

# PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UN LABORATORIO INTERNO DE METROLOGÍA INDUSTRIAL (PDLIMI)

<sup>1</sup>Ing. Juan Ramón Muñiz Patiño, [jramon.muniz@hotmail.com](mailto:jramon.muniz@hotmail.com)

<sup>1</sup>M.C. José Francisco Rodríguez Silva, [jfran2001@yahoo.com.mx](mailto:jfran2001@yahoo.com.mx)

<sup>1,2</sup>Dr. Salvador Echeverría Villagómez, [saleche@cenam.mx](mailto:saleche@cenam.mx)

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Celaya (ITC); Av. Tecnológico y García Cubas S/N

Tel. 01(461)6117575 Fax 01(461)6117979 e-mail: [lince@itc.mx](mailto:lince@itc.mx)

<sup>2</sup>Centro Nacional de Metrología (CENAM); México

**Resumen:** En la actualidad, las empresas internacionales y en particular las mexicanas requieren desarrollar productos de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los clientes. Uno de los elementos principales que intervienen son los laboratorios de metrología y pruebas de las empresas destinados a asegurar la calidad y confiabilidad de los productos que se fabrican, por medio de evaluaciones dimensionales periódicas, calibraciones o contrastaciones de los equipos, y verificaciones de gauges o dispositivos que la empresa Servicios Vistamex, S.A. de C.V. tiene para soportar metrológicamente el aseguramiento interno de la calidad.

El artículo presenta primeramente una descripción breve de la metodología utilizada en la planeación y diseño de instalaciones (PDI) aplicada a un laboratorio de metrología de una empresa en la región.

En segunda instancia, considerando dicha metodología se presenta la aplicación de la planeación y diseño de un laboratorio de metrología de una empresa de la región que cumpla con los requisitos metrológicos para asegurar la validación de producto y aprobaciones de piezas que requieren los clientes tanto internos como externos.

El objetivo general es la reubicación del laboratorio de metrología y pruebas hacia las nuevas instalaciones, y se requiere adecuar las instalaciones de acuerdo a normatividad aplicable para los laboratorios para funcionar de manera correcta y cumplir con los requisitos del cliente. Se define la facilidad como la infraestructura física que se tiene en la empresa, para este proyecto, la facilidad es la nueva instalación del laboratorio de metrología y pruebas.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las actividades industriales desarrolladas en entornos competitivos se rigen cada vez más por un mercado exigente y selectivo, en donde es necesario ser eficaces y eficientes en todas las fases del proceso productivo para la subsistencia de la empresa [1].

El éxito viene dado por la optimización de los costos de producción y la flexibilidad de los procesos para hacer frente a un entorno cambiante. Un aspecto de suma importancia que debe tenerse en cuenta es la planeación de instalaciones y el buen diseño de procesos [1].

Una facilidad es definida básicamente una instalación, la cual en casos particulares representa una planta industrial (ej., automotriz, electrodomésticos), un departamento funcional en la

organización (ej., ingeniería, mantenimiento, ensamble), un área de servicio (ej., restaurante, banco, hospitales), una línea de producción, una célula de manufactura, entre otros [2],[4],[7].

Con la necesidad de reubicar las instalaciones del laboratorio de Servicios Vistamex, S. A. de C. V., en el espacio de la nueva facilidad, es necesario planear y diseñar la distribución (layout) más adecuada para cubrir las necesidades de los clientes y ofrecer un mejor servicio de metrología dimensional y a futuro de calibración dimensional externa. Esto sugiere una planeación de las nuevas instalaciones tomando como base metodologías actuales en estos temas.

Los requerimientos de los clientes externos se basan en el servicio que se realiza, tanto en tiempo, entrega, servicio y sobre todo el costo cuando aplica, es decir, cuando se toma un servicio de

metrología externo. Además, se tiene la solicitud de diversos talleres de la región sobre los servicios de calibración dimensional, el cual hasta el momento no se ha dado debido al no cumplimiento con la metrología legal ya que no se puede emitir certificados de calibración de los equipos solicitados, con lo cual se incurre en malas prácticas de laboratorio. A raíz de esto, se tiene un proceso de certificación de la empresa en ISO TS 16949, y se está buscando a mediano plazo la certificación del laboratorio en ISO/IEC 17025.

Los servicios realizados por el laboratorio involucran la calibración y verificación interna de equipos, además de las evaluaciones dimensionales requeridas por la empresa; por otro lado, se da servicio de evaluaciones dimensionales a clientes externos cuando se es solicitado.

En los laboratorios de metrología y pruebas es necesario tener consideraciones importantes acerca de los requisitos de ambiente controlado (temperatura interna) a 20°C con el objeto de que las mediciones realizadas puedan ser verificadas en otros laboratorios, ya que los materiales son estables a esa misma temperatura. Esto nos permite encontrar resultados similares en laboratorios diferentes, tanto en dimensiones, como en tolerancias aplicadas a las piezas. Por otro lado, es importante para la calibración de los equipos de evaluación dimensional u otra magnitud, ya que los materiales de los patrones con que cuenta el laboratorio respetan las condiciones de calibración, y por ende, la incertidumbre reportada por el laboratorio que calibró el patrón.

Las guías aplicables se basan en la infraestructura física acerca de las condiciones ambientales de temperatura y humedad requerida por el laboratorio. Dentro de las normas que se involucran en el diseño de instalaciones de laboratorios de metrología, se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: ampliaciones futuras, comunicaciones y sistemas de datos, seguridad, protección antifuego, alarmas, limpieza, temperatura, ventilación, condiciones ambientales en áreas de calibración, vibraciones, energía eléctrica, control de descargas electrostáticas, sistemas de suelo, controles de interferencia electromagnética y de radio frecuencia, iluminación, salud, seguridad ocupacional y sanidad son algunas de las consideraciones que se deben tener para la infraestructura física y humana dentro del laboratorio [5],[8].

La figura 1 muestra la distribución inicial de la facilidad propuesta para el movimiento y unificación

de los laboratorios en febrero del 2009 (lado izquierdo), a la cual se le hicieron modificaciones para hacerla más funcional (lado derecho). El lado izquierdo de la figura 1 muestra el concepto de cómo se visualizó el laboratorio con la distribución inicial, el lado derecho muestra la distribución actual. Las coincidencias que se aprecian en esta figura son en el área de metrología donde se mantiene la distribución original, y en el área de pruebas en la parte hidráulica. Las diferencias fuertes se muestran en el área de supercontrol, originalmente se bosquejó en la parte cercana a la calle exterior de la facilidad, y actualmente se tiene a la entrada del laboratorio para dar un acceso más flexible a los usuarios de ésta área.



Fig. 1 Distribución propuesta para febrero del 2009 y distribución real en octubre 2009.

La figura 2 muestra el inventario actual de equipos generales del laboratorio y el espacio requerido para la nueva facilidad.

Descripción	Área requerida (m <sup>2</sup> )	Descripción	Área requerida (m <sup>2</sup> )
<b>LABORATORIO DE PRUEBAS</b>		<b>METROLOGÍA</b>	
camara de humedad	3.74	MAQUINA DE MEDICION POR CORDENADAS, modelo Eclii	11.06
CAMARA DE NIEBLA SAJINA, serie n° 98-1679-32, modelo Q-Fog CCT-600, versión del software Q-Fog 3.023, norma ASTM B-117, marca Q-panel	8.45	mesa PC CMM	1.95
tableros de prueba (2pz)	7.31	mesa impresora CMM	1.95
prueba rigidez dielectrica	3.02	escritorio metrologia rdx	3.26
EQUIPO DE PRUEBAS DE VIDA LICUADORAS, con cambio de agua y accionamiento de un piston en automático, de 5 estaciones, 120 / 220 V, marca code control proyectos	3.52	escritorio labo 1 PC	3.31
lavavajillas bosch	2.43	escritorio labo 2	3.31
congelador	1.99	COMPARADOR OPTICO DIGITAL, modelo PH-300, serie n°	2.52
refrigerador	1.58	COMPARADOR OPTICO DIGITAL, modelo PH-350, serie n°	4.36
CÁMARA DE INTemperismo, Senon test Chamber, modelo Q-Sun XE-1-B, serie n° 03-2493-12-X18, con termómetro de calibración LAB-119, y radiómetro de calibración LAB-118, marca Q-panel	2.87	archiveros (1 pz): calibraciones, bajas, vanos	4.27
estufa amarilla	4.05	mamol recibo	2.89
estufa gms	3.65	mamol metrologia	2.89
gaveta gms	1.21	eph-36 calib dinamometros	1.07
gaveta inst labo	1.24	gaveta eq dimensional	1.77
carro herramientas	1.41	perchero	0.67
	<b>46.48</b>	Espectrocolorímetro, serie n° 16221005, reflectancia d,	3.06
<b>SUPERCONTROL</b>		gaveta equipo bajas	1.69
hvy pot - pba esp malla centm III	4.80	gaveta manuales lab pba-metro	1.36
gaveta instrumentos	0.97	gaveta pequeña	0.93
mesa controles A	2.49		<b>52.31</b>
mesa controles B	2.50		<b>112.98</b>
mamol	2.28		
carro ivonne	1.15		
	<b>14.19</b>		

Fig. 2 Inventario de equipos disponibles en el laboratorio.

Las herramientas de apoyo para poder llevar a cabo el proyecto se fundamentan en la Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), que es una herramienta para planear y diseñar la nueva instalación [4].

La metodología del SLP inicia con la recopilación de información de las actividades, equipos, áreas actuales con que cuenta la facilidad. Como segunda etapa, se define el flujo de los materiales que recorren el área para definir los flujos involucrados y tener un panorama definido de los recorridos; una etapa que se lleva a la par con esta, es la de definir la relación de las actividades involucradas unas con otras, con el fin de saber que actividades deben ir juntas y cuales se pueden acomodar de manera poco importante, es decir, que no llevan relación significativa entre ellas, por ejemplo máquina de medición por coordenadas y equipos de prueba de cámara salina, que no llevan relación[7].

Una vez obtenida la información de las etapas anteriores, se establece el diagrama de relaciones de las actividades, esta información sirve de base para poder definir los acomodos dentro de los espacios. En la etapa 4 se evalúan los requerimientos de espacio necesarios para la nueva facilidad, y se define el espacio requerido para la nueva facilidad definido por las dimensiones de los equipos actuales incluyendo los espacios de pasillos; generalmente el espacio disponible (etapa 5) ya lo tiene definido la organización y hay que adecuarnos a sus requerimientos [2].

Con la información de las etapas 4 y 5 se genera el diagrama de relaciones de espacio (etapa 6). Una vez obteniendo el diagrama de relaciones de espacio, se realiza una evaluación para tener en consideración alguna modificación debida a las limitaciones prácticas que puedan afectar a la distribución de la facilidad [6].

En la etapa 7 se evalúan disposiciones alternas, es decir, distribuciones alternativas que cumplan con los requerimientos para el diseño de la nueva facilidad. La etapa 10 involucra la evaluación de las diferentes alternativas, dentro de las cuales se encuentra la alternativa ganadora. Se realiza mediante una escala de calificación definida para las distribuciones, tomando en cuenta el grado de importancia definido para la actividad, y el criterio de evaluación para determinar cuál de ellas es la solución más adecuada o ganadora para que quede más clara la idea. La figura 3 muestra el diagrama de la secuencia a seguir en el proceso del SLP.

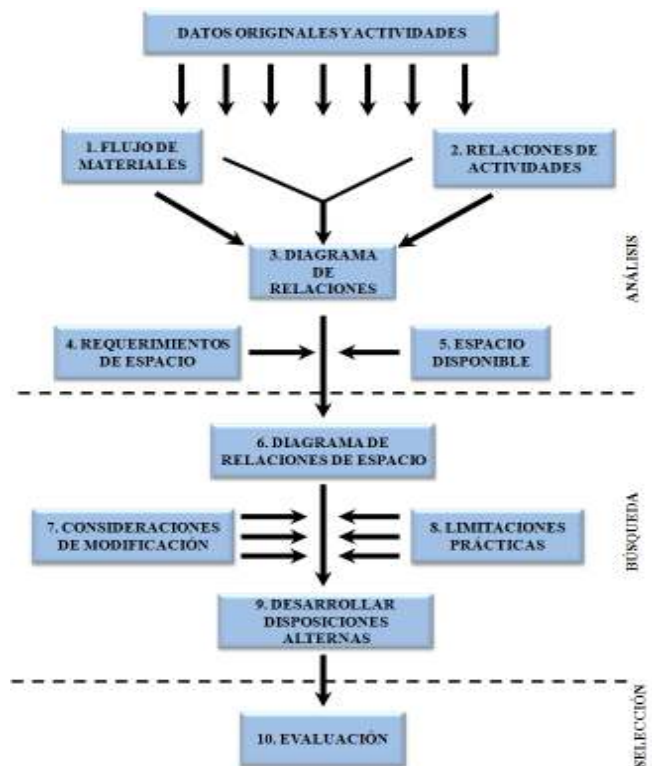
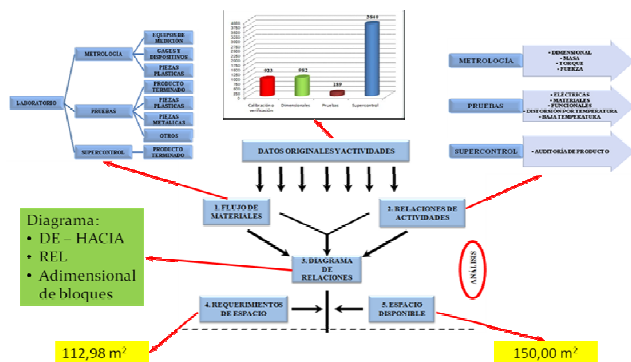


Fig. 3 Procedimiento de Planeación Sistemática de la Disposición [4].

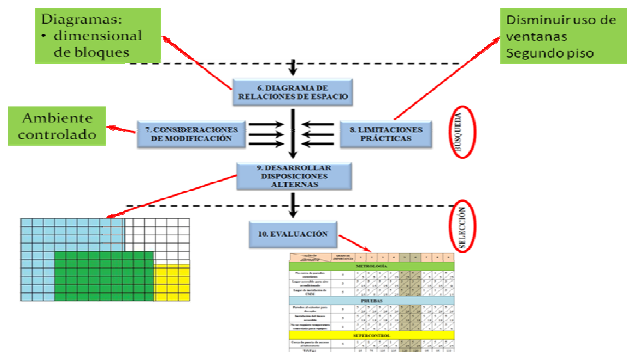
## 2. DESARROLLO

Para llevar a buen término el proyecto, los planeadores (autores de este artículo) aplicaron la herramienta siguiendo cada una de las fases del SLP. En la fase de análisis se procedió a validar cada una de las actividades principales del laboratorio, las dimensiones actuales de sus equipos, los diagramas de flujo de la actividad, los diagramas de relaciones y relaciones de actividades, el espacio disponible en las nuevas instalaciones (figura 4) [3],[4].



**Fig. 4 Fase de análisis del SLP aplicada al laboratorio.**

En la etapa de búsqueda de información se realiza un análisis de los espacios requeridos por medio de los diagramas de relaciones de espacio (diagramas que indican las diferentes actividades y como se relacionan entre ellas) comparados con el espacio disponible, aquí se toma en cuenta los diagramas adimensionales de bloques (son bloques sin escala que dan una idea de distribuciones probables) y los diagramas dimensionales de bloques (indican el tamaño de la actividad en m<sup>2</sup>, es decir a escala), los cuales pueden presentar un esquema de la posible distribución ganadora, además se toman en cuenta las consideraciones de modificación o especiales de la actividad, tales como en este caso el ambiente controlado de temperatura. Posteriormente se analizan las limitaciones prácticas como uso de ventanas, equipos sensibles, entre otros. Finalmente se termina con el desarrollo de las disposiciones alternas, que es donde se analizan posibles distribuciones de espacio en la nueva facilidad (figura 5).



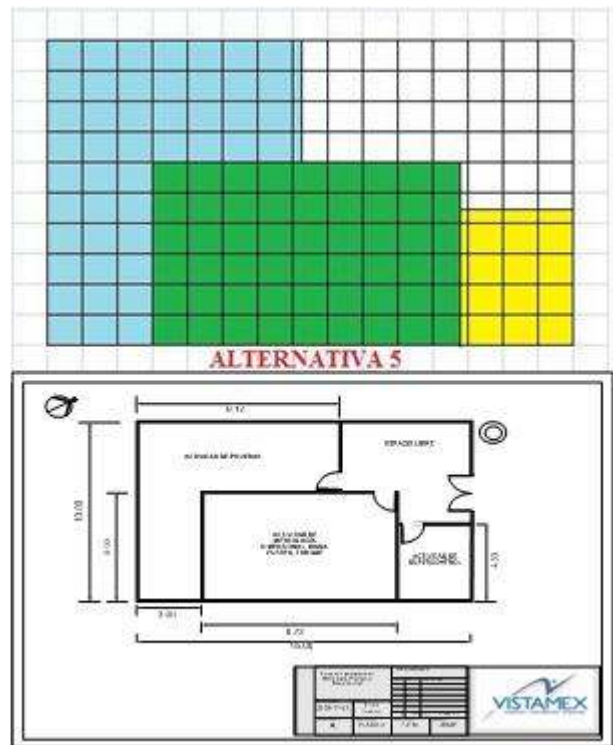
**Fig. 5 Fase de búsqueda y selección del SLP aplicada al laboratorio.**

En la fase de selección se toman en cuenta criterios aplicables al proyecto para evaluar las posibles distribuciones generadas de la fase anterior, obteniendo la facilidad ganadora. Dichos criterios toman en cuenta cercanía de paredes al exterior, requerimientos de medio ambiente controlado, instalación de máquina de medición por coordenadas, cercanía con puerta de acceso, entre otros.

Es importante señalar que en esta fase se hace un análisis detallado de los diferentes equipos para verificar limitantes correspondientes a fuentes de calor, vibraciones, ruido, polvo, etc.

### 3. RESULTADOS

Los planeadores toman como base los criterios definidos para la facilidad y se obtiene la facilidad ganadora como resultado del SLP. La figura 6 muestra la distribución ganadora de la nueva facilidad, marcando en color azul el área de pruebas, en color verde el área de metrología, en color amarillo el área de supercontrol, y el espacio en blanco se considera como espacio libre para futuras ampliaciones.



**Fig. 6 Distribución ganadora de la nueva facilidad.**

La figura 7 muestra la distribución propuesta a nivel micro (más detallado) de la nueva facilidad, tomando en cuenta la cantidad de equipos actuales, además dentro del proyecto se incluye la distribución hidráulica, eléctrica y neumática propuesta. Dentro de las diferencias principales que se tienen entre la figura 1 y la figura 7 es el área asignada a la parte de metrología, debido a la visualización de un incremento en las actividades propias de la empresa y del laboratorio para los clientes externos e internos. Las áreas de pruebas y supercontrol permanecen similares, mismos equipos pero en una distribución mejor diseñada. Otra de las diferencias importantes es la de la localización del área de metrología, ya que se ubicó en un espacio en el cual se puede aislar el laboratorio para



mantener una temperatura mejor controlada, lo cual cuesta un poco trabajo, ya que se ubica con una de sus paredes hacia el exterior de la planta.

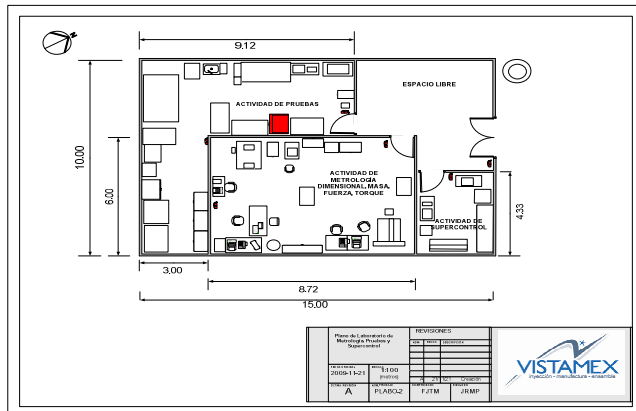


Fig. 7 Distribución micro de la nueva facilidad.

#### 4. DISCUSIÓN

Los resultados reflejan el trabajo de los autores para realizar una PDLIMI de una manera sistematizada. Desde luego, se considera que esto no necesariamente es la bala de plata (silver bullet) que resolverá todos los problemas. Sin embargo presenta la posibilidad de reducir en gran medida los riesgos a los ingenieros de planta y en particular a los metrólogos involucrados en este tipo de actividades en una empresa.

#### 5. CONCLUSIONES

Para todo proyecto, es necesario tener una metodología de aplicación y seguimiento sistemática, que nos puede ayudar a cuidar todos los aspectos posibles que se pueden presentar en la facilidad. La metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución (SLP) que se manejó en este proyecto, sienta bases sólidas para proyectos futuros, debido a que se trata de una manera ordenada, y cubriendo los aspectos importantes para llevar a buen término los proyectos. El objetivo general presentado del proyecto se cumple totalmente al presentar una distribución con las dimensiones adecuadas y el acomodo de los equipos dentro de la facilidad.

Debido a la importancia de los laboratorios de metrología en las empresas para lograr una ventaja competitiva y asegurar sus productos y procesos, la metodología de planeación y diseño de instalaciones es una herramienta poderosa para

este tipo de instalaciones ya que se requiere de inversiones fuertes en equipos y acondicionamientos propios de los laboratorios, que prácticamente deben estar bien diseñados desde un principio.

Para este proyecto la metodología SLP presentó una ventaja enfocada hacia la localización interna del área de metrología, su distribución y su proyección futura. Para el laboratorio en general permitió tener una perspectiva de ampliación al economizar espacios dejando un área libre, y hacia un segundo piso de ser requerido.

#### REFERENCIAS

- [1] Espinosa, Adrián Villalpando. De la Cruz, Víctor Madrigal. *Diseño y Planeación para la Distribución de las Nuevas Instalaciones de la Empresa Vistamex*. Instituto tecnológico de Celaya. Celaya, Guanajuato, México 2009. (Autorización expresa para su uso de manera didáctica).
- [2] Konz, Stephan. *Diseño de Instalaciones Industriales*. 1ª Edición. Ed. LIMUSA. México, 1991.
- [3] Nahmias, Steven. *Análisis de la Producción y las Operaciones*. 5ª Edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México, 2007.
- [4] Tompkins, J. A. White, J. A. Bozer, Y. A. Tanchoco, J. *Planeación de Instalaciones*. 3a. edición. CENGAGE Learning Editores. México, 2003.
- [5] Dirección General de Normas. *Recomendaciones de Condiciones Ambientales para los Laboratorios de Metrología (SNC-D5)*.
- [6] Sule, D.R.. *Instalaciones de Manufactura; Ubicación, Planeación y Diseño*. Segunda Edición. Ed. Thomson-Learning. México, 2001.
- [7] Meyers, Fred E. Stephens Matthew P. *Diseño de instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. Tercera Edición. Editorial PEARSON Educación. México, 2006.
- [8] NCSLI RP7. *Laboratory Design. Recommended Practice*. Third edition. Ed. NCSL International. November 2000.