

Libro Blanco:

Proyecto del Edificio de Laboratorios

Especiales

Octubre 2012

Índice

	Página
1. Presentación	6
1.1. Nombre del proyecto	6
1.2. Objetivos generales del proyecto	6
1.3. Período de vigencia que se documenta	6
1.4. Ubicación geográfica	7
1.5. Principales características técnicas	7
1.6. Unidades administrativas participantes	9
1.7. Nombre y firma del titular de la entidad y del responsable de la elaboración y resguardo del libro blanco	10
2. Fundamento Legal y Objetivo del Libro Blanco	11
2.1 Fundamento legal	11
2.2. Objetivo	12
3. Antecedentes	13
3.1 La naturaleza de la actividad del CENAM	14
3.1.1 En el ámbito nacional	14
3.1.2 En el ámbito internacional	15
3.2 Los beneficios de la actividad del CENAM	16
3.2.1. Beneficios sociales	16
3.2.2. Beneficios en los sectores productivos	17
3.3. Motivación estratégica del proyecto	18
3.3.1 Tendencias que impactan la actividad del CENAM	18
3.3.2. Fortalecimiento de actividades internas	19
3.4. Problemática y necesidades a satisfacer	20

	Página
3.4.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar la incertidumbre de medición	20
3.4.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica	21
3.4.2.1. Laboratorios de Resistencia Eléctrica	21
3.4.2.2. Laboratorio de Tensión Eléctrica Continua	22
3.4.2.3. Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna	23
3.4.2.4. Laboratorio de Conductividad Térmica	24
3.4.2.5. Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones.....	25
3.4.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional	26
3.4.3.1. Laboratorio de Maquina por Coordenadas	26
3.4.3.2. Laboratorio de Aceleración de Gravedad	27
3.4.3.3. Laboratorio de Nuevas Tecnologías en Metrología Acústica	28
3.4.3.4. Laboratorio de Láser Tracker	29
3.4.3.5. Laboratorio de Dureza	30
3.4.4. Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país	30
3.4.4.1. Laboratorio de Propiedades Ópticas 1, 2 y 3	30
3.4.4.2. Laboratorio de Caracterización de Materiales	31
3.4.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico	32
3.4.5.1. Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos	32
3.4.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental	33
3.4.6.1. Laboratorio de Técnica del ADN y ARN, de Células y Tejido, Cuarto Limpio y Cuarto de Balanzas	33

	Página
3.5. Análisis de demanda y oferta (sin proyecto)	34
4. Marco Normativo del Proyecto	39
4.1. Leyes	39
4.2. Reglamentos	40
4.3. Manuales y Lineamientos	41
4.4. Relacionados con el CENAM	41
5. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y programas sectoriales e institucionales	42
6. Síntesis Ejecutiva del Proyecto	49
7. Acciones Realizadas	53
7.1. Programa de Trabajo	53
7.1.1. Original 2004	53
7.1.2. Actividades Realizadas 2003-2006	56
7.1.3. Actividades Realizadas 2007-2012	58
7.2. Presupuesto y Calendario de Gasto Ejercido	67
7.3. Integración de Expedientes y/o Proyectos Ejecutivos	69
7.4. Documentación Soporte de la Aplicación de los Recursos	70
8. Acciones por Realizar	71
9. Seguimiento y Control	73
10. Resultados y Beneficios Alcanzados y Esperados	75
10.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre .	78
10.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica	80
10.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional	81
10.4 Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer	

	Página
las necesidades del país	83
10.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico	85
10.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental	86
11. Informe Final del Responsable de la Ejecución del Proyecto	88

1. Presentación

1.1. Nombre del proyecto

Edificio de Laboratorios Especiales.

1.2. Objetivos generales del proyecto

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- a) Maximizar la sinergia en su operación mediante el trabajo multidisciplinario en metrología primaria y materiales de referencia; y
- b) Mantener una alta calidad en las condiciones de operación (temperatura, humedad, presión, calidad del suministro eléctrico y espacios de reducida cantidad de partículas suspendidas en el aire), lo que permitirá el desarrollo de sistemas de medición del más alto requerimiento metrológico.

1.3. Período de vigencia que se documenta

Conforme al registro original del proyecto y los alcances actuales registrados en la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), realizado en el ejercicio 2004, la ejecución del proyecto estaba prevista para el período de 2003 a 2007. El proyecto quedó registrado en cartera con el número 0310K2H0001.

Ante la insuficiencia en la asignación de recursos para la ejecución de proyecto, conforme estaba previsto en el programa original, en el ejercicio 2006 se realizó una reprogramación de los trabajos, con su respectiva actualización de datos en la Unidad de Inversiones de la SHCP, quedando registrado el proyecto, en aquel momento, con un periodo de vigencia del 2003 al 2010.

Conforme a la última actualización del registro del proyecto en la Unidad de Inversiones de la SHCP, el mismo tiene una vigencia del 2003 al 2013.

Por lo anterior, en el presente libro blanco se documentan las acciones realizadas durante el periodo del 1° de diciembre de 2006 al 31 de diciembre de 2011, retomando lo ya realizado y reportado del periodo 2003 al 2006, conforme también esta documentado, así como las acciones programadas y los avances a la fecha de presentación del Libro Blanco con respecto a los trabajos contratados para el 2012, considerando una revisión del avance general que se tendrá en la ejecución del proyecto al finalizar dicho período, específicamente al cierre de la presente administración (30 de noviembre de 2012).

También, se dejará evidencia de las acciones por realizar, con el fin de que se les pueda dar seguimiento en la próxima administración, considerando la importancia y trascendencia del proyecto, del cual además se señalarán sus resultados esperados al finalizar su ejecución.

1.4. Ubicación geográfica

El proyecto se encuentra en desarrollo dentro de las instalaciones del Centro Nacional de Metrología, ubicadas en el km 4.5 de la Carretera a Los Cués, en el Municipio de El Marqués, en el Estado de Querétaro, México.

1.5. Principales características técnicas

El proyecto comprende la construcción y equipamiento de 40 laboratorios de la más alta exactitud en los campos de la metrología mecánica, física, eléctrica y de materiales, en congruencia con la responsabilidad del CENAM de ofrecer sistemas de referencia y capacidades de medición que sean confiables y comparables internacionalmente, y que apoyen el desarrollo sustentable del país.

Si bien el proyecto representa una unidad en cuanto a los laboratorios y módulos que comprende y sus características técnicas, también se alinea a varios objetivos estratégicos del CENAM.

Objetivo Estratégico	Laboratorios
Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre e impacto económico.	Laboratorios de los patrones de masa densidad, sistema de referencia nacional para sonometría y presión acústica.
Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica.	Laboratorios del Resistencia Eléctrica, Comparador de Corrientes Criogénico, Tensión Eléctrica Continua, Tensión y Corriente Alterna, Laboratorio Conductividad Térmica y Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones.
Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional.	Laboratorios de Maquinas por Coordenadas, Aceleración de Gravedad, Nuevas Tecnologías de Metrología Acústica, Láser Tracker y Dureza.
Incrementar la cobertura de materiales de referencia para evaluación de conformidad con normas.	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1, 2 y 3, así como Caracterización de Materiales Avanzados.
Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico.	Laboratorios de Fabricación y Prueba de Microdispositivos.
Reforzar trazabilidad de mediciones en sectores de salud, seguridad de alimentos y ambiental.	Laboratorios de Técnica del ADN, Cuarto de Balanzas, Cuarto Limpio y Células y Tejido

Los objetivos estratégicos y la inversión asociada a ellos, responden a la necesidad de adecuar y modernizar una infraestructura básica para el país, construida entre 1994 y 1996, que debe responder al avance tecnológico en los sistemas e instrumentos de medición, así como a los requerimientos actuales y previsibles de los sectores agrícola, manufacturero, salud y protección ambiental.

Conforme a los datos del registro vigente en la Unidad de Inversiones de la SHCP al finalizar el 2013, el proyecto en su conjunto habrá involucrado una inversión total de 598,152.8 miles de pesos (mp). De dicha inversión 508,152.8 mp corresponden al rubro de Obra Pública y 90,000.0 mp a Equipamiento.

1.6. Unidades administrativas participantes

La planeación y ejecución del proyecto involucra a todas las áreas técnicas y la administrativa del CENAM:

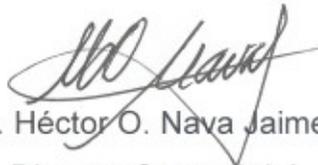
- Dirección de Metrología Eléctrica;
- Dirección de Metrología Física;
- Dirección de Metrología de Materiales;
- Dirección de Metrología Mecánica; y
- Dirección de Administración y Finanzas.

Las áreas técnicas, como usuarias finales de los espacios a construir y equipar, participaron directamente en la delimitación de los alcances del proyecto, vigilando en todo momento la correcta ejecución de los trabajos, conforme a lo previsto y su recepción final para su propia utilización.

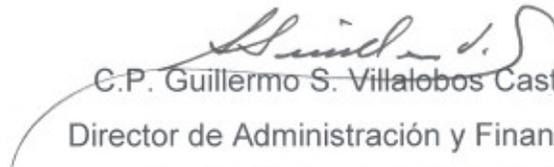
El área de Administración y Finanzas es la responsable de:

- La planeación de los alcances del proyecto, en coordinación con las áreas técnicas;
- Su registro ante la Unidad de Inversiones de la SHCP y la negociación de recursos presupuestarios necesarios para su realización;
- La contratación y supervisión de los trabajos de obra necesarios para su realización; y
- De su entrega a las áreas técnicas, como los usuarios finales de los laboratorios.

1.7. Nombre y firma del titular de la entidad y del responsable de la elaboración y resguardo del libro blanco



Dr. Héctor O. Nava Jaimes
Director General del
Centro Nacional de Metrología



C.P. Guillermo S. Villalobos Castrejón
Director de Administración y Finanzas del
Centro Nacional de Metrología

2. Fundamento Legal y Objetivo del Libro Blanco

2.1 Fundamento legal

Decreto para realizar la entrega-recepción del Informe de los asuntos a cargo de los servidores públicos y de los recursos que tengan asignados al momento de separarse de su empleo, cargo o comisión, expedido por el Titular del Ejecutivo Federal y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 14 de septiembre de 2005.

Acuerdo que establece las disposiciones que deberán observar los servidores públicos al separarse de su empleo, cargo, o comisión, para la Rendición del Informe de los Asuntos a su cargo y realizar la entrega-recepción de los recursos asignados, expedido por el Titular de la Secretaría de la Función Pública, y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 13 de octubre de 2005.

Lineamientos para la elaboración e integración de Libros Blancos y de Memorias Documentales, emitido por el Titular de la Secretaría de la Función Pública y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 10 de octubre de 2011.

Acuerdo para la Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2006-2012, expedido por el Titular del Ejecutivo Federal, y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de diciembre de 2011.

Lineamientos para la formulación del Informe de Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2006-2012, emitido por el Titular de la Secretaría de la Función Pública y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 18 de enero de 2012.

2.2. Objetivo

Informar el avance sustancial que se tienen en la construcción del Edificio de Laboratorios Especiales, específicamente en sus Módulos A, B y C, incluyendo el señalamiento de las actividades que están pendientes de ejecutar el cierre de la presente administración, correspondiente a los Módulos D y E; enfatizando el impacto que se espera tener en la atención de las necesidades metrológicas del país, como resultado de su puesta en operación.

3. Antecedentes

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización confiere al CENAM las funciones de desarrollar y mantener los patrones nacionales correspondientes a cada magnitud de medición. Alrededor de esta función sustantiva, el CENAM está encomendado a realizar funciones de alta importancia para el país, como:

- Asegurar la equivalencia de los patrones nacionales mexicanos respecto de patrones nacionales de otros países, con el propósito de apoyar técnicamente la relación del intercambio de bienes y servicios con el resto del mundo;
- Apoyar el aseguramiento de la confiabilidad y uniformidad de las mediciones que se realizan en los sectores económicos y sociales del país, mediante la calibración de instrumentos de medición, la certificación de materiales de referencia y la evaluación de la competencia técnica de laboratorios de calibración;
- Promover la aplicación del conocimiento y de las experiencias de la metrología en la industria nacional mediante proyectos de investigación aplicada, asesorías, entrenamiento de técnicos y especialistas, y programas educativos;
- Participar en las tareas nacionales de normalización mediante la confirmación de los métodos de medición aplicables a la evaluación de la conformidad de bienes y servicios respecto de normas y la comparación de los métodos de medición citados por las normas mexicanas respecto de lo establecido en normas internacionales;
- Mantener convenios de cooperación científica y tecnológica con instituciones nacionales y en otros países en metrología primaria, buscando que los patrones nacionales mexicanos mantengan el más alto nivel de exactitud de medición que los sitúe como referencias nacionales de medición, y que puedan asegurar la confiabilidad de patrones e instrumentos de medición que posee la industria mexicana.

El campo de acción de las actividades de la metrología en el país, incluye la competitividad de los sectores productivos y la procuración de un nivel de vida de mayor calidad para los ciudadanos.

De lo anterior se infiere que las principales ocupaciones del CENAM son:

- a) Mantener una alta capacidad científica y tecnológica para atender las funciones encomendadas; y
- b) Apoyar a la sociedad mexicana en la satisfacción de sus necesidades de medición presentes y futuras.

3.1 La naturaleza de la actividad del CENAM

3.1.1 En el ámbito nacional

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización dispone, con carácter de orden público e interés social, que el Sistema General de Unidades de Medida (SGUM) es el único legal y de uso obligatorio en México. Este Sistema se integra, entre otras, con las unidades básicas, derivadas y suplementarias del Sistema Internacional de Unidades (SI).

En la Ley se manifiesta la necesidad de mantener un sistema único de unidades de medida y de asegurar la confiabilidad de las mediciones que se realicen en el país. Para cuidar estos dos aspectos, se crea el Sistema Nacional de Calibración (SNC) y se asigna a la Secretaría de Economía la función de autorizar y controlar los patrones nacionales de las unidades básicas y derivadas del SGUM. Asimismo, la Ley convoca al CENAM a figurar como el laboratorio primario del SNC, a conservar los patrones nacionales de medición y a realizar las funciones descritas en la sección anterior.

La trazabilidad de las mediciones es una característica de las mismas que permite determinar su confiabilidad y uniformidad respecto de patrones nacionales o internacionales de medición.

El procurar que los patrones nacionales de medición mantengan un alto nivel de confiabilidad y que sean comparables contra patrones nacionales de otros países, es una actividad fundamental del CENAM.

3.1.2 En el ámbito internacional

Para los sectores productivos nacionales es crítico asegurar la calidad de los bienes y servicios que participan en transacciones internacionales, así como cumplir con normas y regulaciones internacionales en aspectos de mercado, el uso óptimo de los recursos naturales y el control de contaminantes. Se requieren mediciones confiables y uniformes para asegurar la calidad de sus productos y su adherencia al Sistema Internacional de unidades de medición.

La dinámica de los mercados internacionales exige determinar la comparabilidad de las mediciones que se practican a bienes y servicios que intervienen en transacciones comerciales. México está adherido a la Convención del Metro, que es una organización de carácter internacional y está orientada a procurar la uniformidad y confiabilidad de las mediciones entre los países firmantes. El Sistema Internacional de Unidades (SI) es un acuerdo firmado por los países pertenecientes a la Convención del Metro, y su objetivo principal es designar la definición internacional de las unidades de medición, a fin de mantener la comparabilidad de las mediciones realizadas entre los países firmantes y de sentar las bases para asegurar la confiabilidad y uniformidad de las mismas.

Desde 1999 el CENAM participa en el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo firmado por los laboratorios nacionales de metrología de los países adheridos a la Convención del Metro. Los objetivos de este acuerdo son:

- a) Establecer el grado de equivalencia de los patrones nacionales mantenidos por los laboratorios;
- b) Proveer el reconocimiento mutuo de los servicios de calibración y medición emitidos por los mismos; y
- c) Proveer a los gobiernos con una plataforma técnica segura para establecer acuerdos relacionados con el comercio internacional y sus aspectos regulatorios.

3.2 Los beneficios de la actividad del CENAM

En el siguiente análisis se destaca, de manera relevante, que las líneas de acción que el CENAM debe explotar para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los sectores productivos y sociales están en el desarrollo de la metrología primaria (del mayor contenido científico y tecnológico), en el establecimiento y mantenimiento de los patrones nacionales de medición, en el desarrollo de materiales de referencia certificados, y en la investigación de nuevas tecnologías de medición.

3.2.1. Beneficios sociales.

Estos beneficios se aprecian con mayor objetividad si se considera la necesidad de asegurar la confiabilidad y la uniformidad de las mediciones que se practican en múltiples actividades de la sociedad:

- a) En la protección al consumidor y en el intercambio equitativo de bienes y productos;
- b) En la protección de los sistemas nacionales de transporte y comunicaciones, de la salud humana, del medio ambiente, del individuo en las actividades laborales;
- c) En los esquemas de seguridad pública y de protección civil;
- d) En las disposiciones oficiales de protección y uso de los recursos naturales; y
- e) En el uso eficiente de la energía.

De particular importancia para el proyecto, es el incremento de mediciones de mayor exactitud que se requieren en algunas actividades, por ejemplo, en el uso de nuevas tecnologías de medición en equipo para diagnóstico y tratamiento médico y en el desarrollo de fármacos; en el desarrollo y uso de organismos genéticamente modificados; en la determinación de la inocuidad de alimentos; en la determinación de riesgos a la salud por el uso de tecnologías de radiaciones ionizantes (con sustancias radioactivas) y no ionizantes (ultrasonido médico, resonancia magnética nuclear); las tecnologías de medición utilizadas en las transacciones comerciales de grandes volúmenes de cantidad, por ejemplo, hidrocarburos, combustibles, granos y alimentos.

3.2.2. Beneficios en los sectores productivos.

Los beneficios que se presentan con mayor incidencia están relacionados con las actividades para el aseguramiento de la calidad de bienes y servicios. Más allá de estos beneficios, las grandes empresas demandan actualmente al CENAM un soporte técnico de mayor contenido tecnológico, que les permita poder invertir en nuevas tecnologías de producción, las cuales descansan en tecnologías de medición de mayor exactitud y complejidad. Otro aspecto significativo de la demanda de la industria es la disponibilidad de materiales de referencia certificados que se requieren en procesos productivos tales como: química, farmacéuticos, biológicos, alimentos, agrícolas, siderúrgicos, petro-químicos y automotriz.

3.3. Motivación estratégica del proyecto

Con base en el panorama antes descrito, el proyecto del Edificio de Laboratorios Especiales fue motivado para atender las líneas estratégicas que se mencionan a continuación.

3.3.1 Tendencias que impactan la actividad del CENAM:

- Nuevas tecnologías de medición de mayor exactitud y capacidad de aplicación en diversos procesos productivos;
- Disponibilidad de materiales de referencia certificados para la confirmación metrológica de equipos e instrumentos de medición y de métodos de medición aplicados en procesos industriales en química y biología; en equipos de medición utilizados en análisis químicos, médicos, de partículas suspendidas en aire y residuos en agua; en equipos de medición utilizados en la producción de fármacos, alimentos, fertilizantes, combustibles; determinación del grado de inocuidad alimentaria; determinación de propiedades alimenticias; capacidad calorífica de combustibles; medición de contaminantes en procesos productivos y emitidos al medio ambiente;
- Políticas nacionales sobre la competitividad industrial y el nivel de la calidad de la población;
- Desarrollo de nuevas tecnologías de producción y comercialización de productos: comunicación, informática, mercados electrónicos;
- Normatividad internacional sobre la calidad de los productos, sobre la administración ambiental en los procesos productivos y uso óptimo de recursos naturales en las tecnologías de producción;
- Exigencia de trazabilidad de las mediciones a proveedores de productos y servicios en el sector salud.

3.3.2. Fortalecimiento de actividades internas:

- En los primeros años de operación del CENAM, la inversión económica se orientó al establecimiento de laboratorios de metrología que la industria nacional reclamaba con mayor urgencia y a la capacitación de expertos en laboratorios de alto nivel internacional.
- La demanda de la industria en los últimos años se ha orientado a:
 - a) Disponer de capacidades de mediciones de mayor exactitud;
 - b) De una amplia variedad de materiales de referencia certificados; y
 - c) De capacidad técnica para atender los requerimientos de trazabilidad de las nuevas generaciones de instrumentos de medición.
- La reducida capacidad de inversión que enfrentó el CENAM, en los primeros años del siglo XXI, ha generado situaciones críticas:
 - a) Capacidad insuficiente para el desarrollo, certificación y venta de materiales de referencia para la evaluación de la conformidad de productos respecto de normas y regulaciones en: salud, seguridad de alimentos, productos petro-químicos y medio ambiente;
 - b) Alto riesgo de obsolescencia en tecnologías de medición: mediciones nanométricas, eléctricas, de temperatura, de humedad en sólidos, de medición de propiedades ópticas y químicas de la materia;
 - c) Operación de los patrones nacionales en condiciones ambientales que degradan la confiabilidad de su valor de medición.
- La capacidad de reposición de equipamiento de los laboratorios, aún con tasas bastante modestas de depreciación, ha sido estrecha e insuficiente, específicamente durante el periodo de 2000 a 2008. En dicho periodo, los Activos Totales y el Patrimonio de la Entidad disminuyeron en promedio un 36 y 37% respectivamente, debiendo señalar que del ejercicio del 2010 al 2012 esta situación tuvo un cambio importante, ya que se ha podido recibir un mayor número de recursos para revertir esta situación, tanto en el rubro de equipamiento como obra pública, siendo una muestra de ellos que se podrá concluir,

en el 2012, la Primera Etapa del Edificio de Laboratorios Especiales, que contempla los Módulos A, B y C.

3.4. Problemática y necesidades a satisfacer

3.4.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar la incertidumbre de medición.

Los patrones de medición de alto impacto económico, por su relación con mediciones en un amplio espectro de sectores económicos, requieren de mejorar las condiciones ambientales en que se mantienen y del equipamiento utilizado en su operación.

Por ejemplo, más del 60% del PIB está relacionado a mediciones de masa. El valor del patrón nacional de masa se transfiere a patrones de trabajo con una incertidumbre de entre 14 y 16 μm , debido principalmente a que el equipo con que se contaba era obsoleto e incluso, no es posible conseguir refacciones para el mismo, además de que las condiciones ambientales no son estables. Este proyecto permitirá reducir la incertidumbre de medición a 7 y 8 μm , con sólo modernizar el equipamiento y mejorar las condiciones ambientales del laboratorio que alberga este patrón nacional. El impacto de la mejora está en mantener la comparabilidad internacional de este patrón y en atender nuevas tecnologías de medición de masa que ya tiene la industria mexicana.

En el caso del patrón de densidad, su incertidumbre no satisface los requerimientos de los clientes, con lo cual se impacta de manera importante la incertidumbre a nivel de mediciones finales y de proceso en las industrias de alimentos, bebidas y productos químicos y petroquímicos, principalmente. Ello debido a que el patrón actual presenta limitaciones físicas con relación a los patrones primarios de densidad existentes en el mundo. Con el proyecto se obtiene el patrón primario y se dispone de instrumentación y condiciones ambientales especiales para su operación.

En el caso del patrón de presión, el laboratorio donde se encuentra el manobarómetro de mercurio presenta vibraciones que incrementan hasta en 50% la incertidumbre del instrumento. La medición de la presión en el manobarómetro depende, entre otras variables, de la determinación de la altura de la columna de mercurio por medio de interferometría láser. Actualmente la desviación estándar de la medición de la altura es del orden de $1,5 \mu\text{m}$ a pesar de que la resolución es de $0,01 \mu\text{m}$; esta desviación estándar provoca que la incertidumbre en la medición de la presión se incremente. El proyecto incluye una cimentación adecuada para evitar las perturbaciones provocadas por las vibraciones y el desarrollo de un método de medición que permitirá una menor incertidumbre.

3.4.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica

3.4.2.1 Laboratorios de Resistencia Eléctrica

El patrón nacional de resistencia eléctrica se basa en el experimento del efecto Hall cuántico. Es urgente contar con un nuevo laboratorio de mayor especificación en condiciones ambientales, mínimo ruido electromagnético y alta calidad del suministro de energía eléctrica, así como con un laboratorio para desarrollar comparadores de corriente de tipo criogénico, tales que permitan una reproducción más efectiva y eficiente del efecto Hall cuántico, así como la realización de servicios de medición y calibración de alta confiabilidad de resistencia eléctrica.

En este laboratorio se reproduce la unidad de resistencia eléctrica: ohm (Ω) mediante el efecto Hall cuántico (EHC). La reproducción de la unidad de resistencia mediante el EHC junto con el efecto Josephson que reproduce la unidad de tensión eléctrica: volt (V), forman dos pilares sumamente importantes sobre los que descansan las mediciones eléctricas de todo el país, ya que a partir de estas dos magnitudes es posible determinar otras magnitudes eléctricas como la corriente, potencia y la energía eléctrica.

En este mismo laboratorio y teniendo como referencia la resistencia Hall cuántica se establece una escala de resistencia eléctrica que va desde 1 m Ω ($1 \times 10^{-3} \Omega$) hasta 1 T Ω ($1 \times 10^{12} \Omega$). Para establecer y conocer los valores de esta escala de resistencia, con la mejor incertidumbre de medición, disponible en el país, es necesario contar con sistemas de medición de alta exactitud, así como patrones de referencia, de trabajo y de transferencia de alta calidad metrológica, cuyo desempeño óptimo se logra mediante condiciones ambientales controladas e instalaciones adecuadas.

En resumen, la nueva infraestructura con la que cuenta el laboratorio del OHM del Centro Nacional de Metrología ofrece la posibilidad de solventar las necesidades presentes y futuras relacionadas con las mediciones de resistencia eléctrica que se llevan a cabo en México y en países de Latinoamérica, dando un soporte sólido a nuestra industria nacional, especialmente del sector eléctrico y electrónico.

3.4.2.2 Laboratorio de Tensión Eléctrica Continua

Este laboratorio alberga el patrón nacional de tensión eléctrica continua basado en el Efecto Josephson. De este patrón se derivan patrones nacionales de otras magnitudes eléctricas como son: corriente eléctrica continua, tensión eléctrica alterna, corriente eléctrica alterna, potencia eléctrica, energía eléctrica, potencia electromagnética en alta frecuencia, así como los patrones de otras magnitudes físicas.

El primer beneficio de contar con el nuevo laboratorio de tensión eléctrica continua ha sido la disminución en un orden de magnitud del nivel de incertidumbre del patrón nacional. El patrón de tensión eléctrica continua es una de las bases para dar servicios de calibración confiables a más de 60 laboratorios de calibración secundarios, que ofrecen a su vez servicios de calibración a una gran cantidad de industrias del país.

Otro beneficio de este laboratorio es realizar mediciones y servicios de calibración de muy alta exactitud necesarios para asegurar la confiabilidad de las mediciones realizadas en la industria nacional.

Gracias al diseño del laboratorio es posible desarrollar experimentos de medición de muy bajo ruido electromagnético, como los experimentos de metrología eléctrica cuántica: tuneo individual de electrones, mediciones de impedancia de alta exactitud con el patrón de efecto Josephson programable, calibración de divisores inductivos, caracterización de tecnologías de convertidores analógico-digital / digital–analógico de alta resolución y alta velocidad, desarrollo de tecnologías de mediciones electromagnéticas de muy bajo ruido, medición de la constante de Boltzman, medición de ruido de Nyquist y caracterización de ruido $1/f$.

Los nuevos laboratorios pueden ser el semillero de nuevas tecnologías para generar energía eléctrica, para convertir energía eléctrica a energía térmica, lumínica, acústica y para la transmisión de señales eléctricas a muy altas velocidades.

3.4.2.3 Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna

En el nuevo laboratorio se dará mantenimiento a los patrones nacionales de tensión eléctrica alterna y corriente eléctrica alterna, hasta ahora basados en efectos termoelectricos. Estos patrones de medición requieren condiciones de operación óptimas de temperatura, humedad, blindaje electromagnético y línea de alimentación, entre otros, para mantener sus valores en todo el alcance de medición con incertidumbres mínimas. Los alcances de medición de estos patrones van de 2 mV a 1 kV; 20 Hz a 1 MHz en tensión y de 1 mA a 20 A; 40 Hz a 5 kHz en corriente.

Con la creación de este laboratorio se concreta una infraestructura tecnológica para atender las actuales necesidades de medición del país y los nuevos retos. La tendencia

de los patrones de medición de señales alternas a nivel internacional apunta hacia los patrones cuánticos, tales como el efecto Josephson en corriente alterna o el efecto Josephson programable.

Otras líneas de trabajo que se desarrollarán en las nuevas instalaciones son, el desarrollo de patrones de corriente eléctrica alterna a partir del efecto Josephson programable, la ampliación del alcance de medición en frecuencia, hasta 500 MHz y la ampliación del alcance de medición en tensión hasta los microvolts, actualmente limitado a 2 mV.

Con el trabajo que se desarrolle en los nuevos laboratorios se deberá fortalecer la competencia técnica del actual personal y así mismo se espera desarrollar la competencia de personal de nuevo ingreso. Como se ha hecho hasta ahora, el conocimiento generado deberá diseminarse hacia los diferentes usuarios. Por otra parte también se espera propiciar la colaboración técnica con otros laboratorios nacionales o con centros de investigación a nivel nacional.

3.4.2.4 Laboratorio de Conductividad Térmica

El laboratorio especial de propiedades termofísicas-conductividad térmica albergará al patrón nacional de medición de conductividad térmica de materiales sólidos aislantes (CNM-PNE-16). Dicho patrón nacional requiere de un control estricto de temperatura ambiente y humedad relativa para garantizar la calidad de sus mediciones debido a que la variación de las condiciones ambientales afecta a los materiales sólidos aislantes e influye en los resultados de medición de su conductividad térmica.

El patrón nacional de medición de conductividad térmica de materiales sólidos aislantes es estratégico debido a que:

- La Secretaría de Energía promueve el ahorro y uso eficiente de la energía a través de programas desarrollados por la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE).
- Para las actividades de ahorro y uso eficiente de la energía, los laboratorios industriales, los laboratorios de pruebas y el sector académico investigan y desarrollan materiales a los cuales se debe medir la conductividad térmica, y se requiere que las mediciones tengan trazabilidad a patrones nacionales.
- Algunas de las especificaciones técnicas en las normas oficiales requieren la determinación de propiedades físicas de materiales sólidos aislantes entre las que se encuentra la conductividad térmica.

3.4.2.5 Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones.

Es necesario contar con un nuevo laboratorio para la calibración de instrumentos multifunción de alta exactitud ya que la diseminación de los valores de los patrones nacionales es una tarea fundamental, debido a que cuenta con clientes en industrias tan variadas como lo son la industria automotriz, metal-mecánica, industria farmacéutica, industria de electrodomésticos, laboratorios de calibración secundarios, laboratorios de pruebas, etc. El laboratorio multifunciones tiene alrededor de 25 a 30 clientes de los más importantes laboratorios de calibración acreditados en mediciones eléctricas, los cuales a su vez realizan servicios de calibración a un número incontable de industrias e incluso al resto de los laboratorios acreditados que hay en el sistema de mediciones.

Este laboratorio es el principal eslabón de enlace entre los valores de los patrones nacionales de mediciones eléctricas de corriente continua y baja frecuencia y los sectores usuarios de mediciones eléctricas como son los laboratorios de laboratorios de calibración y laboratorios de pruebas, laboratorios industriales, etc.

Durante los últimos años los servicios de calibración para Institutos Nacionales de Metrología han aumentado considerablemente, para países como Colombia, Panamá, Perú, entre otros. En el laboratorio multifunciones se realizan más del 50 % de los servicios de calibración de la División de Mediciones Electromagnéticas en las siguientes magnitudes: tensión eléctrica y corriente eléctrica continua y alterna, resistencia eléctrica, simulación de termopares y de resistores de platino, capacitancia, frecuencia y potencia activa para calibradores multifunciones y medidores de 8 ½ dígitos.

Con el funcionamiento de este laboratorio será posible realizar mediciones y servicios de calibración de muy alta exactitud, necesarios para asegurar la confiabilidad de las mediciones realizadas en la industria nacional. De no contar con este laboratorio no sería posible mejorar el patrón nacional de corriente eléctrica continua y del sistema de referencia multifunciones, siendo inviable atacar la nueva generación de sistemas multifunciones comerciales.

Cabe resaltar que los equipos multifunciones fungen como patrones de referencia en el 85 % de los laboratorios de calibración en México, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo y ancho del territorio nacional.

3.4.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional

3.4.3.1 Laboratorios Maquinas por Coordenadas

El nuevo laboratorio de medición por coordenadas del CENAM se convierte en el laboratorio de mayor exactitud en el país, debido a las exigentes condiciones ambientales de instalación y a las características impresionantes de exactitud y repetibilidad de la máquina instalada.

Con el establecimiento de este laboratorio se logrará cumplir la demanda de la creciente industria nacional y se logrará dar soporte y trazabilidad a las mediciones requeridas para que ellos puedan seguir demostrando competencia técnica y calidad en su productividad.

Los servicios que se ofrecerán en este laboratorio serán la medición, caracterización y calibración de patrones, prototipos y desarrollos de primera generación con geometrías complejas, como son: placas y barras de bolas (para ajuste y calibración de sistemas de medición), calibres y escantillones (para verificar sistemas de medición en línea) y eventualmente piezas prototipo que puedan servir como referencia para la puesta a punto de líneas de producción.

3.4.3.2 Laboratorio de Aceleración de Gravedad

La medición de la aceleración de la gravedad en forma absoluta en México, ha sido un campo donde el desarrollo ha estado limitado. Actualmente no se tiene en el país ningún instrumento para la medición absoluta de la aceleración de la gravedad, por lo que sólo se pueden realizar mediciones relativas de ésta. Algunos de los beneficios aportados por este laboratorio son:

- a) Establecimiento del Patrón de medición absoluta de la gravedad en México.
- b) Correcta diseminación y aseguramiento de las mediciones de gravedad en México.
- c) Correcta medición en magnitudes relacionadas con la aceleración de la gravedad.
- d) Se apoyará directamente a las investigaciones de exploración de yacimientos de petróleo y gas en México.
- e) Nuevo campo de investigación en lo que se refiere a la medición absoluta de la aceleración de la gravedad.
- f) Servicio y asesoría en las mediciones de gravedad absoluta a la industria solicitante.

- g) Generación de infraestructura humana y de equipo en este campo.
- h) Experiencia recopilada en el diseño de instrumentos primarios aplicados en metrología.
- i) Posibilidad de establecer una red gravimétrica actualizada en México para uso en todo el territorio nacional.

3.4.3.3 Laboratorio de Nuevas Tecnologías en Metrología Acústica

El laboratorio de Tecnologías en Metrología Acústica permitirá abordar los nuevos requerimientos en metrología acústica, y la forma en que éstos son impulsados por las necesidades sociales e industriales de México en esta área.

Con el laboratorio de Nuevas Tecnologías para Metrología Acústica, el CENAM investigará tecnologías emergentes para el desarrollo de nuevos patrones, instrumentación y/o mediciones acústicas. De estas, podemos resaltar las tecnologías para:

- Fuentes sonoras: Se planea desarrollar fuentes sonoras para diferentes aplicaciones, incluyendo mejorar la fuente Q (velocidad volumétrica) diseñada y construida por CENAM, que tiene aplicaciones en la industria automotriz.
- Campos sonoros: Se busca investigar los campos sonoros por diferentes métodos, incluyendo métodos ópticos (como por ejemplo interferometría láser) y de sistemas de arreglos de micrófonos. También se planea el estudio de campos sonoros para el desarrollo de aplicaciones, incluyendo levitación acústica.
- Materiales acústicos: Se busca desarrollar nuevas tecnologías y métodos de medición más acorde a las necesidades actuales de las industrias de manufactura, como la automotriz, en México.

3.4.3.4 Laboratorio de Láser Tracker

El laboratorio de Láser Tracker incorporará tres sistemas de medición:

- Una estación de calibración de Láser Tracker, instrumentos que desde su aparición en el mercado han ido creciendo en número en nuestro país para múltiples aplicaciones, especialmente en la industria automotriz y en la industria de la aeronáutica, donde son un pilar para el ensamble de componentes, para el ajuste de líneas de ensamble y para la medición dimensional de componentes de grandes dimensiones.
- Un riel interferométrico de 20 m de longitud para la calibración de interferómetros láser, los cuales son unos de los instrumentos imprescindibles para la metrología dimensional, pues con ellos se logra efectuar la calibración y ajuste en forma directa de estaciones de medición como máquinas de medición por coordenadas, comparadores unidimensionales, máquinas- herramienta y numerosos instrumentos de medición.
- Máquina de Medición por Coordenadas de Grandes Dimensiones, con el crecimiento industrial del país y con la incursión de México en la aeronáutica, las necesidades de contar con referencias calibradas de grandes dimensiones se ha hecho presente, por lo que es de suma importancia dar trazabilidad a las mediciones dimensionales de gran tamaño, para seguir garantizando la calidad que hasta la fecha nuestro país ha ofrecido.

Los servicios que se ofrecerán en este laboratorio serán la medición, caracterización y calibración de patrones, prototipos y desarrollos de primera generación con geometrías complejas de grandes dimensiones, como son: barras y rieles de bolas (para ajuste y calibración de sistemas de medición), calibres y escantillones (para verificar sistemas de medición en línea) y eventualmente piezas prototipo que puedan servir como referencia para la puesta a punto de líneas de producción.

3.4.3.5 Laboratorio de Dureza

En la actualidad, el país no cuenta con una trazabilidad directa a un patrón primario en la magnitud de dureza, por lo que el trabajo realizado en la industria, en el mejor de los casos, es trazable algún otro laboratorio nacional en el mundo y muchas de las veces las mediciones que se realizan se basan en el uso de bloques de referencia sin ningún tipo de certificado o validez de trazabilidad, lo que hace vulnerable y cuestionable la calidad de los productos terminados.

Este patrón servirá como primer eslabón en la cadena de trazabilidad en lo referente a dureza Rockwell y será utilizado en la calibración de bloques de referencia patrón (material de referencia certificado MRC) para el número de dureza por el método Rockwell y éstos a su vez serán utilizados para calibrar medidores de dureza (durómetros) de uso general en la industria.

Dentro de este proyecto una vez establecido el laboratorio del patrón primario de dureza, se tendrá parte de la infraestructura para el desarrollo de **materiales de referencia en dureza**, por lo que no solo se tendrían ahorros considerables en la calibración sino que se tendría completamente la independencia de la trazabilidad y la diseminación de la magnitud en México.

3.4.4. Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país

3.4.4.1 Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1,2 y 3

Actualmente, tanto el CENAM como laboratorios acreditados y empresas deben enviar ciertos patrones y materiales de referencia al extranjero para ser calibrados y con ello

soportar sus mediciones. Con este sistema de referencia se tendrá independencia tecnológica en las mediciones realizadas, con lo que ya no será necesario enviar a calibrar al extranjero patrones y materiales de referencia para dar soporte a las mediciones nacionales, además de que permitirá mejorar dos patrones nacionales y establecer un sistema nacional de referencia de alta exactitud, con el beneficio de no solo aumentar el ingreso generado, sino además reducir tiempos de respuesta para la industria nacional, evitando los altos costos indirectos, al no tener que enviar estos materiales de referencia a calibrar al extranjero.

Entre otros parámetros y aplicaciones que son soportadas y en las que se realiza la calibración de equipos y materiales de referencia, se tiene a más de 65 empresas y organismos calibrando un promedio de 450 materiales de referencia diversos anualmente.

Los servicios ofrecidos han reflejado un ingreso promedio de \$ 950 000.00 pesos anuales y se estima que con las nuevas instalaciones pueda tener un incremento del 10 % para el siguiente año, además de beneficiar en ciertos servicios mejorando la exactitud resultante en aproximadamente 10 %.

3.4.4.2 Laboratorio de Caracterización de Materiales Avanzados.

El objetivo primordial del laboratorio de caracterización de materiales avanzados es el de satisfacer las demandas que las actuales tendencias tecnológicas en el sector industrial dentro de nuestro país.

Las actuales tendencias tecnológicas productivas, deben satisfacer la investigación básica y el desarrollo tecnológico dentro de la ciencia de materiales. Día tras día aumenta la complejidad y la miniaturización de componentes electrónicos, mecánicos, ópticos y circuitos integrados, así como la cuantificación de sus componentes principales y las impurezas en los nuevos materiales; se deben cubrir límites de detección más bajos para

mantener el cuidado ambiental, lo que en conjunto presenta retos muy significativos dentro de la metrología de materiales.

El impacto a nivel mundial es tan fuerte, que el Comité Internacional de Pesas y Medidas ha establecido un grupo de trabajo en Metrología de Materiales. De esta manera, podemos enfocar las tendencias modernas dentro de los siguientes campos:

1. Materiales para la industria automotriz.
2. Materiales inteligentes y aleaciones con memoria de forma.
3. Materiales electrónicos, magnéticos, ópticos y fotónicos.
4. Materiales para la industria aeroespacial.
5. Materiales para la nanotecnología.

El impacto y la aplicación de la ciencia de materiales hacia los sectores productivos industriales, deben ser de la mayor importancia, lo que nos obliga a mantener un grado de actualización y de desempeño de alto nivel en nuestro país, que deberemos conservar y preservar a través del tiempo. Nuestra preparación y la requerida infraestructura debe ser un vivo reflejo de esa visión. Solo así, la asimilación de las nuevas tendencias podrá ser conjuntada con nuestra industria nacional, siendo esta la razón primordial para establecer el laboratorio de caracterización de materiales avanzados.

3.4.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico

3.4.5.1 Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos

El propósito de este laboratorio es el desarrollo de estructuras MEMS que puedan servir como microsensores o dispositivos de metrología. Además de estos dispositivos o

microsistemas, se pueden diseñar y desarrollar estructuras básicas con características muy especiales que puedan apoyar las actividades de otros laboratorios del CENAM.

La habilidad de fabricación de dispositivos es fundamental para México, tanto del punto de vista científico, como educativo e industrial.

3.4.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental

3.4.6.1 Laboratorio de Medición de Ácidos Nucleicos ADN y ARN, el Cuarto de Balanzas, Laboratorio de Medición de Proteínas (Cuarto Limpio) y Laboratorio de Medición de células y tejidos.

Estos cuatro laboratorios tienen como propósito el atender a los requerimientos nacionales en materia de desarrollo de métodos de referencia y patrones de medición relacionadas con bio-ciencias, en áreas temáticas tales como diagnóstico clínico, fármacos, farmacia, ambiental, inocuidad de los alimentos, organismos genéticamente modificados (OGMs), microorganismos patógenos en alimentos, nutrición, seguridad, forense e identidad humana.

Actualmente, el CENAM colabora ampliamente con la CIBIOGEM y las Secretarías que la integran, como son SAGARPA, SEMARNAT, SALUD y reconocidos centros de investigación y universidades nacionales de la SEP, quienes conforman la red de laboratorios de medición de OGMs, con la finalidad de desarrollar, validar e implementar en México métodos de referencia para la medición de OGMs.

El impacto económico y social que se percibe con el desarrollo de patrones de medición, métodos de referencia validados por redes de laboratorios de medición confiables y reconocidos, se refleja en normas y estándares de medición nacionales comparables con

los internacionales, lo cual facilita que los bienes y servicios generados en nuestro país puedan cruzar las fronteras nacionales sin necesidad de nuevos controles que provoquen una pérdida de tiempo y dinero.

Adicionalmente el CENAM continúa participando en el grupo de Biometrología del CCQM y en las comparaciones internacionales para demostrar la capacidad de medición y calibración de México. Entre estas se pueden mencionar la comparación CCQM P58.1 para la medición de la proteína troponina cardíaca I por PCR tiempo real, así como la medición multiplex de 6 marcadores de cáncer y sus correspondientes genes endógenos en matriz biológica: CCQM P 103.1., cuyos resultados servirán para la armonización internacional de los métodos de referencia, siendo el impacto en el sector salud, el asegurar la calidad de sus mediciones al implantar en México el método de referencia de mayor jerarquía metrológica acordado internacionalmente y de ser factible el desarrollar y certificar los correspondientes materiales de referencia para los mensurados en cuestión.

3.5. Análisis de demanda y oferta (sin proyecto)

El proyecto del nuevo edificio de laboratorios especiales contempla ampliar la oferta de servicios en cuanto a calibraciones de patrones e instrumentos de medición; desarrollo, certificación y venta de materiales de referencia; asesorías; servicios de análisis de alta confiabilidad y pruebas de aptitud, entre otros, en las áreas de:

- Patrón Nacional de Masa.
- Máquinas de Medición por Coordenadas y Láser Tracker.
- Laboratorio Tensión Eléctrica Continua.
- Laboratorio de Resistencia Eléctrica.
- Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1,2 y 3.
- Instrumentos de Medición Tipo Multifunciones.

- Masa, Densidad, Dureza, Presión Acústica y Sonometría y Electroacústica.
- Laboratorio de Nuevas Tecnologías de Metrología Acústica.
- Laboratorio Aceleración de Gravedad.
- Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna.
- Laboratorio de Caracterización de Materiales Avanzados.
- Laboratorio de Conductividad Térmica.
- Laboratorio Cuarto de Balanzas y Cuarto Limpio.
- Laboratorio Técnica del ADN.
- Laboratorio de Células y Tejido.
- Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos.

La demanda estimada por servicios en estas áreas se presenta en la Tabla 2. En este sentido, se espera un crecimiento muy dinámico en la demanda por servicios de calibración y por el desarrollo, certificación y venta de materiales de referencia.

Demanda Estimada por Principales Servicios
Años Seleccionados

	2005	2008	2011	2014
Análisis de Alta Confiabilidad	24	70	88	108
Calibraciones	582	875	1110	1426
Certificación de Materiales de Referencia	353	2345	4791	5672
Desarrollo de Materiales de Referencia	200	2201	4702	5582
Demanda de Evaluaciones Técnica de Laboratorio	26	31	47	53
Horas Curso	446	606	726	764
Asesorías en Metrología (horas)	418	505	615	696
Pruebas de Aptitud Técnica	2	65	245	307
Venta de Materiales de Referencia	146	2387	4957	5923

La demanda estimada de servicios de calibración, venta de materiales de referencia, análisis de alta confiabilidad y pruebas de aptitud, por objetivo estratégico se presenta en las Tablas 3,4, 5 y 6.

Demanda estimada de calibraciones

Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Reubicar y Equipar Patrones Existentes para Mejorar Incertidumbre	52	52	57	62
Atender Tecnologías Emergentes en el Área Eléctrica	370	485	595	710
Desarrollar Capacidades en Áreas Críticas para Apoyar el Crecimiento de la Industria Manufacturera Nacional	140	182	242	338
Posicionarse en Nuevas Áreas de Desarrollo de la Metrología de Alto Impacto Económico	0	6	16	16
Proporcionar Trazabilidad a Mediciones en Salud, Seguridad de Alimentos y Protección Ambiental	20	150	200	300

Demanda estimada de análisis de alta confiabilidad

Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Desarrollar Capacidades en Áreas Críticas para Apoyar el Crecimiento de la Industria Manufacturera Nacional	10	15	20	30
Incrementar la Cobertura de Materiales de Referencia para Satisfacer Necesidades del País	10	20	20	20
Posicionarse en Nuevas Áreas de Desarrollo de la Metrología de Alto Impacto Económico	0	25	28	28
Proporcionar Trazabilidad a Mediciones en Salud, Seguridad de Alimentos y Protección Ambiental	4	10	20	30

Demanda estimada de venta de materiales de referencia

Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Desarrollar Capacidades en Áreas Críticas para Apoyar el Crecimiento de la Industria Manufacturera Nacional	40	75	92	105
Incrementar la Cobertura de Materiales de Referencia para Satisfacer Necesidades del País	100	2300	4850	5800

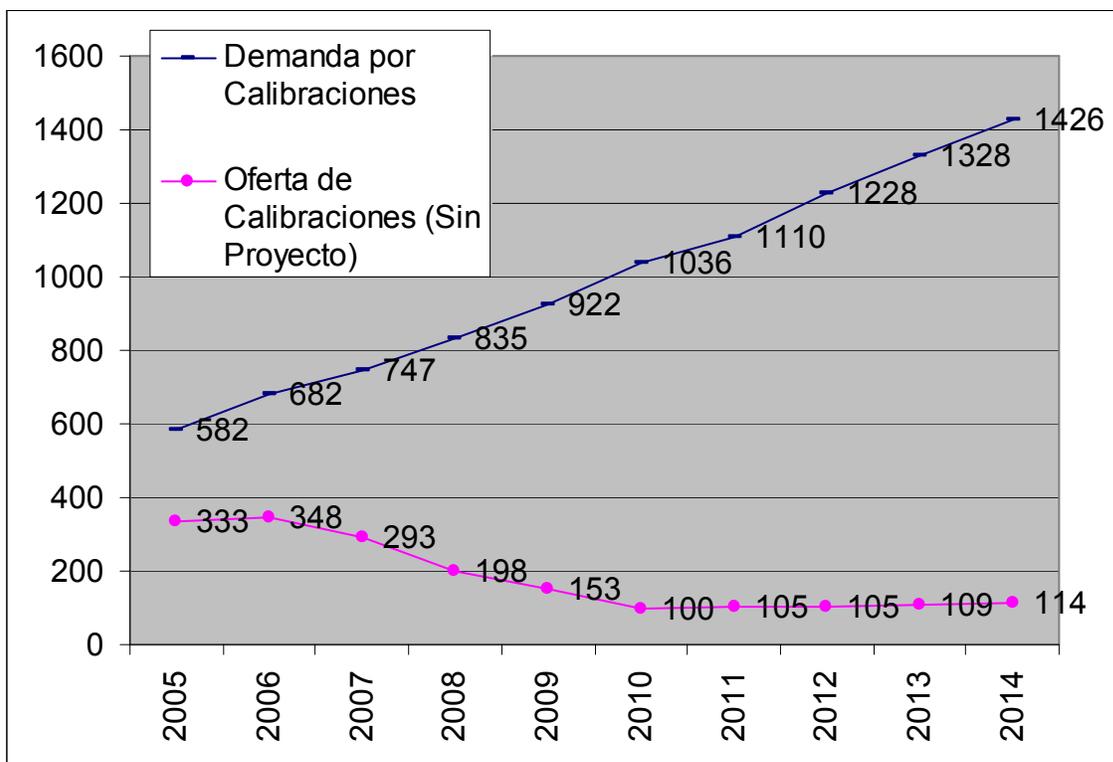
Demanda estimada de pruebas de aptitud

Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Atender Tecnologías Emergentes en el Área Eléctrica	1	3	4	6
Incrementar la Cobertura de Materiales de Referencia para Satisfacer Necesidades del País	0	60	240	300

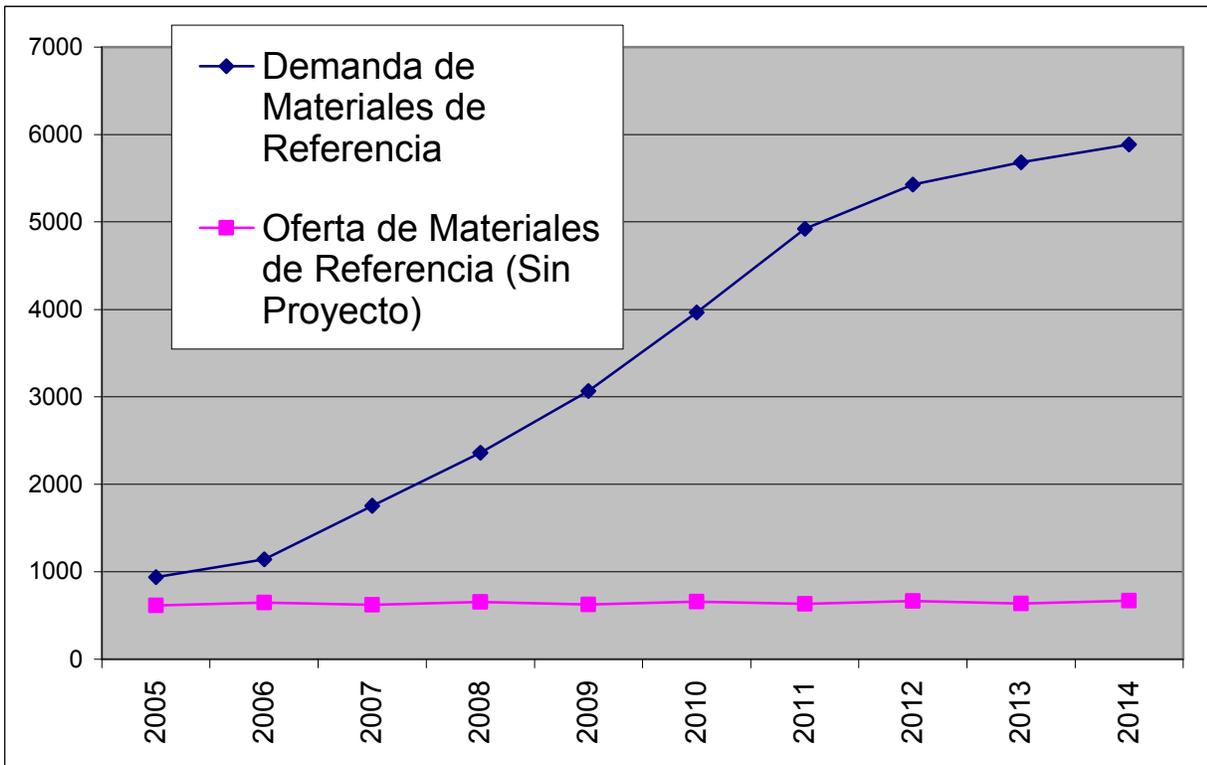
En las gráficas siguientes se muestran los balances de demanda y oferta (sin proyecto) para servicios seleccionados asociados al proyecto. En el caso de servicios de calibración se espera un incremento en la demanda no satisfecha debido a las limitaciones del CENAM para ofrecer estos servicios con la incertidumbre y complejidad requeridas. La tendencia de

la demanda sufre un cambio, que indica que las mediciones son más complejas y exactas a medida que la industria migra hacia nuevos sistemas de medición. En el caso de materiales de referencia, la oferta del CENAM se mantiene constante, mientras la demanda aumenta ante la necesidad creciente de conformidad con normas actuales y previsible.

La demanda no satisfecha por el CENAM puede derivar hacia otros institutos de metrología en el exterior, ser atendida por proveedores de equipo o quedar no atendida. En el capítulo de situación con proyecto se analiza cada caso de acuerdo al objetivo estratégico, como parte del escenario de referencia.



Demanda y Oferta de Servicios de Calibración (sin proyecto).



Demanda y Oferta de Materiales de Referencia (sin proyecto)

4. Marco Normativo del Proyecto

Dentro las actividades de planeación y ejecución del proyecto, el marco normativo aplicable es el siguiente:

4.1 Leyes

- Ley Federal de Entidades Paraestatales (última reforma publicada en el DOF 09/04/2012).
- Ley de Planeación (última reforma publicada en el DOF 09/04/2012).
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (última reforma publicada en el DOF 09/04/2012).
- Ley de Ingresos de la Federación de los ejercicios fiscales 2003 a 2012 (publicada en el DOF 16/11/2012).
- Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación de los ejercicio fiscales 2003 a 2012 (publicado en el DOF el 12/12/2012).
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (última reforma publicada en el DOF el 09/04/2012).
- Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado (última reforma publicada en el DOF el 03/05/2003).
- Ley Federal del Trabajo (última reforma publicada en el DOF el 09/04/2012).
- Ley del Impuesto al Valor Agregado (última reforma publicada el 07/12/2009).
- Ley del Impuesto sobre la Renta (última reforma publicada el 25/05/2012).
- Ley del Servicio de Tesorería de la Federación (última reforma publicada en el DOF el 09/04/2012).
- Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos (ultima reforma publicada en el DOF el 15/06/2012).

- Ley General de Bienes Nacionales (última reforma publicada en el DOF el 16/01/2012).
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (última reforma publicada en el DOF el 16/01/2012).
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas (última reforma publicada en el DOF el 09/04/2012).
- Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (última reforma publicada en el DOF el 08/06/2012).
- Código Federal de procedimientos civiles (última reforma publicada en el DOF el 09/04/2012).
- Código Fiscal de la Federación (última reforma publicada en el DOF el 12/12/2012).
- Otras.

4.2 Reglamentos:

- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (Publicado en el DOF el 14/01/1999).
- Reglamento de la Ley Federal de Entidades Paraestatales (última reforma publicada en el DOF el 20/11/2010).
- Reglamento de la Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (última actualización publicada en el DOF el 04/09/09).
- Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (publicado en el DOF el 28/07/2010).
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas (publicado en el DOF el 28/07/2010).
- Reglamento de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (publicado el 11/06/2003).

- Reglamento de la Ley del Impuesto al Valor Agregado (publicado en el DOF el 04/12/2006).
- Reglamento del Código Fiscal de la Federación (publicado en el DOF el 07/12/2009).
- Otros.

4.3 Manuales y Lineamientos:

- Manual de Normas y Procedimientos para la Afectación, Administración, Baja y Destino Final de Bienes Muebles del Centro Nacional de Metrología (publicado el 10/07/2007).
- Clasificador por Objeto del Gasto (publicado en el DOF el 19/11/2010).
- Lineamientos Generales para la organización y conservación de los archivos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (publicados en el DOF el 20/02/2004).

4.4 Relacionados con el CENAM:

- Estatuto Orgánico del Centro Nacional de Metrología (publicado en el DOF el 01/10/2008).
- Políticas, Bases y Lineamientos que rigen las Adquisiciones, Arrendamientos y prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles del CENAM (publicado el 24/03/2011).
- Acuerdo por el que se emiten diversos Lineamientos que rigen el Programa Anual de Obra Pública y Servicios Relacionados con el mismo del CENAM (publicado en el DOF el 09/09/2010).
- Otros (Normateca Interna).

5. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y programas sectoriales e institucionales

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización confiere al CENAM las funciones de:

- Desarrollar y mantener los patrones nacionales correspondientes a cada magnitud;
- Proporcionar servicios de calibración a los patrones e instrumentos de medición de los laboratorios, centros de investigación e industria;
- Asesorar a los sectores industriales, técnicos y científicos en relación con los problemas de medición y certificar materiales patrón de referencia;
- Participar con organismos nacionales e internacionales en el desarrollo y en la comparación de los patrones de medida;
- Realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en metrología y transferir sus resultados en beneficios de la industria nacional mediante convenios y alianzas estratégicas con instituciones públicas y privadas.

Las actividades del CENAM están consideradas dentro del capítulo 5 del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012.

Capítulo 5. Estrategia Transversal en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación

Programa Sectorial de Economía 2007-2012

Aspectos relacionados a ciencia, tecnología e innovación

Eje	Objetivos rectores	Línea estratégica
<ol style="list-style-type: none"> 1. Detonar el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES). 2. Consolidar un avance significativo de la competitividad de la economía mexicana para impulsar la generación de empleos. 3. Fomentar el comercio exterior y la inversión extranjera directa (IED). 4. Implementar una política sectorial y regional para fortalecer el mercado interno. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>2.5 Elevar la competitividad de las empresas mediante el fomento del uso de las tecnologías de información, la innovación y el desarrollo tecnológico en sus productos y servicios.</p> </div>	<p>2.5.1. Generalizar la utilización de métodos y procesos enfocados a la innovación en las empresas mexicanas.</p> <p>2.5.2. Impulsar la formación y desarrollo de capital humano como factor determinante para la incorporación de conocimiento a los procesos productivos.</p> <p>2.5.3. Impulsar la mejora e incremento de programas de financiamiento al desarrollo científico y tecnológico y a la innovación.</p> <p>2.5.4. Propiciar la participación del sector industrial en el desarrollo y aplicación de tecnologías que incrementen la calidad, competitividad y productividad del mismo.</p> <p>2.5.5. Satisfacer las necesidades metrológicas del país para promover la uniformidad y confiabilidad de las mediciones.</p>

Las acciones de la Línea Estratégica 2.5.5 del Programa Sectorial de Economía están dirigidas a las actividades del CENAM:

- a. Satisfacer las necesidades del sistema de metrología y normalización en aspectos de trazabilidad en magnitudes físicas, especialmente las relacionadas con las tecnologías emergentes.
- b. Promover el desarrollo de Materiales de Referencia Certificados, en particular los requeridos para las actividades regulatorias (ambientales, de salud, de protección al consumidor, etc.).
- c. Apoyar el sistema nacional de metrología y normalización, a través de:
 - La prestación de servicios de calibración, de análisis de alta confiabilidad, evaluación de laboratorios, pruebas de aptitud, y asesorías en metrología.

- La capacitación en técnicas de medición, calibración y estimación de incertidumbre en todas las áreas técnicas del Centro Nacional de Metrología (CENAM).
- El incremento en la participación del CENAM en la elaboración de normas metrológicas.

Adicionalmente, los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y del Plan Sectorial de Economía (PSE) en los que el Centro Nacional de Metrología tiene una participación directa son:

Objetivo 2.3 (PSE): Promover la equidad en las relaciones de consumo mediante la aplicación de instrumentos de vanguardia para la protección de los derechos de los consumidores.

La equidad en las transacciones comerciales solo es posible con el uso de instrumentos de medición calibrados, con trazabilidad a los patrones nacionales que desarrolla y mantiene el CENAM.

Objetivo 14 (PND): Garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en todo el país y con el mundo, así como hacer más eficiente el transporte de mercancías y las telecomunicaciones hacia el interior y el exterior del país, de manera que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas comparativas con las que cuenta México.

Las telecomunicaciones modernas se realizan con tecnologías que dependen de referencias confiables en frecuencia y variables ópticas, establecidas por el CENAM.

Objetivo 15 (PND): Asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores.

La generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica se realiza con procesos que son controlados gracias a la medición confiable de magnitudes eléctricas, termo físicas y mecánicas, con trazabilidad a los patrones nacionales.

Eje 3. Igualdad de Oportunidades

Objetivo 5 (PND): Brindar servicios de salud eficientes, con calidad, calidez y seguridad para el paciente.

Los tratamientos y diagnósticos médicos emplean mediciones analíticas, de presión y temperatura, entre otras, que dependen para su confiabilidad de su trazabilidad a los patrones nacionales y materiales de referencia certificados que provee el CENAM.

Eje 4. Sustentabilidad ambiental

OBJETIVO 13 (PND): Generar información científica y técnica que permita el avance del conocimiento sobre los aspectos ambientales prioritarios para apoyar la toma de decisiones del Estado mexicano y facilitar una participación pública responsable y enterada.

Los análisis químicos que se realizan para determinar los niveles de contaminación ambiental son confiables cuando tienen trazabilidad a los patrones nacionales y materiales de referencia certificados del CENAM.

Los objetivos del PND y del PSE en los que el CENAM tiene una participación contributaria son:

Eje 1. Estado de Derecho y Seguridad

Objetivo 3 (PND): Garantizar la protección de los derechos de propiedad.

Objetivo 2.6 (PSE): Dar certidumbre jurídica a los factores económicos a través de la adecuación y aplicación del marco jurídico, así como la modernización de los procesos de apertura de empresas.

El CENAM, como brazo tecnológico de la Secretaría de Economía, contribuye a la aprobación de los organismos nacionales de evaluación de la conformidad

Eje 2. Economía Competitiva y Generadora de Empleos

Objetivo 5 (PND): Potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana para lograr un crecimiento económico sostenido y acelerar la creación de empleos.

Objetivo 4.1 (PSE): Impulsar la reconversión y el crecimiento de sectores estratégicos y de alto valor agregado.

El CENAM establece referencias nacionales de medición en áreas emergentes como la nanotecnología y la biotecnología como un apoyo estratégico para el impulso a estos sectores.

Objetivo 6 (PND): Promover la creación, desarrollo y consolidación de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMEs).

Objetivo 1.1 (PSE): Contribuir a la generación de empleos a través del impulso a la creación de nuevas empresas y la consolidación de las MIPYMES existentes.

El CENAM contribuye principalmente con el ofrecimiento de servicios de calibración, materiales de referencia, asesorías y capacitación en materia de metrología.

Objetivo 8 (PND): Abastecer el mercado interno con alimentos de calidad, sanos y accesibles provenientes de nuestros campos y mares.

Los materiales de referencia certificados que produce el CENAM dan confianza en los análisis que verifican la calidad de los alimentos.

Objetivo 16 (PND): Incrementar la cobertura de agua potable y alcantarillado para todos los hogares mexicanos, así como lograr un manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.

Los materiales de referencia certificados que produce el CENAM permiten verificar la calidad del agua.

Eje 5. Democracia Efectiva y Política Exterior Responsable

Objetivo 6 (PND): Apoyar el desarrollo económico, social y político del país a partir de una efectiva inserción de México en el mundo.

Objetivo 3.1 (PSE): Fortalecer el proceso de integración de México en la economía mundial.

La participación del CENAM en el Arreglo de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas contribuye al reconocimiento internacional de los productos y servicios ofrecidos por las empresas mexicanas.

En tal sentido, se debe destacar que el proyecto del nuevo edificio de laboratorios especiales comprende la construcción y equipamiento de 40 laboratorios en los campos de metrología mecánica, física, eléctrica, química, biológica y de materiales. Los objetivos de este proyecto son: a) maximizar la sinergia en su operación mediante el trabajo multidisciplinario en metrología primaria y materiales de referencia; b) mantener una alta calidad en las condiciones de operación (temperatura, humedad, presión, calidad del suministro eléctrico y espacios de reducida cantidad de partículas suspendidas en el aire), lo que permitirá el desarrollo de sistemas de medición del más alto requerimiento metrológico.

Si bien el proyecto representa una unidad en cuanto a los laboratorios y módulos que comprende y sus características técnicas, también se alinea a varios objetivos estratégicos del CENAM, que contribuyen al cumplimiento de los señalado en el capítulo 5 del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 “Estrategia Transversal en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación”.

6. Síntesis Ejecutiva del Proyecto

El proyecto comprende la construcción y equipamiento de 40 laboratorios de la más alta exactitud en los campos de la metrología mecánica, física, eléctrica y de materiales, en congruencia con la responsabilidad del CENAM de ofrecer sistemas de referencia y capacidades de medición que sean confiables y comparables internacionalmente, y que apoyen el desarrollo sustentable del país.

La ubicación y secuencia de implantación de los laboratorios busca maximizar la sinergia en su operación y complementar los requerimientos de control de condiciones ambientales (temperatura, humedad, presión y partículas suspendidas), lo que permite una capacidad integral de servicio así como la optimización de costos de operación y mantenimiento. Si bien el proyecto representa una unidad en cuanto a complementación de características técnicas, también se alinea a varios objetivos estratégicos del CENAM:

Objetivo Estratégico	Laboratorios
Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre e impacto económico.	Laboratorios de los patrones de masa densidad, sistema de referencia nacional para sonometría y presión acústica.
Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica.	Laboratorios del Resistencia Eléctrica, Comparador de Corrientes Criogénico, Tensión Eléctrica Continua, Tensión y Corriente Alterna, Laboratorio Conductividad Térmica y Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones.
Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional.	Laboratorios de Maquinas por Coordenadas, Aceleración de Gravedad, Nuevas Tecnologías de Metrología Acústica, Láser Tracker y Dureza.
Incrementar la cobertura de materiales de referencia para evaluación de conformidad	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1, 2 y 3, así como Caracterización de

con normas.	Materiales Avanzados.
Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico.	Laboratorios de Fabricación y Prueba de Microdispositivos.
Reforzar trazabilidad de mediciones en sectores de salud, seguridad de alimentos y ambiental.	Laboratorios de Técnica del ADN, Cuarto de Balanzas, Cuarto Limpio y Células y Tejido

Los objetivos estratégicos y la inversión asociada a ellos, responden a la necesidad de adecuar y modernizar una infraestructura básica para el país, construida entre 1994 y 1996, que debe responder al avance tecnológico en los sistemas e instrumentos de medición, así como a los requerimientos actuales y previsibles de los sectores agrícola, manufacturero, salud y protección ambiental.

De no llevarse a cabo el proyecto, la demanda creciente de servicios no podría ser atendida por el CENAM e, inclusive se correría el riesgo de que en algunos casos disminuiría su capacidad de cobertura, lo que daría a lugar a que la atención de esta demanda sería realizada por otros institutos nacionales de metrología del exterior, por otros laboratorios del sector privado, o por los propios proveedores de equipos e instrumentos de medición. Sin embargo estas alternativas no siempre son factibles técnicamente, porque podría no satisfacer los requerimientos específicos del país, o en muchos casos el costo total, incluyendo precios y gastos adicionales por trámites, exportación e importación del equipo, negociación y contratos, entre otros costos de transacción, no hacen viable la operación. Esto propicia que la industria nacional pueda perder competitividad por la falta de trazabilidad a patrones nacionales de reconocimiento internacional, y, en los mercados nacionales, daría como resultado que no se cuente con las referencias adecuadas sobre la calidad de productos y servicios, así como sobre la confiabilidad de la infraestructura tecnológica nacional para apoyo de los procesos productivos.

Conforme a los datos modificados en el 2006, registrados en la Unidad de Inversiones de la SHCP, el proyecto en su conjunto involucra una inversión total de 598,152.8 miles de pesos (mp). De dicha inversión 508,152.8 mp corresponden al rubro de Obra Pública y 90,000.0 mp a Equipamiento. Dicho proyecto tiene el registro en cartera número 0310K2H0001, de la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Al finalizar el ejercicio 2011, se ejerció un monto total de 188,503.6 mp, a precios actuales que sumado a los 151,649.5 mp previstos para el 2012 (con cifras al corte del 30 agosto de 2012), nos representa un total de 340,153.1 mp de los 598,152.8 mp previstos conforme al registro en cartera actual, es decir, un avance financiero del 56.9%. Al cierre del ejercicio 2011 se tenía un avance físico de la obra del 61.1%, y un 8.6% más previsto para el 2012, es decir, que al finalizar dicho ejercicio se tendrá un avance físico del 69.7% del proyecto.

La insuficiencia de recursos fiscales para la ejecución del proyecto hasta el ejercicio 2009, fue una de las problemática enfrentadas para dar continuidad al proyecto, conforme al programa previamente registrado. A partir del ejercicio 2010, la asignación de recursos fue mayor, lo que permitirá concluir con los Módulos A, B y C del Edificio a finales del ejercicio 2012.

Considerando que el registro en la Cartera de Inversión de la SHCP contempla un monto final para el ejercicio 2013 por 114,000.0 mp para el desarrollo de los Módulos D y E, se tendrá que realizar una actualización de dicho registro, considerando los costos actuales y los trabajos pendientes de ejecutar, ya que con el monto actual registrado sería insuficiente para concluir los Módulos D y E, tal como se demuestra en la siguiente tabla:

AÑO	MODULO D	MODULO E	TOTAL PROGRAMADO
Ejercicio 2013	48,701.6	89,886.1	138,587.7
Ejercicio 2014	34,486.9	79,222.6	113,709.5
Ejercicio 2015	45,359.2	104,198.5	149,557.7
TOTAL	128,547.7	273,307.2	401,854.9

De contar con los recursos necesarios, conforme al calendario anterior, los Módulos D y E entrarían en operación a finales de 2015.

El presente Libro Blanco representa un esfuerzo más cuyo objetivo es mantener la atención hacia el proyecto y sus beneficios, principalmente de las autoridades presupuestarias, a fin de lograr en los próximos años los recursos fiscales necesarios para su total conclusión.

7. Acciones Realizadas

7.1. Programa de Trabajo

7.1.1. Original 2004

Como se mencionó anteriormente, el registro original del proyecto y los alcances actuales registrados en la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), realizado en el ejercicio 2004, se preveía la ejecución del proyecto para el período de 2003 a 2007. Dicho registro contemplaba la ejecución del proyecto de la siguiente manera:

Año	Concepto	Monto Previsto Mp
2003	Proyecto integral e infraestructura de servicios	9,732.9
2004	Módulo A: Obra civil	16,697.3
2005	Módulo A:	
	• Acabados e instalaciones	24,100.0
	• Equipamiento	12,000.0
	Módulo B: Obra civil	15,000.0
	Módulo C: Obra civil	25,000.0
	Módulo D: Obra civil	7,500.0
	Módulo E: Obra civil	13,000.0
		96,600.0
2006	Módulo A: Inicio de Operación	
	Módulo B:	
	• Acabados e instalaciones	3,500.0
	• Equipamiento	10,000.0
	• Inicio de operación	
Módulo C:		
• Acabados e instalaciones	11,300.0	
• Equipamiento	10,000.0	
• Inicio de operación		
Módulo D:		

Año	Concepto	Monto Previsto Mp
	<ul style="list-style-type: none"> • Acabado e instalaciones • Equipamiento 	37,000.0 8,000.0
	Módulo E: Acabado e instalaciones	47,400.0
		127,200.0
2007	Módulo D: <ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento • Inicio de operación 	4,500.0
	Módulo D: <ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento • Inicio de operación 	16,500.0
		21,000.0
Total		271,230.2

Con dicho programa de ejecución, se realizó el registro respectivo ante la Unidad de Inversiones de la SHCP, quedando considerado con el número 0310K2H0001.

Al concluir cada uno de los módulos que comprende el proyecto, los 40 laboratorios que albergaran son los siguientes:

- Módulo A:
 1. Patrón Nacional de Masa.
 2. Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos.
 3. Laboratorio Maquina por Coordenadas.
 4. Laboratorio de Densidad.
 5. Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 3.
 6. Laboratorio de Resistencia Eléctrica.
 7. Laboratorio de Tensión Eléctrica Continua.
 8. Laboratorio Patrón Primario de Presión Acústica.

- Módulo B:
 9. Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1.
 10. Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 2.
 11. Laboratorio Aceleración de Gravedad.
 12. Laboratorio de Nuevas Tecnologías en Metrología Acústica.
 13. Laboratorio de Sonometría y Electroacústica.
 14. Laboratorio de Dureza.
 15. Laboratorio de Cuarto de Balanzas.
 16. Laboratorio Técnica de ADN.

- Módulo C:
 17. Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones.
 18. Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna.
 19. Laboratorio Caracterización de Materiales Avanzados.
 20. Laboratorio de Conductividad Térmica.
 21. Laboratorio Láser Track.
 22. Laboratorio Cuarto Limpio.
 23. Laboratorio de Células y Tejido.

- Módulo D:
 24. Recepción de Materia Prima.
 25. Molienda y Pulverización.
 26. Separación de Gruesos, Densidad.
 27. Liofilización y Esterilización.
 28. Limpieza Especial.
 29. Homogeneización y Envasado.
 30. Contención y Adecuación de Reactivos Especiales de Alta Pureza.

31. Contención y Adecuación de Candidatos a Materiales de Referencia Certificado, Líquidos, Sólidos en Proceso de Certificación y Materiales de Referencia Certificados.

- Módulo E:

32. Laboratorio de Preparación de Muestras Sensibles.

33. Laboratorio de Preparación de Muestras Convencionales.

34. Laboratorio de Mediciones de Pureza por Métodos Calorimétricos.

35. Biometrología; Biología Estructural Microscópica.

36. Laboratorio de Medición y Caracterización de Impurezas.

37. Espectrometría de Masas_Cg.

38. Medición de Hidrógeno, Tga.

39. Electrogravimetría.

40. Icp-MS Cuadrupolo.

7.1.2. Actividades Realizadas 2003-2006

Conforme al programa de trabajo original establecido y registrado, los trabajos de obra ejecutados durante los años del 2003 al 2006 se muestran a continuación:

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
Total Ejercido 2004							16,697.3
1	CENAM-ITP-001/2003	Supervisión de obra 2003 1ª. Etapa	Sifra y Asociados S.A. de C.V.	DAF-OP-006/2003	15/15/2003	30/09/2003	437.3
2	10095002-004-03	Diseño integral del Edificio de Laboratorios Especiales	Sacmag de México S.A. de C.V.	DAF-OP-009/2003	07/07/2003	31/12/2003	2,368.7
3	10095002-005-03	Infraestructura para Edificio de Laboratorios Especiales	CYC Ingenieros S.A. de C.V.	DAF-OP-010/2003	15/09/2003	31/12/2003	5,853.4
4	CENAM-AD-010/2003	Revisión técnica a las ingenierías del proyecto integral para el Edificio de Laboratorios Especiales	HDR Architecture, Inc.	DAF-OP-013/2003	29/09/2003	31/12/2003	1,073.5

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
Total Ejercido 2003							9,732.9
5	CENAM-AD-003/2004	Ingeniería para la modificación del proyecto de HVAC en Módulo A del Edificio de Mecánica, Física y Eléctrica	Sacmag de México S.A. de C.V.	DAF-OP-004/2004	24/05/2004	9/07/04	136.6
6	CENAM-AD-004/2004	Firma como perito responsable para tramitar licencia de construcción del Edificio para Laboratorios Especiales, Módulo A	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-005/2004	5/07/2004	13/08/2004	25.3
7	10095002-002-04	Obra civil y estructura de concreto armado para edificio de laboratorios especiales, Módulo A	Grupo PG S.A. de C.V.	DAF-OP007/2004	2/08/2004	31/12/2004	16,535.4
Total Ejercido 2005							13,877.3
8	CENAM-ITP-001/2005	Supervisión de obra 2005	Sifra y Asociados S.A. de C.V.	DAF-OP-001/2005	25/04/2005	15-01/2006	883.2
9	10095002-001-05	Obra civil, fachadas e instalaciones hidrosanitarias, Módulos A, B y C del Edificio de Laboratorios Especiales	Constructora y Edificadora de Altamira S.A. de C.V.	DAF-OP-004/2005	9/05/2005	31/12/2005	12,981.4
10	CENAM-AD-002/2005	Firma de perito para tramitar de revalidación de licencia del Edificio de Laboratorios Especiales	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-006/2005	12/09/2005	7/11/2005	12.7
Total Contratado 2006							9,114.0
11	10095002-001-06	Obra civil Módulos A, B y C del Edificio de Laboratorios Especiales	Azor Constructores S.A. de C.V.	DAF-OP-002/2006	14/04/2006	15/12/2006	8,670.5
12	CENAM-ITP-004/2006	Supervisión de obra 2006	Desarrollo Estructura Integral, S.A. de C.V.	DAF-OP-003/2006	21/08/2006	31/12/2006	379.1
13	CENAM-AD-002/2006	Firma de perito para la revalidación de licencia para Edificio de Laboratorios Especiales y dictamen de factibilidad técnica, económica y ambiental.	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-004/2006	10/07/06	22/09/2006	64.4
Total Ejercido de 2003 a 2006							49,421.5

Como se puede observar, al finalizar el ejercicio 2006, se ejerció un monto total de 49,421.5 mp, a precios corrientes.

7.1.3. Actividades Realizadas de 2007 a 2012

Ante la insuficiencia en la asignación de recursos para la ejecución de proyecto, conforme estaba previsto en el programa original, en el 2006 se tuvo que realizar diferentes reprogramación de los trabajos, con su respectiva actualización de datos en la Unidad de Inversiones de la SHCP, teniendo su registro actual por el período de vigencia del 2003 al 2013. Cabe señalar, que se conserva el mismo número de registro: 0310K2H0001.

Con base a dicho registro, a continuación se presenta la última reprogramación de los trabajos del proyecto:

Millones de pesos

Concepto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total General
Capítulo 5000 Bienes Muebles									45.0		45.0	90.0
Capítulo 6000 Obra Pública	15.9	21.1	15.6	8.6	17.4	8.3	0.0	153.8	48.0	150.7	69.0	508.2
Total general	15.9	21.1	15.6	8.6	17.4	8.3	0.0	153.8	93.0	150.7	114.0	598.2
Valor Presente de la Inversión							364.9					

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
Total Ejercido 2007							16,627.4
1	10095002-001-07	Equipo e instalación eléctrica del edificio de laboratorios especiales	Empresa Constructora Industrial, S.A .De C.V.	DAF-OP-003/2007	20/08/07	31/12/07	8,489,519.14
2	10095002-002-07	Estructura metálica para casa de máquinas no. 5 del edificio de laboratorios especiales	Diseños, Fabricaciones Y Montajes Asor, S.A .De C.V.	DAF-OP-004/2007	01/08/07	31/12/07	5,428,730.96

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
3	10095002-003-07	Obra civil para casa de máquinas y subestación eléctrica del edificio de laboratorios especiales	Diseño Y Construcción Avanzada, S.A. De C.V.	DAF-OP-005/2007	01/08/07	31/12/07	1,832,095.36
4	CENAM-AD-003/2007	Supervisión de obra 2007	Acero Consultores, S.A. De C.V.	DAF-OP-006/2007	14/08/07	31/12/07	761,295.23
5	CENAM-AD-005/2007	Inspección a la estructura metálica de la casa de máquinas del edificio de laboratorios especiales	Ingenieros Asesores En Metalurgia Y Soldadura, S.A .De C.V.	DAF-OP-009/2007	08/10/07	31/12/07	53,986.75
6	CENAM-AD-006/2007	Levantamiento topográfico de las instalaciones del cenam	Ernesto Hernández Bañuelos	DAF-OP-010/2007	18/10/07	09/11/07	61,755.00
Total Ejercido 2008							8,328.6
7	10095002-002-08	Sistema contra incendio del edificio de laboratorios especiales	Empresa Constructora Industrial, S.A .De C.V.	DAF-OP-006/2008	09/06/08	15/12/08	4,169,555.42
8	10095002-003-08	Obra civil exterior del edificio de laboratorios especiales	Grupo Terra Urbano, S.A. De C.V.	DAF-OP-007/2008	09/06/08	15/12/08	3,087,392.03
9	10095002-004-08	Supervisión de obra 2008	Geo Grupo Del Centro, S.A. De C.V.	DAF-OP-004/2008	09/06/08	31/12/08	1,037,695.74
10	CENAM-AD-004/2008	Firma de perito responsable y trámite de licencia de construcción correspondiente a cuarto de sistema contra incendio del edificio de laboratorios especiales.	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-008/2008	21/07/08	15/10/08	8,050.00
11	CENAM-AD-005/2008	Cálculo estructural para escalones y topografía para piso técnico.	Acero Consultores, S.A. De C.V.	DAF-OP-011/2008	01/09/08	30/11/08	25,875.00
Total Ejercido 2009 (No existieron recursos destinados al proyecto)							0.0
Total Ejercido 2010							65,246.3
12	10095002-001-10	Proyecto integral de laboratorios de metrología con aire acondicionado de alta calidad en el módulo a del edificio de laboratorios especiales	Eolis América Latina S.A. De C.V. Y Luwa Mexico S.A. De C.V.	DAF-OP-008/2010	25/06/10	28/06/10	39,136,918.69
13	10095002-003-10	Obra eléctrica del edificio de laboratorios especiales	Grupo Internacional De Ingeniería Y Consultores De Empresas En Construcciones Electromecánicas, S.A. De C.V.	DAF-OP-010/2010	18/08/10	23/08/10	6,315,157.22

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
14	CENAM-ITP-001/2010	Supervisión de obra 2010	Obras Y Proyectos, Supervisión Y Arquitectura, S.A. De C.V	DAF-OP-007-2010	28/06/10	01/07/10	1,502,489.04
15	CENAM-ITP-004/2010	Obra civil para módulo a del edificio de laboratorios especiales	Grupo Constructor Mijaer S.A. De C.V.	DAF-OP-012-2010	08/09/10	13/09/10	3,399,520.64
16	CENAM-AD-001/2010	Servicio de ingeniería de obra pública para el edificio de laboratorios especiales	Ing. Humberto Páez Ruiz	DAF-OP-001/2010	09/03/10	10/03/10	206,316.09
17	CENAM-AD-002/2010	Proyecto para la instalación de gas l.p.	Ing. Ismael Arturo Guerra De La Torre	DAF-OP-002/2010	05/04/10	06/04/10	52,200.04
18	CENAM-AD-003/2010	Análisis y diseño estructural de proyectos del cenam	M. En C. Erick Rodriguez Estrada	DAF-OP-003/2010	14/04/10	15/04/10	77,070.40
19	CENAM-AD-004/2010	Revisión de proyecto de voz y datos del edificio de laboratorios especiales	Gfr Telecomunicaciones, S.A. De C.V.	DAF-OP-004/2010	16/04/10	19/04/10	116,000.00
20	CENAM-AD-006/2010	Puerta de servicio en edificio de laboratorios especiales	Juan Manuel Álvarez	DAF-OP-011/2010	03/09/10	06/09/10	49,693.00
21	CENAM-AD-009/2010	Obra civil para domo de escaleras del edificio de laboratorios especiales	Empresa Constructora Industrials. A. De C.V.	DAF-OP-014/2010	10/09/10	20/09/10	361,131.65
22	CENAM-AD-011/2010	Pisos de concreto para módulo a del edificio de laboratorios especiales	Construcciones Ixal, S.A.De C.V.	DAF-OP-016/2010	10/09/10	20/09/10	1,589,211.58
23	CENAM-AD-012/2010	Estación de gas l.p. para laboratorios especiales	Construcciones Javed S.A. De C.V.:	DAF-OP-017/2010	10/09/10	20/09/10	3,170,077.92
24	CENAM-AD-013/2010	Sistema contra incendio del edificio de laboratorios especiales ii etapa	Empresa Constructora Industrials.A. De C.V.	DAF-OP-018/2010	10/09/10	20/09/10	426,629.25
25	10095002-001-10	Generador de energía eléctrica (planta de emergencia)	Eolis América Latina S.A. De C.V. Y Luwa Mexico S.A. De C.V.	DAF-OP-008/2010	25/06/10	28/06/10	4,126,427.00
26	16337	Sistemas de energía ininterrumpible (ups)	Tracsa Energía, S.A. De C.V.	16337	13/05/10	07/09/10	1,041,067.00
27	16621	Transformadores tipo anillo, de aislamiento, de 30-40-75 kva	Asesoría Logística Proyectos Y Equipos, S.A. De C.V.	16621	30/08/10	08/11/10	415,801.00
28	16684	Filtro activo modulo maestro	Voltran, S.A. De C.V.	16684	09/09/10	19/11/10	620,296.00
29	16688	Tablero de distribución td-01	Distribución Y Control De Energía, S.A. De C.V.	16688	09/09/10	17/12/10	286,448.00
30	16691	Acondicionador de línea de ultra precisión	Soluciones En Control Eléctrico, S.A. De C.V.	16691	09/09/10	12/11/10	631,584.00
31	16692	Seccionador tipo pedestal	Final Test, S.A. De C.V.	16692	09/09/10	10/11/10	384,992.00

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
		anillo					
32	16693	Centro de control de motores ccf-a-02	Bajío Distribuciones Electromecánicas, S.A. De C.V.	16693	09/09/10	22/12/10	1,251,637.00
33	16712	Transformador de aislamiento tipo seco 15 kva marxca voltran	Hermos, S.A. De C.V.	16712	10/09/10	29/12/10	85,654.00
Total Ejercido 2011							48,879.8
35	CENAM-ITP-001/2011	Supervisión de obra 2011	Sifra Y Asociados, S.A. De C.V.	DAF-OP-009/2011	15/08/11	29/02/12	1,626,439.22
36	CENAM-ITP-004/2011	Instalación eléctrica modulo b de edificio de laboratorios especiales	Sistemas De Energía Y Potencia Querétaro, S.A De C.V.	DAF-OP-014/2011	26/09/11	29/02/12	2,108,305.50
37	CENAM-ITP-005/2011	Pisos de concreto modulo b de edificio de laboratorios especiales	Grupo De Supervisión Y Edificación Triangulo, S.A. De C.V.	DAF-OP-012/2011	12/09/11	29/02/12	1,859,246.94
38	CENAM-ITP-006/2011	Obra civil modulo b de edificio de laboratorios especiales	Construcciones Javed S.A. De C.V.	DAF-OP-013/2011	12/09/11	31/12/11	3,123,196.88
39	CENAM-AD-001/2011	Servicios de ingeniería de obra pública para el edificio de laboratorios especiales	Ing. Humberto Páez Ruiz	DAF-OP-001/2011	20/01/11	31/12/11	253,344.00
40	CENAM-AD-002/2011	Servicios para el desarrollo e integración de proyectos del edificio de laboratorios especiales	Ing. Claudia García Romero	DAF-OP-002/2011	01/02/11	31/12/11	14,525.52
41	CENAM-AD-003/2011	Dictamen técnico para instalación de tanque de gas l.p.de la estación en el edificio de laboratorios especiales	Ismael Arturo Guerra De La Torre	DAF-OP-003/2011	04/04/11	22/04/11	12,760.00
42	CENAM-AD-004/2011	Servicios para el desarrollo e integración de proyectos del edificio de laboratorios especiales	Arq. Juan José Trejo Martinez	DAF-OP-004/2011	18/04/11	31/12/11	188,542.92
43	CENAM-AD-005/2011	Trabajos complementarios de estación de gas y subestación del edificio de laboratorios especiales	Construcciones Javed S.A. De C.V.:	DAF-OP-005/2011	29/04/11	31/05/11	421,716.58
44	CENAM-AD-006/2011	Dictamen técnico de generador de vapor para el edificio de laboratorios especiales	Ismael Arturo Guerra De La Torre	DAF-OP-006/2011	15/06/11	29/07/11	11,600.00

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
45	CENAM-AD-007/2011	Readecuación de cárcamo de bombeo para edificio de laboratorios especiales	Empresa Constructora Industrial S.A. De C.V.	DAF-OP-007/2011	01/07/11	15/09/11	426,564.16
46	CENAM-AD-008/2011	Proyecto integral de laboratorios de metrología con aire acondicionado de alta calidad en el módulo a y b del edificio de laboratorios especiales	Eolis América Latina S.A. De C.V.	DAF-OP-008/2011	20/06/11	29/02/12	25,625,198.10
47	CENAM-AD-009/2011	Servicios para el desarrollo e integración de proyectos del edificio de laboratorios especiales	Arq. Sergio Iván Loya Teruel	DAF-OP-016/2011	14/10/11	31/12/11	57,405.38
48	CENAM-AD-010/2011	Servicios para el desarrollo e integración de proyectos del edificio de laboratorios especiales	Ing. Alberto Manuel Altan Gómez	DAF-OP-017/2011	14/10/11	31/12/11	57,405.38
49	17399	Generador de energía eléctrico	Tracsa Energía, S.A. De C.V.	17399	22/06/11	27/09/11	1,928,581.00
50	17527	Sistema de energía ininterrumpible	Asesoría Logística Proyectos Y Equipos, S.A. De C.V.	17527	12/08/11	07/10/11	993,238.00
51	17528	Tablero de distribución / centro de control de motores de distribución	Soluciones En Control Eléctrico, S.A. De C.V.	17528	12/08/11	04/11/11	580,132.00
52	17529	Centro de control de motores de distribución	Hermos, S.A. De C.V.	17529	12/08/11	02/12/11	1,067,781.00
53	17582	Tablero y seleccionador	Abb Mexico, S.A. De C.V.	17582	07/09/11	28/12/11	654,546.00
54	16804	Comparadora de masa con alnace de pesada igual o mayor a 1 kg 50% (restante por e006)	Mettler Toledo, S.A. De C.V.	16804	19/11/10	29/07/11	4,788,454.00
55	16816	Máquina de medición por coordenadas 50% (restante por e006)	Mitutoyo Mexicana, S.A. De C.V.	16816	17/11/10	30/12/11	3,080,811.00
Total Ejercido 2012							151,649.5
56	CENAM-ITP-001/2011	Supervisión de obra 2011	Sifra Y Asociados, S.A. De C.V.	DAF-OP-009/2011	15/08/11	29/02/12	1,094,859.57
57	CENAM-ITP-005/2011	Pisos de concreto modulo b de edificio de laboratorios especiales	Grupo De Supervisión Y Edificación Triangulo, S.A. De C.V.	DAF-OP-012/2011	12/09/11	29/02/12	594,647.37
58	CENAM-ITP-004/2011	Instalación eléctrica modulo b de edificio de laboratorios	Sistemas De Energía Y Potencia Querétaro, S.A	DAF-OP-014/2011	26/09/11	29/02/12	1,818,401.24

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
		especiales	De C.V.				
59	CENAM-ITP-002/2012	Supervisión de obra 2012	Sifra Y Asociados, S.A. De C.V.	DAF-OP-008/2012	02/04/12	30/11/12	3,196,344.92
60	CENAM-ITP-003/2012	Obra civil e instalación del elevador en el edificio de laboratorios especiales	Empresa Constructora Industrial, S.A. De C.V.	DAF-OP-010/2012	19/04/12	31/10/12	1,591,746.41
61	CENAM-ITP-004/2012	Obra civil en área de oficinas y pisos de concreto en nivel - 4.80 del edificio de laboratorios especiales iii etapa	Construcciones Ixal, S.A. De C.V.	DAF-OP-012/2012	22/05/12	31/10/12	7,267,434.00
62	CENAM-ITP-005/2012	Obra civil en casa de máquinas del edificio de laboratorios especiales iii etapa	Construcciones Javed, S.A. De C.V.	DAF-OP-013/2012	22/05/12	31/10/12	4,927,462.00
63	CENAM-ITP-006/2012	Cableado para sistema de voz y datos del edificio de laboratorios especiales	Informática Industrial Del Bajío, S.A. De C.V.	DAF-OP-014/2012	28/05/12	30/11/12	1,914,082.00
64	CENAM-ITP-007/2012	Instalación eléctrica del edificio de laboratorios especiales iii etapa	Potencia Eléctrica Central, S.A. De C.V.	DAF-OP-016/2012	02/07/12	31/12/12	7,347,939.00
65	CENAM-ITP-008/2012	Vialidad para acceso vehicular a nivel -4.80 del ele	Construcciones Rasi, S.A. De C.V.	DAF-OP-017/2012	02/07/12	31/10/12	2,878,833.00
66	CENAM-ITP-011/2012	Construcción de oficinas nivel -4.80 del edificio de laboratorios especiales	Ruben Duran Breña	DAF-OP-026/2012	10/08/12	13/08/12	3,795,343.00
67	CENAM-AD-008/2011	Proyecto integral de laboratorios de metrología con aire acondicionado de alta calidad en el módulo a y b del edificio de laboratorios especiales	Eolis América Latina S.A. De C.V.	DAF-OP-008/2011	20/06/11	29/02/12	12,247,967.74
68	CENAM-AD-001/2012	Servicios para el desarrollo e integración de proyectos de obra civil del edificio de laboratorios especiales.	Ing. Alberto Manuel Altan Gómez	DAF-OP-001/2012	16/01/12	31/12/12	257,986.26
69	CENAM-AD-002/2012	Servicios para el desarrollo e integración de proyectos arquitectónicos del edificio de laboratorios especiales.	Arq. Sergio Iván Loya Teruel	DAF-OP-002/2012	16/01/12	31/12/12	257,986.26
70	CENAM-AD-003/2012	Servicios para el desarrollo de proyectos y apoyo a la coordinación administrativa del edificio de laboratorios	Arq. Juan José Trejo Martínez	DAF-OP-003/2012	16/01/12	31/12/12	257,986.26

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
		especiales.					
71	CENAM-AD-004/2012	Servicios de ingeniería de obra pública para el edificio de laboratorios especiales	Ing. Humberto Páez Ruiz	DAF-OP-004/2012	16/01/12	31/12/12	257,986.26
72	CENAM-AD-005/2012	PROYECTO INTEGRAL DE LABORATORIOS DE METROLOGIA CON AIRE ACONDICIONADO DE ALTA CALIDAD EN LOS MODULOS B y C DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS ESPECIALES	Eolis América Latina S.A. De C.V.	DAF-OP-005/2012	01/03/12	30/09/12	88,231,084.00
73	CENAM-AD-006/2012	Acabados exteriores edificio de laboratorios especiales	Construcciones Javed, S.A. De C.V.	DAF-OP-007/2012	26/03/12	31/05/12	575,250.81
74	CENAM-AD-007/2012	Planta de agua desmineralizada para el edificio de laboratorios especiales	Centro De Investigación Y Desarrollo Tecnológico En Electroquímica, S.C. (Cideteq)	DAF-OP-009/2012	16/04/12	30/06/12	1,902,345.48
75	CENAM-AD-009/2012	Pisos en laboratorio de aceleración de gravedad del edificio de laboratorios especiales	Casman, S.A. De C.V.	DAF-OP-015/2012	25/06/12	30/09/12	584,604.83
76	CENAM-AD-010/2012	Trabajos de paisajismo en el edificio de laboratorios especiales	Arboles Flores Y Pastos, S.A. De C.V.	DAF-OP-018/2012	23/07/12	31/12/12	584,600.00
77	CENAM-AD-018/2012	Base de concreto para laboratorio de aceleración de la gravedad en edificio de laboratorios especiales	Construcciones Ixal, S.A. De C.V.	DAF-OP-019/2012	26/07/12	31/12/12	521,029.64
78	CENAM-AD-020/2012	Readecuación y arranque de biofosa para edificio de laboratorios especiales	Grupo Proyectos Y Suministros Industriales Qro S De RI C.V.	DAF-OP-024/2012	01/08/12	31/12/12	373,932.95
79	CENAM-AD-016/2012	Estructura para montaje de polipasto y grúa en laboratorio de laser track en edificio de laboratorios especiales	Empresa Constructora Industrial, S.A. De C.V.	DAF-OP-031/2012	10/09/12	31/12/12	584,051.93
80	CENAM-AD-017/2012	Dictamen técnico de generador de vapor para el edificio de laboratorios especiales	Ismael Arturo Guerra De La Torre	DAF-OP-032/2012	17/09/12	31/12/12	17,400.00
81	CENAM-AD-019/2012	Instalación de vacío para edificio de laboratorios	Proyectos Instalaciones Y Mantenimiento	DAF-OP-033/2012	17/09/12	31/12/12	579,607.63

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
		especiales	Electromecánico				
82	ADQ-2012-472	Centro de control de motores (referencia:ccf-a-06)	Distribuidora Y Control De Emergencia, S.A. De C.V.	PED 472	17/07/12	21/09/12	153,628.00
83	ADQ-2012-500	Rectificador de corriente de 7 kva	Final Test, S.A. De C,V,	PED 500	17/07/12	06/11/12	1,150,589.00
84	ADQ-2012-501	Sistema de energía ininterrumpible (referencia ups)	Asesoría Logística, Proyectos Y Equipos, S.A. De C.V.	PED 501	17/07/12	14/08/12	1,223,638.00
85	ADQ-2012-505	Campanas para extracción	Innovación Tecnológica Integral Para Laboratorios, S.A. De C.V.	PED 505	17/07/12	21/09/12	602,620.00
86	ADQ-2012-506	Centro de control de motores	Hermos, S.A. De C.V.	PED 506	17/07/12	06/11/12	2,264,729.00
87	ADQ-2012-509	Solución de comunicación ethernet de switches, equipo para voz datos	Profesionales Especializados En Telecomunicaciones, S.A. De C.V.	PED 509	18/07/12	21/08/12	525,963.00
88	LA-01K25001-1351-2012	Campanas para extracción	** Aun En Proceso De Contratación				1,897,380.00
89	AO-01K25001-1351-2012	Transformador de aislamiento	** Aun En Proceso De Contratación				170,000.00
Total Ejercido de 2007 a 2012							290,731.6

Conforme a los trabajos contratados y señalados en la tabla anterior, la culminación de los laboratorios de los Módulos A, B y C, se realizó de la siguiente manera:

Ejercicio 2010	
1	Patrón nacional de masa
2	Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos
3	Laboratorio de Resistencia Eléctrica
4	Laboratorio de Tensión Eléctrica Continua

Ejercicio 2011	
1	Laboratorio Maquina por Coordenadas
2	Laboratorio de Densidad
3	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1

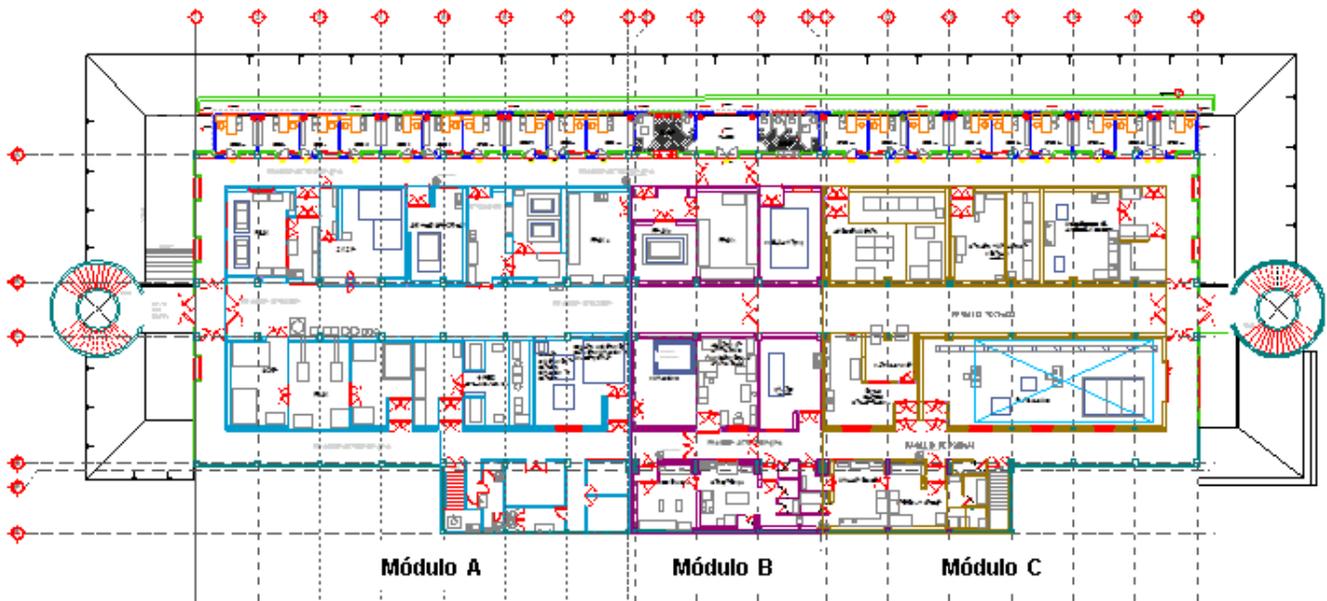
4	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 2
5	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 3
6	Laboratorio Primario de Presión Acústica
7	Laboratorio de Nuevas Tecnologías en Metrología Acústica

Ejercicio 2012	
1	Laboratorio Aceleración de Gravedad
2	Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones
3	Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna
4	Laboratorio Caracterización de Materiales Avanzados
5	Laboratorio de Sonometría y Electroacústica
6	Laboratorio de Dureza
7	Laboratorio de Conductividad Térmica
8	Laboratorio de Laser Track
9	Laboratorio de Cuarto de Balanzas
10	Laboratorio de Técnica del ADN
11	Laboratorio Cuarto Limpio
12	Laboratorio de Células y Tejido

La terminación de estos laboratorios conforme al ejercicio que se señala, no necesariamente implica su inicio de operación, en virtud de que es necesaria la realización de pruebas de ajuste para estabilizar sus condiciones ambientales, lo cual requiere de un tiempo considerable. Además de que también involucra el traslado de equipos y la adquisición de nuevos que, en su caso, se hubiesen requerido para su funcionamiento.

Con base en lo anterior, la operación real de los laboratorios concluidos en el 2010 y 2011 inicio en el 2012, por lo que sus beneficios serán cuantificados y evaluados a partir del término de este ejercicio. En tanto que los laboratorios en proceso en el 2012 iniciaran su operación en el 2013.

En tal razón la primera etapa del Edificio de Laboratorios Especiales se tiene prevista inaugurarse a finales del 2012, quedando distribuida de la siguiente forma:



7.2. Presupuesto y Calendario de Gasto Ejercido

Conforme a lo mencionado en el punto anterior, a continuación se presenta un comparativo de los recursos programados, la última reprogramación y lo ejecutado durante los ejercicios 2003 a 2012 (2012 considera lo contratado):

Miles de Pesos

Concepto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Programación Original	9,732.9	16,697.3	96,600.0	127,200.0	0.0	0.0	0.0
2. Última Reprogramación	9,732.9	16,697.3	13,877.3	7,664.1	17,400.0	8,300.0	0.0
3. Presupuesto Ejercido al 2012 (2012 previsto)	9,732.9	16,697.3	13,877.3	9,114.0	16,624.4	8,328.6	0.0
4. Diferencia (3-2)	-	-	-	(140.6)	(775.6)	28.6	0.0

Concepto	2010	2011	2012	2013	Total
1. Programación Original	0.0	0.0	0.0	0.0	250,230.2
2. Última Reprogramación	153,800.0	93,000.0	150,700.0	114,000.0	585,171.6
3. Presupuesto Ejercido al 2012 (2012 previsto)	65,246.3	48,879.8	151,649.5	0.0	340,153.1
4. Diferencia (3-2)	(88,553.7)	(44,120.2)	949.5	-	(132,612.0)

Como se puede observar, la reprogramación fue resultado de la necesidad de ajustar el proyecto a los recursos reales asignados y ejercidos, lo que en consecuencia alargó el período de vigencia del proyecto.

Es importante señalar que, conforme al registro vigente en la Cartera de Inversión de la SHCP y los recursos ejercidos y previstos al 2012, en el ejercicio 2013 se tendrá que realizar una actualización de dicho registro, considerando los costos actuales y los trabajos pendientes de ejecutar.

Por otro lado, en el 2012, conforme a los recursos asignados, se podrá concluir los Módulos A, B y C, representando un avance del 69.7% del total del proyecto.

Con respecto al desglose de gastos del proyecto, es importante mencionar que en el ejercicio 2011 se realizó la reserva de cuentas incobrables que corresponde al total del adeudo de la compañía Constructora y Edificadora Altamira S.A. de C.V. por un total de 2,760,4 mp, por concepto de falta de amortización de anticipo otorgado al amparo del contrato No. DAF-OP-004/2005, toda vez que aún y cuando existe una sentencia judicial favorable al CENAM, no ha sido posible realizar el cobro debido a la aparente insolvencia del

deudor, por lo que la cuenta es considerada como incobrable y contablemente se encuentra registrada de la siguiente manera:

Deudores diversos:	2'760,350.00
Estimación de cuentas incobrables:	(2'760,350.00)

Ambas cuentas pertenecen al Activo Circulante y son complementarias, por lo que el efecto es que el saldo se compensa, pero para fines de información se debe manifestar por separado. En las Notas a los Estados Financieros Dictaminados se ha manifestado lo siguiente:

“Esta cuenta incluye un adeudo de la Constructora y Edificadora de Altamira, S.A. de C.V. por la cantidad de \$2,760,350, que se deriva del anticipo que le otorgó el Centro a la luz del contrato de obra pública DAF-OP-004/2005 de fecha 4 de mayo de 2005, cuyo proceso judicial derivó en sentencia favorable al CENAM, sin embargo se reservó el saldo como cuenta de difícil cobro”.

7.3. Integración de Expedientes y/o Proyectos Ejecutivos

Como se pudo observar en los apartados anteriores, los trabajos ejecutados a la fecha corresponden en su totalidad han sido coordinados por el Departamento de Obra Pública de la Entidad, razón por la cual, los expedientes con que se cuenta a la fecha están en poder de dicho Departamento de la Dirección de Administración y Finanzas del CENAM.

Dichos expedientes contemplan el proyecto ejecutivo y sus modificaciones, así como la ejecución de los trabajos conforme a los contratos formalizados y relacionados en los apartados 7.1.2. y 7.1.3 del presente documento.

7.4. Documentación Soporte de la Aplicación de los Recursos

Conforme a los recursos erogados para la ejecución del proyecto, señalados en los apartados 7.1.2. y 7.1.3 del presente documento, los soportes técnicos respectivos se encuentran resguardados por el Departamento de Obra Pública de la Dirección de Administración y Finanzas, con referencia al número de contrato de obra formalizado.

Con respecto a los soportes financieros, que respaldan la erogación de recursos realizada a la fecha, se puede dividir de la siguiente forma:

- Para fines presupuestales, la ejecución de los recursos queda sustentada en la Cuenta de la Hacienda Pública de cada ejercicio fiscal, en este caso de los ejercicios del 2003 al 2011, así como los reportes parciales correspondientes al 2012. Dicha información se encuentra bajo resguardo del Departamento de Programación y Presupuesto.
- Para fines contables, se mantiene los registros correspondientes conforme a las disposiciones aplicables, así como su respectivo dictamen emitido por el auditor externo, en lo correspondiente a los ejercicios del 2003 al 2011, así como el dictamen especial correspondiente al periodo de enero a agosto de 2012, elaborado en seguimiento a los lineamientos del Informe de Rendición de Cuentas 2006-2012.

Dicha documentación se encuentra debidamente clasificada y resguardada, conforme a las disposiciones de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

8. Acciones por Realizar

La problemática de escasez de recursos presupuestales en el Gobierno Federal es de todos conocida, lo cual afectó el desarrollo del proyecto hasta el ejercicio 2009, sin embargo la importancia del Edificio de Laboratorios Especiales ha quedado debidamente señalada en los párrafos anteriores, por lo que se considera indispensable su continuidad en su ejecución a fin de que el Centro Nacional de Metrología pueda cumplir con los objetivos estratégicos previstos para el mismo.

Considerando el avance en la ejecución del proyecto al finalizar el 2012, conforme a lo ejercido al 2011 y lo programado para 2012, el registro en la Cartera de Inversión de la SHCP contempla un monto para el ejercicio 2013 por 114,000.0 mp para el desarrollo de los Módulos D y E.

En virtud de lo anterior, se tendrá que realizar una actualización de dicho registro, considerando los costos actuales y los trabajos pendientes de ejecutar, ya que con el monto actual registrado sería insuficiente para concluir los Módulos D y E, tal como se demuestra en la siguiente tabla:

AÑO	MODULO D	MODULO E	TOTAL PROGRAMADO
Ejercicio 2013	48,701.6	89,886.1	138,587.7
Ejercicio 2014	34,486.9	79,222.6	113,709.5
Ejercicio 2015	45,359.2	104,198.5	149,557.7
TOTAL	128,547.7	273,307.2	401,854.9

De contar con los recursos necesarios, conforme al calendario anterior, los Módulos D y E entrarían en operación a finales de 2015, debiendo recordar que a finales de 2012 entrarán en operación la totalidad de los laboratorios de los Módulos A, B y C.

Adicionalmente y considerando los laboratorios ya en operación al finalizar el 2012 y los trabajos pendientes del proyecto, se deben prever otras necesidades indispensables para su adecuada operación:

- Para el óptimo funcionamiento de los 23 nuevos laboratorios del Edificio de Laboratorios Especiales (Primera Etapa: Módulos A, B y C), para lo cual se requiere de un presupuesto adicional anual de aproximadamente 6,100.0 mp. Los requerimientos de sistemas estrictos de control ambiental, se traducen en un incremento en los gastos de suministros y servicios diversos.
- Una vez que se concluya el resto del proyecto (Módulos D y E), se requerirá de un presupuesto adicional para gasto de operación de 4,000.0 mp, para los servicios generales y materiales y suministros de los 17 laboratorios que contemplan.
- Con respecto al rubro de servicios personales, la entidad ha insistido en que, con la entrada en operación de los 40 laboratorios, se requiere de un número aproximado de 30 plazas adicionales, en los diferentes niveles de metrólogos con los que cuenta actualmente la entidad. El costo anual aproximado de dichas plazas sería de 23,000.0 mp. Sin embargo, esta solicitud no ha podido ser atendida, ya que por el contrario durante la presente administración las disposiciones que se han aplicado en este rubro han sido en sentido inverso, es decir, se han tenido que cancelar plazas del CENAM, por lo que esta necesidad persiste.

9. Seguimiento y Control

Por la importancia del proyecto, de manera permanente se tiene un seguimiento de los avances y su situación vigente, a través de la presentación de diferentes informes. Dichos informes se traducen en los avances del proyecto descritos en el apartado 7 Acciones Realizadas del presente documento.

Como se mencionó, el programa de trabajo original tuvo que ser modificado en virtud de la insuficiencia de recursos fiscales para su ejecución, lo que obligó retrasar su culminación del ejercicio 2007 al 2013, esperando que para los posteriores años se cuente con el apoyo presupuestal previsto para su continuidad.

Durante los ejercicios 2007 a 2012 (con corte al mes de agosto), el Órgano Interno de Control en el CENAM realizó las siguientes auditorías al Departamento de Obra Pública, incluyendo los contratos del Proyecto del Edificio de Laboratorios Especiales:

Año	No. de Auditoría
2007	04/2007
2008	07/2008
2009	Ninguna
2010	Ninguna
2011	08/2011
2012	Ninguna

Los hallazgos determinados en dichas revisiones se encuentran atendidos en su totalidad.

En los ejercicios del 2007 al 2011 se llevaron a cabo cinco revisiones a las operaciones reportables de Departamento de Obra Pública, por parte del Despacho de Auditores

Externos designado en cada ejercicio, de las cuales se obtuvo un resultado de cero observaciones para dicho departamento y, en consecuencia, para el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente, en el ejercicio 2011 la Secretaría de la Función Pública realizó una visita de inspección al proyecto, cuyo resultado fue satisfactorio ya que no se documento ningún hallazgo.

10. Resultados y Beneficios Alcanzados y Esperados

Conforme al programa original establecido y registrado, al finalizar el ejercicio 2012 se podrá haber concluido con la primera etapa del proyecto, la cual contempla la entrada en operación de los Módulos A, B y C, considerando los siguientes laboratorios:

- Módulo A:
 1. Patrón Nacional de Masa.
 2. Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos.
 3. Laboratorio Maquina por Coordenadas.
 4. Laboratorio de Densidad.
 5. Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 3.
 6. Laboratorio de Resistencia Eléctrica.
 7. Laboratorio de Tensión Eléctrica Continua.
 8. Laboratorio Patrón Primario de Presión Acústica.

- Módulo B:
 9. Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1.
 10. Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 2.
 11. Laboratorio Aceleración de Gravedad.
 12. Laboratorio de Nuevas Tecnologías en Metrología Acústica.
 13. Laboratorio de Sonometría y Electroacústica.
 14. Laboratorio de Dureza.
 15. Laboratorio de Cuarto de Balanzas.
 16. Laboratorio Técnica de ADN.

- Módulo C:
 17. Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones.
 18. Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna.
 19. Laboratorio Caracterización de Materiales Avanzados.
 20. Laboratorio de Conductividad Térmica.
 21. Laboratorio Láser Track.
 22. Laboratorio Cuarto Limpio.
 23. Laboratorio de Células y Tejido.

Conforme a los trabajos contratados y señalados en el presente documento, la culminación de los laboratorios de los Módulos A, B y C, se realizó de la siguiente manera:

Ejercicio 2010	
1	Patrón nacional de masa
2	Laboratorio de Fabricación y Prueba de Microdispositivos
3	Laboratorio de Resistencia Eléctrica
4	Laboratorio de Tensión Eléctrica Continua

Ejercicio 2011	
1	Laboratorio Maquina por Coordenadas
2	Laboratorio de Densidad
3	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 1
4	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 2
5	Laboratorio de Propiedades Ópticas de Materiales 3
6	Laboratorio Primario de Presión Acústica
7	Laboratorio de Nuevas Tecnologías en Metrología Acústica

Ejercicio 2012	
1	Laboratorio Aceleración de Gravedad
2	Laboratorio de Patrones Eléctricos Multifunciones

3	Laboratorio de Tensión y Corriente Alterna
4	Laboratorio Caracterización de Materiales Avanzados
5	Laboratorio Sonometría y Electroacústica
6	Laboratorio de Dureza
7	Laboratorio de Conductividad Térmica
8	Laboratorio de Laser Track
9	Laboratorio de Cuarto de Balanzas
10	Laboratorio de Técnica del ADN
11	Laboratorio Cuarto Limpio
12	Laboratorio de Células y Tejido

La terminación de estos laboratorios conforme al ejercicio que se señala, no necesariamente implica su inicio de operación, en virtud de que es necesaria la realización de pruebas de ajuste para estabilizar sus condiciones ambientales, lo cual requiere de un tiempo considerable. Además de que también involucra el traslado de equipos y la adquisición de nuevos que, en su caso, se hubiesen requerido para su funcionamiento.

Con base en lo anterior, la operación real de los laboratorios concluidos en el 2010 y 2011 inicio en el 2012, por lo que sus beneficios serán cuantificados y evaluados a partir del término de este ejercicio. En tanto que los laboratorios en proceso en el 2012 iniciaran su operación en el 2013.

En tal razón la primera etapa del Edificio de Laboratorios Especiales se tiene prevista inaugurarse a finales del 2012.

Con respecto a los módulos D y E, actualmente su puesta en operación estaría prevista para el ejercicio 2015, considerando la necesidad de actualizar el registro en la Cartera de Inversión de la SHCP, conforme a lo señalado en apartados anteriores.

En consecuencia, al finalizar el ejercicio 2012, conforme a los trabajos contratados, se tendrá un avance financiero del proyecto del 56.9% y un avance físico del 69.7%, acordes con la reprogramación registrada ante la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Una vez concluido el proyecto, los beneficios esperados se enfocarán al cumplimiento de los objetivos estratégicos previstos.

Conforme a los datos de la actualización del registro del proyecto ante la Unidad de Inversiones de la SHCP, los beneficios económicos del proyecto se calculan como la suma de los ingresos que el CENAM obtendría por los servicios asociados al proyecto y los beneficios adicionales generados a los usuarios o a la sociedad en su conjunto por la implantación del mismo. El total de beneficios estimados para el proyecto, con un horizonte de evaluación de 20 años y en valor presente neto (2009), es de 14,672.4 millones de pesos, lo que da una relación beneficio costo de 3 a 1, con una tasa interna de retorno social del proyecto de 29.93%.

La rentabilidad social del proyecto se afecta principalmente por riesgos relacionados a la estimación de las demandas y la previsión sobre la implantación de normas existentes en los sectores social e industrial y la introducción de nuevas normas. Sin embargo, la rentabilidad se estima bajo hipótesis modestas del impacto de la actividad del CENAM. Lo que pudiera principalmente suceder es que en algunos casos se subestime la demanda.

10.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre

Con relación a este objetivo estratégico, el proyecto comprende la construcción y equipamiento de los patrones nacionales de masa, densidad y laboratorio primario de presión acústica.

La alternativa al proyecto es mantener las referencias nacionales actuales. Esto conllevaría eventualmente a una pérdida de competitividad internacional para las empresas que dependen de estos patrones, ya que deberán satisfacer sus requerimientos metrológicos en el extranjero, previniendo la consecución de los planes nacionales de desarrollo industrial. En este sentido, es pertinente señalar que la innovación en procesos de producción generalmente requiere de mejoras continuas en la incertidumbre de medición, circunstancia que requiere de una infraestructura tecnológica nacional con apoyo metrológico disponible en el país.

Con el proyecto, las mediciones de masa, densidad y el laboratorio primario de presión acústica, en las empresas y laboratorios tendrán valores más centrados y de mayor precisión, lo que redundará en:

- Mayor cobertura de calibración de instrumentos de medición. Se estima que los intervalos de capacidad de calibración se ampliarían en 30% como consecuencia del proyecto. Con hipótesis modestas sobre la existencia de balanzas y básculas en México, se pueden estimar beneficios para el país de más de 30 millones de pesos anualmente.
- Mejoras en la eficiencia de los procesos, por menor reprocesamiento y reducción de la probabilidad de error en la aceptación o rechazo de lotes de productos en proceso o finales. Más de 200 mil unidades económicas utilizan en el país mediciones de masa y más de 40 mil de densidad. Suponiendo una mejora de solamente 5% de reducción en la incertidumbre en la medición de procesos y productos en estas magnitudes, se puede estimar beneficios indirectos generados por el proyecto de por lo menos 95 millones de pesos anuales.

10.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica

En este objetivo, el proyecto comprende las iniciativas de:

- Una mejor reproducción de la unidad de tensión eléctrica mediante el experimento del efecto Josephson.
- Una mejor reproducción de la unidad de resistencia eléctrica mediante el Efecto Hall Cuántico (EHC) y una mejor capacidad de medición de resistencia eléctrica a partir del valor de la unidad, para asegurar la confiabilidad de estas mediciones. En esta iniciativa se incluyen el laboratorio de Resistencia Eléctrica.
- Desarrollar en el CENAM una capacidad de medición de muy alta exactitud, que permita la calibración de instrumentos de medición tipo multifunciones en las magnitudes de tensión eléctrica continua, tensión eléctrica alterna, corriente continua, corriente alterna, potencia, capacitancia, señales de referencia de tiempo y frecuencia, temperatura mediante sensores de resistencia, temperatura mediante sensores de tensión eléctrica, análisis de potencia, compatibilidad electromagnética en energía eléctrica.

De no concretarse el proyecto, por la obsolescencia creciente de los laboratorios existentes, se comprometería la trazabilidad en el país de las mediciones de tensión eléctrica, resistencia eléctrica y de las nuevas generaciones de equipos multifunciones. Asimismo, bajo este escenario, no se contaría con capacidades para dar apoyo técnico a nuevas áreas de negocio en la industria.

En el escenario de referencia para evaluar el proyecto con relación a este objetivo, se considera:

- La industria migrará de manera creciente hacia el uso de nuevas tecnologías de medición. La capacidad del CENAM de ofrecer servicios a la industria y a laboratorios se irá deteriorando paulatinamente.
- En los primeros años, la industria nacional podría recurrir a proveedores extranjeros para sus servicios de calibración, principalmente fabricantes de equipo. En el mediano plazo, esto no es sostenible, debido a que estos fabricantes necesitarán invertir en reproducir capacidades de medición de mayor exactitud, lo cual no es su negocio principal.
- Se desalienta la inversión en nuevas áreas de negocio en el Sistema Metrológico Nacional por la falta de trazabilidad y apoyo en el país.

En este contexto, el proyecto generaría beneficios a la industria y al sistema metrológico nacional al facilitar la asimilación de nuevas tecnologías clave para su competitividad y el aprovechamiento de nuevas oportunidades de negocio.

10.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional

Bajo este objetivo, el proyecto del nuevo Edificio de Laboratorios Especiales tiene como iniciativas:

- Contar con un sistema de medición que permita calibrar fuentes láser y medidores de potencia óptica dentro de los siguientes alcances: potencia óptica de 0W a 1W y longitud de onda de 300 nm a 2 000 nm.
- Producir y certificar materiales de referencia para la calibración de equipo que utiliza métodos ópticos.
- Establecer la referencia para las magnitudes dinámicas angulares, como ángulo de rotación, velocidad angular y aceleración angular; así como atender la demanda de

calibración de transductores de vibración angular y equipo para medir vibración angular en frecuencias de 1 Hz a 200 Hz.

- Fortalecer capacidades en máquinas de medición de coordenadas y láser tracker.

En los tres primeros casos, el escenario de referencia, en ausencia del proyecto, considera que los usuarios de equipos en estos campos podrían acudir a entidades extranjeras para servicios de calibración o importación de materiales de referencia. Los costos asociados incluyen no sólo el precio del servicio o del material de referencia, sino también costos por trámites de exportación e importación, búsqueda de proveedores confiables, resolución de disputas en ambientes legales diferentes a México, y el tiempo de espera para la realización del servicio. Con el proyecto, los usuarios contarán en el país con las capacidades de servicio necesarias y se facilitará el aprovechamiento de oportunidades de negocio por parte de laboratorios de calibración y pruebas, lo que redundará en una mayor competitividad de las empresas.

En el caso de las máquinas de medición de coordenadas y láser tracker, el escenario de referencia para la evaluación del proyecto considera solamente la ausencia de las capacidades del CENAM en este campo. Con el proyecto, la industria automotriz y metal mecánica en general, podrán contar con una referencia de mayor exactitud para la medición de componentes y partes de vehículos. En la tabla 9 se muestra una comparación de precios entre el CENAM y otros institutos de metrología del extranjero para servicios seleccionados asociados al proyecto. En ella se puede observar que los precios en el exterior, sin incluir otros costos relacionados a la exportación e importación de equipo o componentes, superan en una relación mínima de 2 a 1 y pueden llegar hasta 6 veces con respecto al CENAM.

Comparación de precios entre el CENAM y otros institutos de metrología para servicios seleccionados.

Servicio de Calibración	Costo CENAM (pesos)	Precio de Lista en el Extranjero (pesos)	Relación Precio en el Extranjero / Costo CENAM
Medición de potencia óptica, menor a 2W	15,000	35,500	2.4
Medición de potencia óptica, a 1064 nm, mayor a 2 Watts	18,000	45,000	2.5
Certificación de un material de referencia para longitud de onda UV-VIS.	3,960	10,800	2.7
Certificación de un material de referencia para transmitancia/absorbancia UV-VIS	2,470	6,900	2.8
Certificación de un material de referencia en coordenadas de cromaticidad	3,640	11,250	3.1
Certificación de un material de referencia en brillo.	3,100	7,400	2.4
Calibración de hidrófonos y transductores por comparación	4,500	9,600	2.1
Caracterización de equipo de ultrasonido médico (diagnóstico, terapia, fuentes de prueba)	9,200	27,400	3.0
Potencia acústica total y eficiencia del transductor	7,800	14,200	1.8
Calibración de placas de bolas	17,900	48,000	2.7
Calibración de reglas de pasos	11,500	22,500	2.0
Bloques patrón largos	11,800	42,168	3.6
Láseres tracker	17,700	30,800	1.7
Referencias de ortogonalidad	3,600	6,900	1.9
Medición de geometrías complejas / hora	1,200	1,900	1.6
Barras de bolas o agujeros	7,400	24,200	3.3
Patrones de rugosidad	4,220	28,951	6.9
Patrones de escalón	9,930	40,505	4.1

10.4 Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país

Bajo este objetivo se ubican las iniciativas de:

- Pureza Orgánica, con el propósito de desarrollar métodos primarios y de referencia para la medición de pureza de sustancias orgánicas; certificar materiales de referencia para atender la alta demanda en el país y establecer la trazabilidad de las mediciones en química orgánica a los patrones nacionales establecidos en el CENAM.
- Pureza Inorgánica, con los objetivos de desarrollar los sistemas de medición de pureza en metales y sales de alta pureza; certificar materiales de referencia primarios para metales y sales de alta pureza y establecer la trazabilidad de cantidad de sustancia en las mediciones del área de química inorgánica.

- Materiales de Referencia de Matriz Compleja, con lo cual se busca proporcionar dichos materiales y un programa de Pruebas de Aptitud para los sectores: ambiental, alimentos, agrícola y salud, en la prueba o magnitud que se deriven de los mensurados identificados como de prioridad nacional y armonizar los métodos de medición analítica empleados por los laboratorios de los sectores identificados como prioritarios en el país.

El escenario de referencia para la evaluación del proyecto considera que, en ausencia del mismo, se tiene la necesidad de cumplir la conformidad de productos y servicios respecto normas obligatorias y voluntarias, situación que se podría satisfacer mediante la importación de materiales de referencia. Sin embargo, se considera que algunos de los MRC no existen en el mercado nacional o cubren parcialmente los requerimientos a cambio de costos muy elevados. En el primer caso, los beneficios del proyecto se estiman a partir de los ahorros generados a los usuarios por disponer, de manera más económica y oportuna, de los materiales de referencia requeridos. En el segundo caso, los beneficios se estiman teniendo en cuenta el impacto de una menor incertidumbre en las mediciones.

Con el proyecto se esperan tener los beneficios siguientes:

- En Pureza Orgánica, el proyecto permitirá cubrir el 40% de la demanda nacional de materiales de referencia, con énfasis en los de mayor prioridad, como salud, ambiente, alimentos, agricultura y petroquímica. Ello tendría impactos en la mejora de procesos, reduciendo costos de producción, mayor participación en mercados internacionales por su conformidad con normas internacionales, y menor contaminación por la correcta aplicación de normas apoyadas en materiales de referencia certificados.
- En Pureza Inorgánica, se satisfacen las necesidades nacionales en cuanto a trazabilidad en química inorgánica con impactos en sectores como minería, salud, alimentos, agrícola y ambiental. El principal beneficio económico para estos sectores

se daría por menores costos por la disponibilidad en el país del material de referencia y menores tiempos de entrega.

- Se satisfacen las necesidades de materiales de referencia de matriz compleja para los sectores ambiental, agrícola y alimentos, y se reducirá la dispersión de las mediciones en laboratorios secundarios. Con el proyecto se cubrirá un 20% adicional de la demanda por MRC de matriz compleja, con lo cual estaríamos atendiendo para el 2014 el 34% de la demanda total. Con ello se asegurará la medición confiable de potenciales contaminantes químicos, el uso racional de insumos como fertilizantes con el consecuente ahorro en costos y mayor productividad, y se apoyará la implantación de normas en cuanto a contaminación de ríos y suelos.

10.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico

El proyecto contempla la incursión del CENAM en áreas que experimentan importantes desarrollos en materia de metrología primaria relacionada con microdispositivos.

En el área de microdispositivos se pretende:

- Establecer la nanometrología en superficies para proporcionar trazabilidad de las mediciones que en dicho aspecto se realizan en México.
- Establecer microdispositivos de baja dimensionalidad en heteroestructuras semiconductoras para proporcionar trazabilidad de las mediciones de longitud, altura, espesor, iguales o menores que 100 nm.
- Certificar materiales de referencia semiconductores de uso específico solicitados por los laboratorios nacionales de investigación o industrias electrónicas que fortalezcan la calidad de sus mediciones micrometrológicas.
- Desarrollar métodos de análisis y procedimientos de medición cuantitativos de defectos en superficies y en interfaces de materiales.

- Analizar la calidad de superficies a nivel micrométrico.

Con este laboratorio, el CENAM estará en la capacidad de satisfacer la demanda de trazabilidad a nivel micrométrico de ramas industriales de alto contenido tecnológico y potencial de crecimiento, como la electrónica, computación, semiconductores, automotriz, instrumentos de medición, entre otros.

Actualmente la mayoría de las mediciones y análisis micrométricos industriales se realizan en laboratorios de países extranjeros. Con el proyecto se apoyaría a la industria nacional en la formación de sus laboratorios de microtecnología, en la capacitación de su personal, en el control de calidad de los dispositivos, en la disminución de costos de producción por la implementación de mediciones adecuadas en línea de producción. Además de beneficios en cuanto a formación de recursos humanos con alto nivel tecnológico y científico, provenientes de las universidades y centros superiores de investigación de la región de Querétaro y de todo el país. Los trabajos de investigación que se llevarían a cabo conjuntamente con las industrias relacionadas generarían oportunidades de desarrollar patrones de acuerdo con la competitividad que requiera la industria nacional.

10.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental

Con relación a este objetivo estos laboratorios tienen como propósito:

- Atender a los requerimientos nacionales en materia de desarrollo de métodos de referencia y patrones de medición relacionadas con bio-ciencias, en áreas temáticas tales como Diagnóstico Clínico, Fármacos, Farmacia, Ambiental, Inocuidad de los Alimentos, Organismos Genéticamente Modificados (OGMs), Microorganismos Patógenos en Alimentos, Nutrición, Seguridad, Forense e Identidad Humana.
- Desarrollar, validar e implementar en México métodos de referencia para la medición de OGMs.

El impacto económico y social que se percibe con el desarrollo de patrones de medición, métodos de referencia validados por redes de laboratorios de medición confiables y reconocidos, se refleja en normas y estándares de medición nacionales comparables con los internacionales, lo cual facilita que los bienes y servicios generados en nuestro país puedan cruzar las fronteras nacionales sin necesidad de nuevos controles que provoquen una pérdida de tiempo y dinero.

Adicionalmente el CENAM continúa participando en el grupo de Biometrología del CCQM y en las comparaciones internacionales para demostrar la capacidad de medición y calibración de México. Entre estas se pueden mencionar la comparación CCQM P58.1 para la medición de la proteína troponina cardiaca I por PCR tiempo real, así como la medición multiplex de 6 marcadores de cáncer y sus correspondientes genes endógenos en matriz biológica: CCQM P 103.1. Y cuyos resultados servirán para la armonización internacional de los métodos de referencia, siendo el impacto en el sector salud, el asegurar la calidad de sus mediciones al implantar en México el método de referencia de mayor jerarquía metrológica acordado internacionalmente y de ser factible el desarrollar y certificar los correspondientes materiales de referencia para los mensurados en cuestión.

11. Informe Final del Responsable de la Ejecución del Proyecto

A pesar de haber obtenido el registro correspondiente en la Unidad de Inversiones de la SHCP, la ejecución del proyecto del Edificio de Laboratorios Especiales ha quedado sujeto a la asignación de recursos fiscales por parte del Gobierno Federal, los cuales al haber sido insuficientes, hasta el ejercicio 2010, originaron la reprogramación de la terminación de los trabajos hasta el ejercicio 2012 en su primera etapa (Módulos A, B y C) y en el 2013 para la segunda (Módulos D y E).

Considerando el retraso en su ejecución, conforme a la programación original, en consecuencia también se ha visto aplazada la atención de los objetivos previstos y la obtención de los beneficios que se esperan obtener.

Gracias al apoyo obtenido durante el periodo de 2010 a 2012, se pudo concretar la conclusión de la primera etapa del proyecto, generando un avance del 69.7% del Edificio de Laboratorios Especiales, con lo cual se empezará a reflejar una parte sustancial de los beneficios esperados a partir del ejercicio 2013.

Por tal motivo, el presente Libro Blanco representa la situación actual y avances en la ejecución del proyecto, dejando plenamente establecidas las acciones por realizar para los próximos años, las cuales estarán sujetas a que las autoridades presupuestales le aprueben al CENAM los recursos fiscales necesarios para su culminación, conforme al programa establecido.