

Proyecto de fabricación de tuberías de cobre*

Adolfo Briceño Reynel

Ingeniería Industrial n° 26, 2008, ISSN 1025-9929, pp. 125-145

Resumen: El proyecto de instalación de una planta industrial para la fabricación de tuberías de cobre en nuestro país y en la región andina, del mismo modo que otros estudios, tuvo dos momentos fundamentales: el primero, constituido por el estudio de prefactibilidad, y el segundo, el que hace factible el proyecto, con la participación de la iniciativa privada. Para que un proyecto industrial de mediano aliento, como el de tuberías de cobre, sea exitoso, debe darse el binomio empresa estatal-empresa privada, por ser el primero el sostén y apoyo primordial en el origen de este tipo de proyectos, y el segundo, el que por su visión, dinamismo y agilidad en la toma de decisiones contribuye a su crecimiento y desarrollo a niveles competitivos en esta aldea global.

Palabras clave: Industria del cobre, tuberías de cobre

Copper Tubing Project: The need of collaboration between state and private enterprise

Abstract: The project to install an industrial plant to manufacture copper tubes in our country and in the Andean region, like other studies, went through two fundamental moments: the first one, the pre-feasibility study, and the second one, that which makes the project possible with the participation of private industry. For a middle term industrial project, like that of copper tubes, to be successful, cooperation between public and private industry must be present, being the first one the supportive core in the origin of this kind of projects and the second one, that which, due to its vision, dynamism and agility in decision making, contributes to the growth and development at competitive levels in this global village environment.

Keywords: Copper industry, copper tubes, piping

* *In memoriam* Orlando Alva Ambrossini, maestro y amigo, quien me sugirió, cuatro días antes de su lamentable fallecimiento, este tema de investigación con el que me gradué como ingeniero industrial en la Universidad de Lima. A pesar de su ausencia, el proyecto continuó con el apoyo de la universidad y la asesoría del doctor George Power Porto.

*No hay nada que el hombre no pueda hacer
si es que lo quiere con bastante energía.*

SIR WINSTON CHURCHILL

1. INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, la investigación acerca de las tuberías de cobre, que nace en las aulas de la Universidad de Lima, fue concebida para convertirse en un proyecto viable de aplicación en nuestro país o en otros de la región. Nace en las aulas de la Universidad de Lima y es acogido, algunos años después, por la empresa privada.

En este artículo se presentarán, en forma sucinta, los dos momentos fundamentales del proyecto de tuberías de cobre: el estudio de prefactibilidad y sus componentes, y el de factibilidad y los suyos. Al final, el lector podrá concluir si lograr el tan ansiado desarrollo nacional depende únicamente de una decisión política, o del compromiso del empresariado privado, o de una alternativa mixta entre el Estado y la empresa privada.

2. ESTUDIO DE MERCADO

Antes de entrar a analizar la demanda y la oferta de tuberías de cobre, es necesario explicar cómo los requerimientos del cliente dictan la estrategia manufacturera. Para resaltar el enfoque que se dio al proyecto en relación con la influencia que tiene la estrategia de manufactura, se trajo a colación una fábula de Samaniego:

Un pato se ufanaba y decía en voz alta: yo sé hacer de todo, si se me antoja nado, corro o vuelo. Un zorro que lo escuchó le dijo: no sea petulante señor pato, porque no nada como el delfín, no corre como el galgo y no vuela como el águila, y tenga en cuenta que lo importante y raro no es hacer de todo sino ser diestro en algo.

La moraleja de esta fábula nos dice que hay que tener una especialización en la vida, es decir, algo que marque la diferencia con el resto.

Muchas de las grandes empresas del mundo determinan su política de comercialización sobre la base de su estrategia manufacturera. Esta se basa en cinco puntos llamados “dimensiones de competencias”, a saber:

- Calidad (alta, normal o baja).
- Flexibilidad (rango de productos, habilidad de cambiar rápido a otro tipo de producto y disponibilidad de producción).
- Velocidad (rapidez de entrega).
- Confiabilidad (entrega segura en el punto y momento adecuado).
- Innovación (productos y diseños nuevos).

Se entiende que hay un valor diferente, según el cliente, del valor agregado por cada punto de diferenciación. Siempre se trata de hacer las cosas a un menor costo, pero cada uno de estos puntos implican una composición de costos de manufactura y operaciones. De allí la importancia de saber a qué clientes se sirve y el valor que se les brinda. Es importante seleccionar a los clientes a los cuales se sirve y no servir a clientes que no correspondan a la estrategia establecida o dedicación de *assets*, porque así se genera mala reputación con clientes insatisfechos.

Para entender mejor estas dimensiones de competencia de manufactura se debe pensar en el caso en que se quiere que los productos sean de bajo costo, es decir, producir al 100% de la capacidad instalada y siempre del mismo producto o con poca variación de este. Esta estrategia está orientada a un cliente que le interesa un precio bajo, por lo tanto, se requiere producir en grandes cantidades, de entrega rápida y poca variación de los productos.

Pero si a otro cliente no le interesa un precio bajo sino más bien tener en un momento determinado la disponibilidad de una gama variada de productos, entonces el precio aumenta debido a que la empresa debe contar con un *stock* en almacén y eso genera un costo que hace que el precio de venta sea mayor. La disponibilidad tiene relación con la flexibilidad, lo que implica que la empresa tenga poco volumen de producción y muchos productos en *stock*, pero el cliente tiene la flexibilidad de escoger el producto entre una gama de estos y en un momento determinado.

Pero hay clientes a quienes les interesa sobremanera la calidad del producto sin escatimar en el precio; en este caso, la empresa, para satisfacer las necesidades del cliente, va a realizar muchos controles de calidad, lo que conllevará tener muchos productos de desecho que aumentan los costos de fabricación y, por ende, el precio de venta, pero, al final, el cliente queda satisfecho.

En inglés se usa el término *trade off*, que no tiene traducción exacta en castellano pero que equivale a “sacrificar en un punto, para ganar en este otro”. Por lo tanto, no se puede competir en el mercado que escojamos con las cinco dimensiones de competencia manufacturera, sino que a lo más podremos competir con solo dos de estas, en el mejor de los casos. Por ello, la cultura de la organización debe estar orientada a la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, lo que implica que el valor agregado que pongamos es para satisfacer estas necesidades.

Para finalizar, podríamos decir que no podemos satisfacer a todos los clientes, ya que no todos tienen las mismas necesidades; comenzaríamos por estudiar las necesidades de los consumidores de tubos de cobre y sobre la base de este estudio, escoger nuestros clientes y de este modo determinar la estrategia manufacturera que se adecue mejor a nuestras propias necesidades y capacidad de producción.

2.1 Análisis de la demanda

El proyecto de tubos de cobre tuvo como objetivo los mercados peruano y andino; en el caso del segundo, en ese entonces estaba constituido por Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela. Al ser Venezuela el único país de la Comunidad Andina que era fabricante de tuberías de cobre, la demanda aparente del proyecto estaría compuesta por las importaciones de tuberías de cobre de los países andinos, con excepción de Venezuela. Hay que tomar en cuenta que se entiende por demanda aparente lo siguiente:

$$\text{Demanda aparente} = \sum \text{Producción} + \sum \text{Importaciones} - \sum \text{Exportaciones}$$

La demanda histórica peruana para el período 1991- 2000 muestra que ha habido fluctuaciones en las importaciones de tuberías de cobre.

Así, para el Perú, el punto más alto de las importaciones se alcanzó en 1995, disminuyó en 1996 y 1997 y volvió a incrementarse en 1998, para luego bajar en 1999 y volver a subir en el año 2000. El consumo promedio anual para dicho periodo fue de 421,2 toneladas (t). Comportamientos distintos muestran los demás países andinos debido a factores propios de cada uno de ellos. Los consumos promedio para el mismo periodo fueron 56,3 t (Bolivia), 2822,5 t (Colombia), 337,5 t (Ecuador) y 1048,5 t (Venezuela).

Haciendo un rápido análisis se puede concluir que el mercado es pequeño e inestable y, además, en el caso de las tuberías y accesorios de cobre, está sujeto al crecimiento o disminución de ciertos sectores de la economía.

Pero los tubos y accesorios de cobre podrían tener una gran demanda potencial para los siguientes usos:

- Calentadores solares de cobre para el sector turismo (49 t/año).
- Refrigeración (411,7 t/año).
- Sector transporte, conversión de vehículos a GLP o GNV: taxis, transporte público y transporte pesado (205,8 t/año).
- Tuberías de agua caliente (85 t/año).
- Tuberías de gas para uso doméstico (3,2 t/año).

Lo que hace un total de 754,7 t/año. (Nota: El análisis y el cálculo detallado de cada caso se puede encontrar en el original de la tesis (pp. 115-144.)

La determinación de la demanda potencial del mercado regional se realizó basándose en la demanda potencial del mercado peruano. Así, se han calculado para Colombia, Venezuela, Ecuador y Bolivia las demandas potenciales estimadas en función de la población, PBI per cápita y consumo promedio de tuberías de cobre en el período 1991-2000, con respecto al Perú.

Se procedió de esta manera debido a la poca información disponible que se tenía de los países de la Comunidad Andina y también porque se trataba de un estudio de prefactibilidad. Para dar una idea del procedimiento de estimación de la demanda, se tomará como ejemplo solamente el caso de Colombia.

Colombia tiene una población de 42,3 millones de habitantes, 1,65 veces mayor que la del Perú. Su producto per cápita es de 1.944 dólares al año 2000; lo que representa 0,93 veces del producto per cápita peruano. El consumo promedio de tuberías de cobre refinado en el período 1991- 2000 es de 2.822,5 t/año, es decir, 6,7 veces mayor que el consumo promedio peruano para el mismo periodo.

Por tener un mercado 1,65 veces mayor, pero un producto per cápita ligeramente inferior al peruano en 7%, se estima que la demanda potencial de tubos de cobre podría ser 6,23 veces la del Perú.

Del mismo modo, para Venezuela se obtuvo un factor de demanda de 5,9; para Ecuador 0.80 y para Bolivia 0,47, resultando en una demanda potencial para el mercado andino de casi 10.200 toneladas anuales.

2.2 Análisis de la oferta

Actualmente, en el Perú no existen empresas que fabriquen tuberías y accesorios de cobre refinado; por ello, la competencia está sesgada completamente hacia empresas comercializadoras de tubos y accesorios de cobre refinado. Los principales países exportadores de tubos de cobre refinado a la región andina, así como el porcentaje de participación de estos en el período 1991-2000, se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1
Principales exportadores de tubos de cobre refinado a la región andina

País	Participación (%)
Venezuela	28,05
México	24,94
Estados Unidos	21,49
Chile	20,09
Brasil	1,94
Otros	349
Total	100,00

Fuente: Comunidad Andina.
Elaboración propia.

Luego de analizar la oferta y la demanda, y especialmente con la extracción del gas de Camisea, se concluye que existen posibilidades de instalar una planta de producción de tubos de cobre. Sin embargo, debido a que tanto el mercado peruano como el andino son pequeños, y a la presencia de cuatro grandes productores, la competencia puede ser difícil.

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO

Durante el desarrollo del proyecto se pensó en la alternativa de considerar solamente el mercado peruano y hacer los estudios de ingeniería para instalar una planta industrial pequeña que pueda competir con las importaciones, y donde se busque un posicionamiento local con una producción significativamente menor que las importaciones actuales.

Lamentablemente, la tecnología de fabricación de tuberías de cobre no permite esta opción, debido a que las máquinas utilizadas, principalmente las de extrusión, son robustas y costosas y requieren una inversión alta, cuya recuperación solo se logra mediante economías de escala.

Las principales tecnologías de fabricación de tuberías de cobre que se describirán a continuación son: el método de extrusión y laminado en caliente o *pilger mill* (método tradicional), el método de colada y laminado o *cast and roll*, y el método de extrusión en caliente con estirado en frío mediante el uso de tambores y bancos de estirado.

3.1 Método de extrusión en caliente

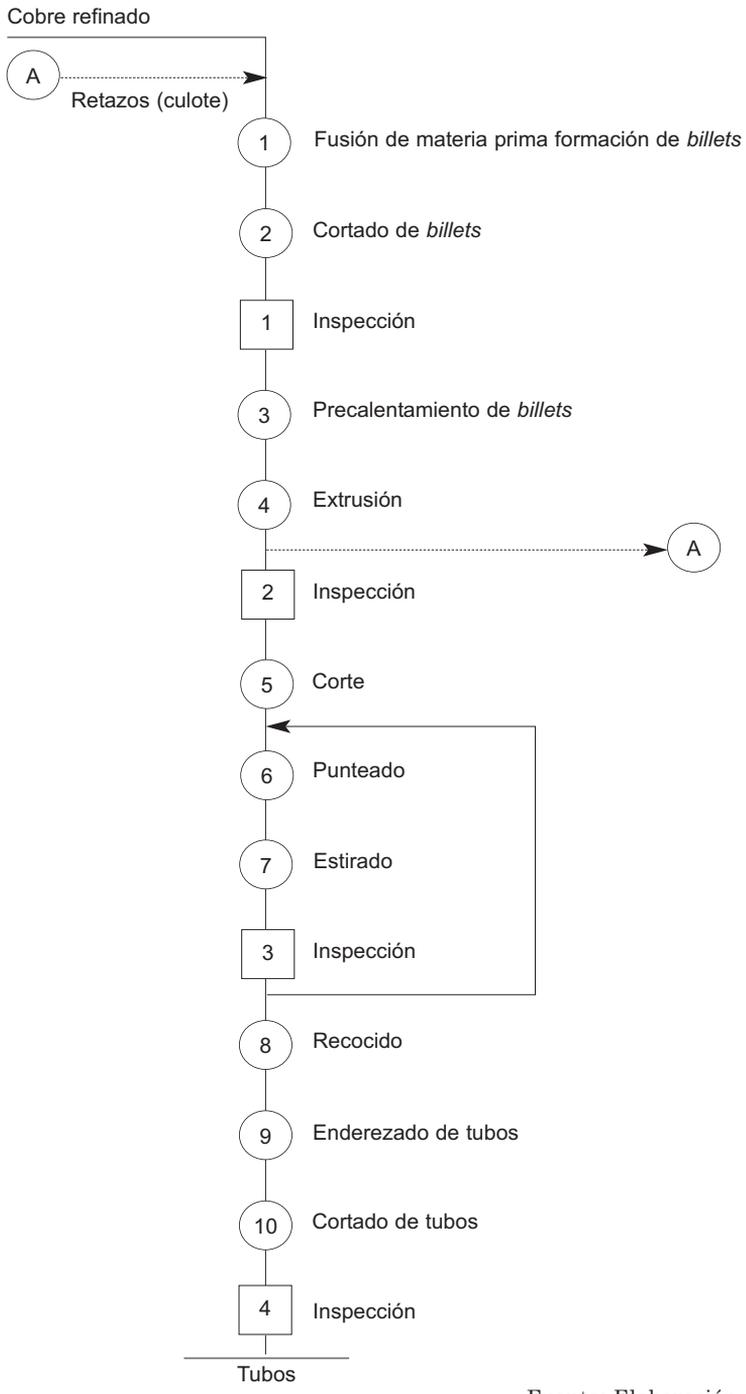
El metal, por lo general una mezcla de cobre refinado y de chatarra de calidad controlada, se funde en un horno y por medio de la colada continua o semicontinua se obtienen lingotes conocidos como tochos o *billets*, que tienen forma cilíndrica, cuyas dimensiones generalmente son de 300 mm x 8 m (diámetro x longitud) y pesan aproximadamente 5 toneladas. Estos bloques metálicos se utilizan para la fabricación de tubos sin costura, por medio de una serie de deformaciones plásticas. Las etapas de producción de los tubos de cobre con este método son las siguientes:

- *Corte.*- Los *billets* se cortan en piezas de alrededor de 700 mm de largo, teniendo en cuenta la capacidad de las instalaciones de producción de la planta.
- *Calentamiento.*- A continuación se calienta el *billet*, en un horno de túnel a una temperatura entre 800 y 900 °C. En esta etapa, el metal alcanza un mayor grado de capacidad de deformación plástica, con lo que se reduce la presión necesaria para las siguientes operaciones de transformación.
- *Extrusión.*- En esta operación se obtiene, en una sola pasada, una pieza o pretubo de gran diámetro con paredes muy gruesas. En la práctica el extrusor es una prensa en la cual el *billet*, previamente recalentado, es forzado a pasar a través de una matriz calibrada. El pistón que ejerce la presión tiene un mandril que perfora el *billet*. Esta operación se realiza a alta temperatura, por lo cual las operaciones posteriores se efectúan en atmósferas controladas con enfriamientos rápidos para impedir la oxidación superficial del pretubo.
- *Laminación.*- Es una operación en frío que consiste en pasar el pretubo a través de dos cilindros que giran en sentido contrario. Además del movimiento rotatorio, los tubos cilíndricos tienen un vaivén en sentido longitudinal, en tanto que el pretubo, al cual se ha insertado un mandril, avanza en forma helicoidal. Con ello se obtiene una reducción en el espesor de la pared del tubo, manteniéndose la sección perfectamente circular. La operación de laminación en frío produce tubos de alta dureza llamados también de temple duro.
- *Estirado o trefilado.*- La reducción sucesiva de diámetros para obtener los diversos productos comerciales se efectúa en una operación en frío llamado trefilado, que consiste en estirar el tubo obligándolo a pasar a través de una serie de matrices externas y de un calibre interno conocido como mandril flotante. La operación industrial se lleva a cabo en una máquina llamada *bull block* donde la extremidad del tubo está apretada por una mordaza montada en un cilindro o tambor rotatorio que produce la tracción.

- *Recocido.*- La deformación plástica en frío origina un endurecimiento del metal que trae como consecuencia una pérdida en la plasticidad. Los sucesivos trefilados aumentan este endurecimiento y dan lugar a un mayor peligro de rotura del tubo. Por esta causa se emplea un tratamiento térmico llamado recocido, para una recristalización del cobre que permite recuperar las características de plasticidad.
- *Acabado.*- Al final del ciclo de producción se obtiene un tubo recocido, presentado en rollos de alta calidad. A estos tubos se les puede aplicar un revestimiento externo de protección o aislante para diversos usos, o efectuar un acabado interno muy liso para aplicaciones especiales.
- *Control de calidad.*- El tubo terminado se somete a pruebas para determinar imperfecciones, siendo usuales las de ultrasonido y de inducción electromagnética por corrientes de Foucault o Eddy, que permiten detectar grietas y otras imperfecciones en el interior de la pared del tubo.
- *Embalaje.*- Los tubos de cobre recocido o los del temple blando se presentan en rollos que son embalados cuidadosamente para evitar deformaciones por los movimientos. Los tubos laminados en frío de temple duro se presentan en tiras, generalmente de 6 metros de largo, las cuales se empaquetan en atados para su transporte a los lugares de uso.

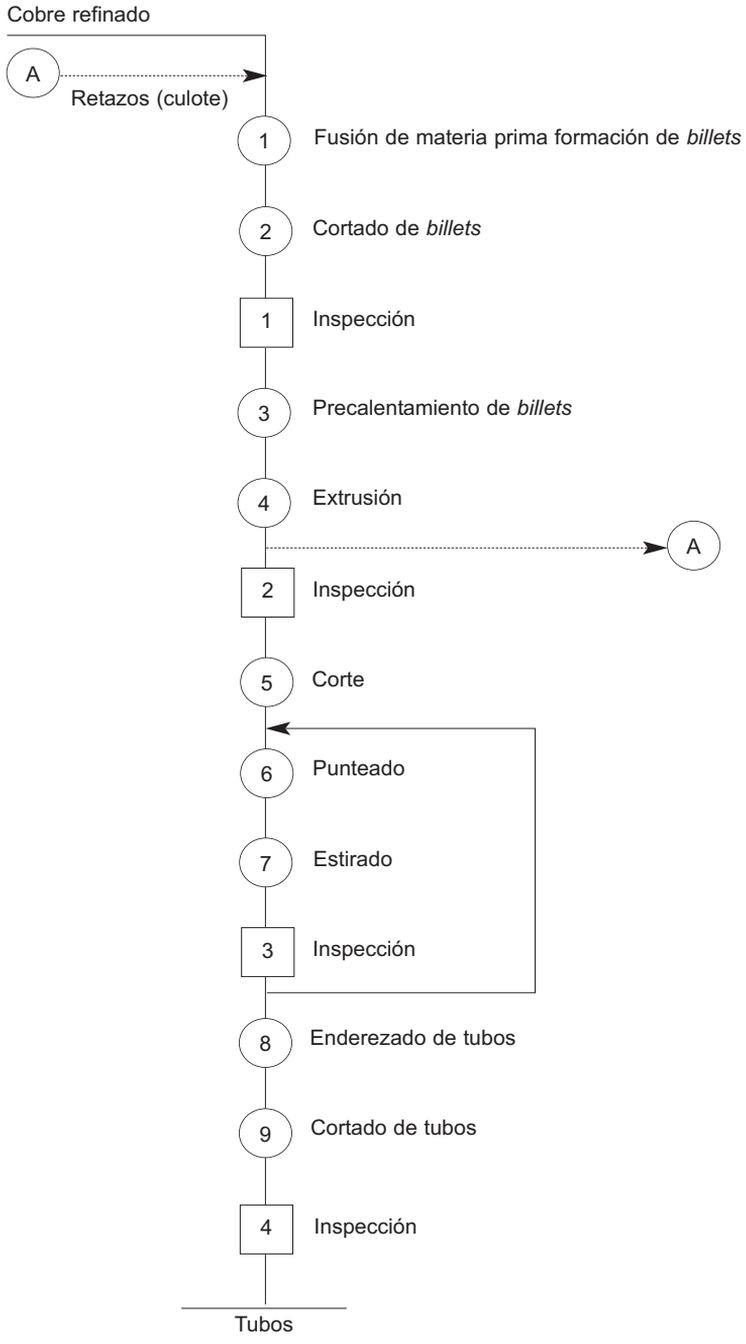
El diagrama 1 muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso (D.O.P.) de tubería de cobre flexible por el método de extrusión en caliente, el diagrama 2 el D.O.P. de tubería de cobre rígida por el método de extrusión en caliente y el diagrama 3, el diagrama de flujo del ciclo de producción de tubos de cobre sin costura.

Diagrama 1
D.O.P. de tubería de cobre flexible por el método de extrusión en caliente



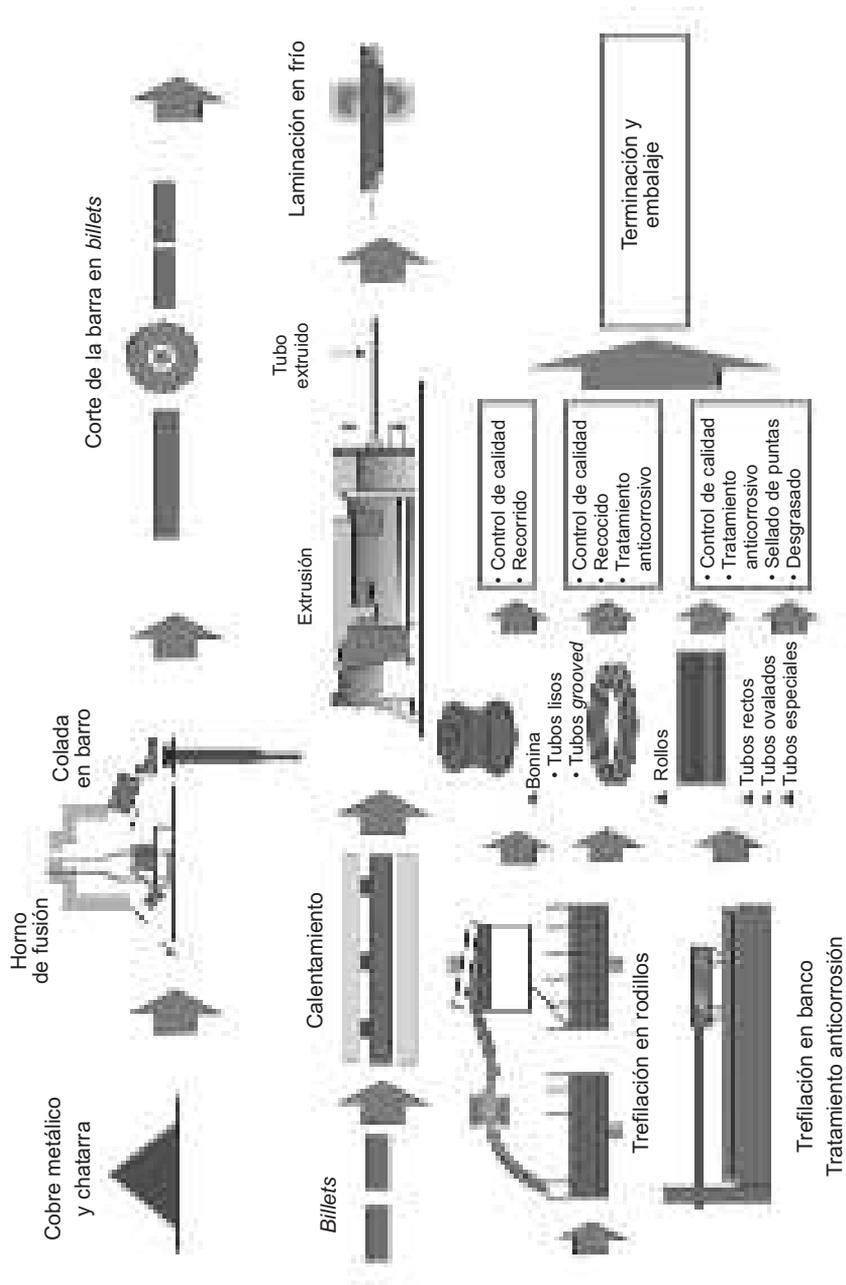
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 2
DOP de tubería de cobre rígida por el método de extrusión en caliente



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3
Diagrama de flujo del ciclo de producción de tubos de cobre sin costura



Fuente: *Procobre* 1, 2000.

3.2 Método de *cast and roll*

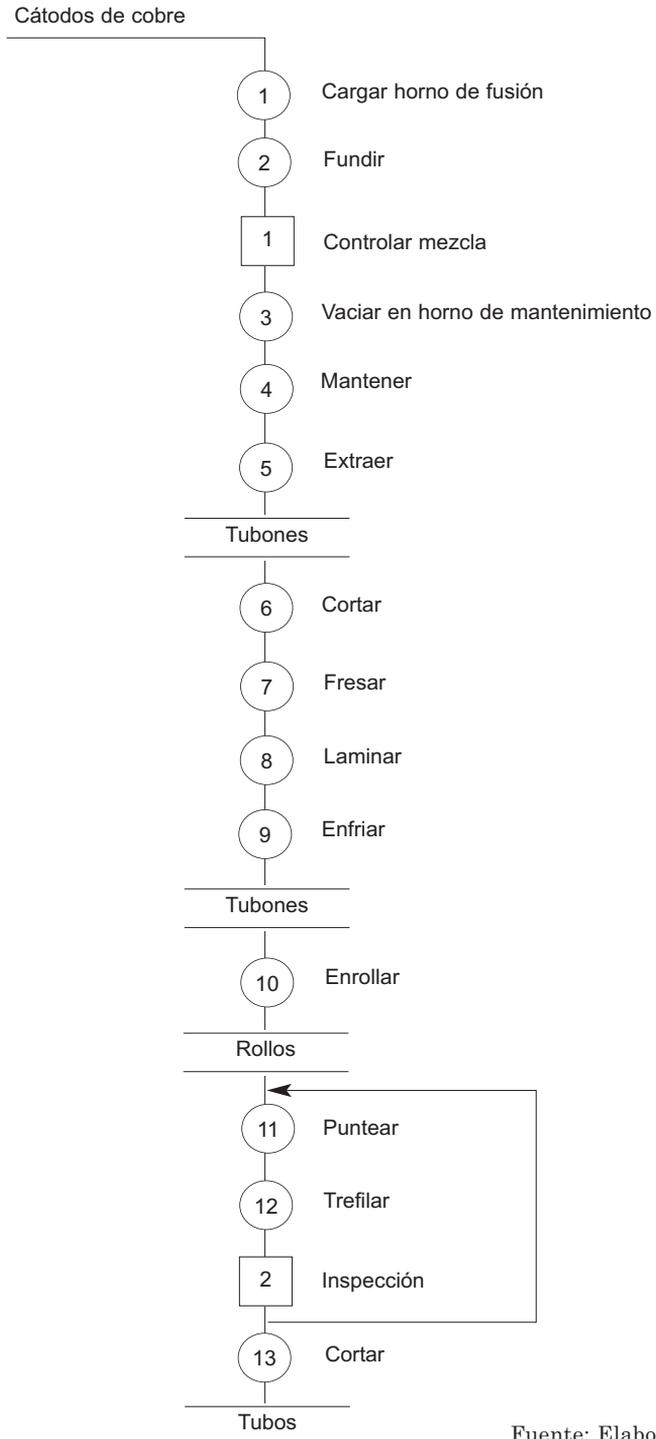
La base de la tecnología *cast and roll* es el laminado planetario, originalmente aplicado para el laminado en caliente de barras y tubos de acero. Al hacer uso de este método se logra una reducción en el producto de más de 90%. Una reducción tan rápida, como es natural, incrementa la temperatura en el material procesado y para el caso del cobre este aumento es lo suficientemente alto como para alcanzar temperaturas mayores al punto de recristalización sin necesidad de ningún tipo de precalentamiento, facilitando el proceso.

El proceso *cast and roll* ofrece muchos beneficios para el fabricante. Por ejemplo, debido al rápido incremento de temperatura se observan ahorros de energía, ya que no es necesario un precalentamiento del material, y, por otro lado, se obtiene una homogeneización de los tubones debido a una recristalización dinámica. Esto trae como resultado una estructura uniforme, similar a aquella obtenida bajo el método tradicional. Otra ventaja es que en el proceso no existen ni el tiempo ni las condiciones para un crecimiento excesivo del grano, este se mantiene en un nivel de 15 a 40 micras debido al tiempo y la baja temperatura de procesamiento. Un tamaño original pequeño de grano beneficia la calidad de la superficie de los productos terminados.

Por otro lado, los costos de producción también son menores que en los procesos convencionales. Existe un ahorro en energía, como ya se mencionó, y el costo de las herramientas y mantenimiento de equipos es también inferior. La productividad de la mano de obra puede ser de alrededor de 0,5 t/h-h.

La calidad de los productos es también muy competitiva. Debido a que se trabaja en una atmósfera inerte, la superficie interior del tubo es lisa, brillante y libre de rastros de carbón. La superficie exterior es también de una calidad superior, siempre y cuando se mantenga en correcta operación y control de los procesos de laminado y enrollado de los tubos.

Diagrama 4
DOP de la tecnología cast and roll



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Proceso de producción para el proyecto

El proceso de producción se inicia con la fusión adecuada de las materias primas, como son el cobre DHP (desoxidado de alto fósforo, por sus siglas en inglés) y chatarra de cobre; en un horno de fusión. De dicho horno se extraen regularmente muestras para el análisis químico del metal líquido; esto permite controlar y corregir el contenido de impurezas.

El metal fundido es colado en la máquina de colada continua donde tanto el enfriamiento de las paredes del molde como la acción directa del agua de refrigeración de la lingotera de la máquina de colada permiten una rápida solidificación del metal.

La pieza fundida, procedente de la máquina de colada, es cortada en una determinada longitud para que pueda ser extruida en la prensa de extrusión. Las piezas así obtenidas se llaman *billets* o tochos.

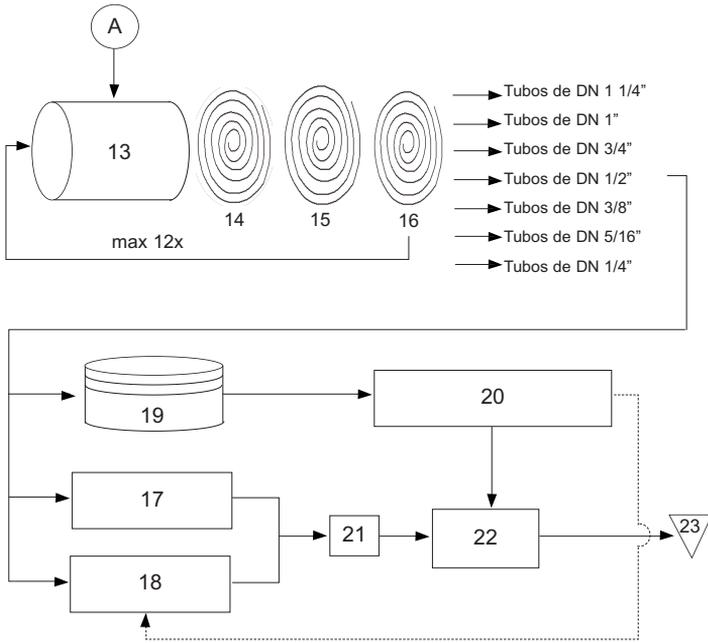
Una vez que se ha cortado el *billet* a la longitud requerida, se calienta en un horno para llevarlo a la temperatura de extrusión.

El *billet* calentado es introducido en el contenedor de la prensa de extrusión donde se realiza la extrusión. Los valores de las diferentes variables de extrusión, como la velocidad, la presión, la temperatura del contenedor, etcétera, deben ser conocidos. Asimismo, se realiza la lubricación para una menor resistencia a la extrusión. Finalizado el proceso de extrusión, el resto del *billet* no extruido, al que se le denomina culote, es eliminado mediante una sierra circular o cizalla para poder continuar con los siguientes procesos. Estos restos de material regresan a la fundición.

Después, el tubón obtenido es estirado en los bancos de estirados hasta conseguir tubos de dimensiones intermedias de 1½ pulgada de diámetro nominal. Y luego, para obtener los tubos de dimensiones finales o comerciales, el tubo en proceso es llevado al bloque horizontal de 60 pulgadas.

Luego, los tubos obtenidos son enderezados para lograr una rectitud ideal. Dependiendo de si estos tubos son para uso de refrigeración, pasarán al horno de recocido con atmósfera inerte, para obtener tubos de temple blando. Al final del ciclo de producción, se tiene un tubo recocido, presentado en rollos de 18 metros de alta calidad. También se obtienen tubos de temple duro, que son los que no han pasado por el horno de recocido y son para otros usos.

(continuación)



Leyenda

1. Horno de fundición
2. Colada continua
3. Extrusora
4. Cuba de enfriamiento (agua)
5. Depósito de intermedio de enfriamiento (mesa)
6. Banco de estirado de 90,000 Lbs.
7. Depósito intermedio N.º 1
8. Banco de estirado de 50,000 Lbs.
9. Depósito intermedio N.º 2
10. Banco de estirado de 25,000 lbs.
11. Sierra N.º 1
12. Depósito intermedio N.º 3
13. Bloque de estirado horizontal
14. Depósito intermedio N.º 4
15. Depósito intermedio N.º 5
16. Depósito intermedio N.º 6
17. Enderezadora N.º 1
18. Enderezadora N.º 2
19. Enrolladora
20. Horno de recocido
21. Sierra N.º 2
22. Empaque
23. Almacén de productos terminados

Fuente: Elaboración propia.

La tecnología aplicada para el proyecto fue de extrusión en caliente con estirado en frío mediante bancos de estirado. Debido al poco volumen de producción (1.301 toneladas anuales) se decidió por esta tecnología de segunda debido a sus bajos costos de inversión.

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El proyecto de tuberías de cobre con ventas anuales de 1.301 toneladas requeriría la siguiente inversión:

Cuadro 2
Inversión (US\$)

Total inversión fija tangible (sin IGV)	4.195.000
Total inversión fija intangible	1.034.000
Capital de trabajo	6.349.000
Total inversión inicial (sin IGV)	11.578.000
IGV	791.000
Total inversión inicial (con IGV)	12.369.000

Elaboración propia.

Se previó una estructura financiera inicial de 60% de aporte propio y 40% de deuda. Luego de confeccionar el estado de pérdidas y ganancias, proyectar los flujos de caja y hacer el balance general, el resultado fue una ingrata sorpresa: el proyecto, a pesar de los niveles de ventas iniciales, no era atractivo.

Por ello, al efectuar el análisis de sensibilidad para conocer en cuánto deberían aumentar nuestros niveles de ventas a una tasa interna de retorno financiero del 40%, se concluyó que debería aumentarse en un 103%; esto quiere decir que las ventas no podían ser menores de 2.640 toneladas anuales, lo que equivaldría al 55% de la participación del mercado para el período comprendido entre 1991 y el 2000.

Pero, ¿cuál hubiera sido la participación estimada en el mercado de la Comunidad Andina, con un volumen de ventas no menor de 2.640 toneladas para el período de vida útil proyectado entre los años 2005 y 2014? Para estimar esta participación nos ayudaremos con los siguientes cuadros:

Cuadro 3
Demanda potencial estimada de tubos de cobre
de los países de la Comunidad Andina (en toneladas)

	Perú	Bolivia	Colombia	Ecuador	Venezuela	Total
Factor	1,00	0,13	6,23	0,80	5,90	10.615,30
Demanda potencial	755	98,15	4.703,65	604	4.454,50	10.615,30

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4
Promedio de las proyecciones de la demanda histórica de tubos de cobre de
los países de la Comunidad Andina para el periodo 2005-2014 (en toneladas)

	Perú	Bolivia	Colombia	Ecuador	Venezuela	Total
Promedio demanda proyectada 2005-2014	657,52	72,14	3.584,05	455,10	1.212,59	5.981,40

Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que la participación estimada en el mercado hubiese estado en un 44%, aproximadamente.

De todos modos, el proyecto, como fue planteado, implicaba un alto riesgo al no contarse con experiencia previa en este tipo de industria. Ello obligaría a buscar un socio estratégico europeo (alemán o italiano) o asiático.

5. INTERVENCIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA

En el 2006 se continuó con el proyecto, con la esperanza de que pueda concretarse y con nuevas normas técnicas estadounidenses relativas al uso de equipos de aire acondicionado y refrigeración que favorecerían el estudio.

A estas condiciones favorables, se suma, en noviembre del 2006, el Decreto Supremo 015-2006-Mincetur, que da luz verde a la fabricación de tuberías de cobre al excluir esta actividad industrial de la relación de actividades no permitidas en los Centros de Exportación, Transformación, Industria, Comercialización y Servicios (Ceticos). Así, el proyecto tendría un nuevo enfoque:

- La planta estaría ubicada en Ilo, por la cercanía al puerto y a la materia prima, que se obtendría de Southern Perú; asimismo, se aprovecharían las ventajas tributarias de la zona franca industrial (Zofri).
- La producción —de 1.000 toneladas mensuales— sería prácticamente para la exportación, la planta trabajaría como maquiladora para el mercado asiático y no habría necesidad de hacer un estudio de mercado. Tampoco se requeriría comprar la materia prima, porque la adquiriría el inversionista de un país asiático.
- Los equipos serían todos nuevos y de tecnología moderna, *cast and roll* de procedencia china para reducir el costo de mano de obra. La fábrica también produciría los accesorios de los tubos de cobre o *fittings*.
- El 70% de la producción de la planta se destinaría a tubos ACR (aire acondicionado y refrigeración). Y el 30% de la producción restante a la fabricación de tubos sanitarios.

En enero del 2007, el estimado del proyecto ascendía a US\$11.650.000, sin considerar intereses preoperativos ni amortización preoperativa.

6. CONCLUSIONES

Proyectos como este siempre se presentarán, pero se requerirá el tino, la decisión, el coraje y la confianza de las partes involucradas para aprovechar estas oportunidades y convertir los proyectos en realidad.

En un primer momento, el gas de Camisea generó muchas expectativas a diversos inversionistas. Pero en el caso del uso de tuberías de cobre para transportar el gas doméstico, la falta de una normatividad técnica dejó a los inversionistas en libertad de usar cualquier

material y este prefirió utilizar tuberías de polietileno de media densidad. Esta contingencia hizo innecesaria la instalación de una planta industrial de fabricación de tuberías de cobre.

En un segundo momento, los cambios climatológicos que se están experimentando en nuestro planeta pareciera han motivado que se introduzcan modificaciones en la normatividad técnica referida a los equipos de aire acondicionado y refrigeración, que, inicialmente, se consideraron una oportunidad.

Proyectos como el de las tuberías de cobre, que son de largo aliento, pueden generar un desarrollo sostenido por su efecto multiplicador, pues involucran a diversos sectores de la economía, que requieren personal técnicamente adiestrado. Por lo demás, son un ejemplo de la importancia del nexo sector estatal-sector privado para el desarrollo nacional.

Por tanto, se deben crear mecanismos legales y técnicos con el fin de que ambos sectores afronten juntos los nuevos desafíos para alcanzar un desarrollo sostenido y el bienestar de la sociedad peruana.

BIBLIOGRAFÍA

- Briceño Reynel, Adolfo. “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta industrial para la fabricación de tuberías y accesorios de cobre”. Tesis para optar el título de ingeniero industrial. Código de clasificación T/673.383/B83. Lima: Universidad de Lima, 2003.
- Gibellini, Renato y Paola Hoskins. *El estudio de mercado en la formulación de proyectos para la iniciación de negocios*. Lima: Desarrollo Gráfico, 1999.
- Hayes, Robert; Pisano, Gary y David Upton. *Strategic Operations*. The Free Press, 1996.
- Procobre. “El tubo de cobre. La elección profesional alrededor del mundo”. *Boletín del Centro de Promoción del Cobre (Procobre)*. Lima, 2000.