


Figura I.15. Ubicación en Casing

Caso especial: Teniendo en cuenta la clasificación por ubicación, existe un caso diferente: las cuplas. Son cilindros de interior roscado que se utilizan para unir dos largos de tubos roscados, por lo tanto se ubican tanto en tubería de *casing* como en tubería de *tubing*.

Se pueden apreciar posibles ubicaciones en la Figura I.16.

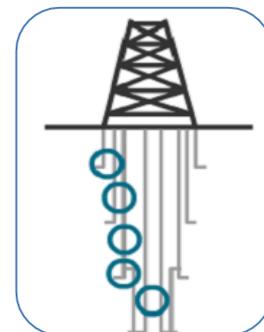


Figura I.16. Ubicación de Cuplas

Clasificación por fase de operación del pozo

Perforación y Casing: Accesorios tubulares como *Drill Jars* o *Drill Collars* que se utilizan durante la perforación del pozo e instalación de la tubería principal de *casing*.

Cementación y Terminación: Accesorios utilizados en la instalación del *tubing* y las guías internas, preparando el tubo para la producción. Ejemplos: *Pup Joints*, *Blast Joints*, *Guide Shoes*, *Float Shoes* o *Liner Hangers*.

Extracción artificial: En los casos en que la presión natural no permite que los fluidos sean extraídos por salida natural, estos accesorios permiten métodos de bombeo necesarios para la extracción artificial. Ejemplos: *Gas-Lift Mandrels*, *Sucker Rods*, *Stator Tubes*.

Intervención: Productos como *fishing jars* son necesarios para las reparaciones o mejoras de pozos ya existentes. Son utilizados tanto para perforación a través de accesorios usados o rotos, como para recobrar materiales y otros accesorios del pozo.

ANEXO II

PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA DE ACCESORIOS

En la lista siguiente se identifican los principales procesos que se pueden llevar a cabo en la fábrica de accesorios donde se centra el desarrollo del proyecto, con una breve reseña explicativa en cada caso:

- **Corte:** Operación de corte mediante una sierra para acondicionamiento de los tubos al ingreso en la planta. Todas las hojas de ruta de accesorios comienzan su recorrido en la planta en este centro productivo.
- **Mecanizado:** Operación de conformación en tornos realizada a los tubos. Se puede realizar mecanizado interior, exterior, o bien ambos. No es aplicado a todos los productos.
- **Swaging:** Estampado, mediante el cual se procede a la deformación del material hacia la forma deseada. No es aplicado a todos los productos.
- **Stress Relief:** Tratamiento térmico de distensionado posterior al swaging. Aumenta la calidad y resistencia del material, mejorando las propiedades.
- **Roscado:** Realizado con un torno para generar las conexiones de los extremos, ya sean macho o hembra. Todos los accesorios pasan por la operación de roscado.
- **Fosfatizado:** Inmersión en zinc o manganeso, en caliente. Utilizado para evitar el engrane de las roscas en el lugar de aplicación. No es aplicado a todos los productos.
- **SEA (Special End Area):** Ensayo no destructivo mediante el uso de partículas magnéticas. Inspección realizada a los extremos de piezas tubulares, no en todos los productos.
- **PTH:** Prueba hidráulica, inspección que solo se realiza a ciertos productos.
- **APC (Aprieta cuplas):** Operación en la que se coloca la cupla al tubo y se aprieta con un determinado torque. No es aplicado a todos los productos.

Rediseño de procesos de producción para accesorios de tubería

- **Terminación:** Último proceso el que pasan todas las piezas, previo al encepado y despacho. Se realiza pintura y cosmética necesaria, así como la marcación y embalaje requerido.

Adicionalmente se pueden requerir otros procesos que se hacen dentro de las instalaciones de la empresa pero fuera de la planta de fabricación accesorios. Para ello para lo cual se debe trasladar el tubo desde la planta de accesorios hacia el lugar de operación correspondiente:

- **US (Ultrasonido):** Inspección no destructiva realizada a ciertos tubos para encontrar fallas.
- **Soldado:** Ciertas piezas pueden requerir el soldado de alguna de sus partes.
- **Upset:** Operación realizada sobre uno o ambos extremos del producto tubular para obtener mayor espesor y Resistencia, y así compensar la pérdida de material en los extremos roscados. No es aplicado a todos los productos.