

“DISEÑO Y SELECCIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONFORMADOS DE VARILLA DE CONSTRUCCIÓN CON UNA CAPACIDAD DE 50000 TONELADAS POR AÑO PARA LA EMPRESA F.M.S.B. SANTA BÁRBARA S.A.”

Roddy Macías

RESUMEN

Actualmente en el proceso de enseñanza – aprendizaje, es necesario En la actualidad es necesario en el proceso de enseñanza – aprendizaje establecer procedimientos para la evaluación e implantación técnica y económica de proyectos de esta manera se pretende ofrecer al estudiante una guía práctica para elaborar un documento que tome en cuenta los varios aspectos a ser considerados dentro de un proyecto de implantación para instalaciones o fábricas nuevas.

Lo anteriormente expuesto, sirvió de iniciativa para

En base a esto se ha tomado la iniciativa de contribuir con el crecimiento empresarial de la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. realizando el diseño y selección de una nueva línea de producción de conformados de varilla de construcción con una capacidad de 50000 toneladas por año. Para el desarrollo de este proyecto se consideraron los principales aspectos para evaluar la factibilidad técnica y económica de la implantación de la nueva línea, de esta manera se deja un documento de valiosa importancia para la empresa, la misma que podrá hacer uso de toda la información contenida en el proyecto cuando se realice su implantación.

El diseño y selección de la línea de producción facilita al estudiante el acceso Todo esto con el fin de que el estudiante pueda acceder a información real y práctica sobre la realización de proyectos empresariales dentro del marco de aplicación de nuevas líneas de producción para la fabricación de nuevos productos a ofertar en el mercado ecuatoriano, con lo cual el estudiante tendrá un

compendio de información de mucha utilidad si requiere elaborar proyectos de implantación de nuevas plantas industriales.

La primera etapa **desarrolla tanto** el análisis del estudio de mercado preliminar y la selección de la capacidad y la maquinaria de la nueva planta de conformados. La segunda etapa del proyecto conlleva el establecimiento de los requerimientos de áreas, el diseño de la distribución de planta, la determinación de la infraestructura para proteger la maquinaria de la intemperie, el diseño del sistema de aire comprimido y el sistema eléctrico y el establecimiento de los equipos y herramientas para el correcto funcionamiento de la línea de producción. En la tercera etapa se definen los requerimientos de mano de obra y los descriptivos del cargo de cada empleado de la empresa y además se elaboran los sistemas de gestión y los sistemas de protección integral de mayor importancia y aplicación para la nueva línea de producción, finalmente se procede a realizar el análisis económico y financiero que permitió establecer la factibilidad económica del proyecto.

Es así, que la Escuela Politécnica del Ejército, la empresa F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. y los estudiantes se benefician con el presente proyecto de tesis pues se cuenta con información importante que puede servir como base para la aplicación en la implantación de nuevos proyectos empresariales.

ABSTRACT

Nowadays the steel demand for application in reinforced concrete structures has increased due to the dynamic growth of the construction industry, because of this it has become prevailing the need to construct buildings and reinforced concrete structures in the shortest time possible and spending the least possible amount of money. To satisfy this need the company F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. is planning to industrialize the rebar shaping industry through the implementation of a cutting and shaping rebar center. For this effect it has been considered essential and necessary to develop the design and selection of a production line for the rebar processing plant which is the issue addressed in this thesis.

The intention of the project consist on supplying of rebar reinforcement material to the construction companies around the country, this is intended to help constructors to optimize their construction processes generating technical and economic benefits to them and at the same time generating profitability to the F.M.S.B. Santa Bárbara S.A.

Given the great business potential in the rebar reinforcement industry and also having knowledge that the rebar processing is done mostly in the job site and using manual processes, it has been presented as a solution to these problems, the industrialized elaboration of rebar reinforcement elements, this way it is intended to introduce to the Ecuadorian market rebar products of the highest quality and help at the same time to the reduction of the elaboration time of the rebar elements and the costs associated to it.

The main goal in the present project is to make a correct design and selection of the production line of the rebar reinforcement elements, to make this possible an investigation of the consumer market for rebar around the country was made, it was also made a study of the most used diameters and shapes of rebar in the country as a result of these studies we could determinate the production line

capacity and additionally we could make a correct selection of the necessary machines that fulfill the needs of the new production line.

In the present project it was considered to make the design of the area distribution within the plant, design of the electric and compressed air systems for the optimal performance of the production line, in addition it was made a model of the installations to house the production line against the natural weather conditions. It was also elaborated the organization chart with the procedures sheets containing the tasks that every employee must do to ensure the proper operation of the rebar shop and there were made the necessary procedures for the management systems and the comprehensive protection systems of the company, finally it was made the economic and financial analysis of the present project which allowed us to conclude that the project is profitable for the company. In this way it has been delivered a project with solid foundations for implementation in the future by the F.M.S.B. Santa Bárbara S.A.

The present project was totally made in the installations of the F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. and the company is the beneficiary of the obtained results.

It is important to remark that during the elaboration of the present project it has been determined its technical and economic feasibility therefore it is recommended its implementation.

1. Introducción:

La demanda de hierro para hormigón armado en la actualidad se ha incrementado debido al dinámico crecimiento de la industria de la construcción, por lo cual se torna cada vez más imperante la necesidad de construir edificaciones y estructuras de hormigón armado con la mayor rapidez y al menor costo posible. Pensando en esta necesidad la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. prevé industrializar el sector de conformados de varilla de construcción de tal forma que se disminuya la elaboración en la obra de los conformados. Para esto se planea realizar la implementación del centro de corte y doblado de varillas corrugadas para la construcción. Dicho centro, es una división especializada capaz de suministrar a las constructoras de las varillas cortadas y dobladas, también se puede realizar el ensamblado y colocado en la obra.

Las ventajas de la implementación de este centro en comparación con la elaboración en el campo de los conformados de varilla se describen a continuación:

1. Ventajas económicas:

1. La productividad promedio de cada operario aumenta con la utilización de máquinas automáticas.
2. Los desperdicios de materiales se reducen permitiendo que se disminuyan los costos derivados de los desperdicios y el daño al medio ambiente.
3. El costo de la mala calidad disminuye notablemente.

2. Simplificación de la gestión de la obra:

1. La empresa constructora no elabora los conformados de varilla sino que los compra ya elaborados lo que significa un gran ahorro en todos los factores y recursos productivos.
2. La empresa conoce el COSTO REAL de la fase de la elaboración del hierro, lo que en el campo es difícil de cuantificar.

3. Tiempos de entrega bajo control.
4. Integración vertical y complemento al proceso de fabricación de varilla producida por ANDEC, empresa que forma parte del grupo empresarial HOLDING DINE.

3. Nivel de calidad elevada del producto y servicio:

1. La especialización y las máquinas modernas utilizadas por los centros de corte y doblado garantizan una precisión que no se puede lograr de forma manual (longitudes, ángulos, rectitud, etc.). Por lo que la elaboración de los conformados en la planta satisface las necesidades del cliente.
2. La organización y los instrumentos informáticos (etiquetas, listas de trabajo, listas de entrega, etc.) simplifican la identificación de las piezas y su colocación en la obra de ser necesario.

Debido a todas estas ventajas y tomando en cuenta la rentabilidad económica y social que se generaría para la empresa al ingresar al mercado esta nueva línea de productos, la empresa F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. realizará la implementación del centro de corte y doblado de varillas con lo que mejorará la rentabilidad de la empresa y creará fuentes de trabajo adicionales u optimizará las operaciones de la organización y contribuirá de manera significativa al desarrollo socio-económico del país.

2. Metodología:

2.1 Descripción del área de aplicación

La empresa F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. es la beneficiaria de la presente tesis, el área de aplicación de la tesis estará destinada a su aplicación en el momento de la implantación del proyecto por parte de la fábrica.

2.2 Metodología

Para la realización del proyecto de tesis se realizaron las respectivas investigaciones de mercado a través de las cuales se determinaron la capacidad de la línea de producción y los diámetros y formas más utilizados en las construcciones a nivel nacional. Luego se realizaron las caracterizaciones de la materia prima y los productos terminados de la línea de producción y la caracterización de los procesos empresariales así como también del proceso de producción de los conformados.

Existieron tres empresas que ofertaron sus maquinas para la línea de producción estas son las siguientes: SCHNELL, MEP Y STEM/PEDAX y con ayuda de una matriz de decisión se pudo determinar la maquinaria más adecuada para el trabajo en la línea de producción, la empresa SCHNELL será la proveedora de la maquinaria ya que sus máquinas cubren de mejor manera las necesidades de producción de la línea.

Una vez seleccionada la maquinaria se procedió a realizar el diseño de la distribución de áreas y el de los sistemas que son utilizados para el correcto funcionamiento de la línea de producción entre estos tenemos el sistema eléctrico y el sistema de aire comprimido. También se elaboró el modelo de la estructura del galpón que servirá para albergar la maquinaria de tal forma que esta se encuentre protegida de la intemperie.

Una vez realizada la organización en planta de la línea de producción se procedió a establecer los requerimientos de mano de obra y se elaboraron los descriptivos del cargo para cada uno de los empleados dentro del organigrama de la empresa. Establecida las funciones de cada empleado se prosiguió a realizar los procedimientos para los sistemas de gestión y los sistemas de protección integral más importantes en relación a las actividades que se realizan en la línea de producción.

Finalmente se elaboró el análisis económico y financiero que nos permitió concluir que el proyecto estipulado genera rentabilidad para la empresa F.M.S.B. Santa Bárbara S.A.

3. Caracterización de la materia prima y producto terminado:

3.1 Características de la materia prima

3.1.1 Varillas en barras

Tienen las siguientes características mecánicas:

PROPIEDADES MECÁNICAS			
Grado de Acero	Fluencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Alargamiento
A-42 de tracción controlada	4200 (min)	5600 (min)	diámetro (mm) %
	5500 (max)		8-20 14
			22-36 12
			40 10

Las barras rectas tienen propiedades de ductilidad y tienen mayor resistencia a los movimientos sísmicos además presentan buena soldabilidad.

3.1.2 Varillas en rollos

Las varillas en rollos tienen las siguientes propiedades mecánicas:

PROPIEDADES MECANICAS			
Grado de Acero	Fluencia (kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Alargamiento
A-42	4200 (min)	6300 (min)	15% (min)

Las varillas en rollos tienen mayor resistencia a la tracción y permiten un menor desperdicio de materiales por lo tanto son las más adecuadas para su utilización en la elaboración de los conformados.

3.2 Características de los productos terminados

Los productos terminados son de 3 clases:

- Barras rectas cortadas a medida
- Barras con dobleces en uno o en ambos extremos, y
- Estribos y otras figuras geométricas

Para realizar los dobleces en los productos terminados se deben respetar los diámetros mínimos de doblado permitidos, estos se presentan a continuación:

Diámetro de la Varilla (mm)	Diámetro mínimo de Doblado (mm)
8	(3) 24
10	(3) 30
12	(3) 36
14	(3) 42
16	(3) 48
18	(3) 54
20	(4) 80
22	(4) 88
25	(4) 100
28	(6) 168
32	(6) 192

4. Selección de la maquinaria

La maquinaria a utilizarse para la línea de producción fue ofertada por tres empresas: SCHNELL, MEP y STEMA/PEDAX, utilizando una matriz de decisión se pudo establecer la maquinaria que mejor llena los requerimientos y necesidades de la línea.

Se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de comparación:

- 1) Consumo de energía.
- 2) Precio de la maquinaria.
- 3) Calidad en servicio.
- 4) Variedad de productos.
- 5) Consideraciones ambientales.
- 6) Flujo de procesos.
- 7) Productividad.

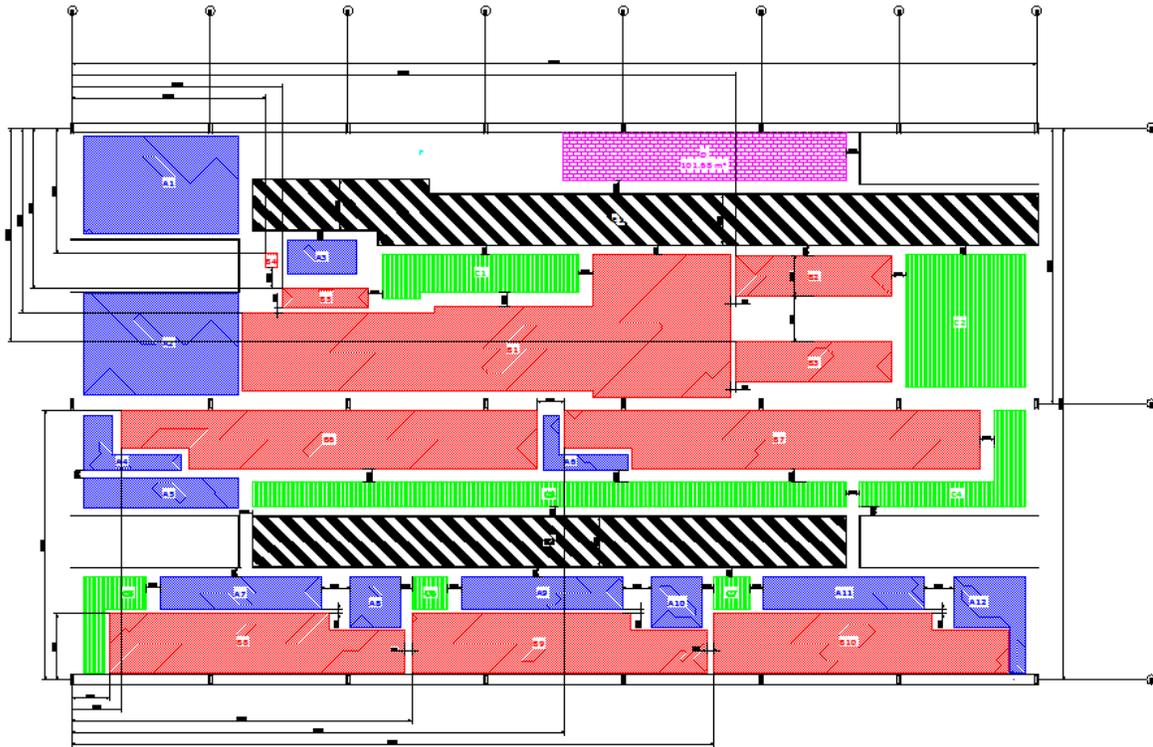
Analizando estas variables en cada una de las empresas proveedoras y haciendo la comparación de las mismas entre las empresas, se determinó que la compañía SCHNELL posee la maquinaria que mejor satisface las necesidades de la línea de producción.

5. Diseño y selección de instalaciones en planta

5.1 Distribución de áreas

Se diseñaron las siguientes áreas:

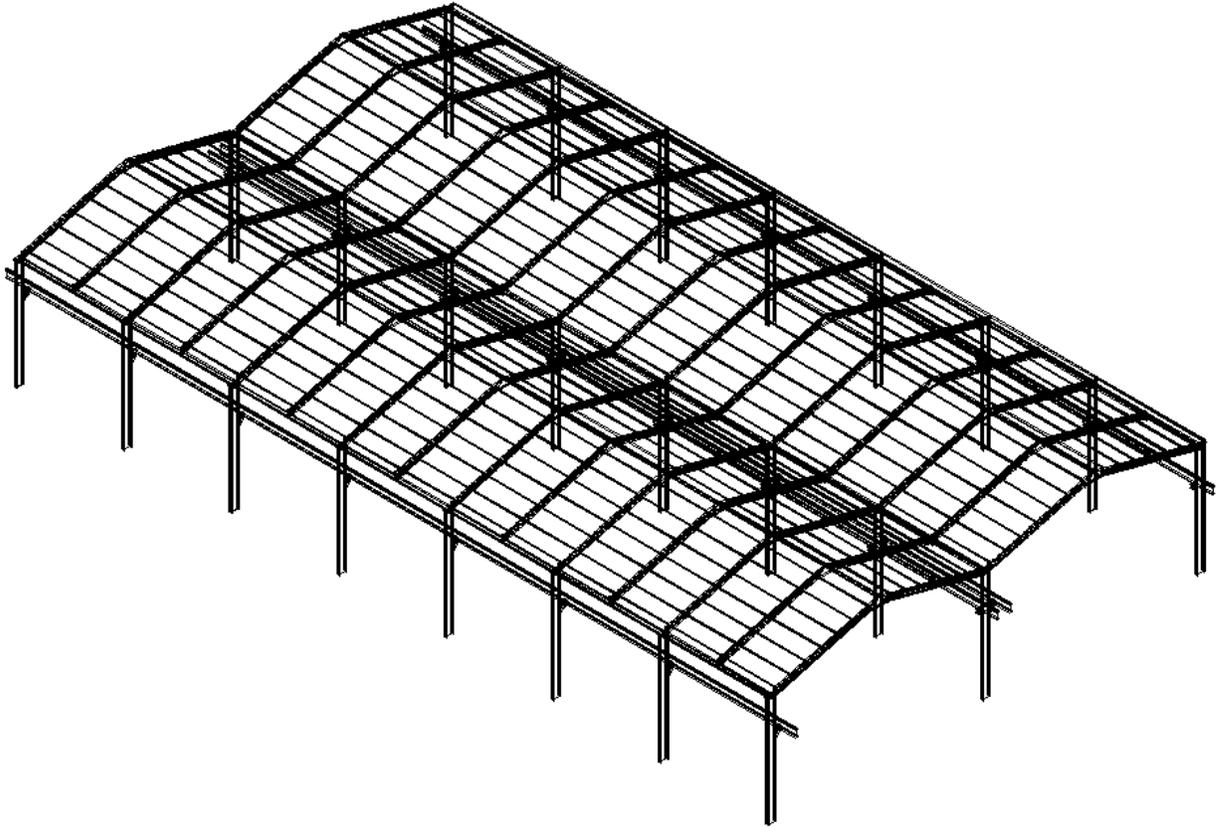
- A1 hasta A12: áreas de captación de materia prima.
- B1 hasta B10: áreas de ubicación de la maquinaria.
- C1 hasta C7: áreas de almacenamiento de producto terminado.
- D: área de oficinas
- E1 y E2: áreas para pasillos principales de circulación, y
- F: área destinada para futuro crecimiento.



En el plano de distribución de áreas se encuentra elaborado el gráfico en el que se pueden apreciar las áreas detalladas anteriormente con mayor claridad.

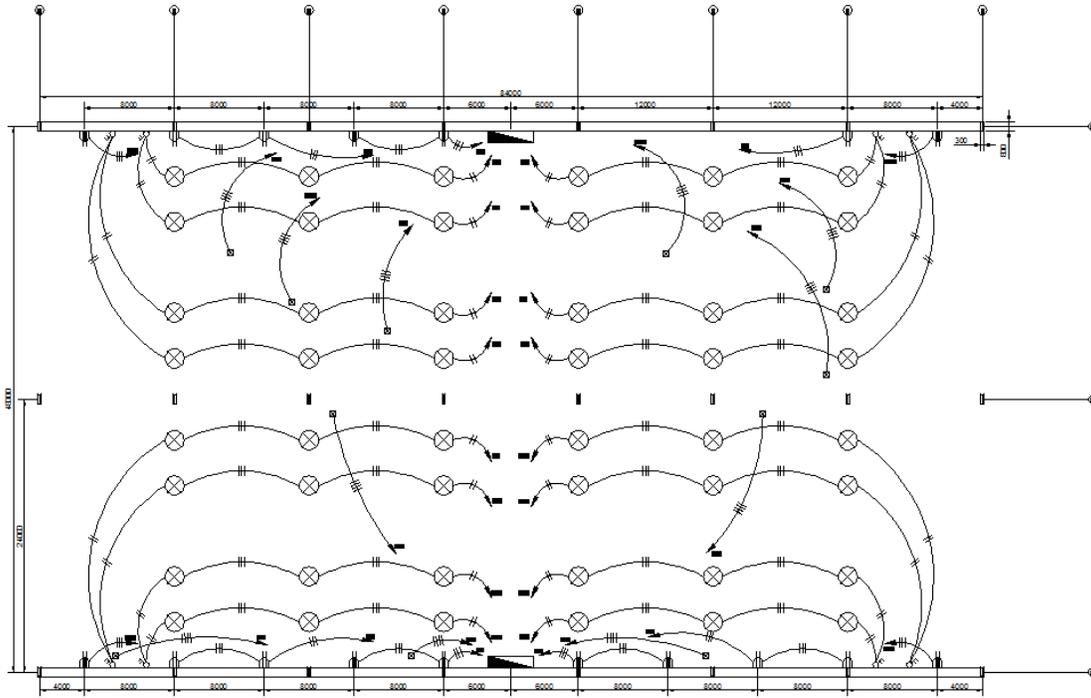
5.2 Nave industrial

Se determinó la estructura metálica de la nave industrial basándose en un galpón de dimensiones muy similares, por lo tanto los perfiles utilizados para la elaboración de la estructura son de las mismas dimensiones que las del galpón modelo.



5.3 Sistema eléctrico

Se diseñó el sistema eléctrico que se instalará en la nueva planta de conformados y se detallan los elementos del sistema entre ellos tableros de distribución, interruptores, lámparas para iluminación, tomas eléctricas de alto voltaje, tomas eléctricas de bajo voltaje, entradas eléctricas para cada una de las maquinas y los circuitos eléctricos necesarios para su instalación.



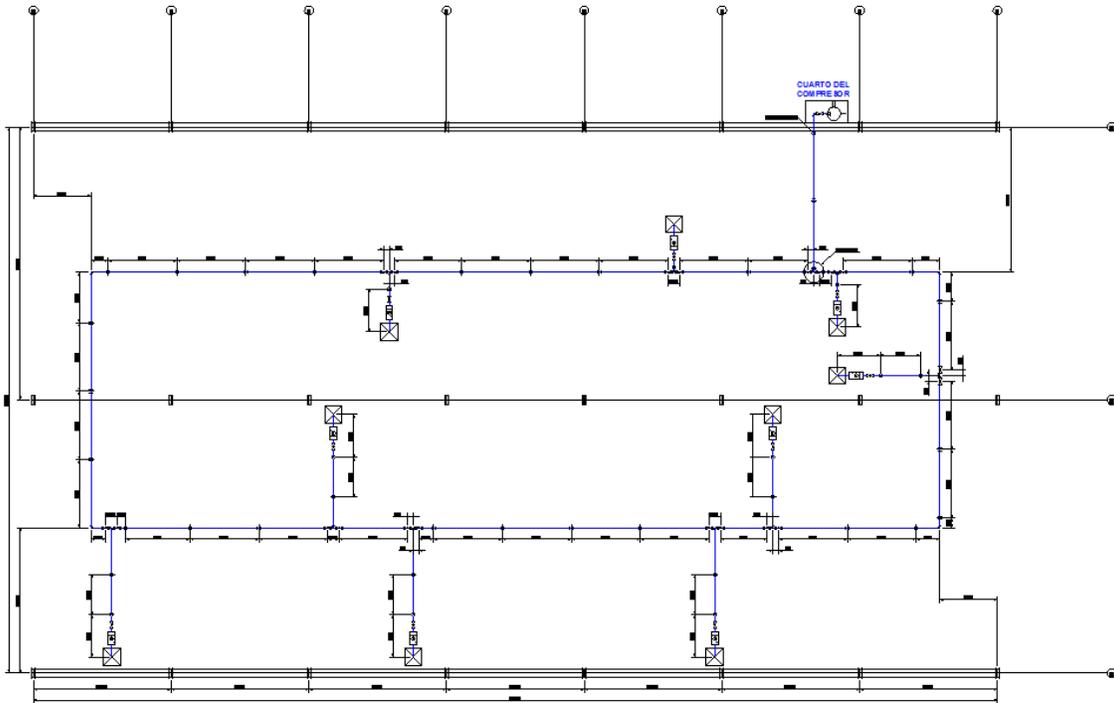
5.4 Sistema de aire comprimido

La mayor parte de las máquinas que se van a adquirir necesitan de aire comprimido para su funcionamiento, por esta razón es necesario el diseño de un sistema de aire comprimido que satisfaga la necesidad de aire a compresión de la maquinaria. El proveedor de la maquinaria establece una presión de trabajo del sistema de 7 bares.

Además se tomaron en cuenta todos los elementos o accesorios necesarios para el óptimo trabajo de la red de aire comprimido estos elementos son:

- Compresor.
- Válvulas de globo.
- Codos a 90°.
- Uniones universales.

- Tees, y
- Unidades de mantenimiento.



5.4.1 Capacidad del compresor

Para un correcto funcionamiento del sistema de aire comprimido se estableció los requerimientos de aire de cada máquina.

N°	Máquina denominación	N° de Máquinas	Consumo Unitario (l/min)	Consumo Total (l/min)
1	Shear Line 300	1	350	350
2	Robomaster 45/12	2	200	400
3	Bar Wiser 22S/12 Multifeed	2	360	720
4	Bar Wiser 22N Multifeed	3	100	300

Luego se sumaron los requerimientos y se aplicó el factor de seguridad de 2 para compensar pérdidas de presión y prever futuras ampliaciones de la línea de

producción. De esta manera se determinó la capacidad del compresor, los resultados obtenidos son los siguientes:

Consumo Total Línea de Producción (l/min)	Consumo Total Línea de Producción (cfm)	Capacidad Compresor (cfm)	Capacidad Tanque del Compresor (pies cúbicos)
1770	62,5	125	125

5.4.2 Selección del compresor.

Se tienen dos opciones para el compresor a utilizarse:

- Compresor de pistón con una capacidad de 130 cfm, una presión de trabajo estándar de 10 bar y con un motor de 30 HP (22 kW).
- Compresor de tornillo con una capacidad de 164 cfm, presión de trabajo de 10 bar y con motor de 40 HP (30 kW).

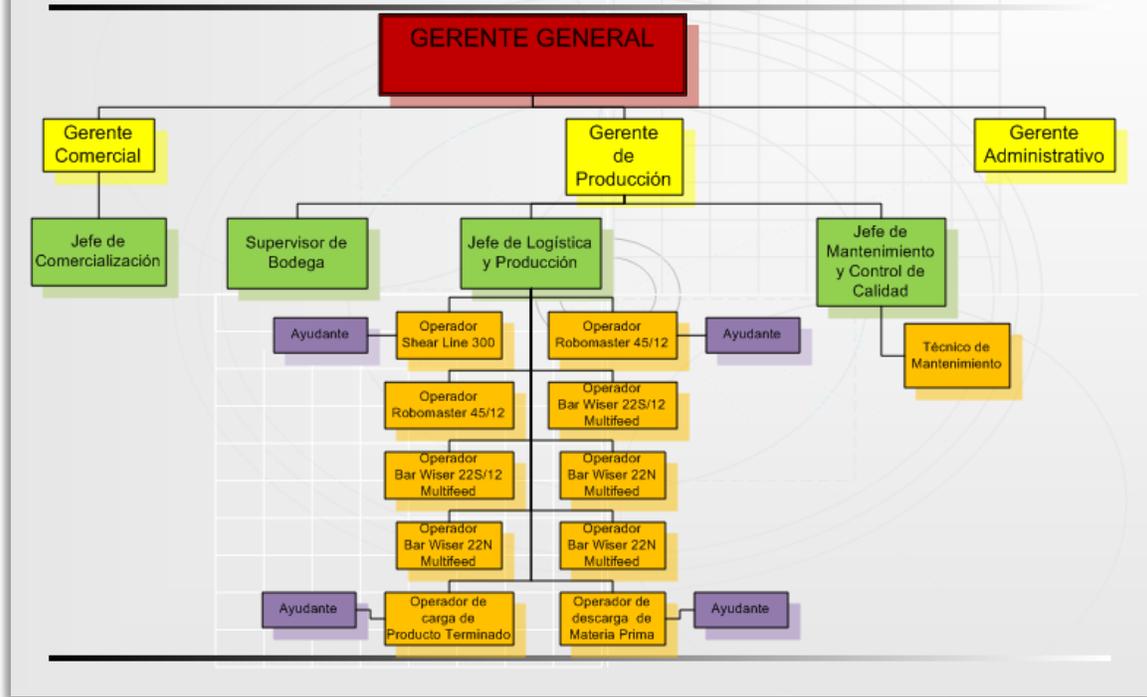
La diferencia entre estos compresores se basa en la utilización del compresor de pistón para ambientes más contaminados en contraposición al compresor de tornillo que se utiliza para ambientes más limpios, además la eficiencia energética del compresor de pistón es menor que la del compresor de tornillo. En conclusión cualquiera de los dos compresores sirve para la aplicación y la decisión de adquirir uno u otro dependerá de las condiciones de funcionamiento a las que estará sujeto.

6. Organigrama y descriptivos del cargo

Se determinó además el organigrama de la empresa y los descriptivos del cargo de cada uno de los empleados de la planta en donde se encuentra la línea de producción.

Los descriptivos del cargo se detallan en la tesis en el anexo número 19 y el organigrama se lo concibió de la siguiente manera:

FMSB SANTA BÁRBARA S.A - Estructura Orgánica Conformados

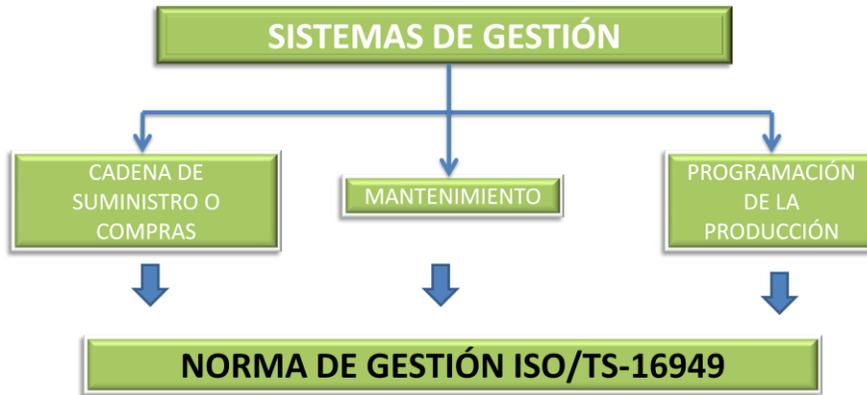


7. Sistemas de gestión

Se definieron tres sistemas de gestión tomando en consideración que estos son los de mayor importancia para la línea de producción así tenemos:

- Sistema de gestión de la cadena de suministro o compras.
- Sistema de gestión de mantenimiento y
- Sistema de gestión de programación de la producción.

Para cada uno de estos sistemas se elaboraron los procedimientos correspondientes en donde se especifican las actividades y responsabilidades a realizarse en cada sistema de gestión. Estos procedimientos se los puede apreciar en la tesis en el anexos 20, 21 y 22.

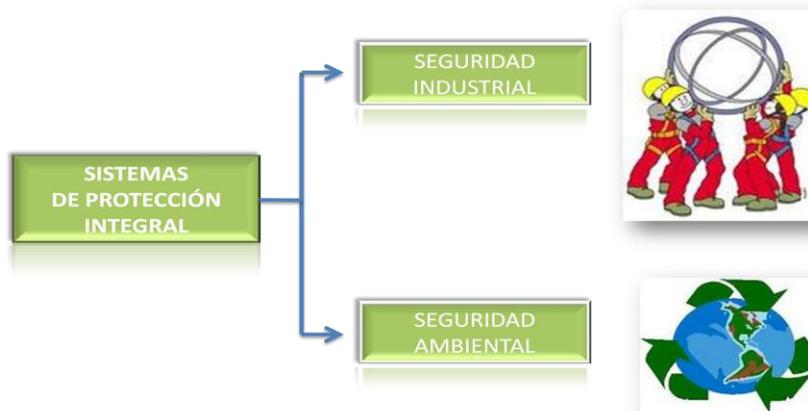


8. Sistemas de protección integral

Se establecieron también los sistemas de protección de mayor importancia para la línea de producción estos son:

- Seguridad Industrial, y
- Seguridad Ambiental.

Para ambos sistemas se elaboraron procedimientos en donde se especifican las responsabilidades y tareas que permitan la aplicación de estos sistemas en la planta donde se encontrará la línea de producción. Los procedimientos que se refieren a los sistemas de protección integral se encuentran en los anexos 23 y 24 de la tesis.



9. Análisis económico y financiero

Finalmente se desarrollo el análisis económico y financiero que nos permitió establecer la factibilidad económica del proyecto de implantación de la línea de producción.

El proyecto es 100% financiado por el grupo empresarial Holding Dine y se toman en consideración todas las variables económicas y financieras, el resultado obtenido del estudio se condensa en el siguiente cuadro:

Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)	18,46%
Periodo Promedio de Pago	5,4
Valor Actual Neto (VAN)	2.013.399

Establecidos los valores de la tasa interna de retorno (TIR) en 18,46% y el valor actual neto (VAN) en 2.013.399, se concluye que el proyecto es rentable ya que genera utilidades por encima de la inflación y de los porcentajes de ganancia esperados por los inversionistas, es decir la nueva línea de producción generará utilidades netas que podrán ser reinvertidas de la manera que mejor convenga para la empresa.

10. Conclusiones

- El proyecto es económicamente factible ya que se obtiene un rendimiento del 18.46% que es mayor al de la tasa de descuento (12%), la cual es considerada la tasa mínima de rendimiento aceptable, de esta manera se puede concluir que la inversión es económicamente rentable.
- El proyecto genera utilidades a lo largo de los diez años de estudio por un monto igual a la tasa de descuento aplicada (12%) más el valor obtenido del VAN que es de \$ 2.013.399, según se desprende del cálculo del VAN (Valor actual neto).

- Al disminuir la cantidad de desperdicios en la producción de los conformados la rentabilidad del proyecto crece en gran proporción.
- El proyecto es técnicamente factible, pues se cuenta con los recursos necesarios para su implementación, cuenta con el terreno de propiedad del grupo empresarial Holding DINE del cual la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. forma parte, además el proveedor de varillas corrugadas para conformado es parte del grupo empresarial.
- La empresa SCHNELL dedicada a la elaboración de máquinas para el corte y doblado de varillas es la mejor opción como proveedor de maquinaria para la línea de producción, ya que cuenta con un mejor servicio postventa y de repuestos lo cual es conveniente considerando que en el país no se produce maquinaria de este tipo.
- Las máquinas a adquirir para la futura línea de producción satisfacen las necesidades del mercado ecuatoriano en lo que respecta a las formas y tamaños requeridos para los conformados de varilla, además es posible trabajar con toda la gama de diámetros de varilla existentes en el mercado.

11. Recomendaciones

- Se debe adquirir el software para la optimización del proceso de elaboración de conformados, de esta manera se asegura una mayor productividad de la línea y se disminuye la cantidad de desperdicios y productos defectuosos elaborados.
- Se recomienda reducir los desperdicios al mínimo posible ya que la reducción de estos influye enormemente en la rentabilidad del proyecto.
- Se recomienda la compra de maquinaria SCHNELL para su utilización en la línea de producción de conformados de varilla de construcción, sin embargo la F.M.S.B Santa Bárbara S.A. podrá tomar la decisión final sobre la compra de la maquinaria que considere más adecuada para sus necesidades,

razón por la cual se presentan tres alternativas para la línea de producción con sus respectivos proveedores.

- Se recomienda el uso de la varilla corrugada en rollos como materia prima para la elaboración de los conformados o figurados ya que esta permite una considerable disminución de los desperdicios además de que sus propiedades la hacen más apta para el proceso de conformado.
- Se recomienda la implantación del proyecto pues este además de ser económicamente y técnicamente factible, genera rentabilidad para la empresa.
- Se deben definir acuerdos y convenios con ANDEC para la entrega de la materia prima, esto supondría beneficios económicos para la empresa.
- Los instructivos de trabajo de cada máquina de la línea de producción se desarrollarán una vez que la máquina sea comprada, instalada y puesta en funcionamiento, sin embargo como parte de la tesis se ha desarrollado procedimientos de ejemplo que servirán como guía.
- Una vez en funcionamiento la planta, se deben revisar los descriptivos de cargo de cada empleado y hacer modificaciones en ellos en caso de ser requerido con la finalidad de reflejar la verdadera realidad de la planta.

12. Referencias

12.1 Bibliográficas

- **GABRIEL BACA URBINA, Evaluación de proyectos, 5ta. ed., México, MacGraw-Hill Interamericana, 2006, 392 páginas.**

12.2 Direcciones de internet

- **<http://www.holdingdine.com/content/blogcategory/14/59/>**

- <http://www.schnell.it/>
- <http://www.mepgroup.com/>
- <http://www.pedax.com/>
- <http://www.insht.es/portal/site/Insht/>
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/senal.pdf>
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_434.pdf
- <http://www.construsur.com.ar/Noticias-article-sid-248.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos16/redes-de-aire/redes-de-aire.shtml>
- <http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica14.html>
- <http://www.cohimar.com/util/neumatica/mapadelsitio.html>
- <http://www.festo-didactic.com/int-en/>
- <http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/distribucion-y-generacion-de-aire-comprimido#ancla>
- <http://www.slideshare.net/Bibillana/red-de-servicios-industriales>
- <http://es.scribd.com/doc/18603567/9Redes-de-tuberias>
- <http://www.kaeser.com/>
- <http://www.boge.de/>

ELABORADO POR:

Roddy José Macías Cevallos

REVISADO POR:

Ing. Javier Pozo

DIRECTOR

Ing. Patricio Quezada

CODIRECTOR