

Gestión del Programa de Investigación y Desarrollo en la Industria de Tuberías de Acero para la Energía

Juan Carlos González Sánchez
Director de Producto, Tenaris S.A.
Buenos Aires, Argentina, jcgonzalez@tenaris.com

1 – Introducción

La industria de la energía reúne diferentes segmentos entre los que se encuentran las actividades de exploración y producción de hidrocarburos, el procesamiento posterior en plantas petroquímicas, así como las plantas generadoras de energía. La demanda energética creciente que se registra actualmente a nivel global y sus perspectivas futuras definen al sector energía como de extrema criticidad. El agotamiento de yacimientos tradicionales y la búsqueda de nuevas fuentes de petróleo y gas implican avanzar en áreas donde las condiciones de servicio son muy críticas, tanto por la profundidad a alcanzar, la presencia de altas temperaturas y presiones, como por los ambientes extremadamente corrosivos ^[1].

En el caso de exploración y producción de hidrocarburos hay un incremento importante de las explotaciones “off-shore” y dentro de las mismas los yacimientos en aguas profundas, “deep water”, Fig 1. Los equipos e instalaciones son sometidos a condiciones muy exigentes de servicio donde altas temperaturas y presiones ^[12] son cada vez más comunes, junto con ambientes muy corrosivos, siendo necesario disponer de materiales, aceros y aleaciones, de muy alta calidad para enfrentarlas. Proveer soluciones para esta industria es un importante componente en la definición de programas de desarrollo de aceros y productos tubulares.

La generación de energía es otro importante sector industrial donde las nuevas centrales supercríticas y ultra-supercríticas, que persiguen un aumento de la eficiencia y una disminución de la contaminación ambiental, presentan situaciones de servicio muy comprometidas en términos de materiales (resistencia al creep a temperaturas que superan los 650°C y altas presiones de vapor), siendo esto otra razón importante para los esfuerzos de desarrollo de nuevos aceros y aleaciones.

Los tubos de acero sin costura para el sector energético constituyen un segmento de producto caracterizado por una constante inversión en I+D. Tenaris es una compañía líder, de presencia global, en la producción y suministro de tubos sin costura, y sirve los mercados del petróleo y gas, la energía en general y los tubos para aplicaciones mecánicas. Tenaris realiza una importante actividad de I+D, desarrollando soluciones orientadas al cliente ^[1,2].

2 – Programa de Desarrollo de Producto

La compañía invierte fuertemente en desarrollo de nuevos productos, mejoría de productos existentes y también en innovaciones y mejoras de los procesos de manufactura. Anualmente se establece un programa de desarrollo de producto que contempla actividades en todos los segmentos de tubulares. Para su establecimiento se inicia con la colección de ideas y problemas que sería importante resolver. Las fuentes de “inputs” se indican en la Tabla 1. Se destaca la importancia que tiene la percepción de las necesidades del mercado, tanto a través del análisis de las tendencias en tecnología, nuevos desarrollos tecnológicos que la industria en particular adopta y la evolución del I+D en organismos públicos y privados.

El programa es aprobado y monitoreado por la alta gerencia, requiriendo frecuentes reportes de avance y estableciéndose métricas para evaluar los resultados y la metodología empleada. El programa sigue los lineamientos establecidos en la norma ISO para diseño ^[10].

El modelo seguido se muestra en Fig. 2. Las ideas transformadas en proyectos constituyen el programa. Los objetivos del programa son:

- ✓ Desarrollo de Nuevos Productos
- ✓ Mejoría de Productos Existentes
- ✓ Mejoría en Procesos de Fabricación e Inspección
- ✓ Innovación en Procesos
- ✓ I+D Exploratorio (Básico y Aplicado)

La compañía Tenaris invierte fuertemente en I+D aplicado a tubos sin costura, conexiones Premium para petróleo y gas, aceros y aleaciones especiales y en procesos de acería, laminación en caliente, tratamiento térmico de aceros e inspección no destructiva. Más de 150 científicos y ingenieros constituyen el staff de sus centros de I+D.

3 – El modelo de innovación

El proceso innovador no siempre implica investigación básica sino que puede originarse en la materialización de ideas que utilizan principios existentes combinados en forma original. La confrontación de ideas, a través de visiones independientes, apoyadas en buen conocimiento técnico y científico, son excelentes ambientes para nutrir el proceso innovador ^[3].

El proceso innovador está fundamentalmente basado en la disponibilidad de recursos humanos capacitados y motivados adecuadamente.

Nuestro modelo tiene raíces profundas en interpretación de las necesidades del mercado, entrenamiento de recursos humanos, promoción de la investigación científica y tecnológica, y una organización de desarrollo de producto global con dependencia directa de la alta gerencia.

Podríamos esquematizar nuestro modelo asimilándolo al de Kline con algunas modificaciones, Fig. 3. Tenemos centros de I+D especializados, que se complementan entre sí, que continuamente están pensando en aplicaciones científicas a las necesidades de mercado y de mejoría de procesos. Adicionalmente, los investigadores están, en un cierto porcentaje, inmersos en temas básicos y académicos ^[4].

4 – Los Centros de Investigación

Tenaris tiene centros propios de I+D que proveen soporte científico y tecnológico al programa de desarrollo de producto. Constituyen un elemento estratégico en nuestro plan de diferenciación.

En Argentina está el Centro de Investigación Industrial de Tenaris (CINI) que tiene una alta especialización en modelado numérico, “finite element análisis”, mecánica de fractura, metalurgia física y mecánica, corrosión y ensayos a plena escala de material tubular ^[11]. En México hemos recientemente inaugurado el “TenarisTamsa R&D Center” donde se conduce investigación sobre metalurgia y tecnología de la soldadura eléctrica, se trabaja en metalurgia física de aceros microaleados y se cuenta con uno de los laboratorios más importantes a nivel global para el ensayo a plena escala de material tubular.

En Italia las actividades están focalizadas en los productos tubulares de aplicación mecánica, tanto para autos, maquinarias o estructurales, y para los tubos diseñados para servicio a altas temperaturas resistentes al creep. Nuestra actividad en Italia está basada en recursos propios y también una participación en el Centro Sviluppo Materiali SpA de Roma, siendo este último un reconocido centro de investigación y desarrollo.

Este “network” de centros de I+D, donde en cada uno hay esfuerzos concentrados para potenciar especialidades y competencias, respetando ciertas disciplinas transversales que deben estar presentes en todo el sistema, como la metalurgia física de aceros y el testing, ya sea mecánico, químico o de corrosión, es un aspecto muy fuerte de nuestro sistema industrial que apoya no solo al desarrollo sino al entrenamiento y capacitación de recursos humanos de alto nivel.

5 - Actividades con la Industria

El programa de desarrollo contempla la mayoría de sus actividades centradas en el “network” de centros de I+D propios y también preve una fuerte participación en programas conjuntos con otras empresas, universidades e institutos. Estas vinculaciones con los entes externos se hacen por medio de “Joint Industrial Programs”, “Multisponsored Programs” o contratos directos con terceros, ya sea una universidad o una empresa proveedora de servicios de I+D. Estos programas cooperativos incluyen temas de interés para la industria como “desarrollo de linepipe de alta performance”, “materiales para servicio en ambientes ácidos”, “corrosión carbónica”, etc.

La participación en los organismos internacionales, regionales y locales de normativa es también una importante actividad dentro de nuestro grupo. Mantenemos activa participación en los grupos de trabajo de API (American Petroleum Institute), ISO, NACE, ASTM, CEN, etc., donde la industria define los requerimientos para materiales y métodos de análisis ^[2].

6 – La relación con Universidades

Concientes de la necesidad de disponer de recursos humanos de alto nivel, nuestro apoyo a la educación técnica en niveles de grado y para graduados es intensa. Mantenemos varios programas con Universidades públicas y privadas, en los países donde están radicadas las unidades productivas y también con instituciones de prestigio a nivel global ^[5].

En el campo de la educación superior, la principal iniciativa actual es “Roberto Rocca Education Program”, que fue iniciada en 2005. Recibe este nombre en honor a Roberto Rocca que sirvió como chairman de Techint desde 1978 a 2002. El principal objetivo del programa es apoyar la obtención de doctorados en áreas de materiales, metalurgia e ingeniería. También consta de un programa importante de becas para estudiantes de grado de los siguientes países: Argentina, Brasil, Italia, México y Rumania.

Una de las herramientas que utiliza Tenaris para atraer estudiantes de los últimos años y introducirlos a la industria del acero son las prácticas rentadas de verano. Esta es una actividad muy interesante que permite despertar vocaciones profesionales, promover la industria del acero y demostrar que aún siendo un sector maduro está lleno de oportunidades para el desarrollo profesional. Durante 2005, aproximadamente 280 jóvenes participaron del programa.

Concientes de la necesidad de atraer jóvenes profesionales talentosos a nuestra industria en expansión tenemos un programa de reclutamiento denominado “Global Trainee Program”. El programa dura dos años. Luego de un entrenamiento corporativo los participantes son incorporados a distintas áreas de manufactura donde materializan una experiencia en planta, junto con cursos para completar su formación. Al finalizar, los que logran una evaluación positiva son incorporados a la empresa. Cada edición admite más de 50 profesionales.

En la Universidad Nacional de Buenos Aires hemos colaborado en la organización del Posgrado en Siderurgia (desde 1994), habiendo aportado más de 100 ingenieros de TenarisSiderca como estudiantes, y en la Maestría en Siderurgia desde 1998, con once tesis pertenecientes a la empresa.

7 – Propiedad Intelectual

El sector Propiedad Intelectual es parte del departamento Desarrollo de Producto, sus miembros están activos dentro del mismo ambiente donde se diseñan productos y donde las investigaciones tienen lugar. Lo vemos como un sector con importancia creciente. Incluimos las siguientes actividades:

- ✓ análisis de competidores,
- ✓ vigilancia tecnológica,
- ✓ aplicaciones de patentes y su seguimiento,
- ✓ contratos de I+D con terceros
- ✓ análisis de acuerdos de confidencialidad

Operamos un sistema de alerta tecnológica concentrado en los productos tubulares, aceros, componentes y tecnologías relacionadas.

8 – Resultados del Programa de Desarrollo

Los esfuerzos en I+D han contribuido al desarrollo de productos tubulares sofisticados, siendo estos muy apreciados en el mercado petrolero. Entre estos productos se encuentran tubos linepipe de alta performance para servicio en ambiente sour, así como varias formulaciones para tubos OCTG destinadas a servicios críticos, tanto a baja temperatura como para condiciones corrosivas severas^[1,2,13].

Para el desarrollo de nuevos productos, ya sea aceros o componentes diversos, se utiliza una estrategia de selección que puede caracterizarse como de embudo (Fig. 4). Inicialmente, un proyecto puede contemplar el análisis de una serie de “candidatos”, surgidos tanto de análisis teóricos como de experiencias previas. Luego se fijan etapas de revisión (“gates”) que generalmente son ensayos predefinidos en el proyecto, donde se evalúan las propiedades mecánicas críticas (resistencia, tenacidad, propiedades a baja temperatura y eventualmente a alta temperatura), resistencia a la corrosión y al desgaste. En cada una de estas pruebas se efectúa un ranking de los candidatos y aquellos que no alcanzan al mínimo esperado para la propiedad en cuestión son descartados^[6,7].

Luego, se pasa a pruebas funcionales, como podrían ser las escalas piloto o pruebas en campo, existiendo en la conclusión de las mismas también una cierta reducción en el número de soluciones “candidato”. Finalmente, se inicia la última parte previa al lanzamiento al mercado que se denomina industrialización.

En otros proyectos, donde desde el inicio hay solamente una solución eventual se aplica una teoría de túnel. Las etapas de revisión no implican reducción en el número de “candidatos” bajo análisis. Este cuadro es típico de varios proyectos sobre procesos de manufactura, Fig. 5.

Entre los resultados de los esfuerzos de I+D se encuentran también importantes conexiones para tuberías utilizadas en petróleo y gas, se trata de las así denominadas “juntas Premium”, siendo las TenarisBlue®, TenarisBlue® Dopeless™ y TenarisBlue® NearFlush las más notables, Fig 5. En el caso de las conexiones Premium deben pasar por un testing muy exigente para poder

aprobar las versiones bajo I+D, como así las calificaciones con clientes del mercado, se trata de la norma ISO 13679 que establece esas condiciones de ensayo ^[8].

TenarisBlue® es un producto plataforma que ha originado varios derivados para proveer soluciones específicas a la industria, Fig. 6. Para este desarrollo se constituyó un “grupo de diseño” interdisciplinario, donde el diseño conceptual, el modelado por elementos finitos, la prototipación, los ensayos a escala real y el field test constituyeron la metodología ^[6].

9 – Indicadores, Métricas

La administración del programa de desarrollo de producto requiere de indicadores y métricas, tanto para medir su efectividad como el avance e impacto en diversas áreas ^[9].

Los indicadores de gestión más utilizados son: Progreso (Avance), Intensidad, Impacto, Propiedad Intelectual, Nuevos Proyectos, Tiempo de Desarrollo.

Se definen de la siguiente forma:

Progreso: Gasto Real (\$) / Budget (\$), evaluado para cada línea del programa de desarrollo de producto y procesos. Puede extraerse un indicador promedio para el conjunto del programa.

Intensidad: Gasto Real (\$) / Ventas Totales (\$), evaluado para cada segmento de producto o globalmente por industria. Los valores típicos en la industria del acero para tubos van de 0.5 a 1.5%, contabilizando todas las actividades inherentes al I+D.

Impacto: Volumen de Nuevos Productos (ton) / Volumen Total Vendido (ton), se evalúa en un periodo dado por segmento de producto o globalmente por industria. Los nuevos producto se los contabiliza como aquellos que han sido introducidos en los últimos cinco años (o últimos tres en algunas industrias). Dado que se trata de un indicador de participación de los nuevos productos en las ventas totales, la unidad elegida es toneladas, pues sino el precio desvirtuaría al indicador.

Propiedad Intelectual: se cuantifican para cada periodo tanto las nuevas patentes otorgadas como las nuevas solicitudes, viendo su incremento por periodos anuales. La evolución de los intangibles es considerado un resultado muy importante del programa de desarrollo.

Nuevos Proyectos: el número de nuevos proyectos en el programa de desarrollo se evalúa anualmente. Se cuentan solo los programas iniciados en el año bajo evaluación, muchos programas importantes duran más de un año, a veces más de dos, y no son contados en este indicador. El indicador trata de evaluar la creatividad, proactividad, actitud propositiva, etc.

Tiempo de Desarrollo (time to market): se le asigna mucha importancia a la rapidez con que los productos están listos para ser comercializados. Este comienza con la aprobación del proyecto hasta su finalización. Llegar primero al mercado con la solución propuesta es un factor clave para tener éxito.

Hay otros indicadores que seguimos como la cantidad de temas que cada investigador o ingeniero lleva simultáneamente. Esto es importante pues permite mantener bajo control la dedicación y foco que debe prestarse a cada tema para no perder profundidad, siendo normal aceptar entre 2 y 4 proyectos por investigador, al menos en dos como responsable y el resto como colaborador principal.

10 – Conclusiones

La investigación y desarrollo aplicada a productos y procesos es un asunto central para proveer soluciones innovativas a los nuevos requerimientos del mercado, desarrollando nuevos productos, mejorando los existentes y permitiendo una diferenciación necesaria para mantener la condición de líder en una dada industria.

Tanto las tareas de I+D como el conocimiento y operación de los complejos procesos de manufactura requieren de recursos humanos con alta capacitación. Los programas con universidades e institutos, tanto en el plano de investigación como en cursos para graduados son partes esenciales de esta ecuación. El esfuerzo en educación se articula en becas, contratos y apoyo a grado y posgrado, siendo un esfuerzo integral que permite finalmente el desarrollo de talentos esenciales para la actividad innovativa y productiva moderna.

El programa de desarrollo de producto se gestiona centralmente con involucración de la alta gerencia. Una serie de métricas e indicadores permiten seguir la evolución y su efectividad. Las actividades de propiedad intelectual se consideran parte de este programa y contribuyen a materializar los activos intangibles en forma de marcas y patentes, aportando ideas e información al programa para su perfeccionamiento.

Referencias:

1 - Modern Pipe Technology Answers to the Present Oil & Gas Industry Needs, J.C.González, T.Ono, E.Dvorkin, Proceedings of China International Tube & Pipe Conference 2004, ITA, Shanghai, China, pp 169-180, Sept 19-21, 2004

2 - Comparative analysis on the OCTG market specifications and standards requirements and their impact on manufacturing technology. P. Olivo, C. Capelli, G. López Turconi, J. C. González.

3 - Tecnología e Innovación en la Empresa, Pere Escorsa Castells, Jaume Valls Pasola, 2da Ed. Alfaomega 2005, ISBN 970-15-0996-X

- 4 - The Innovator's Dilemma, Clayton M. Christensen, HarperBusiness Essentials, 2002, ISBN 0-06.052199-6.
- 5 - Steel Industry and Universities Working Together: The Tenaris Experience” J.C.Gonzalez, D.Krishock, F.Tonolini, R.Topolevsky, AIST 2006, Cleveland, May 2006 (To be published in Steel Technology, 2006).
- 6 - Revolutionizing Product Development, Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality, Steven C. Wheelwright, Kim B. Clark, The Free Press, 1992, ISBN 0 02 905515-6
- 7 - Experimentation Matters, Stefan H. Thomke, Harvard Business School Press, 2003, ISBN 1-57851-750-8
- 8 – Petroleum and Natural Gas Industries, Procedures for testing casing and tubing connections, ISO 13679:2002, 1st Edition.
- 9 – Product Development Metrics Portfolios, The Management Roundtable, 2003 workshop, Boston, MA. www.ManagementRoundtable.com
- 10 – Quality Management Systems, Requirements, ISO 9001-2000
- 11 – Finite Element Analysis in the steel industry. Part 2: analyses of tubular products performance, E.Dvorkin and R.Toscano, Computer & Structures, 81, 575-594, 2003.
- 12 – Design casing addresses needs of deep water HP/HT wells. M.Payne, R.Miller, P.Erpelding, World Oil, July 2006, pp 23-31.
- 13 – Advanced Tubular Goods from Committed Research, Company profile Tenaris, E&P 2005 R&D Report January 2006 pp 52-53. www.hartenergy.com

Tabla 1 – Fuentes de Ideas para establecer el Programa de Desarrollo de Producto.

Origen	Idea / "Input"
Unidades Comerciales, "Business Unit"	Tendencia del Mercado
	Benchmarking
	Evaluación Necesidades de Clientes
Departamento Desarrollo de Producto	Análisis de Factibilidad
	Departamentos Técnicos de Clientes
	Organos de Normativa
	Foros Técnicos y Conferencias
Propiedad Intelectual	Análisis de Patentes y Alertas
Unidades de Producción, Fábricas	Límites de Procesos y / o Tecnología
	Límites de Capacidad
Centros de I+D	Universidades e Institutos
Comunidad Técnica	Consultores
	Especialistas

Fig. 1 – Evolución de las Instalaciones Off Shore y Deep Water

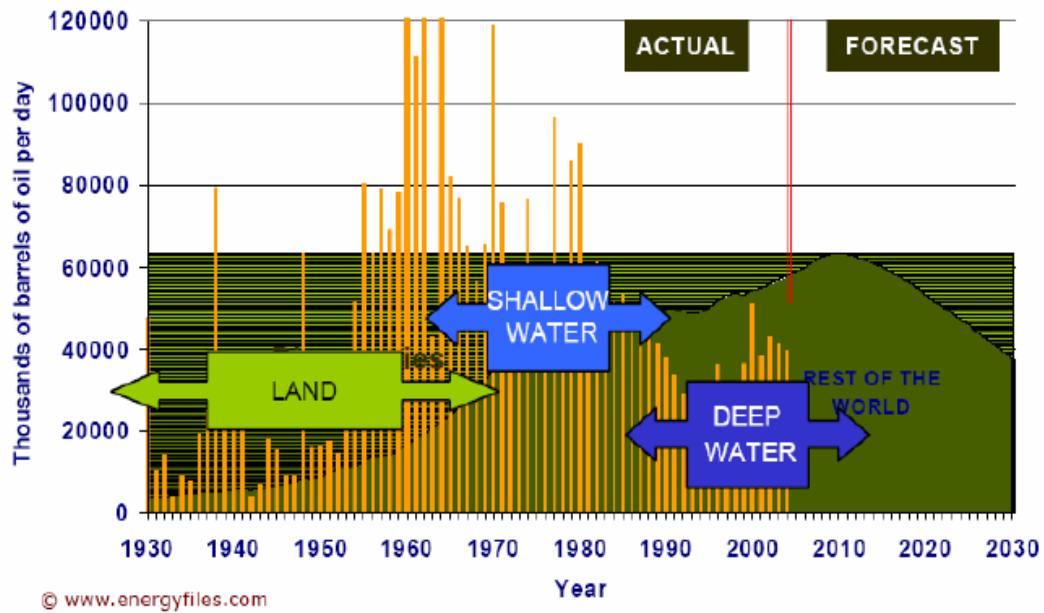


Fig. 2 – Proceso para Establecimiento del Programa de Desarrollo

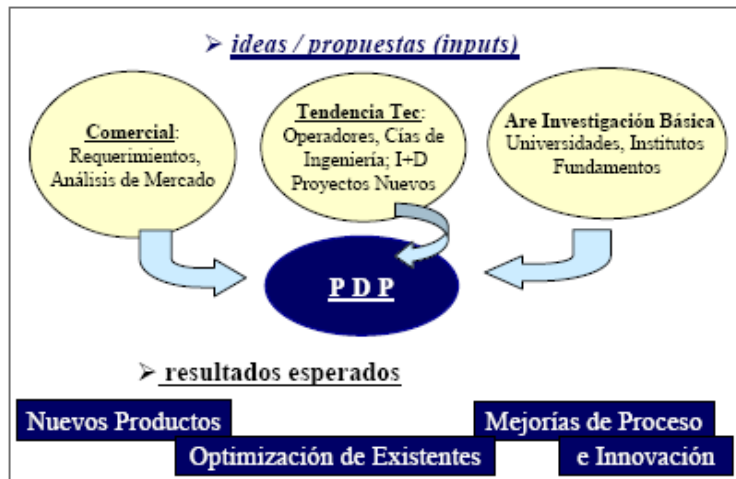


Fig. 3 – Modelo de Innovación

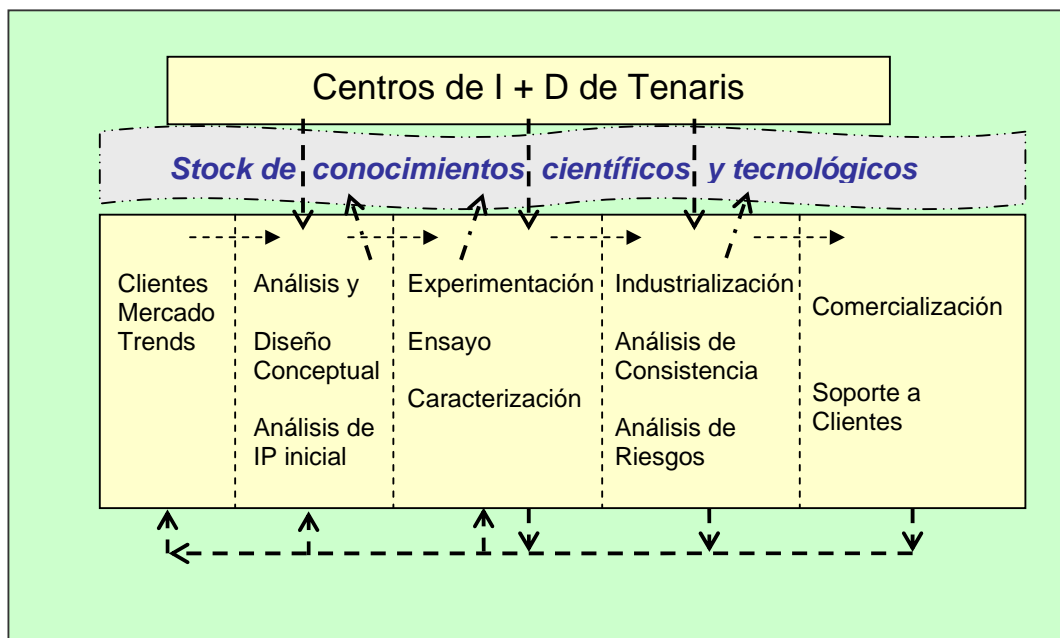


Fig. 4 – Aplicando la selección de alternativas, modelo del embudo.

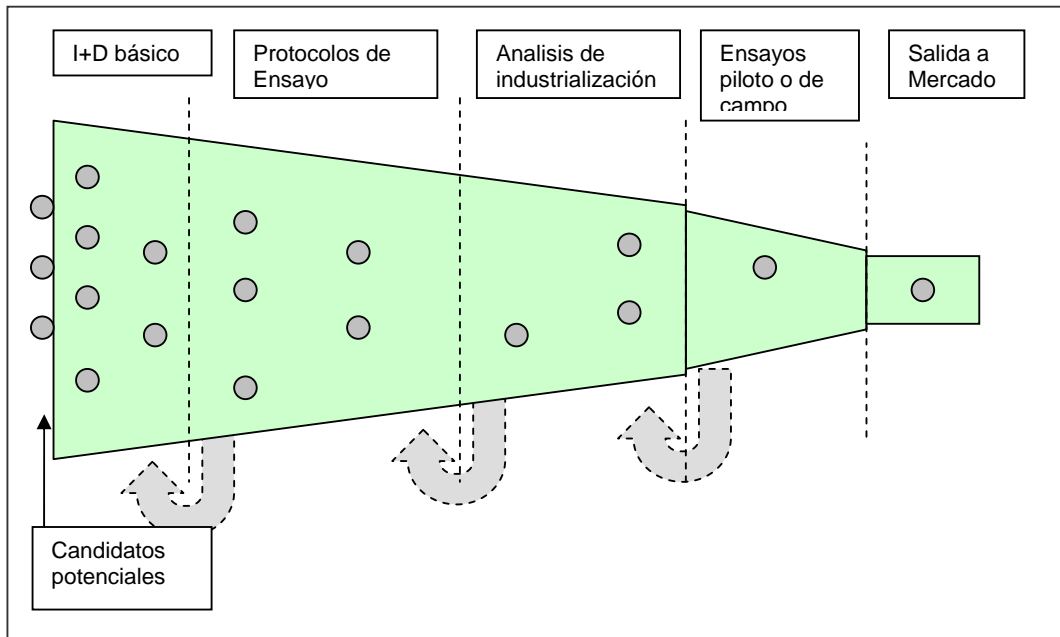


Fig. 5 – Administrando un Programa de Desarrollo con un Modelo de Tunel.

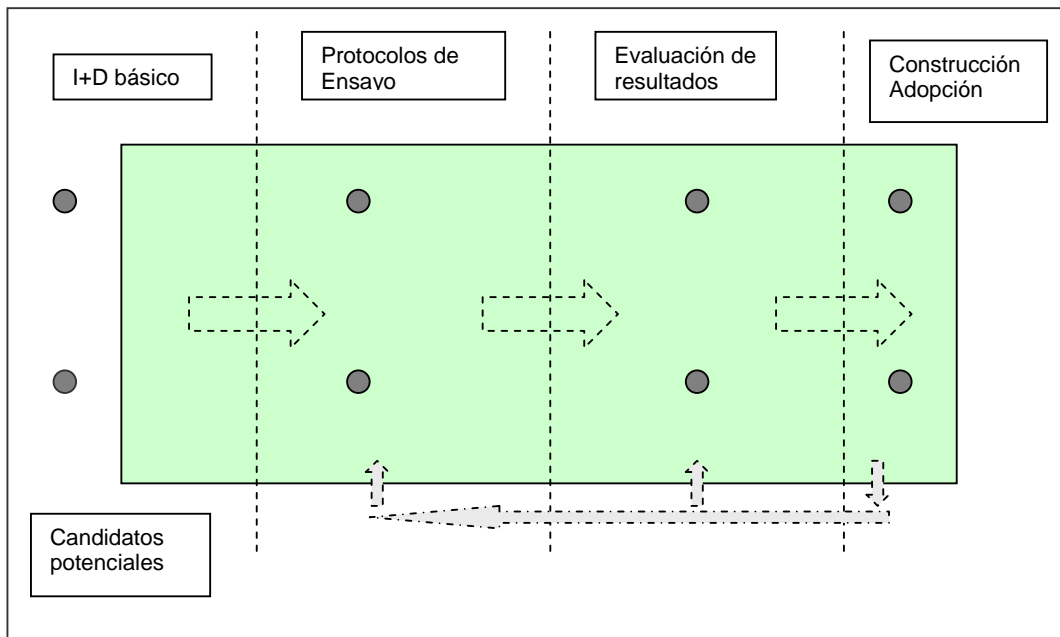
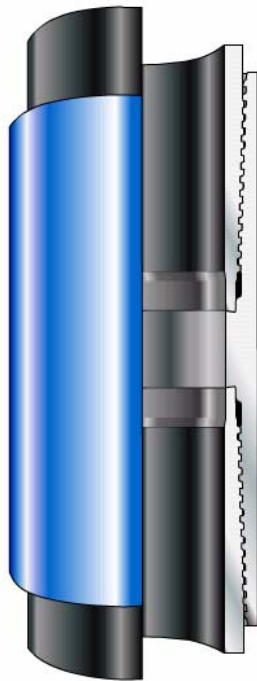


Fig. 6 – Conexión Premium para tubos OCTG.



Conexión TenarisBlue®

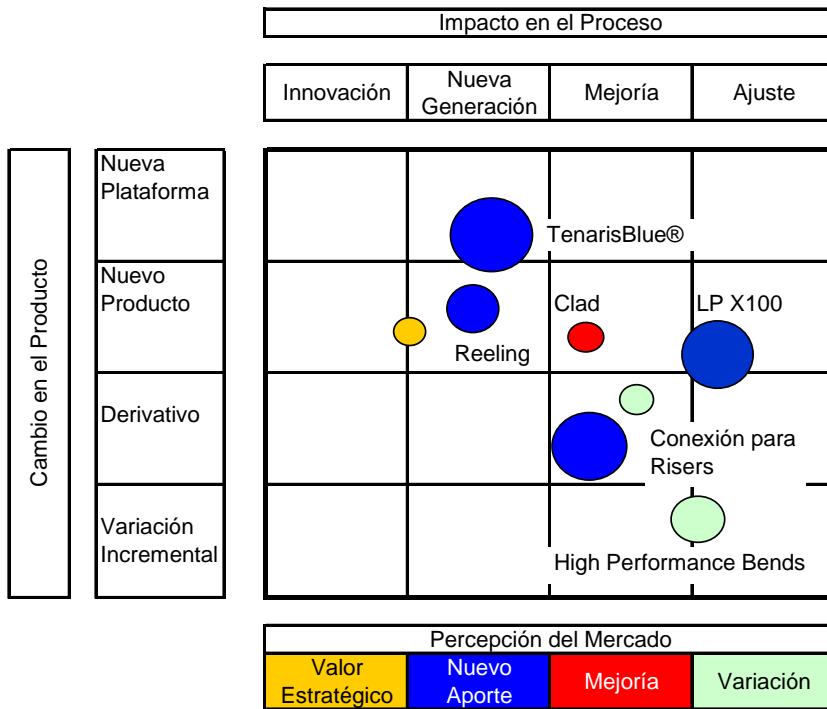
Alta performance en tensión, compresión, presión interna y presión externa.
 Ensayada según norma ISO 13679 Cal IV
 Actualmente desarrollada en la siguiente gama 2.3/8" a 13.5/8" de Diámetro externo de la tubería.

Alta sellabilidad para gases.
 Calificada para servicio a alta temperatura, tanto para producción como para inyección de vapor en pozo.

Derivativos: varias conexiones para usos específicos, i.e.: inyección de vapor, barrera de corrosión, perfil esbelto, etc.

Desarrollo iniciado en 1999

Fig. 7 – Ejemplo de Análisis del Portafolio de Producto



Metodología 4D propuesta para el análisis de Portafolio de Proyectos de Desarrollo de Producto
 Adapted from Wheelright and Clark, 1992