

Boletín informativo de Gestión de Conocimiento en el sur occidente colombiano



Junio 2009

Sumario

En este número

- 1 **Sumario**
- 2 **Indicadores de gestión de conocimiento en una planta de bioetanol.** *Por: Noylan Forero, M.Sc.*

En este documento se analizan algunos indicadores de productividad y de gestión del conocimiento del proceso de producción del bioetanol. El estudio se aplicó a los ingenios azucareros en el Valle geográfico del río Cauca.

Además, se muestran algunas dimensiones bajo las cuales estos indicadores pueden utilizarse para la adquisición de equipos, materiales e insumos pero lo más importante es dar inicio al proceso de innovación a partir de la gestión del conocimiento.

Finalmente, algunas recomendaciones para mejorar la gestión operativa y la gestión del conocimiento con el propósito de contribuir a mejorar las ventajas competitividad de las empresas del sector.
- 9 **En nuestros próximos números...**

Indicadores de gestión de conocimiento en una planta de bioetanol.

Por: Noylan Forero, M.Sc.

Grupo de Investigación en Gestión Tecnológica

noyfor04@gmail.com

En Colombia el sector de bienes de capital (máquinas y herramientas) presenta un bajo nivel de desarrollo debido a la alta dependencia de tecnología extranjera la cual no ha sido por falta de capacidad ni de creatividad sino porque ha faltado visión comercial para impulsar el desarrollo de este sector. Esta dependencia ha llevado a que no se aproveche el potencial que existe en el país para generar tecnología propia.

Estas costumbres obedecen al efecto del entorno en el que adormecemos: de las 711 patentes colombianas registradas en los últimos 40 años, 223 están avaladas por organizaciones de origen colombiano y al menos uno de sus inventores tiene nacionalidad colombiana; de este último subconjunto, 7 patentes pertenecen a universidades y las restantes 216 están distribuidas en organizaciones de múltiples sectores.¹

Una sola de las grandes multinacionales como General Electric, dispone de un cuadro de inventores con los siguientes registros individuales:

Un inventor con más de 175 patentes; un inventor con más de 150 patentes; dos inventores con registros de 100 a 149 patentes; tres inventores con registros de 75 a 99 patentes.

Cifras que plantean escenarios tan disímiles no pueden continuar siendo aceptadas, la educación de la población estudiantil de todo nivel, incluyendo el doctorado y de las directivas empresariales sobre los tópicos relacionados con la innovación y con la investigación que genere ideas patentables es una urgencia manifiesta. Es de considerar sin embargo, que hay un recurso humano de tan alto nivel, que por ejemplo en el campo médico, Colombia se ha posicionado como un centro de reconocido prestigio internacional de la medicina estética, aspecto que evidencia una canalización hacia el ejercicio de actividades que requieren gran destreza individual manual y científica, que como componente humano del recurso tecnológico evidencia la ausencia del componente físico (diseño y construcción de equipos médicos exportables, por ejemplo) como oportunidades de innovación, de ingresos para los colombianos y de aporte al mundo.

SECUENCIA DE LA GESTION DEL CONOCIMIENTO EN UN PROYECTO DE TECNOLOGIA

El proceso de la caña de azúcar genera en su penúltima etapa (centrifugación), dos subproductos:

- azúcar, que luego de ser sometida a un secador produce cristales que son empacados y vendidos al público
- miel, que es el subproducto que alimenta las plantas de bioetanol

PROCESO DE LAS PLANTAS PRODUCTORA DE AZUCAR EN GENERAL

Las plantas para obtención de bioetanol en el Valle del Cauca a partir de la caña de azúcar, son de origen indio (PRAJ Technology) y fueron importadas a Colombia bajo la modalidad tecnológica de "llave en mano"; sus características principales son:

¹ Cuadernos de economía , vol 26 No 47, Bogotá, Julio / Diciembre 2007 Publicación Internacional de patentes por organizaciones inventoras de origen colombiano . Jenny Marcela Sanchez, Javier E. Medina y Andrés Mauricio León.

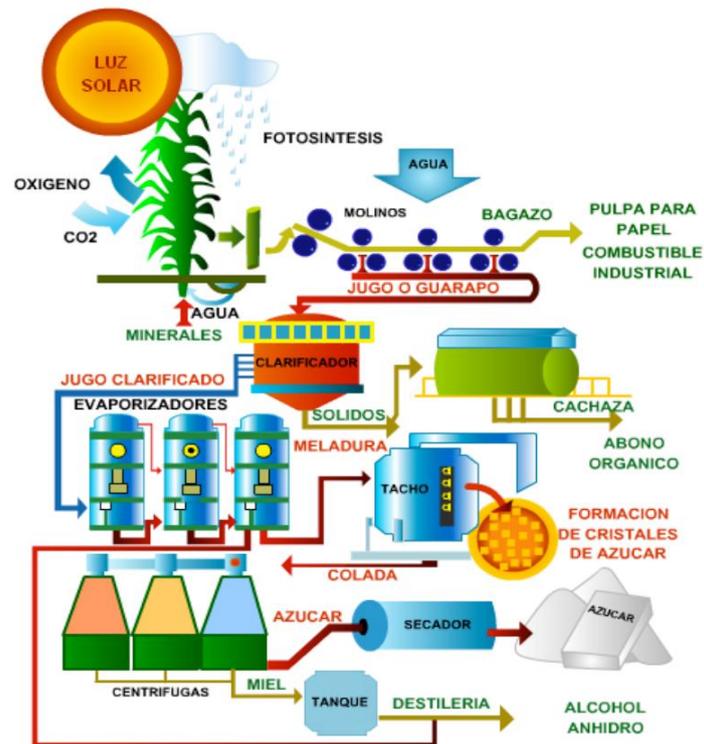


Figura 1. Diagrama esquemático de una planta dual de azúcar y etanol.

Ya que una planta típica de bioetanol dispone de tres secciones plenamente diferenciables como fermentación, destilación y deshidratación, la totalidad del modelo planteado para seleccionar los indicadores del conocimiento aplica tanto al conjunto como a cada uno de sus componentes.

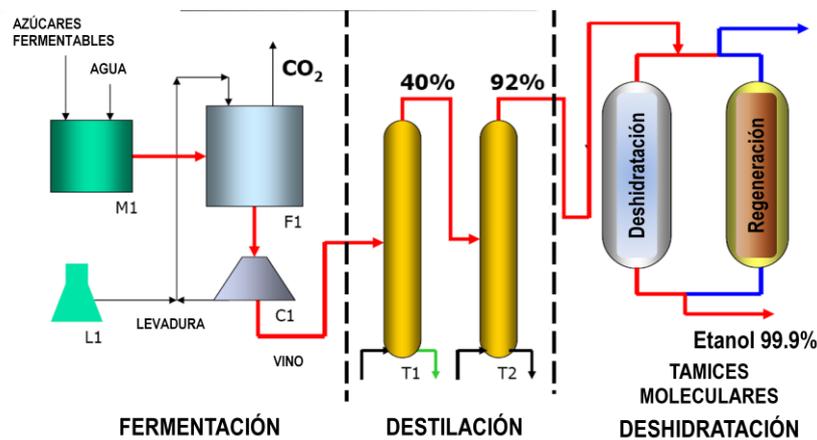


Figura 2. Diagrama esquemático de una planta de producción de etanol en Colombia.

Aunque la gestión del conocimiento en un proyecto de tecnología se inicia desde el momento del lanzamiento de la idea inicial, el presente documento aborda el tema a partir de la situación actual, es decir, estando ya en producción normal la planta de bioetanol; para este caso se plantea la siguiente secuencia de la gestión del conocimiento:

Gestión del conocimiento en un nuevo proceso (ya en marcha)

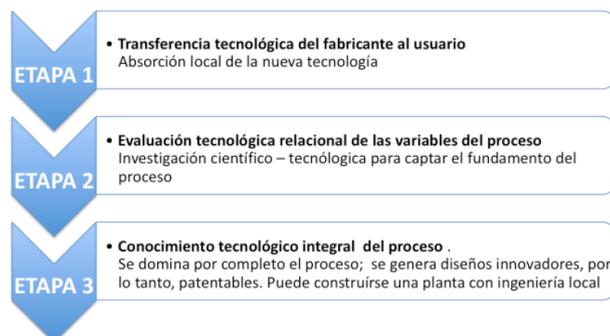


Figura 3. Modelo propuesto para la gestión del conocimiento. Fuente: El autor.

Como indicadores de la gestión del conocimiento para las plantas de producción dual de etanol y azúcar del Valle del Cauca, se proponen las siguientes variables que constituyen la base para evaluar diferentes aspectos tecnológicos en el desempeño de una planta productora de bioetanol.

Se recomienda usar los indicadores propuestos como anexo a las condiciones de compra de futuros equipos equivalentes, logrando con esto que sean igualmente conocidos por el fabricante y que al cumplirlos, permitirá que las evaluaciones posteriores por parte del usuario pasen a ser rutinas de confirmación de un sistema construido con parámetros de muy alta calidad.

ETAPA 1: TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DEL FABRICANTE AL USUARIO

1. INDICADOR OEE : (Overall equipment effectiveness)

El cumplimiento de los factores constitutivos del OEE asegura que los resultados permanezcan dentro del campo de la factibilidad operativa.

- A- La efectividad en el uso del tiempo disponible: tiempo de producción real / tiempo disponible del turno nominal.
- B- La efectividad en el uso de la capacidad instalada del sistema: capacidad usada real de la máquina / capacidad máxima real de la máquina en ese momento.
- C- La efectividad en la calidad de sus productos: cantidad de partes aprobadas / cantidad de partes producidas.

$$OEE = A * B * C; \text{ su valor debe tender hacia } 1.0$$

Observación: La efectividad en la calidad de los productos debe cumplir además el compromiso de corresponder a un ambiente seis sigma, con un número máximo de 3,4 defectos por millón de productos, lo cual implica que el factor C debe estar alrededor de 999.996,6 partes aprobadas por cada millón de partes producidas, o sea : C debe ser > 99.99966

INFRAESTRUCTURA PARA CALCULAR EL OEE

Se necesita disponer de los siguientes recursos en planta:

Conocimiento tecnológico

1. Conocimiento de los fundamentos de calidad estadística, aspecto considerado en todas las escuelas de ingeniería.

Conocimiento operativo

2. Conocimiento de los detalles electromecánicos del equipo para establecer su capacidad máxima operativa del momento
3. Medición de la variable tiempo
4. Políticas de calidad para evaluar el cumplimiento de las especificaciones límite por parte del producto y clasificar como aprobado o rechazado el estado del lote respectivo.
5. Instrumentos para medir con la precisión adecuada la variable que constituye el parámetro de calidad

6. Plan metrológico para garantizar que los instrumentos son confiables para efectuar mediciones oficiales.

2. INDICADOR Cpk (valor : ver ítem 2)

Este factor da un paso superior en el concepto de la calidad, pues exige el conocimiento por parte del cliente de los límites de las especificaciones que espera de un producto, para que su proveedor a la vez los considere y autoevalúe su proceso con el fin de deducir si está capacitado o no para atender económicamente una requisición del primero.

El valor de Cpk debe ser al menos de 1.33

INFRAESTRUCTURA PARA CALCULAR EL Cpk

Conocimiento tecnológico

1. Dada la condición de entrega de la planta "llave en mano", la misma ha sido diseñada para procesar materia prima con rango muy específico de condiciones para generar bioetanol con un rango de características no alterables por el usuario. El punto es un tema de Transferencia Tecnológica.
2. Conocimiento de los fundamentos de calidad estadística para auditar técnicamente que la planta cumple un valor de Cpk igual o mayor a 1.33 en el momento de su recibo local.
3. Si el paso anterior no fue dado, es necesario investigar el Cpk ; si es menor que 1.33 se genera un gran problema pues debe llevarse el sistema a condiciones de control de proceso (cuando ya se ha eliminado los factores que desestabilizan la continuidad del proceso o que suceden repentinamente), reevaluar el Cpk y si no llega al límite ya indicado, revisar los límites de aceptación de la variable seleccionada o efectuar modificaciones físicas previa consulta con el fabricante.
En esta etapa de la definición de los límites de las especificaciones es crítico contar con el conocimiento de calidad estadística por parte del cliente comprador del producto, para lograr acuerdos técnicos objetivos.
4. Amplio conocimiento electromecánico para identificar la secuencia lógica de las diferentes etapas del proceso.
5. Por su especial efecto en el desempeño de la planta de la levadura (hongos), es necesario disponer de sólidos conceptos microbiológicos.

Conocimiento operativo

6. Conocimiento de los detalles técnicos del equipo para establecer la capacidad tecnológica que permita garantizar la repetitividad de las especificaciones del producto dentro del rango máximo exigido por el cliente.

3. INDICADOR EFICIENCIA ENERGÉTICA

La obtención de un producto implica el consumo de energía en múltiples variantes, si el producto final es un combustible, se espera que su capacidad para generar potencia sea superior al consumo total de energía invertido en fabricarlo.

INFRAESTRUCTURA PARA CALCULAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Conocimiento tecnológico

1. Conocimiento científico de la lógica del proceso y la ubicación de los elementos que consumen energía en sus variadas formas, como energía eléctrica, energía neumática, energía calorífica. Un análisis para confirmar la correcta ubicación y selección de los instrumentos disponibles o la necesidad de otros es crítica en esta etapa.
2. Amplio conocimiento electromecánico para identificar la razón por la cual debe consumirse los niveles de energía reportados.
3. Evaluación del uso de la totalidad de las manifestaciones energéticas: debe corresponder al mínimo posible.
4. Comparar la cantidad de la energía consumida (en todas sus variantes) para obtener 1 litro de bioetanol, con la cantidad de energía que el mismo litro de bioetanol puede ceder cuando es consumido.

Conocimiento operativo

5. Conocimiento detallado e integral de todos los flujos funcionales de materia en el equipo para identificar los puntos críticos de instalación de los instrumentos que corresponda

4. INDICADOR 4 : BALANCE DE MASA

Como procedimiento que permite identificar y cuantificar la totalidad de los elementos que ingresan a un sistema y los que salen del como producto esperado o como pérdidas, se constituye en una herramienta muy importante para evitar o reducir las fracciones de materia no utilizables en un proceso

INFRAESTRUCTURA PARA OBTENER EL BALANCE DE MASA**Conocimiento tecnológico**

Sólidos conocimientos en ingeniería que permitan:

1. Identificar la materia (s) que ingresa al proceso y su cantidad; la materia que sale del proceso y su cantidad; deben ser iguales.
2. Amplio conocimiento electromecánico para identificar los sistemas de separación de los diversos subproductos.

Conocimiento operativo

3. Conocimiento detallado e integral de todos los sistemas operativos del equipo para identificar la ruta de los flujos del sistema

5. INDICADOR CANTIDAD DE CONTAMINACION AMBIENTAL

A partir del Balance de masa, es necesario clasificar los diferentes tipos de elementos sobrantes en cuanto a su efecto sobre el medio ambiente en sus variantes sólidas, líquidas y gaseosas.

Conocimiento tecnológico

Sólidos conocimientos en ingeniería que permitan:

1. Clasificar cada desecho del proceso como contaminante o no y evaluarlo en cuanto a su potencial recuperación, tratamiento neutralizante o eliminación antes de que sea emitido
2. Amplio conocimiento electromecánico para identificar los sistemas de separación de los diversos subproductos, los riesgos involucrados y los mecanismos de mitigación de los mismos

Conocimiento operativo

3. Conocimiento detallado e integral de todos los sistemas operativos del equipo para identificar los puntos de emisiones contaminantes de todo tipo y para medirlas.

6. INDICADOR COSTO DE TRANSFORMACION DE CONTAMINANTES EN PRODUCTOS RECUPERADOS

Por la necesidad de evitar la descarga de sobrantes al medio ambiente, hay opciones potenciales de transformarlos en elementos utilizables por otros procesos propios o de otro tipo de industrias, esto obliga al compromiso de ser generados a precio competitivo.

Conocimiento tecnológico

Sólidos conocimientos en ingeniería que permitan:

1. Seleccionar la mejor opción técnico – económica que permita transformar la totalidad de los efluentes de todo tipo en productos utilizables internamente, comercializables o neutralizables previo a su descarga, especificando costos para cada caso.
2. Investigar los rangos de la variable (s) del recuperado que serían aceptados por el potencial comprador y compararlos con la capacidad estadística del sistema que transformaría los contaminantes en recuperado
3. Seleccionar la instrumentación adecuada para medir la variable física más apropiada en cada caso
4. Sólidos conocimientos en ingeniería de diseño de planta para especificar el sistema de almacenamiento del recuperado, las medidas preventivas de seguridad personal y ambiental, el sistema de recolección por parte de los clientes y el tipo de vehículos apropiados

Conocimiento operativo

5. Manejo de la planta de recuperados según procedimientos vigentes

PROTOCOLO DE VALIDACIÓN

Como resultado de la identificación en la Etapa 1 de los anteriores indicadores, se dispondrá de suficiente información para crear el Protocolo de Validación, documento que al registrar la totalidad del conocimiento tecnológico de arranque del proceso será el punto de referencia para controlar cualquier cambio posterior de tipo físico o conceptual.

Un protocolo de validación somete a la aprobación de un comité la autorización para realizar cualquier cambio o modificación conceptual o física al equipo. El protocolo de validación exige la confirmación estadística del resultado de cualquier cambio efectuado a un sistema productivo, de tal manera que se proteja la estabilidad de las especificaciones de los productos básicos.

ETAPA 2 : EVALUACION RELACIONAL DE LAS VARIABLES DEL PROCESO

Una vez conocido el escenario que los indicadores anteriores plantean, es el momento de profundizar en la investigación científica para relacionar las diferentes variables físicas; es necesario conocer la relación matemática que define el efecto porcentual de cambio que por ejemplo, la modificación del 1 % de la variable A tiene sobre la variable B , sobre la variable C, y de manera inversa.

El punto de referencia de la optimización en un procedimiento de este tipo lo representa el estado de conocimiento cuando se puede predecir el cambio de una, dos o ninguna variable ante la modificación de otra variable; en la medida en que un control de este tipo sea reproducible y consistente se habrá logrado el punto máximo del conocimiento tecnológico, lógicamente complementado con el dominio de los conceptos sobre la especificación de los materiales, maquinaria e instrumentación.

La identificación de nuevas variables o de nuevos rangos para las mismas es un resultado posible en la búsqueda del conocimiento integral del proceso, así como la visualización de cambios factibles como el reemplazo de consumibles y cambios menores que generen ventaja económica, todo enmarcado en el compromiso permanente por mantener un plan de mejoramiento continuo, siguiente indicador.

En esta dinámica etapa investigativa, toma mayor trascendencia el Protocolo de Validación del sistema, pues el cambio no puede ser sinónimo de desorden o pérdida de control de un sistema; por motivo alguno puede autorizarse un ensayo, una modificación, sin contar con la autorización que exija el Protocolo de Validación.

7. INDICADOR DESEMPEÑO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO

El concepto de optimización de una planta corresponde a un hecho de corto plazo; la presión que los nuevos instrumentos, materiales, requerimientos del proveedor, del gobierno, de terceros, ejerce permanentemente sobre el desempeño de una planta obligan a que ésta se deba actualizar de manera continua. El valor en pesos de los cambios protocolizados formalmente es el dato a usar para este indicador.

INFRAESTRUCTURA PARA UN PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO

Conocimiento tecnológico

1. Disponer de un Protocolo de Validación del sistema, que controle tecnológicamente cualquier proyecto de cambio al sistema
2. Obtener la relación entre el ahorro esperado Vs el ahorro realmente logrado, a efecto de identificar la eficiencia en los planes de mejoramiento continuo.
3. Evaluar económicamente los proyectos de mejoramiento desde una óptica sistémica, la aparente ventaja de ciertos cambios puede afectar el desempeño de otras etapas del proceso.
4. Espíritu del cambio ordenado, del continuo cuestionamiento positivo, de vigilancia tecnológica, a nivel de la jefatura administrativa y de ingeniería.

Conocimiento operativo

5. Administrar el número de cambios protocolizados al proceso original (cuando fue entregada la planta)

ETAPA 3 : CONOCIMIENTO INTEGRAL DEL PROCESO

En este nivel ya se dispone del conocimiento tecnológico del proceso y de su fundamentación científica, se conoce a profundidad la gama de materiales requeridos, la instrumentación, los equipos necesarios y la totalidad de los detalles que permiten la operación de la planta completa de bioetanol.

Como resultado de las experiencias de campo debidamente documentadas, de la vigilancia tecnológica y de un registro detallado de las modificaciones en el Protocolo de Validación, hay un respaldo tecnológico y científico que permiten:

- crear nuevos diseños de subelementos o de elementos completos de carácter patentable y de construcción local en lo posible
- asesorar formalmente a otras organizaciones locales o internacionales
- modificar el diseño de la planta original bajo responsabilidad local
- diseñar y construir una planta completa de bioetanol

EL COMPROMISO DE LA TECNOLOGIA CON EL MEDIO AMBIENTE

Ya no es posible ni práctico analizar los diseños tecnológicos sin considerar su impacto sobre el entorno, una visión sistémica a considerar en el caso de la planta de bioetanol puede identificarse por medio del siguiente indicador:

8. INDICADOR HECTAREAS DE CAÑA DE AZUCAR REQUERIDAS POR LITRO DE BIOETANOL PRODUCIDO

INFRAESTRUCTURA PARA CUANTIFICAR LAS HECTAREAS DE CAÑA DE AZUCAR REQUERIDAS POR LITRO DE BIOETANOL

El mayor nivel educativo de la población y el cuestionamiento de las organizaciones que de manera sistémica observan la evolución tecnológica, plantean cuestionamientos importantes, que para el caso de la producción del bioetanol consideran aspectos como el área cultivable en hectáreas de caña necesaria para producir 1 litro de bioetanol.

Conocimiento tecnológico

1. Sólidos conocimientos investigativos de ingeniería agrícola y biología vegetal permiten relacionar las diferentes variedades de caña de azúcar con su ubicación geográfica, para direccionar estudios, para aplicar el mejoramiento y para evaluar los cambios
2. Vigilancia tecnológica, para permanecer actualizados en las nuevas alternativas del cultivo de la caña, de su procesamiento en el ingenio y en los desarrollos con otras variedades vegetales
3. Investigación sobre las variables físicas de la materia prima de la planta de bioetanol y su control

Conocimiento operativo

4. Identificar los aspectos inherentes a los diferentes tipos de caña, detalles de su recolección, procesamiento y obtención de la materia prima para la planta de bioetanol

9. INDICADOR ESTADO DEL ARTE TECNOLÓGICO DE ALTERNATIVAS AGRICOLAS

Ni la competencia ni las tendencias tecnológicas pueden ser obviadas, solo un conocimiento detallado y permanente de su dinámica suministra la retroalimentación necesaria para considerar la estrategia a seguir en cada ocasión. La misión y la visión dejaron de ser dictados inmodificables para convertirse en declaraciones acordes con la realidad productiva y comercial del período de estudio.

INFRAESTRUCTURA PARA IDENTIFICAR EL ESTADO DEL ARTE TECNOLÓGICO DE ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS

Conocimiento tecnológico

1. Investigación científica sobre materiales disponibles en mejores condiciones económicas que la caña de azúcar, en la cantidad necesaria y con el menor efecto sobre el medio ambiente, explorando el uso de materiales sobrantes pero no procesados
2. Generación de una matriz que incluya los siguientes datos :
 - Nombre de la alternativa biológica
 - Disponibilidad nacional de la alternativa biológica
 - Costo de la alternativa biológica por tonelada
 - Toneladas de la alternativa biológica para producir 1 litro de bioetanol
 - Costo de transformación en bioetanol / tonelada de la alternativa biológica

Concluyendo entonces se tiene que La investigación sobre los factores que califican el desempeño de un proceso debe realizarse previamente a la adquisición de la tecnología correspondiente, como una de las actividades del cronograma formal del proyecto, pues el procedimiento para efectuar a posteriori los ajustes que corresponda puede llegar a ser de tan elevado costo, que los hagan no factibles, situación que obliga a aceptar escenarios antieconómicos durante la vida útil de la inversión, con el elevado riesgo de su rápida obsolescencia por física falta de competitividad.

La inclusión de los indicadores integrales tecnológicos en las negociaciones de adquisición con el proveedor del sistema productivo lo inducen a optimizar los niveles de calidad de todo orden, que se traducen en beneficio para el usuario de la tecnología, quien al incorporarlos como datos de referencia a confirmar periódicamente para evaluar la permanencia de los mismos en el tiempo, supera la antigua tendencia tecnológica de exigir condiciones más exigentes cuando ya un equipo está construido con parámetros de menor nivel. El conocimiento oportuno de las condiciones integrales tecnológicas en una negociación, no trae sino ventajas para sus participantes.

La gestión del conocimiento tecnológico en nuestro medio llega de manera no ordenada a muy altos niveles, pero se diluye sin ser utilizado en su real potencial, como país consumidor de tecnología continuamos explorando los sistemas productivos que recibimos, con un recurso humano de excelente capacidad, al que falta dar el paso de la complementación científica y el espíritu comercial del conocimiento acumulado. Estos dos últimos factores superan por su costo las posibilidades personales que los especialistas aportan todos los días para entender, conocer y modificar los sistemas tecnológicos que observan.

Es claro que una organización se dedique a su visión del negocio; si produce azúcar, debiera hacerlo con el óptimo criterio posible; pero cuando hablamos del gremio del azúcar, posiblemente exista la opción de encauzar tanto conocimiento acumulado en tantos años – hombre para abrir una nueva fuente de ingresos y de trabajo, como lo sería el diseño y construcción masiva para consumo local o más agresivamente, para exportación, de productos tecnológicos como subelementos o elementos completos y de servicios tecnológicos como la asesoría .

En nuestros próximos números...

Como parte de la ejecución del proyecto se han desarrollado numerosos estudios que se irán publicando semanalmente en este boletín. En las siguientes ediciones se exponen los siguientes temas:

- Cómo es el proceso de solicitud de una patente en la Universidad.

Comité editorial

Gladys Rincón, M.Sc.
Escuela de Ing. Industrial y
Estadística
grincon@univalle.edu.co

Fiderman Machuca, Ph. D
Escuela de Ing. Química
fiderman@univalle.edu.co

Raquel Ceballos, Ph. D
Facultad de Ciencias de la
Administración
raquelce@univalle.edu.co

Patricia Guerrero, Ph. D
Oficina de Transferencia de
Resultados de Investigación
aydeegzu@univalle.edu.co

Ing. Luis Andrés Betancourt,
Estudiante Maestría en Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química
luisbeta@univalle.edu.co



UNIVERSIDAD DEL VALLE
Facultad de Ingeniería - Edificio 357 – Ciudadela Universitaria Meléndez
Calle 13 No. 100-00, Tel: Tel: +57 (2) 3212167 Ext 128
Email: geintec@univalle.edu.co
Página Web: <http://geintec.univalle.edu.co>
COLOMBIA