

ISSN 2410-3993

Volumen 2, Número 4 — Julio — Septiembre -2015

# Revista de Tecnología e Innovación

**ECORFAN<sup>®</sup>**

**Bases de datos**

**Google scholar.**



**ECORFAN®**

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Directorio**

#### **Principal**

RAMOS ESCAMILLA- María, PhD.

#### **Director Regional**

SERRUDO GONZALES- Javier, BsC

#### **Director de la Revista**

ESPINOZA GÓMEZ- Éric, MsC

#### **Relaciones Institucionales**

IGLESIAS SUAREZ- Fernando, BsC

#### **Edición de Logística**

DAZA CORTEZ- Ricardo, BsC

#### **Diseñador de Edición**

RAMOS ARANCIBIA- Alejandra, BsC

Revista de Tecnología e Innovación, Volumen 2, Número 4, de Julio a Septiembre -2015, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Bolivia. Santa Lucía N-21, Barrio Libertadores, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: Ramos Escamilla-María, Co-Editor: Serrudo González-Javier. ISSN-2410-3993. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. Escamilla Bouchán- Imelda, Luna Soto-Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre de 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

## **Consejo Editorial**

GALICIA-PALACIOS, Alexander, PhD.  
(*Instituto Politécnico Nacional*), México

NAVARRO-FROMETA, Enrique, PhD.  
(*Instituto Azerbaidzhan de Petróleo y Química Azizbekov*), Rusia

BARDEY-David, PhD.  
(*University of Besançon*), Francia.

IBARRA -ZAVALA, Darío, PhD.  
(*New School for Social Research*), U.S.

COBOS-CAMPOS, Amalia, PhD.  
(*Universidad de Salamanca*), España

ALVAREZ-ECHEVERRIA, Francisco, PhD.  
(*University José Matías Delgado*), El Salvador.

BELTRAN-MORALES, Luis, PhD.  
(*Universidad de Concepción, Chile*), Chile.

BELTRAN-MIRANDA, Claudia, PhD.  
(*Universidad Industrial de Santander- Colombia*), Colombia

## **Consejo Arbitral**

ROMERO-RAMIREZ, Salvador, MsC.  
(*Universidad de Londres*), México

ZAVALA-Manuel, MsC.  
(*Universidad de Londres*), México

BLANCO-COCOM, Luis, MsC.  
(*Universidad Autónoma de Yucatán*), México.

CHAN-CHI, Noe, Mtro.  
(*Universidad Autónoma de Yucatán*), México.

TUTOR-SÁNCHEZ, Joaquín, PhD.  
(*Universidad de la Habana*), Cuba

VERDEGAY-GALDEANO, José, PhD.  
(*Universidad de Granada*), España

OROZCO-GUILLÉN, Eber, PhD.  
(*Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica*), México

QUIROZ-MUÑOZ, Enriqueta, PhD.  
(*El Colegio de México*), México

## Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en las áreas de: Revista de Tecnología e Innovación

En Pro de la Investigación, Docencia, y Formación de los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión de la Editora en Jefe.

El artículo *Balanza para Determinar la Densidad de los Gases* por GERONIMO-URBINA, Mauricio, VILLALOBOS-BLAS, Bernardo, ESTUDILLO-DE LA CRUZ, Victor & MORALES-CRUZ, Jorge con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Veracruz, como siguiente artículo está *Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitución del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reacción de polimerización del Acrilonitrilo* por ESPINOSA-SOSA, Enrique, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz con adscripción en la Universidad Politécnica de Altamira, como siguiente artículo está *Sistema fotovoltaico para autoconsumo en uso residencial en Nanchital, Veracruz* por CAYETANO-Francisco, GONZALES-Rafael, KATT, Alondra & CRUZ-Abdías con adscripción en la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, como siguiente artículo está *Acreditación de laboratorios con base a la EMA* por HERNADEZ-Daniel, LEON-Miguel & KIDO-Juan, como siguiente artículo está *Distribución de Planta Química* por OJEDA-Jesús, MENA-Dolores, TOLEDO-Ignacio & KIDO-Juan, como siguiente artículo está *Elaboración de instructivo basado en el procedimiento para obtener la incertidumbre* por GONZALES-Erika, GUADARRAMA-Vicente & KIDO-Juan con adscripción en la Ingeniería en Tecnologías de la Producción, como siguiente artículo está, *Balanceo de línea y verificación de cumplimiento de estándares* por TERPSICORE-Eloisa, KIDO-Juan & LEON-Miguel.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Balanza para Determinar la Densidad de los Gases</b> GERONIMO-URBINA, Mauricio, VILLALOBOS-BLAS, Bernardo, ESTUDILLODE LA CRUZ, Victor & MORALES-CRUZ, Jorge	657-659
<b>Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitucion del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reaccion de polimerizacion del Acrilonitrilo</b> ESPINOSA-SOSA, Enrique, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz	666-670
<b>Sistema fotovoltaico para autoconsumo en uso residencial en Nanchital, Veracruz</b> CAYETANO-Francisco, GONZALES-Rafael, KATT, Alondra & CRUZ-Abdías	717-728
<b>Acreditación de laboratorios con base a la EMA</b> HERNADEZ-Daniel, LEON-Miguel & KIDO-Juan	756-763
<b>Distribución de Planta Química</b> OJEDA-Jesús, MENA-Dolores, TOLEDO-Ignacio & KIDO-Juan	764-772
<b>Elaboración de instructivo basado en el procedimiento para obtener la incertidumbre</b> GONZALES-Erika, GUADARRAMA-Vicente & KIDO-Juan	773-778
<b>Balaneo de línea y verificación de cumplimiento de estándares</b> TERPSICORE-Eloisa, KIDO-Juan & LEON-Miguel	799-803
<i>Instrucciones para Autor</i>	
<i>Formato de Originalidad</i>	
<i>Formato de Autorización</i>	

**Balanza para Determinar la Densidad de los Gases**

GERONIMO-URBINA, Mauricio†, VILLALOBOS-BLAS, Bernardo, ESTUDILLO-DE LA CRUZ, Victor & MORALES-CRUZ, Jorge

*Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, Av. Universidad Tecnológica Lote Grande #1 s/c, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río Ver, C.P.96360, México*

Recibido 22 de Julio, 2015; Aceptado 6 de Septiembre, 2015

**Resumen**

Construcción y utilización de una Balanza para Determinar la Densidad de los Gases, con fines de enseñanza-aprendizaje de la física. La balanza fue construida como un instrumento didáctico, para que, de una manera sencilla y cómoda se pueda determinar densidades y pesos específicos de gases. Por su funcionalidad tiene la facilidad de emplearse en un salón de clases o en un laboratorio. El bajo costo en su construcción permite ponerla al alcance de cualquier institución educativa de nivel medio superior y superior.

**Peso, masa, Volumen, Densidad, Peso específico**

**Abstract**

The construction and use of a balance to determine the density of gases. It was built as a didactic instrument, in order to determine the density of specific gases weight. It can be use in a classroom or in a laboratory. The low cost in its construction allows to any institution to have it.

**Weight, Volume, Density, Specific weight**

**Citación:** GERONIMO-URBINA, Mauricio†, VILLALOBOS-BLAS, Bernardo, ESTUDILLO-DE LA CRUZ, Victor & MORALES-CRUZ, Jorge. Balanza para Determinar la Densidad de los Gases. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:657-659

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

En la tabla 1 se muestra el material utilizado en este trabajo.

Cantidad	Descripción
1	Caja de acrílico cuadrada.
2	Válvulas.
1	Regla graduada.
1	Esfera hueca.
1	Aguja indicadora.
1	Una base de aluminio
1	Compresor

**Tabla 1** Material utilizado

**Fundamento teórico**

Tiene su fundamento en el principio de Arquímedes. El cual es aplicado a cuerpos sumergidos en fluido y en el aire; y para este caso nos dice que todo cuerpo experimenta en el aire una pérdida de peso igual al peso del aire que desaloja.

La balanza de Kleiber, conocida como balanza de gases, fundada en que el empuje hacia arriba depende del peso específico del gas que la rodea. La fórmula de este principio se muestra en la ecuación 1.

$$E = \rho gV \tag{1}$$

**Desarrollo**

**Descripción y/o funcionamiento**



**Figura 1** Balanza de Kleiber

En la figura 1 se muestra la balanza de Kleiber, el cual se compone de un arco graduado, una aguja indicadora, dos válvulas, una base que soporta a la esfera hueca, todo esto se encuentra dentro de una caja de acrílico, como accesorio o parte secundaria un compresor, ahí la importancia de la construcción de este aparato. La aguja indica en el arco graduado el valor de la densidad buscada. La pérdida de peso que experimenta en el aire una esfera hueca podría comprobarse cerrando la válvula del gas a medir de la caja y enlazando el tubo al compresor; al extraer el aire, la aguja indicará el aumento de peso de la esfera. La aguja indicadora esta nivelada con el peso específico del aire, al extraer el aire y dejar en vacío la caja la esfera aumenta de peso y tiene un movimiento contrario o sea al lado negativo de la regla indicadora. Al introducir el gas en la caja la aguja se moverá dependiendo del peso específico de este, si es mayor se desplazará al lado positivo y si es menor se quedara en la parte negativa. Ejemplo si se introduce un gas como el hidrógeno la aguja se quedará en la parte negativa ya que es menor que el aire, pero si se introduce oxígeno la aguja se moverá al lado positivo ya que tiene un peso específico mayor que el aire.

La densidad de una sustancia se define como el masa de esa sustancia por unidad de volumen, esto es el resultado de dividir la masa conocida (Kg) entre un volumen conocido (m3). Esta fórmula se muestra en la ecuación 2.

$$\rho = m/V \text{ Kg/m}^3 \tag{2}$$

Aunque Kg/m3 es la unidad de densidad del Sistema Internacional, también es muy común el uso de gr/cm3.

El peso específico de una sustancia se define como el peso de esa sustancia por unidad de volumen, esto es el resultado de dividir un peso conocido (N) entre un volumen conocido (m3). Como se muestra en la ecuación.....(3)

$$P_e = P / V \text{ N/m}^3 \quad (3)$$

La unidad de peso específico del Sistema Internacional, es el N/m<sup>3</sup> y en el Sistema Técnico es Kgrf/m<sup>3</sup>

Existe una relación entre densidad y peso específico y es la fuerza de la gravedad ya que el peso "P" es igual a la masa "M" por la aceleración de la gravedad. Ecuación 4

$$P_e = P / V = mg/V = \rho g \quad (4)$$

## Resultados, aplicaciones y pruebas realizado

### Aplicaciones

De manera didáctica en una Institución escolar (salón de clases). En laboratorios, escolares e industriales, entre otros.

### Tiempo y costo

El costo de una de una balanza comercial de este tipo se encuentra alrededor de 15,000 pesos. El precio de construcción de nuestra balanza es de 3000 pesos. Lo que hace tener un ahorro del 80%.

### Práctica docente

Se logró un aprendizaje por parte de los alumnos de TSU e Ingeniería en la asignatura de Física y Termodinámica. Realizando prácticas de laboratorio en las asignaturas ya mencionadas.

### Conclusiones

Se cumplió el objetivo, logrando una precisión del 96%. Con un costo de construcción 5 veces menor que el comercial, proporcionando así un ahorro económico sustentable. Se considera un proyecto de enseñanza viable para la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz.

Es un dispositivo de considerable precisión, factible de ser elaborado por estudiantes de nivel medio superior y Superior a muy bajo costo. Se logró un aprendizaje durante su diseño y construcción.

### Referencias

Física Elemental, Enrique Contreras Campos, Editorial Herrera 1972.

Física General, Héctor Pérez Montiel, Publicaciones Cultural, 06.

Física: conceptos y aplicaciones, Tippens, Editorial Mc Graw Hill 6a Edición 01

## **Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitución del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reacción de polimerización del Acrilonitrilo**

ESPINOSA-SOSA, Enrique†, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz

*Universidad Politécnica de Altamira*

Recibido 21 de Julio, 2015; Aceptado 15 de Septiembre, 2015

### **Resumen**

Las fibras artificiales son filamentos continuos de polímeros de alto peso molecular obtenidos por procesos de reacción química a partir de productos producidos en la industria petroquímica conocidos como monómeros. Dependiendo de la naturaleza química del monómero, o producto inicial, se obtienen una diversidad de polímeros útiles para su uso textil.

**Metodología, polimerización, monómero, fibra acrílica**

### **Abstract**

Artificial fibers are continuous filaments of high molecular weight polymers obtained by chemical reaction processes from products produced in the petrochemical industry known as monomers. Depending on the chemical nature of the monomer, or initial product, a variety of useful polymers for textile use are obtained.

**Methodology, polymerization, monomer, acrylic fiber**

**Citación:** ESPINOSA-SOSA, Enrique, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz. Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitución del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reacción de polimerización del Acrilonitrilo. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:666-670

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

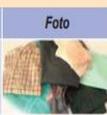
Las fibras sintéticas son filamentos continuos de polímeros termoplásticos de alto peso molecular obtenidos por procesos de reacción química a partir de productos producidos en la industria petroquímica. A diferencia de las regeneradas, estas fibras no se recuperan de un producto original, sino que se las fabrican de uno nuevo. Ambas constituyen el grupo de las fibras artificiales. Dependiendo de la naturaleza química del monómero, o producto inicial, se obtienen una diversidad de polímeros útiles para su uso textil. Los polímeros por poliadición, son obtenidos de monómeros que poseen dobles enlaces en sus moléculas y cuya ruptura hace posible la unión de dichas moléculas entre sí. Las fibras más importantes comercialmente son entre otras las **fibras acrílicas**. Las fibras de poliacrílicas o fibras acrílicas (como se las conoce habitualmente) son fibras sintéticas obtenidas por polimerización de adición del monómero acrilonitrilo. Este fue descubierto en 1893 en Alemania. Recién en 1929 se patentó este polímero y no fué hasta 1944 que DuPont anuncia el desarrollo de la fibra acrílica. Seis años más tarde inicia la producción comercial con el nombre de Orlon. Al principio, las fibras elaboradas con 100 % de acrilonitrilo, presentaban una estructura interna compacta, con una alta orientación estérica, que hacía imposible teñirla.

El problema fue resuelto por la incorporación de hasta un 15 % de otros monómeros, para conformar copolímeros que producen una estructura más abierta, lo cual permite el teñido en forma exitosa.

En este trabajo de investigación, se hablará del proceso de fibra acrílica obtenida por polimerización de acrilonitrilo y dos comonómeros llamados Metilacrilato (MA) y allilsulfonato de sodio (SAS). El MA es el monómero que le da características de flexibilidad y elasticidad a la fibra acrílica mientras tanto el SAS es el comonómero que le da a la fibra acrílica la capacidad de poder ser teñida. El SAS es el monómero que una vez que ha reaccionado con el resto de los demás componentes, su función es atrapar y fijar el colorante después que el polímero PAN es convertido en fibra acrílica. Es así como la elaboración de las fibras acrílicas obtienen sus características textiles (ver figura 1) afines a las fibras naturales de origen animal como por ejemplo la lana y/o de origen vegetal como el algodón (figuras 2 y 3).

Tipo de fibra	Fibra más conocida	Características
Poliamidas	Nailon	Son muy resistentes y elásticas; no son atacadas por insectos o putrefacción. Tienen el inconveniente de ser poco higroscópicas, se deforman con el calor (ya que son termoplásticas) y producen alergias a pieles sensibles.
Poliéster	Tergal	Se obtiene a partir de un diácido y de un diol. Normalmente este tipo de fibra se mezcla con la lana.
Acrílicas	Leacril	Son muy resistentes a la acción de la intemperie y de la luz. Generalmente se emplean en géneros de punto.
Polivinílicas	Rhovil	Son fibras muy suaves, por lo que se suelen utilizar para la fabricación de prendas de recién nacidos.
Polioléfinicas	Sarán	Tienen una gran resistencia a la abrasión. Por ello se usan mucho en artículos de tapicería, alfombras y moquetas.
Polipropilénicas	Merkión	Resisten muy bien la abrasión, así como toda clase de tratamientos y agentes químicos. Se emplean mucho en la fabricación de tapicerías, artículos de uso industrial y prendas de trabajo.
Poliuretano	Lycra	Tienen una enorme elasticidad. Se emplean en la fabricación de prendas de corsetería, bañadores, vestuario deportivo, etcétera.

**Tabla 1** Características más importantes de las figuras sintéticas

Fibras vegetales	Características	Foto
Algodón	Está formado por el 91 % de celulosa. Esta celulosa se emplea para fabricar fibras naturales y como materia prima para la fabricación de fibras artificiales (celulósicas). Tiene la ventaja de ser muy agradable al tacto y no producir alergias.	
Lino	Es una fibra más resistente que el algodón, pero menos elástica y flexible. Conduce el calor con facilidad, lo que origina que las prendas sean frescas en verano. Se usa para fabricar ropa de cama, vestidos, camisas, chaquetas, etcétera.	
Esparto	Su aplicación se centra en la fabricación de artículos de artesanía popular.	

**Tabla 2** Principales características de las fibras vegetales

Fibra animal	Características
Lana	Se obtiene del pelo que recubre el cuerpo de las ovejas. Tiene las siguientes propiedades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy elástica, por lo que no se arruga con facilidad.</li> <li>• Tiene el inconveniente de que el calor húmedo afecta a la fibra; por eso no se debe planchar con vapor.</li> </ul>
Seda	Es un filamento continuo producido por el gusano de seda (lepidóptero del género <i>Bombyx</i> ) en el momento de pasar a la fase de crisálida. Es una fibra muy apreciada para la fabricación de prendas de vestir, cortinas, tapices, etc. Es cara. Es muy elástica, pero tiene el inconveniente de ser mala conductora del calor, por lo que en verano se suda mucho con ella.
Cuero	Es el pellejo (piel) de un animal que se ha sometido a un proceso de curtido. El curtido consiste en eliminar el pelo y la epidermis, dejando solamente la dermis. Luego se le añaden sustancias curtientes para darle elasticidad y evitar que sea atacada por hongos o insectos.

**Tabla 3** Principales características de las fibras animales

El objetivo de este trabajo es mostrar la metodología empleada para desarrollar las condiciones de operación y de trabajo adecuadas de tal forma que se pueda realizar el cambio de uno de los componentes principales de la reacción de polimerización para la obtención del polímero Poliacrilonitrilo (PAN) empleado para la elaboración de la fibra acrílica.

### Planteamiento del Problema

Las empresas productoras de fibra acrílica en el mundo que utilizan el comonomero allilsulfonato de sodio (SAS) como materia prima para su reacción de polimerización junto con el monómero principal acrilonitrilo (ACN) y además con el comonomero metilacrilato (MA), con el paso del tiempo, fueron sustituyendo el comonomero SAS ante la aparición de otro monómero con características similares denominado Acido 2-acrilamido 2-metilpropanosulfónico (AMPS).

En México, una de las plantas de fibra acrílica decidió dar ese paso y hacer el cambio del comonomero SAS por AMPS enfrentando las siguientes situaciones adversas:

- No contar con planta piloto para pruebas
- No tener posibilidad de hacer Benchmarking dadas las condiciones muy particulares del proceso de reacción.
- Sus condiciones operativas originales fueron modificadas por reingeniería propia.
- El nuevo comonomero, una vez integrado, genera características muy diferentes en el tamaño de la molécula del polímero resultante.

No obstante, a pesar de la complejidad de hacer un cambio de esta magnitud y ante la posibilidad de perder mercado, se tomó la decisión de continuar adelante con este proyecto.

### Metodología

Primeramente, esta investigación analizó las premisas de lo que conlleva hacer un cambio de un proceso de esta magnitud. Se involucra a todo el personal que tiene la experiencia y mediante la **metodología de análisis de lluvia de ideas** y algunas otras técnicas de análisis de problemas, se busca desarrollar la mejor estrategia que lograra lo siguiente:

- Mantener la calidad de la fibra acrílica en los niveles aceptables por el cliente
- Reducir el volumen de transición por el efecto de cambio del monómero

- Mantener el mismo Nivel de Teñibilidad en la fibra acrílica producida.

La Metodología empleada fué la siguiente:

**Proveedor de AMPS.-** Mediante Juntas de Trabajo, se obtuvo la información técnica de las características del monómero AMPS así como algunos resultados obtenidos con otros clientes con procesos de polimerización similares. La información se usa como eje de referencia para orientar los esfuerzos en la generación de nuevas condiciones de operación.

**Cientes.-** Participaron en el proyecto aportando información de sus requerimientos y muestras de pruebas para tal fin.

**Laboratorios.-** Como parte inicial del proyecto, se realizaron pruebas de reacción a nivel de laboratorio y así obtener información importante para el rediseño de las condiciones a la que los reactores deberán operar para lograr el polímero deseado con el nuevo componente AMPS.

- **Condiciones de Operación.-** En base a las pruebas de laboratorio, información técnica del proveedor e información proporcionada por los clientes se calcularon los nuevos valores de operación (temperaturas, niveles, catalizador, presiones) en la reacción de polimerización.
- **Check-List.-** Se elaboraron registros de los diferentes procesos para llevar el control de las variables comparando con las especificaciones establecidas.
- **Plan B.-** Se crearon diferentes escenarios que se pudiesen dar durante el proceso de la reacción de la mezcla de monómeros y hasta su término.

- **Plan de Calidad.-** Se rediseñó el plan de muestreo y análisis con el objeto de tomar decisiones oportunas en el ajuste de las condiciones de operación.

## Resultados

Los resultados esperados se obtuvieron 24 horas después del inicio de corrida de prueba. Tomando en cuenta que realizar una modificación, en este caso el cambio de uno de los componentes de la materia prima en un proceso continuo es sumamente complejo a comparación de un proceso Batch, los resultados fueron bastante efectivos. Entre otros se destacan los siguientes logros:

**Sustitución del Monomero.-** Se logró hacer la sustitución desarrollando las condiciones adecuadas para ello.

**Condiciones de operación.-** Se encontraron las nuevas condiciones de operación de todos los procesos involucrados siendo estas muy cercanas a las condiciones calculadas previamente.

**Calidad del Polímero.-** Se logró producir polímero con las características similares al polímero obtenido con SAS.

**Teñibilidad.-** La fibra acrílica obtenida mantuvo su capacidad de teñido semejante a la fibra obtenida con el SAS.

**Cientes.-** La fibra acrílica mediante el AMPS tuvo plena aceptación por los clientes. Ellos mostraron satisfacción por la fibra acrílica y decidieron seguir comprando a la empresa.

## Conclusiones

Los Resultados mostrados hablan del éxito de la metodología empleada y de la capacidad intelectual de los involucrados para llevarla a buen término. Si bien hubo que hacer ajustes al plan durante la marcha, todos estos ajustes fueron en la dirección adecuada lo que permitió que el tiempo de transición y de normalización fuera relativamente corto. Los clientes se mostraron satisfechos por el producto lo que pone de manifiesto el resultado exitoso obtenido.

## Referencias

López F. C. (2004) Fundamentos de Polímeros Recuperado de <file:///C:/Users/Enrique%20Espinosa/Downloads/FUNDAMENTOS%20DE%20POL%C3%8D MEROS.pdf>

Mondragón A. J (2002) Fibras Textiles, Recuperado de <http://www.artisam.org/descargas/pdf/FIBRAS%20TEXTILES.pdf>

Fibras Sintéticas (s. f.). Fibras Acrilicas, Recuperado de <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-diseno/fibras-sinteticas>

Lluvia de Ideas (s. f.) Sociedad Latinoamericana para Calidad Recuperado de [http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index\\_archivos/MetodolDisMejoraDeProcesos/LluviaDeIdeas.pdf](http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/MetodolDisMejoraDeProcesos/LluviaDeIdeas.pdf)

**Sistema fotovoltaico para autoconsumo en uso residencial en Nanchital, Veracruz**

CAYETANO-Francisco†, GONZALES, Rafael, KATT-Alondra &amp; CRUZ-Abdías

*Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz. Av. Universidad Tecnológica, lote grande número 1, sin colonia C.P. 96360 Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Veracruz.*

Recibido 2 de Julio, 2015; Aceptado 2 de Septiembre, 2015

**Resumen**

En el presente trabajo se muestra el diseño de un sistema fotovoltaico interconectado a la red para autoconsumo en una casa habitación de la ciudad de Nanchital, Veracruz. El proyecto analiza las ventajas que ofrece una instalación de energía solar fotovoltaica, formada por un conjunto de módulos fotovoltaicos montados sobre el techo de una casa. Se busca la optimización de las posibilidades del área disponible atendiendo a consideraciones técnicas, económicas y estéticas. A nivel técnico se exponen y analizan los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, así mismo se hace un estudio de aquellos elementos que pueden afectar negativamente al rendimiento. De la misma manera se adjuntan los planos y los esquemas eléctricos necesarios para la ejecución del proyecto, de igual forma se adjuntan los cálculos justificativos que garantizan el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento con los requerimientos de la normatividad mexicana vigente.

**Sistema fotovoltaico, energía solar, tarifa DAC****Abstract**

In this work, the design of a photovoltaic system interconnected to the grid for consumption in a room town house Nanchital, Veracruz shown. The project analyzes the advantages of a solar photovoltaic installation, consisting of a set of photovoltaic modules mounted on the roof of a house. Optimization of the potential of the area available in accordance with technical, economic and aesthetic considerations are looking for. Technically presents and analyzes the different elements that make up the installation to ensure correct operation, also a study of those elements that can adversely affect the performance becomes. They accompanying drawings and the necessary wiring diagrams for project implementation, just as the same way attached the supporting calculations to ensure proper operation of the system and compliance with the requirements of the current Mexican regulations.

**Photovoltaic system, solar energy, rate DAC**

**Citación:** CAYETANO-Francisco, GONZALES, Rafael, KATT-Alondra & CRUZ-Abdías. Sistema fotovoltaico para autoconsumo en uso residencial en Nanchital, Veracruz. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:717-728

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

La energía es una fuerza vital de nuestra sociedad. De ella dependen la iluminación, el calentamiento y refrigeración de nuestras casas, el transporte de personas y mercancías, la obtención de alimento y su preparación, el funcionamiento de las fábricas, etc. Y en definitiva, en gran medida, el desarrollo económico de un país se valora según sea su consumo de energía y cuan eficiente sea este.

La energía solar, es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación, por ejemplo en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es una de las llamadas energías renovables particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde.

La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000W/m<sup>2</sup> en la superficie terrestre. A esta potencia se le llama irradiancia, la cual puede ser aprovechada para generar energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico.

Cuando se plantea la instalación de generadores de energía fotovoltaica, fundamentalmente se atiende a dos razones principales:

- La necesidad de proporcionar energía eléctrica a una zona aislada o de difícil acceso para la red de distribución.

- La posibilidad de inyectar energía eléctrica a la red de distribución

En función a estos dos criterios, existen dos tipologías básicas de instalaciones fotovoltaicas: Instalaciones aisladas e instalaciones conectadas a la red, siendo esta última la presentada en este trabajo.

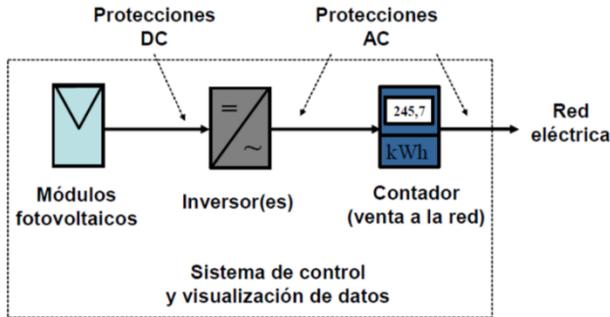
**Revisión de literatura**

Los sistemas de conexión a la red eléctrica son los que han experimentado mayor desarrollo en los últimos años. Estos sistemas se caracterizan por su simplicidad constructiva, la generación de energía eléctrica silenciosa y no contaminante, una gran fiabilidad, larga duración y poco mantenimiento.

El funcionamiento de este tipo de instalaciones es muy simple. El generador fotovoltaico transforma la energía solar incidente en los módulos de corriente continua, que es convertida por el inversor en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la red eléctrica.

Para contabilizar la energía eléctrica inyectada a la red de la empresa de distribución se utiliza un Contador de energía intercalado entre la red de baja tensión y el inversor. También es necesario instalar un Contador de entrada de energía para contabilizar el posible consumo de la instalación o bien se puede utilizar un único Contador bidireccional para realizar ambas funciones.

El mantenimiento de estas instalaciones es mínimo, y consiste básicamente en la limpieza periódica de los módulos y en la comprobación de las conexiones eléctricas y el buen funcionamiento del inversor, estimándose su vida útil en más de 30 años.



**Figura 1** Esquema simplificado de un sistema fotovoltaico conectado a la red (fuente 1)

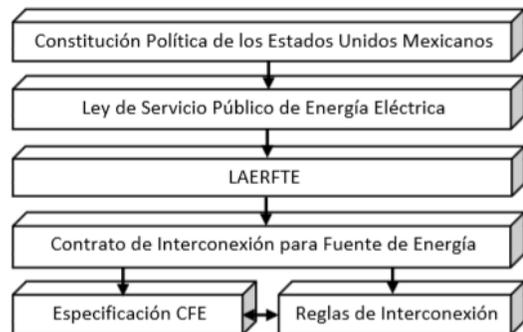
Los sistemas fotovoltaicos de mayor tamaño se realizan en los sectores comercial e industrial. Sin embargo aunque todavía son pocos, existen proyectos pilotos en el sector residencial, los cuales desde hace algunos años están aportando información real que permita identificar los beneficios y las soluciones técnicas requeridas para mejorar el desempeño de estos sistemas de conexión de red

Actualmente los siguientes instrumentos legales y regulatorios permiten el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en conexión a la red:

- Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y su reglamento.
- Contrato de interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Pequeña y Media Escala.

- Contrato de interconexión para Fuente Colectiva de Energía Renovable o Sistema Colectivo de Cogeneración en Pequeña Escala (será publicado por la CRE).

Puesto que los sistemas fotovoltaicos pueden disminuir o dejar de generar electricidad en forma repentina, por ejemplo en días parcialmente nublados, es también necesario establecer una serie de reglas técnicas que eviten molestias o daños a otros usuarios. Para ello, la CRE y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) han desarrollado un marco normativo específico para la interconexión de tecnología basadas en fuentes renovables como sistemas fotovoltaicos.



**Figura 2** Marco legal regulatorio para el uso de sistemas FV en el sector residencial en México (fuente 2)

**Metodología**

La aplicación de sistemas FV en el sector residencial resultan de la estructura interna de las siete tarifas residenciales (1-1F) que son escalonadas por volúmenes de consumo mensual de energía eléctrica (Kilowatt-hora). En dicha estructura los precios aumentan por Kilowatt-hora (KWh), cuando el volumen mensual de consumo de energía eléctrica supera ciertos límites; y donde cada tarifa residencial cuenta con dos de estos niveles.

El primero separa la tarifa en un rango básico (con precios más bajos) de un rango alto (con precios más altos), mientras que el segundo límite marca el consumo mensual a partir del cual el hogar sale de la tarifa residencial y entra a la tarifa “Doméstico de alto consumo DAC” que tiene el precio más alto por KWh.

Aplicando un esquema de medición neta del contrato de interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en pequeña escala existe la posibilidad de disminuir la energía mensual (KWh) que un hogar recibe de la red eléctrica de CFE con KWh generados por un sistema fotovoltaico.

En otras palabras, la cantidad de KWh facturados por CFE disminuyen debido a la energía (KWh) suministrada por el sistema por el sistema FV. Resulta entonces que implementando un sistema FV es provocar un cambio en la tarifa que paga un hogar por la electricidad que CFE le suministra hacia un precio o tarifa más baja.

Cabe mencionar que el caso de los usuarios DAC, la implementación de un sistema FV es rentable aunque no se dé el cambio de rango tarifario por que el costo de cada KWh es aproximadamente el doble del costo nivelado de un KWh fotovoltaico.

El hogar de estudio en este proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Nanchital, Veracruz, la tarifa aplicada en esta zona geográfica es la 1C, esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente domésticos, para cargas que no sean consideradas de alto consumo de acuerdo a lo establecido en la tarifa DAC.

El límite de alto consumo se define para cada localidad en función de la tarifa en la que se encuentra clasificada.

TARIFA	LIMITE DE CONSUMO	kWh/MES
Tarifa 1:	250 (doscientos cincuenta)	kWh/mes.
Tarifa 1A:	300 (trescientos)	kWh/mes.
Tarifa 1B:	400 (cuatrocientos)	kWh/mes.
Tarifa 1C:	850 (ochocientos cincuenta)	kWh/mes.
Tarifa 1D:	1,000 (un mil)	kWh/mes.
Tarifa 1E:	2,000 (dos mil)	kWh/mes.
Tarifa 1F:	2,500 (dos mil quinientos)	kWh/mes.

**Tabla 1** Límites de alto consumo (fuente 3)

Cuando el consumo mensual promedio del usuario sea superior al límite de alto consumo se le reclasificara a la tarifa doméstica de alto consumo.

La residencia estudiada muestra unos consumos mensuales que son mostrados en la tabla siguiente.

Mes	Días al mes	Consumo (kWh)	Límite de alto consumo 1C	Diferencia de energía
1	31	925	850	75
2	28	925	850	75
3	31	1,290	850	440
4	30	1,290	850	440
5	31	1,400	850	550
6	30	1,400	850	550
7	31	1,485	850	635
8	31	1,485	850	635
9	30	1,030	850	180
10	31	1,030	850	180
11	30	900	850	50
12	31	900	850	50

**Tabla 2** Consumos mensuales

El límite de alto consumo de la tarifa 1C son 850 KWh/mes de acuerdo a la tabla 1, cuando el consumo mensual promedio del usuario sea superior al límite de alto consumo se le reclasificara a la tarifa DAC. De acuerdo a lo anterior obtenemos los valores que registrarán el dimensionado del sistema fotovoltaico ya que esta diferencia de energía es la mínima que tendría que generar el sistema fotovoltaico para mantener los consumos debajo del límite permitido por la CFE y obtener de nueva cuenta la tarifa básica que es la que subsidia el gobierno.

Se tomaron en cuenta futuros incrementos en consumo de energía por nuevos hábitos en los habitantes de la residencia, por lo que se incrementa en un 30% en la producción fotovoltaica como preventiva para asegurar no caer de nuevo en la tarifa DAC debido a pérdida de rendimiento, ver tabla 3.

Con base a la siguiente tabla, se tienen los valores de producción que se deben lograr por el sistema fotovoltaico para conseguir regresar a la tarifa básica de la residencia de estudio.

Mes	Días al mes	Energía mínima producida por el SFV para lograr la tarifa 1C (kWh)
1	31	97.5
2	28	97.5
3	31	572
4	30	572
5	31	715
6	30	715
7	31	825.5
8	31	825.5
9	30	234
10	31	234
11	30	65
12	31	65

**Tabla 3** Energía necesaria para lograr bajar a tarifa básica

Tomando los datos de la energía mínima producida por el SFV de la tabla anterior, se obtuvo la potencia pico del generador fotovoltaico para cada mes, tomando la hora solar pico de radiación, datos que son obtenidos de la NASA Surface Meteorology and Solar Energy. Para este caso tomaremos en cuenta que los módulos están orientados al sur y con una inclinación óptima de 19° igual a la latitud de Nanchital.

La potencia pico instalada será calculada con la siguiente formula

$$P_p = E_{GFV/dia}/HSP \tag{1}$$

$P_p$ : Potencia pico

$E_{GFV/dia}$ : Energía producida/diaria

HSP: Hora solar pico

Mes	Días al mes	Energía necesaria por el SFV para lograr el rango intermedio kWh/Mes	Energía necesaria por el SFV para lograr el rango intermedio kWh/Día	HSP	Potencia pico necesaria para cada mes (kWp)
1	31	97.5	3.2	3.65	0.87
2	28	97.5	3.5	4.23	0.83
3	31	572	18.5	4.86	3.8
4	30	572	19.0	5.35	3.55
5	31	715	23.0	5.46	4.2
6	30	715	23.8	5.07	4.76
7	31	825.5	26.6	5.27	5.0
8	31	825.5	26.6	5.05	5.26
9	30	234	7.8	4.46	1.75
10	31	234	7.5	4.29	1.74
11	30	65	2.2	3.95	0.55
12	31	65	2.1	3.55	0.6

**Tabla 4** Potencia pico

Con la tabla anterior se obtiene la potencia pico del generador fotovoltaico, esto se hace observando en cada mes la potencia máxima que se requiere en los meses donde existe la mayor diferencias de energía, para este caso en concreto el área sombreada nos indica los valores máximos de potencia pico que se necesita instalar y que cumplirá con lo mínimo requerido.

Para no sobredimensionar el sistema demasiado y que esto no encarezca el sistema se tomaron los tres valores más altos de la columna de potencia pico de la tabla y se eliminan el valor más alto y el más bajo para quedarnos con el valor medio.

La potencia pico del generador fotovoltaico sería entonces de 5KWp. Dado que sobrepasar uno o dos meses no hace cambiar de manera inmediata la tarifa. La tarifa DAC es aplicada cuando el consumo mensual promedio registrado por el usuario supera el límite de la tarifa 1C tomando en cuenta el promedio móvil del consumo de los últimos 12 meses. Esto nos dice que aunque el usuario sobrepase el límite algunos meses, mientras su promedio móvil anual no supere el límite de la tarifa 1C no será aplicada la tarifa DAC.

Para el desarrollo del proyecto se eligió un panel de silicio policristalino que absorbe radiación directa, el modelo seleccionado de modulo, el C235PN de Wiosun, es un módulo de 235W de 60 células policristalina.

Datos Eléctricos a STC	
Tipo de Modulo	C235PN
Potencia Nominal	235
Voltaje Máximo	30.20
Corriente Máxima	7.78
Voltaje de Circuito Abierto	37.27
Corriente de Corto Circuito	8.56
Eficiencia de Celda	16.10
Eficiencia de Módulo	14.47
Coefficiente de Temperatura de Isc	+0.04 % / °C
Coefficiente de Temperatura de Voc	-0.35 % / °C
Coefficiente de Temperatura de Pmax	-0.5 % / °C
NOCT	48 °C ± 2 °C
Tensión Máxima del Sistema	1000V

**Tabla 5** Características eléctricas del módulo (fuente 5)

Estos módulos están especialmente diseñados para sistemas conectados a la red, en sus distintas aplicaciones tales como tejados comerciales, sistemas residenciales y plantas fotovoltaicas. Se ha elegido debido a sus excelentes prestaciones dentro de la gama de módulos fotovoltaicos de alta potencia adecuados a nuestra instalación, así como otras condicionantes como la garantía del producto, la confianza ofrecida por un fabricante de prestigio, la disponibilidad de suministro o la buena relación prestaciones/coste por modulo.

El número total de módulos a instalar del modelo seleccionado está dado por la formula siguiente

$$N = \text{Int} \left[ \frac{P_{GFV.M.STC}}{P_{MOD.M.STC}} \right] \quad (2)$$

$P_{GFV.M.STC}$ : Potencia nominal del generador fotovoltaico

$P_{MOD.M.STC}$ : Potencia nominal del modulo fotovoltaico

N: Numero de módulos a instalar

$$N = [5000W/235W]$$

$$N = 22 \text{ módulos}$$

El inversor elegido para este proyecto es el inversor marca Fronius modelo IG plus 5.0-1 UNI. Una vez elegido el inversor se procede a calcular el número de módulos en serie que serán conectados en cada cadena y el número de cadenas en paralelo que nos garanticen el funcionamiento del inversor sin desconexión por bajo o alto voltaje.

El valor máximo de módulos en serie está dado por la formula siguiente:

$$\text{máx}(N_{ms}) = \text{Int}\left[\frac{V_{INV.M}}{V_{MOD.OC(TC=-10^{\circ}C)}}\right] \quad (3)$$

$V_{INV.M}$ : Voltaje máximo de entrada del inversor

$V_{MOD.OC(TC=-10^{\circ}C)}$ : Voltaje de circuito abierto de modulo a  $-10^{\circ}C$

$\text{máx}(N_{ms})$ : Número máximo de módulos en serie

Para obtener el voltaje del módulo a  $T_c=-10^{\circ}C$  se utiliza la siguiente expresión aproximada para módulos de silicio mono y policristalino.

$$V_{MOD.OC(TC=-10^{\circ}C)} \approx 1.14 V_{MOD.OC.STC} \quad (4)$$

Se tiene que,  $V_{MOD.OC(TC=-10^{\circ}C)} = 1.14 (37.27V) = 42.48V$

En consecuencia:

$$\text{Máx}N_{ms} = \frac{600V}{42.48V} = 14 \quad (5)$$

Para lograr que el inversor se mantenga dentro del rango de operación se tiene que:

$$\text{min}(N_{ms}) = \text{Int}\left[\frac{V_{INV.m}}{V_{MOD.M(TC=70^{\circ}C)}}\right] + 1 \quad (6)$$

$V_{INV.m}$ : Voltaje mínimo de entrada del inversor

$V_{MOD.M(TC=70^{\circ}C)}$ : Voltaje máximo del módulo a  $70^{\circ}C$

$\text{min}(N_{ms})$ : Número mínimo de módulos en serie

Para obtener el voltaje del módulo a  $TC=70^{\circ}C$  se utiliza la siguiente expresión aproximada para módulos de silicio mono y policristalino.

$$V_{MOD.M(TC=70^{\circ}C)} \approx 0.82 V_{MOD.M.STC} \quad (7)$$

Se tiene que,  $V_{MOD.OC(TC=70^{\circ}C)} = 0.82(30.20V) = 24.76V$

En consecuencia:

$$\text{Min}N_{ms} = \frac{230V}{24.76V} + 1 = 10 \quad (8)$$

Debido a que tenemos que el número de módulos a instalar para obtener la potencia pico de 5KW es de 22 módulos se optó por colocar 11 módulos en serie con los que se obtiene:

$N = 22$  módulos

$$N_{mp} = N/N_s \quad (9)$$

$N_{mp}$ : Numero de módulos en serie

$N$ : Número total de módulos

$N_s$ : Numero de módulos en serie

$$N_{mp} = 22/11 = 2$$

Esto nos indica que nuestro generador está formado por dos cadenas de 11 módulos en serie de 235W lo que hará un generador fotovoltaico de una potencia de pico de 5.17 KWp.

Dado que la corriente de corto circuito del módulo fotovoltaico es de 8.65A, las dos cadenas en paralelo no deberían sobrepasar la corriente máxima admitida por el inversor expresado en la siguiente ecuación:

$$N_{mp} I_{MOD.SC.STC} \leq I_{INV.M.DC} \quad (10)$$

Se tiene que:

$N_{mp}$ : Numero de módulos en paralelos

$I_{MOD.SC.STC}$ : Corriente de corto circuito del módulo a condiciones STC

$I_{INV.M.DC}$ : Corriente máxima de entrada del inversor en CD.

En consecuencia:

$$17.12 \leq 23.4$$

La corriente máxima que obtendremos en el generador fotovoltaico nunca sobrepasara la corriente máxima de entrada del inversor.

Para el cálculo del cableado de CD se rigió por dos criterios, el criterio de máxima intensidad admisible y el de máxima caída de tensión permisible.

De acuerdo a la norma NOM-001-SEDE en los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la capacidad de conducción del cableado debe seleccionarse con un valor de 1.25 veces la corriente de corto circuito,  $I_{sc}$ , del módulo FV, panel o arreglo fotovoltaico.

La corriente máxima que debe soportar el cable está dado por:

$$I_{sc} = 8.56A$$

$$I_{MOD.SC.STC} = 1.25 * 8.56 = 10.7 A$$

De igual manera se tomaron en cuenta los cálculos de protecciones de CD, los fusibles empleados están diseñados para intensidad continua y deben ser capaces de soportar 1.1 veces la tensión de circuito abierto del generador fotovoltaico.

El cálculo de cableado de AC debe soportar 1.25 veces la intensidad nominal a la salida del inversor. Además, dicha intensidad nominal del inversor se deduce de la potencia y tensión AC nominales del inversor, la protección utilizada en AC fue un interruptor termo magnético marca Bticino modelo FE82/32 que tiene una corriente  $I = 32 A$ .

Dado que la distancia entre el inversor y el tablero de distribución no es mayor a 10m no se requiere protección contra sobretensión.

La estructura soporte fue de acero galvanizado con doble cadena de módulos en la misma estructura, por lo que no tendrá problemas con la separación mínima entre cadenas de módulos, todo con tornillería de acero inoxidable y sujeta a la residencia según lo establecido en el documento "especificaciones técnicas, de seguridad y funcionamiento de proyectos e instalaciones de sistemas fotovoltaicos ESP-ANCE-02"

El electrodo sistema de puesta a tierra, según se establece en el Art. 250-81 de la NOM 001-SEDE-vigente, puede ser uno o alguna combinación de los que se indican a continuación. En ningún caso se permite que el valor de la resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra sea superior a  $25\Omega$ .

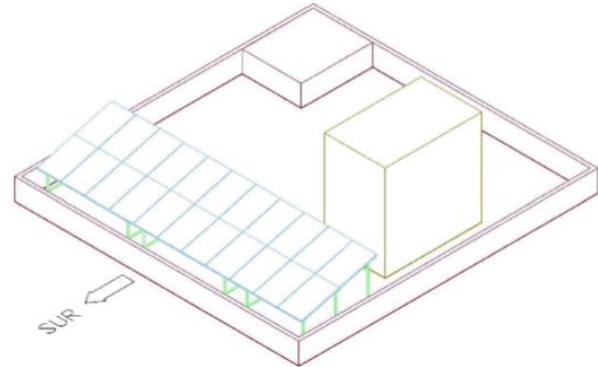
Se utilizara una varilla de acero cobrizada del tipo Copper Weld de 15mm de diámetro (5/8”) y 3 m de longitud enterrada de manera vertical por lo menos 2.4m, y un cable conductor de cobre desnudo calibre 8AWG 8.4mm<sup>2</sup>. Esta será usada para el sistema fotovoltaico en el circuito de CD.

Tomando en cuenta los valores de la irradiación media mensual y temperatura máximo promedio, se pudo estimar la cantidad de energía producida por el generador fotovoltaico además de calcular perdidas de energía que pudieran tener efectos por temperatura, tales como perdidas de corriente continua y alterna, perdidas por temperatura de los módulos y eficiencia del inversor, perdidas por polvo y/o suciedad en los módulos y reflectancia angular y espectrales.

Tomando los promedios anuales de las perdidas anteriores, se hizo un cálculo aproximado de las pérdidas que tendría el sistema fotovoltaico.

$$PR = 0.985, 0.985, 0.95, 0.955, 0.96, 0.965 = 0.81$$

No se han tomado en cuenta las pérdidas por sombreado ni por mala orientación de los módulos ya que el generador se ubicara con orientación óptima y sin problema de sombreado.



**Figura 3** Vista del emplazamiento con los módulos fotovoltaicos

Tomando en cuenta todas las pérdidas que experimenta el generador se pudo realizar un cálculo estimado de la energía producida por el generador a lo largo del año.

La producción estimada mensual la haremos con la siguiente formula:

$$E = N \text{días}, HSP, PR, P_{inst}$$

En la siguiente tabla encontraremos los resultados de la producción estimada por cada mes.

Mes	Días	HSP	PR	P <sub>inst</sub> (kW)	E(kWh)
Enero	31	3.65	0.81	5.17	474
Febrero	28	4.23	0.81	5.17	496
Marzo	31	4.86	0.81	5.17	631
Abril	30	5.35	0.81	5.17	672
Mayo	31	5.46	0.81	5.17	709
Junio	30	5.07	0.81	5.17	637
Julio	31	5.27	0.81	5.17	684
Agosto	31	5.05	0.81	5.17	656
Septiembre	30	4.46	0.81	5.17	560
Octubre	31	4.29	0.81	5.17	557
Noviembre	30	3.95	0.81	5.17	496
Diciembre	31	3.55	0.81	5.17	461

**Tabla 6** Producción de energía fotovoltaica mensual

El autoconsumo fotovoltaico hace referencia a la producción individual de electricidad para el propio consumo, a través de paneles solares fotovoltaicos en el que la residencia de estudio se encuentra sujeta.

Tomando como base la energía generada de la tabla anterior, determinamos y comparándola con la tabla tenemos que:

Mes	E(kWh) producida por el generador fotovoltaico	Energía necesaria por el SFV para lograr la tarifa 1C	Diferencia
Enero	474	75	-399
Febrero	496	75	-421
Marzo	631	440	-191
Abril	672	440	-232
Mayo	709	550	-159
Junio	637	550	-87
Julio	684	635	-49
Agosto	656	635	-21
Septiembre	560	180	-380
Octubre	557	180	-377
Noviembre	496	50	-846
Diciembre	461	50	-411

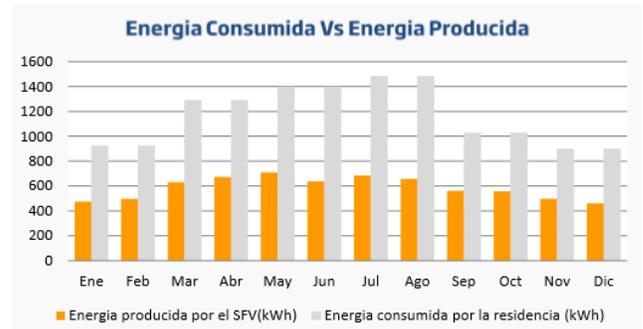
**Tabla 7** Diferencia de energía producida vs energía necesaria para lograr rango intermedio

Podemos ver que en todos los meses se tiene energía que se abona a la tarifa básica y elimina el valor “excedente”, que en ese rango es uno de los conceptos más caros de la cuota que se paga a la CFE.

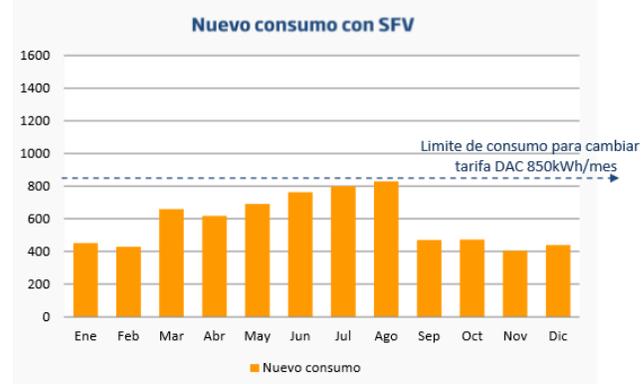
Lo que asegura con este diseño es el seguro cambio de tarifa DAC a tarifa 1C que es la que rige en esa zona geográfica donde se encuentra la residencia.

**Resultados**

En las gráficas siguientes se muestra el antiguo consumo de la residencia VS la generación fotovoltaica estimada y como después de ser consumida por la residencia se logra un nuevo consumo que se encuentra por debajo del límite que la CFE impone para mantenerse en la tarifa subsidiada.



**Figura 4** Energía consumida vs energía producida



**Figura 5** Energía consumida con sistema fotovoltaico

En la grafica anterior logramos observar como la energía de autoconsumo llevo a la energía consumida mensualmente a valores que regresaron a la residencia de nuevo a tarifa 1C.

La tecnología fotovoltaica es una tecnología limpia que durante su funcionamiento no produce ningún tipo de emisiones de gases perjudiciales para el medio ambiente.

Por esta razón el uso de sistemas fotovoltaicos puede ayudar a disminuir graves problemas medioambientales como pueden ser el efecto invernadero provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

En una central de generación eléctrica convencional, dependiendo del tipo de tecnología utilizada, el promedio de emisiones de gases contaminantes en relación al KWh generado es el siguiente.

Emisiones de gases contaminantes de CO <sub>2</sub> por cada kWh de energía consumida
Carbón (kg)
0.40

**Tabla 8** Emisiones de CO<sub>2</sub> (fuente 4)

Dado que el sistema fotovoltaico estará produciendo un estimado anual de 7033KWh/anuales se evitaría una emisión de 2813.2 kg de CO<sub>2</sub>

En este apartado se anexan los costos del proyecto, se han buscado los precios más bajos sin perder la calidad en cada uno de los materiales usados en la instalación.

Tarea	Personal	Tiempo (horas)	Precio Total USD
Estructura Paneles	Electricista1 y ayudante1	5	2,526.50
Montaje de Paneles	Electricista1 y ayudante1	5	8,133.40
Toma de tierra	Electricista1 y ayudante1	3	194.51
Instalación tubería y cableado	Electricista2 y ayudante2	2	80.00
Instalación protección CD	Electricista1 y ayudante1	3	217.30
Instalación Inversor	Electricista1 y ayudante1	3	3,439.21
Instalación protección AC	Electricista1 y ayudante1	2	280.00
		<b>Total</b>	<b>14,870.92</b>

**Tabla 9** Costo total del proyecto

El sistema fotovoltaico generara ahorros mensuales que se presentan en la siguiente tabla tomando en cuenta la tarifa DAC central.

Mes	Días al mes	Consumo (kWh)	Producción del GFV	Ahorro con con tarifa DAC
1	31	925	474	1720
2	28	925	496	1800
3	31	1,290	631	2290
4	30	1,290	672	2439
5	31	1,400	709	2573
6	30	1,400	637	2312
7	31	1,485	684	2483
8	31	1,485	656	2381
9	30	1,030	560	2033
10	31	1,030	557	4055
11	30	900	496	1800
12	31	900	461	1673
			Total	\$27,559MN
			Total USD	\$2,153

**Tabla 10** Ahorros mensuales

Con esta tabla podemos determinar que el ahorro anual simple será de \$2153.00 USD tomando en cuenta que el costo total del proyecto es de \$ 14,870.92 USD se tendría un retorno simple de 6.9 años, este retorno se logra gracias a que la tarifa DAC es muy alta lo que no se lograría si la residencia se encontrara en tarifa 1C que es la que tendría debido a la zona geográfica donde se encuentra. Podemos determinar que la tarifa DAC representa la mejor situación para incluir un sistema fotovoltaico para eliminar esta tarifa.

## Conclusiones

La energía solar fotovoltaica es una de las fuentes más prometedoras de las energías renovables en el mundo. Comparada con las fuentes no renovables, las ventajas son claras: es no contaminante, no tiene partes móviles que analizar y no requiere mucho mantenimiento.

No requiere de una extensa instalación para operar. Los generadores de energía pueden ser instalados de una forma distribuida en la cual los edificios ya construidos, pueden generar su energía de forma segura y silenciosa. No consumen combustibles fósiles. No genera residuos. No produce ruidos es totalmente silenciosa.

Es una fuente inagotable. Ofrece una elevada fiabilidad y disponibilidad operativa excelente.

El nicho más rentable para la aplicación de sistemas fotovoltaicos en el sector residencial son los hogares que pagan tarifa DAC. Sin embargo es un nicho escaso comparado con la cantidad global de usuarios residenciales y se podrían generar implicaciones negativas para el estado (incremento de subsidios) si se dan los cambios de tarifa.

### Referencias

Nofuentes, G. (2011/2012). Sistemas fotovoltaicos conectados a red " Métodos de dimensionado". Universidad Internacional de Andalucía.

Barzalobre, V., Carrasco, F & Brailovsky P. Programa de fomeneto de sistemas fotovoltaicos en Mexico.

Comision Federal de Electricidad. <http://www.cfe.gob.mx/paginas/home.aspx>

ENDESA. <http://www.endesa.com>

Fabricante de módulos fotovoltaicos <http://www.wiosun.com/en us/index.html>

Sidrach, M. (2008/2009) Ingeniería de los sistemas autonomos. Introducción al diseño y dimensionado de sistemas fotovoltaicos autonomos. Universidad internacial de Andalucía.

Fabricante de inversores <http://www.fronius.com.mx/>

Fabricante de inversores <http://www.sma-america.com/en US.html>

Fabricante de componentes electricos <http://www.bticino.com.mx/>

Fabricante de componentes electricos <http://www.littelfuse.com.mx/>

Fabricante de estructuras para modulos fotovoltaicos <http://www.schletter.de/es/>

Especificaciones técnicas, de seguridad y funcionamiento de proyectos e instalaciones de sistemas fotovoltaicos ESP-ANCE-02.

NASA Surface meteorology and Solar Energy <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi?email=rets@nr can.gc.ca>

Google <https://www.google.com/earth/index.html>

**Acreditación de laboratorios con base a la EMA**

HERNADEZ-Daniel†, LEON-Miguel &amp; KIDO-Juan

Recibido 28 de Julio, 2015; Aceptado 6 de Septiembre, 2015

**Resumen**

El presente artículo analiza la **acreditación** del laboratorio de Pemex refinación y la percepción de su impacto en la gestión. Para llevar esto a cabo se consideraron como ejes de análisis la **calidad** del sistema de la organización, las mejoras en la infraestructura, el desarrollo de los trabajadores y los resultados de las **muestras**. Metodológicamente se desarrolló un estudio de caso desde una perspectiva cualitativa en una terminal de almacenamiento y reparto de Pemex Refinación

**Laboratorio, EMA, acreditación****Abstract**

The present article discusses the accreditation of the laboratory of Pemex-refining and the perception of its impact on the management. For this to take place is considered as axes of analysis the quality system of the organization, improvements in infrastructure, the development of the workers and the results of the samples. Methodologically developed a case study from a qualitative perspective in a terminal storage and distribution of Pemex-Refining.

**Laboratory, EMA, accreditation**

**Citación:** HERNADEZ-Daniel, LEON-Miguel & KIDO-Juan. Acreditación de laboratorios con base a la EMA. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:756-763

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

El creciente uso de sistemas de calidad ha producido la necesidad de asegurar el laboratorio, el cual forma parte de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Iguala, Gro. Una de sus actividades es de recibo, almacenamiento y reparto de productos petrolíferos Pemex Premium, Pemex Magna, Pemex Diésel, para demostrar que este posee un sistema de gestión y que es técnicamente competente y capaz de generar resultados que sean 100% correctos para sus clientes, para esto es necesario que los equipos del laboratorio estén calibrados y tengan un buen funcionamiento, llevando acabo un control llamado carta de trazabilidad y un cálculo de incertidumbres en cada una de las pruebas realizadas para la norma.

Los laboratorios de ensayo deben de operar de conformidad a lo que estipula la norma mexicana NMX-EC- 17025-INMC-2006 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” situación que se avala atendiendo el procedimiento para cada uno de sus requisitos.

El tipo de evaluación debe ser documentada en el sistema de gestión así como en la parte técnica, además de evaluar cada uno de los procedimientos a acreditar en las actividades realizadas para cada una de las pruebas: o bien puede haber una revisión de acciones correctivas documentales en sitio, después de haber sido evaluados en algunas de las diferentes categorías para obtener la acreditación del laboratorio.

La aceptación de evaluación de acuerdo a los requerimientos propuestos bajo la NMX-EC-17025 -IMNC-2006 y los estatus del organismo de acreditación EMA, A.C. certificara el laboratorio dando como resultado una mejor presentación de propuesta comercial ante los clientes potenciales.

Con este trabajo se pretende poner de manifiesto la importancia que tiene la forma de expresar el resultado de las corridas de las gasolinas que hicieron cada uno de los signatarios, y que debe aparecer en el correspondiente formato dando un certificado correcto sobre la incertidumbre de dichas pruebas emitido por el laboratorio.

**Metodología****Requisitos relativos a la gestión**

El laboratorio o la organización de la cual es parte, debe ser una entidad con responsabilidad legal.

Es responsabilidad del laboratorio realizar sus actividades de ensayo y de calibración de modo que se cumplan los requisitos de esta norma y se satisfagan las necesidades de los clientes, autoridades reglamentarias u organizaciones que otorgan reconocimiento.

El sistema de gestión debe cubrir el trabajo realizado en las instalaciones permanentes del laboratorio, en sitios fuera de sus instalaciones permanentes o en instalaciones temporales o móviles asociadas.

Si el laboratorio es parte de una organización que desarrolla actividades distintas de las de ensayo o de calibración, se deban definir las responsabilidades del personal clave de la organización que participan o influye en las actividades de ensayo o de calibración del laboratorio, con el fin de identificar potenciales conflictos de intereses.

**Sistema de gestión**

El laboratorio debe establecer, implementar y mantener un sistema de gestión apropiado al alcance de sus actividades. El laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones tanto como sea necesario para asegurar la calidad de los resultados de los ensayos o calibraciones.

La documentación del sistema debe ser comunicada al personal pertinente, debe ser comprendida por él, debe estar a su disposición y debe ser implementada por él.

Las políticas del sistema de gestión del laboratorio concernientes a la calidad, incluida una declaración de la política de la calidad, deben estar definidas en un manual de la calidad (o como se designe). Los objetivos generales deben ser establecidos y revisados durante la revisión por la dirección. La declaración de la política de la calidad debe ser emitida bajo la autoridad de la alta dirección.

La alta dirección debe proporcionar evidencias del compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión y mejorar continuamente su eficacia.

La alta dirección debe comunicar a la organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios.

El manual de calidad debe contener o hacer referencia a los procedimientos de apoyo, incluidos los procedimientos técnicos. Debe describir la estructura de la documentación utilizada en el sistema de gestión.

En el manual de la calidad deben estar definidas las funciones y responsabilidades de la dirección técnica y del responsable de la calidad, incluida su responsabilidad para asegurar el cumplimiento de esta norma mexicana.

La alta dirección debe asegurarse de que se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en este.

**Control de los documentos****Generalidades**

- El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para el control de todos los documentos que forman parte de su sistema de gestión (generados internamente o de fuentes externas), tales como la reglamentación, las normas y otros documentos normativos, los métodos de ensayo o de calibración, así como los dibujos, el software, las especificaciones, las instrucciones y los manuales.

**Aprobación y emisión de los documentos**

- Todos los documentos distribuidos entre el personal del laboratorio como parte del sistema de gestión deben ser revisados y aprobados, para su uso, por el personal autorizado antes de su emisión. Se debe establecer una lista maestra o un procedimiento equivalente de control de la documentación, identificando el estado de revisión vigente y la distribución de los documentos del sistema de gestión, la cual debe ser fácilmente accesible con el fin de evitar el uso de documentos no válidos u obsoletos.

**Revisión de los pedidos, ofertas y contratos**

- El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para la revisión de los contratos. Las políticas y los procedimientos para estas revisiones, que den por resultado un contrato para la realización de un ensayo o una calibración.

El laboratorio de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Iguala, Gro. Tiene establecida la política de tomar como contrato el “Acuerdo de Coordinación Operativa y Administrativa que celebran la Subdirección Comercial y la Subdirección de Almacenamiento y Distribución”; mismo que incluye la revisión y ofertas del acuerdo.

Se conservan los registros de las revisiones a los acuerdos establecidos con los clientes cuando estas se presenten, donde se estipulen las modificaciones significativas. También se conservan los registros de las acciones realizadas a solicitud del cliente relacionadas con los requisitos o resultados del trabajo durante la ejecución del contrato.

En caso de que se tenga alguna desviación respecto a los contratos establecidos, estos son notificados de inmediato al cliente.

Si un contrato necesita ser modificado después de haber comenzado el trabajo, se repite el proceso de revisión de contrato y se comunican los cambios por escrito a todo el personal afectado.

**Subcontratación de ensayos y de calibraciones.**

- Cuando un laboratorio subcontrate un trabajo, ya sea debido a circunstancias no previstas o en forma continua, se debe encargar este trabajo a un subcontratista competente que cumpla esta norma mexicana para trabajo en cuestión.

Normalmente, el L.E. no subcontrata trabajos y/o servicios de ensayo. Sin embargo, cuando se llegase a requerir, el L. E. solo subcontratará laboratorios acreditados ante la E.M.A. en los métodos normalizados requeridos.

El laboratorio mantiene un registro de los subcontratistas señalados, así como copia de los resultados emitidos por los mismos y su acreditación ante la EMA es la evidencia de que cumplen con la norma ISO/IEC 17025-2005 /NMX-EC-17025-IMNC-2006

**Servicio al cliente**

El laboratorio debe estar dispuesto a cooperar con los clientes o sus representantes para aclarar el pedido del cliente y para realizar el seguimiento del desempeño del laboratorio en laboratorio en relación con el trabajo realizado.

El Superintendente de Terminal es el que atiende al cliente. Si el cliente o sus representantes lo solicitan debe estar dispuesto a cooperar para que se le permite el acceso razonable a las áreas relevantes del L.E. para atestiguar los ensayos efectuados para. En cualquier momento se atienden sus solicitudes conforme el “Acuerdo de Coordinación Operativa y Administrativa que celebran la Subdirección Comercial y la Subdirección de Almacenamiento y Distribución”.

**Quejas**

- El laboratorio debe tener una política y procedimientos para la resolución de las quejas recibidas de los clientes o de otras partes. Se deben mantener los registros de todas las quejas así como de las investigaciones y de las acciones correctivas llevadas a cabo por el laboratorio

El L.E. cumple con la Política:

“Atender y dar seguimiento hasta su conclusión satisfactoria, las quejas de los clientes”

Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes

- El laboratorio debe tener una política y un procedimiento que se deben implementar cuando cualquier aspecto de su trabajo de ensayo o de calibración, o el resultado de dichos trabajos, no son conformes con sus propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente.

El L.E. cumple con la política:

“Detener el trabajo cuando se detecta una desviación en el desarrollo del ensayo”.

En este caso el Probador Físico o Analítico avisa de inmediato al Responsable del Laboratorio. Inmediatamente este lo atiende conforme el 300-50000-PGA-09 “Procedimiento para la Corrección y Prevención del Sistema Integral de Gestión”.

Mejora

- El laboratorio debe mejorar continuamente la eficacia de su sistema de gestión mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de los datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

Acciones correctivas

- EL laboratorio debe establecer una política y un procedimiento para la implementación de acciones correctivas cuando se haya identificado un trabajo no conforme o desvíos de las políticas y procedimientos del sistema de gestión o de las operaciones técnicas, y debe designar personas apropiadamente autorizadas para implementarlas.

Se cumple con la Política:

“Implementar acciones correctivas necesarias para eliminar las causas de NoConformidades actuales en un máximo de 10 días laborables y prevenir su recurrencia”

Para esto, el Responsable del Laboratorio aplica el 300-50000-PGA-09 “Procedimiento para acciones Correctivas y Preventivas del Sistema Integral de Calidad”.

Análisis de las causas.

- El procedimiento de acciones correctivas debe comenzar con una investigación para determinar la o las causas raíz del problema.

El 300-50000-PGA-09 “Procedimiento para acciones Correctivas y Preventivas del Sistema Integral de Calidad”, incluye una investigación para determinar la(s) causa(s) que origina(n) el(los) problema(s).

Selección e implantación de acciones correctivas.

- Cuando se necesite una acción correctiva, el laboratorio debe identificar las acciones correctivas posibles. Debe seleccionar e implementar la o las acciones con mayor posibilidad de eliminar el problema y prevenir su repetición.

Cuando las acciones correctivas son necesarias, el Responsable del Laboratorio identifica las acciones correctivas potenciales. Se elige(n) e implanta(n) la(s) acción(es) más adecuada(s) para eliminar el problema y prevenir la recurrencia.

Las acciones correctivas son de un grado apropiado a la magnitud y al riesgo del problema.

El Responsable del Laboratorio supervisa e implanta cualquier cambio requerido resultante de las investigaciones para las acciones correctivas.

Seguimiento de acciones correctivas

- El laboratorio debe realizar el seguimiento de los resultados para asegurarse de la eficacia de las acciones correctivas implementadas.

El Responsable del Laboratorio da seguimiento a los resultados para asegurar que las acciones correctivas tomadas son efectivas de acuerdo al 300-50000-PGA-09 “Procedimiento para acciones Correctivas y Preventivas del Sistema Integral de Calidad

Auditorias adicionales

- Cuando la identificación de no conformidades o desvíos ponga en duda el cumplimiento del laboratorio con sus propias políticas y procedimientos, o el cumplimiento con esta norma mexicana, el laboratorio debe asegurarse de que los correspondientes sectores de actividades sean auditados.

Acciones preventivas

- Cuando se identifiquen oportunidades de mejoras o si se requiere una acción preventiva, se deben desarrollar, implementar y realizar el seguimiento de planes de acción, a fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de dichas no conformidades y aprovechar las oportunidades de mejora.

El Responsable del Laboratorio cuando identifica, las oportunidades de mejoras necesarias, y las fuentes potenciales de no conformidades ya sean técnicas o concernientes al Manual del laboratorio.

Si se requiere acción preventiva, se desarrollan, implantan y monitorean planes de acción para reducir la probabilidad de ocurrencia de dichas no conformidades y se toman ventajas de las oportunidades de mejora.

### **Realización del formato para el cálculo de incertidumbre**

La calibración realizada con patrones de referencia o estándares de referencia, proporciona datos que nos permiten conocer la incertidumbre de medición. Debido a que nos interesa conocer el valor verdadero de una medición, es necesario hacer comparaciones con respecto a un patrón conocido y la característica esencial de la comparación es la repetibilidad.

El probador Analítico debe realizar 20 mediciones en tres diferentes puntos de la escala total del equipo, si aplica, empleando para esto ya sea un patrón de referencia, un estándar certificado o con el componente puro de concentración conocida, posteriormente los valores de las mediciones se anotan en el formato F-LAB-07 Incertidumbre de Equipos de Inspección y Prueba.

**Consideraciones**

Desviación Estándar (s): Si cuatro de cinco puntos consecutivos superan 1 s, ó están en orden creciente ó decreciente, analice otra muestra, si el siguiente punto es inferior a 1 s, ó altera el orden, continúe el análisis, en caso contrario, hay que interrumpir el análisis y corregir el problema.

Cuando el signatario realiza las corridas a las gasolinas este primero que nada tiene que tomar la muestra del autotanque para después llevarla al equipo que realizara la muestra arrojando el porcentaje del contenido.

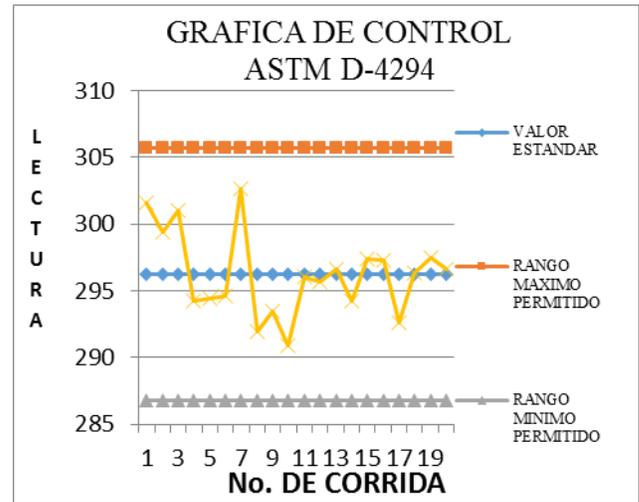
El signatario tiene que estar junto al equipo y este anotando en una tabla los resultados, pero antes debe analizar la temperatura con la que cuenta el laboratorio.

Una vez teniendo los resultados ya listos se prosiguió a pasarlos al formato original junto con una gráfica, la cual indica de manera visual los resultados.

**Anexos**

GERENCIA DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO CENTRO				
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO IGUALA, GRO.				
INFORMACION PARA CALCULO DE INCERTIDUMBRE				
	ASTM D93-02	ASTM D-1298-99	ASTM D-976-91	ASTM D-4294
Mensurado	Temp. Inflamación	Peso Especifico	Indice de Cetano	Azufre Moriba
Patrón				
Valor de Referencia				
Lectura de Patrón				
Lect. 1				301.6
Lect. 2				299.4
Lect. 3				301
Lect. 4				294.2
Lect. 5				294.4
Lect. 6				294.6
Lect. 7				302.7
Lect. 8				291.9
Lect. 9				293.5
Lect. 10				290.9
Lect. 11				296.1
Lect. 12				295.7
Lect. 13				296.6
Lect. 14				294.2
Lect. 15				297.4
Lect. 16				297.3
Lect. 17				292.6
Lect. 18				296.8
Lect. 19				297.5
Lect. 20				296.6
Promedio				296.225

**Tabla 1** Corridas del punto de inflamación de la gasolina



**Gráfico 1** Control de las corridas

**Conclusiones**

La Terminal de Almacenamiento y Reparto Iguala, Gro. PEMEX REFINACION necesita apearse a los procedimientos con los que cuenta la Terminal para asegurar una administración y competencia técnica de calidad, conforme los requisitos de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006/ ISO/ IEC 17025:

Es por ello que la Terminal de Almacenamiento y Reparto necesita establecer, aplicar y mantener las auditorías internas correspondientes, para resolver y dar un seguimiento a las no conformidades.

Con la resolución de las no conformidades de la auditoria anterior, las cuales se realizaron correctamente y con la actualización de cada uno de los procedimientos como las cartas y el cálculo de incertidumbre para el laboratorio, los resultados obtenidos en esta auditoria fueron muy positivos pues no se presentaron las no conformidades.

Para mantener y lograr el cumplimiento de la norma mexicana es necesario, capacitar al personal, realizar los ciclos de trabajos correspondientes, dar seguimiento a los procedimientos y tomar acciones preventivas, para el mejor funcionamiento de esta. Revisar los procedimientos y guiarse de las auditorias anteriores nos lleva a tener un mejor control.

Es necesario que la alta dirección, el jefe de operación, la coordinadora de sistema y los probadores analíticos mantengan un retroalimentación para seguir logrando los objetivos establecidos y brindar un servicio de calidad.

### **Referencias**

Douglas C.Montgomery. (2005). Control estadístico de la calidad. Mexico: LimusaWiley.

C.RobertPennella. (2005). Metrologia manual de implementacion. Mexico: Limusa.

## Distribución de Planta Química

OJEDA-Jesús†, MENA-Dolores, TOLEDO-Ignacio & KIDO-Juan

Recibido 30 de Julio, 2015; Aceptado 12 de Septiembre, 2015

---

### Resumen

El artículo evalúa la distribución de planta de los nuevos procesos químicos que se implantarán dentro de la planta química, son productos de la industria automotriz, así también, implementar higiene y seguridad industrial, con cada una de las normas correspondientes. Lo que se buscó obtener es la ordenación de cada uno de los procesos logrando un eficiente desarrollo de los productos dentro de la planta, buscando así obtener una mejor calidad, satisfaciendo las necesidades de los consumidores y lo que es mejor cuidando la integridad de los empleados.

**Distribución de planta, Higiene y Seguridad Industrial, Calidad**

### Abstract

The article evaluates the distribution plant new chemical processes that were implemented within the chemical plant, are products of the automotive industry, well, implement health and safety, with each of the respective standards. What it is sought to obtain the management of each one of the processes achieving efficient development of products within the plant, seeking to obtain better quality, meeting the needs of consumers and what is best guarding the integrity of employees. Also, make the management of production processes

**Distribution of plant, Quality, Production process**

---

**Citación:** OJEDA-Jesús, MENA-Dolores, TOLEDO-Ignacio & KIDO-Juan. Distribución de Planta Química. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:764-772

---

---

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

Se indagó exactamente el procedimiento que la empresa seguía para la obtención de sus productos, así como también el requerimiento de sus materiales, dentro de la industria se presentaron diversos factores que ponían en riesgo la integridad física de los trabajadores puesto que cada uno de los procesos ya existentes no habían sido analizados correctamente por una persona calificada, al darse cuenta de las condiciones con las que se llevaba a cabo el proceso no se dudó trabajar en la modernización de una nueva nave industrial la cual pudiese contar con todos los requerimientos necesarios para un mejor y seguro funcionamiento, los ingenieros que estuvieron a cargo lograron brindar cada una de las informaciones necesarias para poder tomar en cuenta todos los factores que se necesitarían para comenzar a elaborar el resultado, tales como procesos, materia prima, maquinaria, requerimientos de los clientes, peligrosidad de algunas sustancias adicionales.

Los principales factores que se comenzaron a tomar en cuenta fueron las normas de seguridad e higiene industrial para basarse en ellas y así tener una buena continuidad, tomando en cuenta al mismo tiempo la metodología de las 5's las cuales lograron mejorar la forma de trabajar haciéndolo todo más práctico y sencillo.

Mediante la consideración de los principios de algunas herramientas de manufactura esbelta y flujo de materiales se propondrá un nuevo arreglo en las áreas productivas de la empresa y cada una de ellas. Para así poder resolver los problemas que se presentan dentro de la planta, así como también incrementar la productividad dentro de la misma, la prevención de accidentes de los trabajadores, circulación adecuada para el personal, equipos móviles y materiales, disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores, así como la utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad de la empresa.

Se obtendrán algunas de las etapas del método S.L.P para la distribución de la planta los pasos para poder así ubicar las máquinas y estaciones de trabajo en su lugar disponible

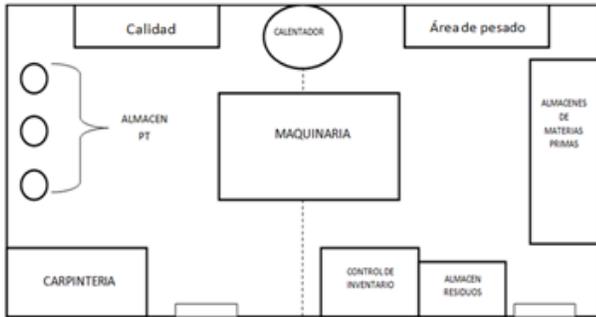
Algunos de los pasos seguidos son:

- Conocer datos sobre el producto y proceso
- Relación entre las actividades
- Espacio disponible

Con los pasos anteriores, complementados con uno de los principios de eliminación de desperdicios para la eliminación de residuos químicos y el diagrama de recorrido se propone un arreglo de las áreas productivas manteniendo siempre en mente que el producto debe ser de calidad para que sus consumidores estén satisfechos y para lograr la calidad del mismo es fundamental tener limpieza y orden dentro de la misma logrando la comodidad de sus trabajadores.

**Distribución de Planta**

La planta actual ya cuenta con un proceso químico el cual es el inhibidor de corrosión, la distribución que esta tiene no cuenta con un adecuado acomodo de la maquinaria y de los almacenes. Así como también no cuenta con una adecuada señalización, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1** Distribución actual en la planta proceso inhibidor de corrosión

**Propuesta distribución de planta del producto para la industria automotriz 1**

La definición de las áreas de la planta se divide en tres las cuales son los tres procesos que la planta química tiene:

- Inhibidor de corrosión.
- Producto 1 industria automotriz
- Producto 2 industria automotriz

Para la definición de cada una de sus áreas se tomó en cuenta el proceso de cada una de ellas cada proceso cuenta con tres áreas las cuales son:

- Proceso de transformación de la materia prima
- Almacenamiento de producto terminado como se ilustra en la figura 1.
- Embotellamiento del producto
- Almacenamiento de residuos

Para el diseño de la distribución del producto uno se elaboró diagramas de vital importancia para que la distribución que se implementara fuera realmente la correcta.

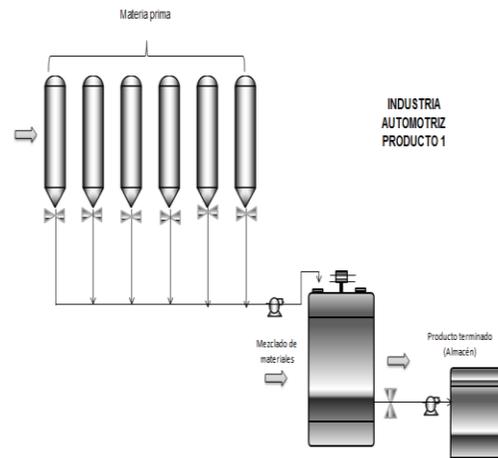
Diagrama isométrico

Diagrama de tubería

Diagrama de recorrido

**Diagrama Isométrico**

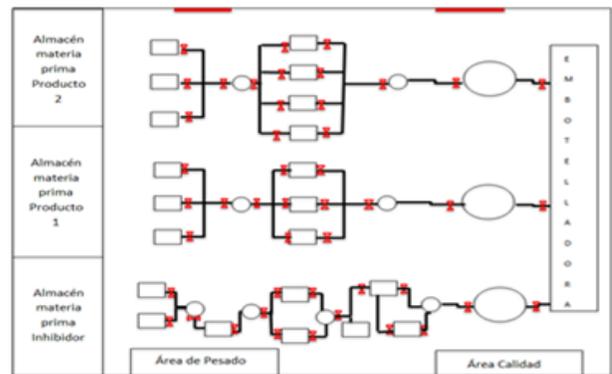
El diagrama isométrico se utilizara para la representación ilustrativa del proceso químico del producto 1 como se muestra en la figura 2:



**Figura 2** diagrama isométrico producto 1

**Diagrama tubería**

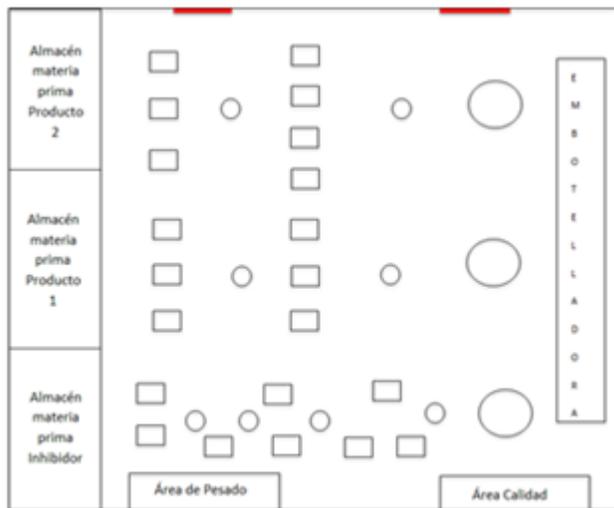
El diagrama de tubería se utilizara para mostrar el flujo del proceso en las tuberías, así como también los equipos instalados, de igual forma para poder conocer la interconexión de equipos de proceso e instrumentos utilizados para controlar el proceso como se muestra en la figura 3.



**Figura 3** Diagrama de tubería

### Diagrama de recorrido

En este diagrama se presentara, en forma de matriz datos cuantitativos sobre losmovimientos de las áreas y estaciones dentro de la planta, para el manejo de materiales, así como también la mejora de la distribución. (Ver figura 4).



**Figura 4** Diagrama de recorrido

### Equipo de manejo de materiales

Factores que determinan la elección del equipo.

La selección de equipo de manejo de materiales depende de:

- Material a mover: peso, tipo, volumen, forma
- Movimiento: frecuencia, ruta, ancho de pasillos, mecanismo de carga y descarga
- Almacenamiento: área, volumen del espacio, columnas, obstáculos, estantería
- Costos de inversión y operación, depreciación vida útil.

- Flexibilidad

Para poder saber que maquinaria y equipo debemos de utilizar dentro de una empresa lo primero que se tiene que hacer es un diagrama de proceso de dicho producto con la finalidad de tener conocimiento del proceso del producto para poder determinar el tipo de maquinaria y equipo tomando en cuenta también el tamaño que se utilizará en el proceso de producción.

Para elaborar la programación se debe conocer la capacidad de producción por operación, disposición del recurso humano necesario, los insumos y materiales, maquinaria y herramientas a utilizar. La programación debe hacerse para un año, y servirá de base para elaborar los planes operativos, los cuáles incluirán mayores detalles.

La estimación de la maquinaria y equipo se debe realizar tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La capacidad de producción de la maquinaria.
- Los días hábiles de trabajo.
- El número de turnos.
- Las horas legales y horas efectivas por turno.
- Los requerimientos de maquinaria y equipo se pueden estimar considerando:
- La hoja de ruta.
- Las necesidades mensuales del producto. (JORGE, 2014)

### Ubicación de los almacenes

La ubicación de los almacenes dentro de la planta química se consideró favorable localizarlos al fondo de la parte derecha de la nave industrial ya que encontramos que de tal manera los trabajadores no estarían cruzándose frecuentemente con la materia prima y los montacargas, puesto que esta no es tan favorable porque es desperdicio de tiempos y por consecuente procesos lentos, de igual forma pueden llegar a tener problemas de salud ya que el contenido de los barriles es de alta peligrosidad para ellos. Así como también se consideró proporcionar tres almacenes de materia prima para cada proceso para tener un mejor control de los materiales.

Tamaño de los almacenes: Un almacén debe ser dimensionado principalmente en función de los productos a almacenar (en tamaño, características propias y cantidad de referencias) y la demanda (especialmente en sectores afectados por la estacionalidad de la demanda). Pero además de estos, intervienen otros factores que deben ser considerados a la hora de dimensionar el tamaño de un almacén. Los factores a tener en cuenta para el cálculo del tamaño de un almacén son:

- Productos a almacenar (cantidad y tamaños)
- Demanda de los mercados
- Niveles de Servicio al cliente
- Sistemas de manipulación y almacenaje a utilizar
- Tiempos de producción  
(CARMONA, 2001)

### Ubicación de la maquinaria

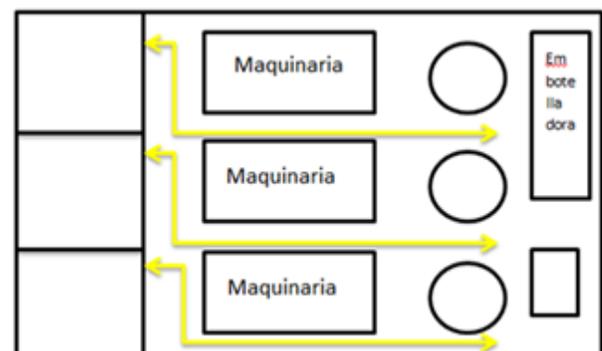
Ya que se obtuvo la información del proceso productivo que se efectuara dentro de la planta es necesario verificar el tipo de maquinaria que se utilizara y los equipos necesarios que sean requeridos así como su utilización.

Para poder establecer qué tipo de maquinaria que se utilizara dentro de la planta productiva se debe de considerar su tipología y el número existente de cada clase, así como el tipo y cantidad de equipos necesarios y su utillaje.

Así como tener conocimiento del espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal y sus necesidades.

Ya que la importancia de todo proceso productivo radica en los equipos y maquinarias al utilizar y ordenar.

La ubicación de la maquinaria fue designada conforme a las medidas de la maquinaria y el volumen de las mismas las cuales fueron otorgadas en la empresa PHI Chemical. (Ver figura 5)



**Figura 5** Ubicación de maquinarias.

**Señalización**

Para la secretaría del trabajo y prevención social, todo centro de trabajo del territorio nacional, así como las normas de higiene y seguridad industrial, debe cumplir en cuanto a los colores y la identificación de riesgos y riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Estos requerimientos están contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998.

Es necesario que la empresa establezca las medidas necesarias para asegurar que las señales y medidas de seguridad e higiene se sujetan a las disposiciones de la norma anteriormente citada. Para tal efecto debe capacitar a los trabajadores para que se puedan interpretar las señales y estas deben estar ubicadas en un lugar donde pueden ser observadas por los mismos, evitando ser obstruidas. También es importante que los trabajadores apliquen y respeten las señalizaciones.

En la NOM-114-STPS-1994, se establecen los colores de seguridad y contrastes, así como su significado. Como ejemplo se incluye la siguiente tabla en donde se aprecian algunos colores con su significado.

El uso de señales de seguridad e higiene es obligatorio para cualquier empresa. Sin embargo, se debe evitar su uso indiscriminado, es decir, las señales no deben de estar tan amontonadas para que puedan ser percibidas de la mejor manera. Las señales de seguridad e higiene deben cumplir con los siguientes puntos:

- Atraer la atención de los trabajadores
- Conducir una sola interpretación

- Ser claras para facilitar su interpretación
- Informar sobre la acción específica a seguir en cada caso
- Ser factible y cumplirse en la práctica.(JUAN, 2000)

**Uso de equipo protección**

Toda industria debe contar con un equipo de protección personal que este diseñado con forme a las características del proceso químico industrial con el fin de proteger al trabajador de peligros a la salud y seguridad personal que no pueden ser eliminados del área de su trabajo. Es de vital importancia contar con un equipo de protección dentro de la planta para evitar así posibles riesgos para el trabajador, evitando el contacto directo con las áreas de riesgo que no pueden ser eliminadas dentro del proceso.

Para saber el equipo que será necesario dentro del proceso químico se debe conocer en el área de trabajo:

- Cuando es necesario utilizar el equipo de protección personal.
- Qué clase de equipo de protección personal se debe utilizar para el proceso.
- Cuáles son las limitaciones del equipo de protección personal.

Los requisitos que se debe de tener en cuenta para seleccionar el adecuado equipo de protección personal son los siguientes:

- Que proteja contra el riesgo y que no genere nuevos riesgos.
- Que no llegue a perjudicar el trabajo dentro del proceso.
- Que se pueda adaptar a los trabajadores.

Para seleccionar el equipo de protección que se utilizara en el área de procesos químicos se debe tener en cuenta que protejan de:

Gases

Vapores

Polvos

Para poder seleccionar el equipo de protección que se utilizara dentro de la planta de procesos químicos se debe evaluar el peligro existente dentro del área donde se desempeñaran las labores de cada trabajador.

Cuando se haya realizado la evaluación de las tareas desempeñadas se seleccionara el equipo de protección adecuado.(ALBERTO, 1999)

Los factores que se tienen que tener en cuenta son los siguientes:

- La localización y característica del riesgo.
- La parte del cuerpo que este protege.
- Utilizar el equipo correcto y preciso

Para ello se seleccionó el siguiente equipo de protección para proteger:

- La cabeza.

- La cara.

- La respiración

- El cuerpo.

- Manos.

- Pies.

### **Sistema Kanban**

Kanban es una herramienta fundamental en la filosofía JIT y que se implementa con otros términos como la buena organización dentro de la planta química. La calendarización de las actividades mediante tarjetas y el flujo en los materiales requeridos en el mismo para obtener unos resultados óptimos de rendimiento de los materiales y evitar los desperdicios. Kanban es un sistema que controla el flujo de los recursos en procesos de producción a través de tarjetas y que esta vez será implementado en la nave industrial y en las que las tarjetas serán utilizadas para indicar abastecimiento de material, los materiales que existen y las sustancias que se encuentran en el mismo.

Puede entenderse también como un sistema que ayudará a los trabajadores a poder aplicarlo para determinar el flujo de actividades que deben realizarse continuamente en el cuidado del sistema Kanban en la nave y que servirá de apoyo para que se aprovechen más los recursos en el mismo.

Tarjetas kanban utilizadas para el manejo los inventarios y clasificaciones de las mismas.

Sistema Kanban para Sustancias Químicas		Código de Riesgo
		 <b>SUSTANCIA QUÍMICA</b>
	Código de Almacenaje	
Nombre		
Marca		
Cantidad		

**Figura 6** Sistema kanban

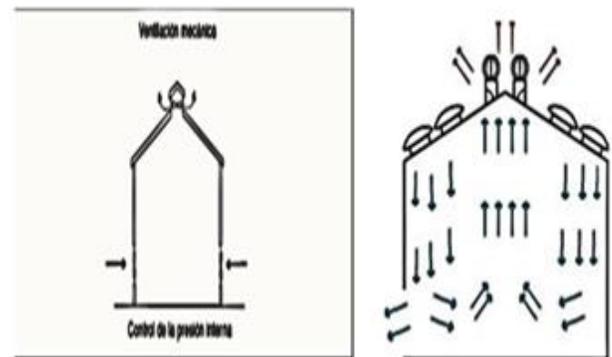
## Ventilación

Dentro de los productos que la empresa produce se encuentran sustancias altamente dañinas para la salud para ello se propuso un nuevo método de ventilación para evitar el riesgo con la salud.

La ventilación dentro de una planta química es de suma importancia ya que ayuda a eliminar la presencia de agentes químicos u otros olores que hayan quedado en el aire, evitando los riesgos y peligros de los trabajadores al tener contacto con los mismos.

Para ello es conveniente implementar la ventilación localizada que capta el agente en las inmediaciones del foco de emisión de las reacciones químicas, así como también la ventilación general que repone el aire extraído y permite el correcto funcionamiento de los sistemas de extracción, así como también la reducción de los olores desagradables dentro de la planta productiva, el aporte del aire necesario para compensar la demanda de los sistemas de extracción localizada, reducción de la concentración de agentes químicos inflamables o explosivos en equipos utilizados en el proceso productivo y evita la exposición a temperaturas extremas por el calor.

Dentro de la nave también podemos implementar la ventilación mecánica para este tipo de ventilación es conveniente utilizar la ventilación tipo cebolla ya que estos no producen energía eléctrica, son extractores totalmente ecológicos, no producen ruido y pueden trabajar hasta 20 horas al día, estos funcionan por axón del viento eliminando vapores, olores y polvos dentro de la planta. (Ver figura 7)(MARIA, 1999)



**Figura 7** Ventilación de la Planta

## Resultados

Una vez hecha la propuesta en la planta química de los nuevos procesos que se encontraban como planta piloto se pudo mejorar el diseño de la planta y el buen funcionamiento tomando en cuenta todo conocimiento del proceso productivo que la empresa desarrolla.

## Conclusión

Las conclusiones dadas que se encontraron son inmersas en una notable época de constantes cambios e importantes transformaciones a nivel organizacional, donde cada vez los retos que deben asumir las empresas en sus diseños de plantas exigen cada vez más un cambio de mentalidad en aras a garantizar la innovación y la continúa producción.

En la actualidad el diseño de plantas industriales químicas, se enfrenta a diversos retos en el ámbito de la globalización y de la constante innovación, esto debido a los diversos cambios y distintos modelos existentes, ya que obliga a las empresas a replantear aspectos en aras de obtener beneficios económicos y de producción sin dejar de lado los beneficios sociales y laborales.

Teniendo en cuenta lo anterior, destacamos la importancia de los procesos de reestructuración organizacional, dentro de los cuales tenemos el diseño de plantas industriales químicas con el fin de contribuir en el sostenimiento y productividad de las plantas para el óptimo beneficio de todos, haciendo énfasis en la distribución de la planta y en las necesidades de la empresa a la hora de emprender un diseño. Es de vital importancia que las plantas químicas cuenten con un manejo adecuado de sus materiales ya que se manejan sustancias altamente dañinas para la salud, así como también tener una adecuada señalización para las diferentes áreas basándonos en las normas mexicanas

## Referencias

ALBERTO, R. (06 de NOVIEMBRE de 1999). *WWW.PARITARIOS.COM*. Recuperado el 03 de JUNIO de 2015, de [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

CARMONA, R. (12 de ENERO de 2001). *WWW.INGENIERIAINDUSTRIAONLINE.COM*. Recuperado el 03 de JUNIO de 2015, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dimensionamiento-de-almacenes/>

JORGE, A. (24 de Febrero de 2014). Recuperado el 03 de Junio de 2015, de <https://facilidadesfisicas.files.wordpress.com/2008/08/manejo-de-materiales1.pdf>

JUAN, M. (13 de AGOSTO de 2000). *WWW.SEGURIDADYSERVICIOS.COM*. Recuperado el 03 de JUNIO de 2015, de [http://www.seguridadyservicios.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=4](http://www.seguridadyservicios.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=4)

MARIA, M. (15 de AGOSTO de 1999). *WWW.MUNDOHVACR.COM.MX*. Recuperado el 03 de JUNIO de 2015, de <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2006/02/ventilacion-industrial-una-necesidad-para-preservar-la-salud-de-sus-empleados/>

MAURICIO, B. (29 de AGOSTO de 2014). *WWW.PDCAHOME.COM*. Recuperado el 03 de JUNIO de 2015, de <http://www.pdcahome.com/metodo-kanban>

## **Elaboración de instructivo basado en el procedimiento para obtener la incertidumbre**

GONZALES-Erika†, GUADARRAMA-Vicente & KIDO-Juan

*Ingeniería en Tecnologías de la Producción*

Recibido 27 de Julio, 2015; Aceptado 10 de Septiembre, 2015

### **Resumen**

El presente trabajo se realizó en la Terminal de Almacenamiento y Reparto Iguala, Gro., ubicada a 6 kilómetros al norte de la misma ciudad, sobre el Periférico Norte S/N y Cruce Vía de Ferrocarril, en donde se llevó a cabo la elaboración de un instructivo para lograr obtener la incertidumbre de los equipos que se encuentran en el Laboratorio de Control de Calidad situado en las instalaciones de Pemex. Los seres humanos en la vida cotidiana siempre vamos guiados de un instructivo, cada cosa que realizamos lo hacemos en base a una serie de pasos. El instructivo que se elaboró muestra los pasos necesarios para llegar al objetivo. Dejo claro que el cálculo de incertidumbre no es lo mismo que el error que se registra al realizar una corrida, definitivamente no lo es.

### **Instructivo, Incertidumbre, Control de calidad**

### **Abstract**

The present work was carried out in the Terminal Storage and Distribution Iguala, Gro., located 6 miles north of the same city, on the peripheral North S/N, and Crossing Railway Track, where was carried out the preparation of a instructional in order to obtain the uncertainty of the equipment found in the Quality Control Laboratory located at the facilities of Pemex. Human beings in everyday life we will always be guided in an instructional, every thing that we do what we do on the basis of a series of steps. The instructions was developed, shows the steps necessary to reach the goal. Made it clear that the calculation of uncertainty is not the same as the error that is logged when you perform a run, definitely not.

### **Instructional, Uncertainty, Quality Control**

**Citación:** GONZALES-Erika, GUADARRAMA-Vicente & KIDO-Juan. Elaboración de instructivo basado en el procedimiento para obtener la incertidumbre. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:773-778

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

El resultado de una medición no está completo si no posee una declaración de la incertidumbre de la medición con un nivel de confianza determinado. De ningún modo es la incertidumbre de la medición un término equivalente al error de la medición o la precisión de la misma bajo condiciones de repetibilidad o reproducibilidad.

La incertidumbre es calificada en ocasiones como un gran problema cuando en realidad no lo es, simplemente que su cálculo nos dice por sí mismo cuanto conocemos de los procesos de medición aplicados día a día, el nivel de calidad y confiabilidad de los equipos. El cálculo de la incertidumbre de la medición es uno de los requisitos de la norma ISO 17025.

Cuando se expresa el resultado de la medición, además del valor estimado del mensurando, es necesario evaluar y expresar la incertidumbre de la medición como valoración de la calidad del resultado de la medición. La incertidumbre de la medición es considerada como una figura de mérito, es decir, un índice de calidad de medición que proporciona una base para la comparación de los resultados de las mediciones, dando así una medida de confiabilidad en los resultados.

Para PEMEX es muy importante que los resultados emitidos sean confiables pues de eso depende rotundamente la certificación del laboratorio. No dejemos de mencionar que para la certificación del laboratorio se encarga EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) y es ésta la que tiene la última palabra.

**Instructivo para obtener la incertidumbre**

El instructivo muestra paso a paso como realizar las actividades necesarias para obtener la incertidumbre basándonos por supuesto en el procedimiento actual de PEMEX (Refinación, 2006) ya que dicho procedimiento se encuentra certificado ante la EMA. Realiza el cálculo con la ayuda de Excel.

Paso 1. El signatario toma una muestra de gasolina o diésel y la coloca en el equipo para que este realice la corrida en dado caso de que el equipo sea automático si no es así el signatario tiene la obligación de realizar la corrida, al terminar la corrida, esta debe ser entregada al usuario encargado de realizar los cálculos necesarios para obtener la incertidumbre.

Paso 2. Toma la corrida que te entrega el signatario y verifica que estén las 20 mediciones que el equipo debió de registrar.

Paso 3. Realiza en Excel el siguiente formato el cual deberás llenar con su respectiva información.

Figura 1

Paso 4. El valor de referencia, lectura-patrón, patrón o estándar de referencia y equipo de prueba se llenan con datos que el signatario debe proporcionar.

Paso 5. Las 20 mediciones que se registraron en la corrida deben de llenar las celdas desde la "Lectura 1" hasta la "Lectura 20".

Paso 6. Debajo de la celda "Desv. Estandar (Sx)" inserta la siguiente formula:

Lectura	Desv. Estandar (Sx)
Lectura 10	

=DESVEST.M(20 mediciones de la corrida)

Figura 2

Paso 7. En las siguientes celdas es muy fácil de entender pues las celdas de arriba dan la descripción de la formula a realizar pero para que no te quede duda lo tienes que hacer de la siguiente forma:

ERROR DE MEDICION						
E1=Med patron-lectura 1	E2=Med patron-lectura 2	E3=Med patron-lectura 3	E4=Med patron-lectura 4	E5=Med patron-lectura 5	E1	E2

=(Lectura-patrón) - (Lectura 1)

Figura 3

En los siguientes solo se va a cambiar la lectura 1 por lectura 2, lectura 3, lectura 4 y lectura 5.

Paso 8. Para rellenar las siguientes celdas a continuación se muestran las formulas a utilizar:

DE MEDICION			
E5=Med.patron-lectura 5	E1	E2	Error sistematico bx

=PROMEDIO (20 mediciones de la corrida)

DE MEDICION			
E5=Med.patron-lectura 5	E1	E2	Error sistematico bx

=Valor de Referencia utilizado

Figura 4

Paso 9. Para obtener el Error Sistemático se plasma la siguiente formula:

DE MEDICION			
E5=Med.patron-lectura 5	E1	E2	Error sistematico bx

=(E1-E2)/2

Figura 5

Paso 10. Para obtener el Error Aleatorio se utiliza la siguiente formula:

$ax = t(Sx/\sqrt{n})$
Error aleatorio ax

=2.09\*(Desv. Estandar/((20)^(1/2)))

Figura 6

FiNota: El 2.09 que se mostró en la formula se obtiene del anexo A1. Factores de corrección t student.

Paso 11. Para obtener lo tan esperado y por lo que realizamos los pasos anteriores la obtención de la incertidumbre se muestra a continuación:

**INCERTIDUMBRE TOTAL**

$$UA(X) = \pm \sqrt{((ax)^2 + (bx)^2)}$$

$$= ((\text{Error Aleatorio}^2) + (\text{Error Sistemático}^2))^{(1/2)}$$

Figura 7

Paso 12. Por último en la parte de abajo del formato introducir los nombres del que analizo y realizo el cálculo de incertidumbre. También debes poner la fecha en que realizaste en cálculo.

Figura 8

**Resultados**

Con ayuda del instructivo se facilito la obtención del cálculo de incertidumbre.

A continuación se muestran los resultados obtenidos después de poner a la práctica el instructivo por un usuario.

Figura 9

A1. Factores de corrección t student.  
(Triola, 2008)

Grados de libertad (n-1)	INTERVALO DE CONFIANZA %					
	68.27	90	95	95.45	99	99.73
1	1.84	6.31	12.71	13.97	63.66	235.8
2	1.32	2.92	4.30	4.53	9.92	19.21
3	1.20	2.35	3.18	3.31	5.84	9.22
4	1.14	2.13	2.78	2.87	4.60	6.62
5	1.11	2.02	2.57	2.65	4.03	5.51
6	1.09	1.94	2.45	2.52	3.71	4.90
7	1.08	1.89	2.36	2.43	3.50	4.53
8	1.07	1.86	2.31	2.37	3.36	4.28
9	1.06	1.83	2.26	2.32	3.25	4.09
10	1.05	1.81	2.23	2.28	3.17	3.96
11	1.05	1.80	2.20	2.25	3.11	3.85
12	1.04	1.78	2.18	2.23	3.05	3.76
13	1.04	1.77	2.16	2.21	3.01	3.69
14	1.04	1.76	2.14	2.20	2.98	3.64
15	1.03	1.75	2.13	2.18	2.95	3.59
16	1.03	1.75	2.12	2.17	2.92	3.54

17	1.03	1.74	2.11	2.16	2.90	3.51
18	1.03	1.73	2.10	2.15	2.88	3.48
19	1.03	1.73	2.09	2.14	2.86	3.45
20	1.03	1.72	2.09	2.13	2.85	3.42

**Tabla 1**

**Agradecimiento**

Agradezco infinitamente a la Empresa PEMEX Refinacion Terminal de Almacenamiento y Reparto Iguala Gro., por permitirme realizar este proyecto en sus instalaciones y que esto favorezca el desarrollo de dicha empresa.

**Conclusiones**

Al hablar de incertidumbre hablamos de calidad, Pemex Terminal Iguala se dedica a la distribución de hidrocarburos pasando estos por una serie de exámenes, por así decirlo, que se encargan de definir si el producto puede o no salir a la venta. En este proyecto que cosas que se ven tan insignificantes son parte esencial de la producción, una de ellas la obtención de la incertidumbre de las corridas realizadas a los equipos que se encuentran en el laboratorio.

Se entiende que el ser humano realiza mejor las cosas si estas están explicadas con ilustraciones es por eso que se concluye que el instructivo que se realizó ayudo satisfactoriamente a obtener la incertidumbre de manera más rápida y confiable de los equipos.

Y por último, me satisface que los objetivos planteados para realización de este instructivo se hallan cumplido ahora Pemex cuenta con un formato elaborado en Excel que sin duda hoy puedo decir que les facilitara el trabajo y que la incertidumbre ya no será más un problema al calcularla debido a que las formulas planteadas en el instructivo están descritas correctamente y por lo tanto no hay duda de errores.

### **Referencias**

Refinación, P. (2006). MAC-LAB-003 NMX EC-17025-IMNC. Mexico, Guerrero.

Triola, M. F. (2008). *Estadística*. Madrid: Pearson Education.

**Balaneo de línea y verificación de cumplimiento de estándares**

TERPSICORE-Eloisa†, KIDO-Juan &amp; LEON-Miguel

Recibido 5 de Julio, 2015; Aceptado 9 de Septiembre, 2015

**Resumen**

En el presente documento se muestra cómo se desarrolla el balanceo de línea y verificación de estándares dentro de la fabrica de radios mas importante. Se tiene como marco básico los niveles jerárquicos que dirigen la empresa, sus logros, certificaciones, la tecnología con la que cuentan, su filosofía corporativa y los productos que se fabrican en la planta, da a conocer como se genera, se documenta y se estandariza un proceso de verificación considerando el diseño y la capacidad de la línea ya establecida, las posiciones de ensamble, el proceso que realiza cada posición y el equipo con el que cuenta cada una las posiciones, se tiene en cuenta los alcances, limitaciones, objetivos y el resultado que se espera obtener.

**Línea, estándar, balanceo****Abstract**

This document shows how the line balancing and verification of standards developed within the factory radios more important. It has the basic framework hierarchical levels who run the company, its achievements, certifications, the technology we have its corporate philosophy and the products manufactured at the plant, disclosed as generated, documented and verification process considering the design and capacity of the established line is standardized, the positions of assembly, the process held every position and the equipment with which each account positions are taken into account the scope, limitations, objectives and results to be obtained.

**Line, Standar, swing**

**Citación:** TERPSICORE-Eloisa, KIDO-Juan & LEON-Miguel. Balaneo de línea y verificación de cumplimiento de estándares. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:799-803

---

† Investigador contribuyendo como primer autor.



Artículo

**TOMA DE TIEMPOS**

Clarion

Cap. De pasa produccion (Pca)	Cap. RT directo	Cap. Posición crítica
		133

LINEA: 1A MODELO: E1503BAE11061M FECHA: 21 may 14

POB.	ACTIVIDAD	L	E	C	T	R	A	S	Σ	X	TIEMPO ESTANDAR
											D.M.
1	Insercion de componentes	08	09	08	04	06	07	08	09	10	085
2	Verificacion visual y electrica	118.00	12.00	108.00	118.00	108.00	118.00	118.00	111.00	118.00	116.83
3	Verificacion visual y electrica	100.00	10.00	90.00	90.00	90.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4	Ensamble final	47.00	57.00	51.00	46.00	44.00	42.00	40.00	40.00	47.00	48.00
5	Verificacion funcional	180.00	17.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00	163.00
6	Verificacion funcional	200.00	19.00	181.00	181.00	181.00	181.00	181.00	181.00	181.00	181.00
7	Verificacion funcional	50.00	47.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	47.00	46.73
8	Verificacion funcional	52.00	46.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	51.00	51.84

NOTAS: S = SIGNATORIA  
I = MEDIA  
X = CENTRADA DE MINUTO  
D.M. = DECIMOS  
REG. = SEGUNDOS

OPROBACIONES: TPO. DE OPERACION: 1306.64 TPO. DE MAN OCUPIADA: 903.98

PERCENTAJE DE BALANCE: 48.57 %

T.C. = SEGUROS

FFP-08

Gráfico 3 Toma de tiempo en línea 1A

**TOMA DE TIEMPOS**

Clarion

Cap. De pasa produccion (Pca)	Cap. RT directo	Cap. Posición crítica
		185

LINEA: FF-36891-A FECHA: 30 may 14

POB.	ACTIVIDAD	L	E	C	T	R	A	S	Σ	X	TIEMPO ESTANDAR
											D.M.
1	INSPECCION DE COMPONENTES (MAIN PWR ASSY) ENSAMBLE DE COMPONENT	01	18								73.80
2	VERIFICACION VISUAL Y ELECTRICA (MAIN PWR ASSY)	19.00	20.30	208.80	20.80						20.80
3	SUBENSAMBLABLES (BUSH SUB ASSY)	40.00	40.30	437.80	40.70						40.70
4	ENSAMBLE FINAL (FINAL ASSY) ENSAMBLE DE EXTENSION	20.00	27.30	388.80	38.80						38.80
5	ENSAMBLE FINAL (FINAL ASSY) ENSAMBLE DE UPPER	50.00	51.30	520.80	52.30						52.30
6	ENSAMBLE FINAL (FINAL ASSY) (TORNEILLAS)	10.00	8.30	490.80	48.80						48.80
7	ENSAMBLE FINAL (FINAL ASSY) (COLOCACION DE VENTILADOR)	50.00	50.30	550.80	55.80						55.80
8	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (CORRECCION)	110.00	103.00	109.00	110.00						110.00
9	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (BOOT INSPECTION)	47.00	44.30	450.80	45.20						45.20
10	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (INSPECCION DE APPL)	82.00	84.30	820.30	82.30						82.30
11	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (AJUSTE DE TORNILLO)	110.00	103.00	109.00	110.00						110.00
12	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (AJUSTE DE PANEL 1)	50.00	50.30	564.80	56.40						56.40
13	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (AJUSTE DE PANEL 2)	107.00	107.30	570.80	57.80						57.80
14	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (DESCONECCION)	6.00	6.00	60.00	6.00						6.00
15	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (CORRECCION)	10.00	14.30	154.80	14.40						14.40
16	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (FUNCION DE CIL)	80.00	80.30	880.30	88.30						88.30
17	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (FUNCION DE RADIO)	80.00	81.30	810.30	81.30						81.30
18	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (INDICACION AUTOMATICA)	80.00	81.30	880.30	86.70						86.70
19	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (CUBIERTA)	100.00	80.30	880.80	80.80						80.80
20	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (INSPECCION DE BIL)	70.00	77.30	780.80	78.80						78.80
21	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (INDICACION MANUAL)	110.00	103.00	109.00	110.00						110.00
22	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (CUBIERTA)	110.00	103.00	109.00	110.00						110.00
23	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (CUBIERTA EN COMPARTAMENTO)	110.00	103.00	109.00	110.00						110.00
24	VERIFICACION FUNCIONAL (FINAL ASSY) (CUBIERTA EN COMPARTAMENTO)	110.00	103.00	109.00	110.00						110.00
25	INSPECCION DE COMPONENTES (MAIN PWR ASSY) ENSAMBLE DE COMPONENT	87.00	71.30	780.80	78.30						78.30
26	SUBENSAMBLABLES (MAIN PWR SUB ASSY) (SERVIDOR DE MAIN)	100.00	47.30	480.80	48.80						48.80
27	INSPECCION DE COMPONENTES (ENSAMBLADO DE BIL)	81.00	84.30	840.80	84.40						84.40
28	SUBENSAMBLABLES (ENSAMBLADO DE ESCUCHON)	10.00	10.30	100.80	10.80						10.80
29	SUBENSAMBLABLES (ENSAMBLADO DE DISPLAY)	50.00	50.30	500.80	50.80						50.80
30	SUBENSAMBLABLES (SATORNILLADO)	84.00	85.30	830.80	83.80						83.80
31	SUBENSAMBLABLES (COLOCACION DE PERILLA)	50.00	17.30	180.80	18.80						18.80

NOTAS: S = SIGNATORIA  
I = MEDIA  
X = CENTRADA DE MINUTO  
D.M. = DECIMOS  
REG. = SEGUNDOS

OPROBACIONES: TPO. DE OPERACION: 3728.25 TPO. DE MAN OCUPIADA: 3478.95

PERCENTAJE DE BALANCE: 100.00 %

T.C. = SEGUROS

FFP-08

Gráfico 4 Toma de tiempos en línea 07 (SUBARU)

Clarion

CONFIDENCIAL

Notificación de regla o estándar definido por ingeniería de procesos

Clarion, Departamento de Ingeniería de Procesos

FECHA: 21 may 14

Objetivo:

- Asegurar el correcto funcionamiento del piso Conductivo.
- Prevenir daño al piso Conductivo.
- Estandarización 5 S.

Definición de Estándar:

- Se deberán colocar gomas de protección a todas las mesas y bancos de fierro, excepto a las mesas y/o bancos de material perfil tipo bosh de aluminio anodizado con patas en forma de conchas de acero platinado.
- Los patines que se utilicen en las áreas con piso conductivo, deberán tener las llantas perfectamente limpias.
- Evitar que ingresen tarimas en mal estado (fracturadas).
- Evitar que se amontonen las cajas o tarimas de cartón sobre piso conductivo.
- Usar calzado antistático y limpio.

CONDICION NO ESTANDAR (No cumple regla):

ESTANDAR (Regla):

Confirmación: Declaro entender y aplicar el estándar descrito.

MANUFACTURA: Clarion Toros

ING. PROCE SOS: Sonia Miranda

FFP-46

Gráfico 5 Estándares actualizados (5'S)

Clarion

LISTA DE PARTICIPANTES

TABLA DE PARTICIPACIONES

PROCESO DE MANUFACTURA (CUIDADO DE PISO CONDUCTIVO)

FECHA O PERIODO: 28/07/14

HORARIO: N/A

TOTAL HORAS CURSO: N/A

LUGAR: Procesos (1A, L1B Y 01 HONDA)

NOMBRE DEL INSTRUCTOR: Maria Teresa Duran Alvarez

FRMA: N/A

EVALUACION DEL PARTICIPANTE: N/A

EVALUACION DEL CURSO: N/A

No	NOMBRE	No NOMINA	DEPARTAMENTO	CAL.	FRMA DE ASISTENCIA
1	JAIMÉ RODRÍGUEZ TENORIO	31072	MANUFACTURA	N/A	SEBEDI
2	CRYSTIAN F. MENDOZA	35273	MANUFACTURA	N/A	
3	ARACELI MONROY CRUZ	25025	L1A	N/A	
4	LOURDES LEON LOPEZ	21008	L1B	N/A	
5	M. DE LOS ANGELES ROSALES GARCIA	21051	L0(HONDA)	N/A	
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

COMENTARIOS:

PAG DE

FFP-18

Gráfico 6 Lista de participantes establecida (5'S)

**Metodología a desarrollar**

La línea 07 (SUBARU) es una línea de producción que tiene como meta 270 radios diarios contando con 33 posiciones, 17 operarias y 32 equipos de verificación funcional. El problema surge al no cumplir con la producción requerida debido a la carga de trabajo de 3 posiciones en particular generando en ella un cuello de botella, tiempos muertos y tiempo ocioso en las posiciones posteriores. Otro de los problemas encontrados es la falta de equipos necesarios para la verificación funcional teniendo así que esperar a que el equipo termine su ciclo para poder ingresar otros radios y es ahí donde se genera otro cuello de botella, por consiguiente no se cumple con la meta establecida.

Para la verificación y cumplimiento de estándares uno de los problemas fue que la lista de estándares no estaba actualizada en cuanto a fechas, fotografías y algunos de los textos tenían que ser modificados.

Otro de los problemas fue que las operarias no cumplían o respetaban con lo que establecía el estándar.

**Resultados**

Se logró identificar los problemas y darles una solución por lo que la línea cuenta con un mayor flujo del producto, logrando balancear la carga de trabajo de las posiciones donde se generaban los cuellos de botellas, el tiempo muerto y el tiempo ocioso.

Se lograron actualizar 48 estándares incluyendo, Control de ESD, Control de materiales, Control de 5`S, Control del proceso y seguridad industrial, estos se dieron a conocer y fueron firmadas las listas de participantes por los ingenieros de línea, comodines y operarias.

Se estuvo supervisando las líneas para verificar el cumplimiento de estándares y se obtuvieron buenos resultados ya que todos cumplían con lo ya establecido de cada estándar.

**Anexos**



**Figura 6**

### **Agradecimiento**

Ser agradecido es apreciar a cada momento lo que los demás hacen por nosotros.

Gracias por ayudar en todo momento, por todos los consejos que han sabido dar, por las grandes enseñanzas que hoy en día me han ayudado para salir adelante.

A mi mamá que me distes la gran oportunidad de vivir, por ser el pilar más importante, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, la que siempre ha estado conmigo en todo momento con los más buenos sentimientos y valores.

A mi asesor JUAN CARLOS KIDO MIRANDA quien me apoyo, me aconsejo y me compartió sus grandes conocimientos.

A la empresa ELECTRONICA CLARION, S.A. DE C.V. quien fue quien me abrió las puertas para realizar mis estadías, quienes me abrieron un panorama más amplio para mi carrera, por la oportunidad de crecer profesionalmente.

Gracias a la ingeniera MARIA TERESA DURAN ALVAREZ por creer en mí y haberme brindado la oportunidad de desarrollar mis estadías, por todo ese apoyo, quien me compartió sus enseñanzas y me facilitó las herramientas necesarias.

A todos ellos y a los que forman parte de mi vida gracias por su gran apoyo.

### **Conclusiones**

#### **Balaceo de línea**

Nos adentramos a la línea cumpliendo con el balaceo de línea con el fin de lograr resultados positivos como lograr el máximo aprovechamiento de mano de obra y equipo con que cuenta la línea, para que de esa forma se pueda disminuir el personal y haya mayor eficiencia, eliminar los tiempos muertos, cuellos de botellas y tiempos ociosos.

#### **Verificación y cumplimientos de estándares**

La verificación y cumplimientos de estándares consistió en la actualización de la lista de estándares para así después dar a conocerlos a quienes sea aplicado y para que sean cumplidos por las operarias o trabajadores, teniendo mejores resultados y cuidados para todo el personal, material y producto.

Así, el producto saldrá de la planta con una mayor calidad y confiabilidad, se disminuirá las quejas de los clientes.

### **Referencias**

Ebert, R. J. (1991). *Administración de la producción y las operaciones*. Edo. de Mexico.

Riggs, J. L. (2009). *Sistemas de producción*. Edo. de Mexico: Limusa.

## Instrucciones para Autores

A. Envío de artículos con las áreas de Tecnología e Innovación.

B. La edición del artículo debe cumplir las siguientes características:

- Redactados en español o en inglés (preferentemente). Sin embargo, es obligatorio presentar el título y el resumen en ambos idiomas, así como las palabras clave.

- Tipografía de texto en Time New Roman #12 (en títulos- Negritas) y con cursiva (subtítulos- Negritas) #12 (en texto) y # 9 (en citas al pie de página), justificado en formato Word. Con Márgenes Estándar y espaciado sencillo.

- Usar tipografía Calibre Math (en ecuaciones), con numeración subsecuente y alineación derecha: Ejemplo;

$$\sigma \in \sum: H\sigma = \bigcap_{s < \sigma} Hs \quad (1)$$

- Comenzar con una introducción que explique el tema y terminar con una sección de conclusiones.

- Los artículos son revisados por los miembros del Comité Editorial y por dos dictaminadores anónimos. El dictamen será inapelable en todos los casos. Una vez notificada la aceptación o rechazo de un trabajo, su aceptación final estará condicionada al cumplimiento de las modificaciones de estilo, forma y contenido que el editor haya comunicado a los autores. Los autores son responsables del contenido del trabajo y el correcto uso de las referencias que en ellos se citen. La revista se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los textos a nuestra política editorial.

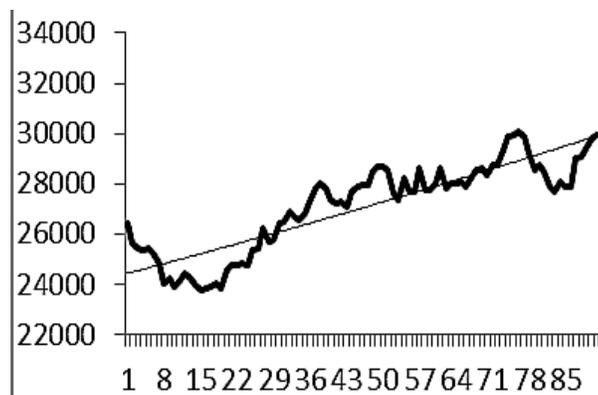
C. Los artículos pueden ser elaborados por cuenta propia o patrocinados por instituciones educativas ó empresariales. El proceso de evaluación del manuscrito no comprenderá más de veinte días hábiles a partir de la fecha de su recepción.

D. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de selección sea anónimo.

E. Los cuadros, gráficos y figuras de apoyo deberán cumplir lo siguiente:

- Deberán explicarse por sí mismos (sin necesidad de recurrir al texto para su comprensión), sin incluir abreviaturas, indicando claramente el título y fuente de consulta con referencia abajo con alineación izquierda en tipografía número 9 con negritas.

- Todo el material de apoyo será en escala de grises y con tamaño máximo de 8cm de anchura por 23cm de altura o menos dimensión, además de contener todo el contenido editable
- Las tablas deberán ser simples y exponer información relevante. Prototipo;



Gráfica 1. Tendencia determinista versus estocástica

F. Las referencias bibliográficas se incorporarán al final del documento con estilo APA.

La lista de referencias bibliográficas debe corresponder con las citas en el documento.

G. Las notas a pie de página, que deberán ser usadas sólo excepcionalmente para proveer información esencial.

H. Una vez aceptado el artículo en su versión final, la revista enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN-Bolivia únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del artículo. El autor tendrá un plazo máximo de 10 días naturales para dicha revisión. De otra forma, se considera que el (los) autor(es) está(n) de acuerdo con las modificaciones hechas.

I. Anexar los Formatos de Originalidad y Autorización, con identificación del Artículo, autor (s) y firma autógrafa, de esta manera se entiende que dicho artículo no está postulado para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales.

**Formato de Originalidad**



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

---

Firma (Signature):

---

Nombre (Name)

## Formato de Autorización



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Bolivia a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Bolivia to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_  
Firma (Signature)

\_\_\_\_\_  
Nombre (Name)

# Revista de Tecnología e Innovación

“Balanza para Determinar la Densidad de los Gases”

**GERONIMO-URBINA, Mauricio, VILLALOBOS-BLAS, Bernardo,  
ESTUDILLODE LA CRUZ, Victor & MORALES-CRUZ, Jorge**

“Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitucion del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reaccion de polimerizacion del Acrilonitrilo”

**ESPINOSA-SOSA, Enrique, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz**

“Sistema fotovoltaico para autoconsumo en uso residencial en Nanchital, Veracruz”

**CAYETANO-Francisco, GONZALES-Rafael, KATT, Alondra & CRUZ-Abdías**

“Acreditación de laboratorios con base a la EMA”

**HERNADEZ-Daniel, LEON-Miguel & KIDO-Juan**

“Distribución de Planta Química”

**OJEDA-Jesús, MENA-Dolores, TOLEDO-Ignacio & KIDO-Juan**

“Elaboración de instructivo basado en el procedimiento para obtener la incertidumbre”

**GONZALES-Erika, GUADARRAMA-Vicente & KIDO-Juan**

“Balanceo de línea y verificación de cumplimiento de estándares”

**TERPSICORE-Eloisa, KIDO-Juan & LEON-Miguel**

