



Ciudad de  
**vanguardia**



## FONDO MIXTO

### CONACYT-GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

#### CONVOCATORIA 2012-02

### DEMANDAS ESPECÍFICAS

#### ÁREA 1. TRANSPORTE URBANO

##### **Demanda 1.1 DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRACCIÓN-FRENADO.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

#### Antecedentes

Los sistemas de tracción-frenado actualmente en uso, se dividen en 3 tipos: Tecnología híbrida, Tipo Chopper y de tracción Asíncrona. Algunos de los sistemas antes citados presentan ciertos problemas de funcionamiento y baja fiabilidad, derivados de la obsolescencia tecnológica y la deficiente mantenibilidad de los equipos, que implica un mayor uso de Recursos Humanos y Materiales.

La fuerza motriz que impulsa a la mayoría de los trenes que circulan en la Red, son de corriente continua con dos sistemas diferentes de tracción-frenado, el tipo reostático y Chopper. A consecuencia del avance tecnológico en materia de motores eléctricos y de los sistemas que controlan el arranque de los mismos, se hace presente la necesidad de buscar nuevas formas de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, participando con ello en el ahorro de la energía eléctrica y disminuyendo los procesos y tiempos de mantenimiento.

#### Objetivo General

Desarrollar un nuevo sistema de tracción frenado para los trenes del S.T.C.

#### Objetivos Específicos

- Buscar el tipo de motor eléctrico adecuado, así como el sistema de control digital a base de microprocesadores que permitan mantener o aumentar los regímenes de trabajo en materia de transporte masivo de pasajeros.
- Promover el ahorro de energía eléctrica a través del empleo de motores más eficientes y sistemas de recuperación de energía.



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Productos Esperados**

- Un prototipo de un nuevo sistema de tracción frenado, instalado en un elemento (tres carros) de los trenes del S.T.C.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento y toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Capacitación para 10 técnicos.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Solicitud de registro de propiedad industrial ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial de un sistema de tracción-frenado para trenes del S.T.C.

### **Indicadores**

- Reducción en los tiempos necesarios para reintegrar un tren al servicio.
- Disminución de costos de mantenimiento.
- Disminución de averías en los sistemas de tracción frenado.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

24 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octaviolesco@hotmail.com](mailto:octaviolesco@hotmail.com)



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

### **Demanda 1.2      DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO EMBARCADO DE UN SISTEMA VIGIA DE PRESIÓN DE INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS PORTADORES.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

El S.T.C. cuenta con un parque vehicular de 322 trenes de rodadura neumática y 34 de rodadura férrea. Los trenes de rodadura neumática emplean dos tipos de llantas. Una de ellas, las portadoras, son montadas sobre rines e infladas con nitrógeno a una presión aproximada de 150 lbs. y puestas en operación. Sin embargo, por diversos factores, esta presión tiende a disminuir y si no es detectado a tiempo puede ocasionar un incidente en Línea dañando los equipos e instalaciones y provocando retrasos en la operación hasta que el tren no sea desalojado y retirado de la Línea. Aunque los periodos de mantenimiento consideran un seguimiento puntual a cada uno de los neumáticos se requiere de un sistema vigía que se encuentre monitoreando su presión y emita una alarma cuando la integridad del neumático se encuentre en riesgo y permita tomar acciones preventivas.

### **Objetivo General**

Diseñar, construir e instalar en un tren, un prototipo de sistema vigía de presión de neumáticos portadores.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar y construir un sistema embarcado que monitoree la presión a la que se encuentra cada uno de los neumáticos portadores de un tren y por medio de transmisión remota envíe una señal a un access point en tierra que reciba la información en tiempo real.
- Diseñar un sistema que interprete la información recibida del tren, discerniendo en que eje y que rueda tiene una presión baja, además de enviar una señal de alarma al TCO de la terminal para tomar acciones preventivas.
- Contribuir al diseño de un equipo electrónico de fabricación nacional para mitigar la dependencia tecnológica existente.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Contar con herramientas tecnológicamente modernas como soporte en el mantenimiento y salvaguarda de los equipos e instalaciones.

### **Productos Esperados**

Un sistema vigía de presión en neumáticos portadores que cuente con los siguientes subsistemas:

- Subsistema de monitoreo embarcado de presión para cada una de las ruedas del tren.
- Subsistema de transmisión remota de información a tierra.
- Subsistema de interpretación de datos en tierra incluyendo un sistema de alerta en el caso de un neumático portador bajo, alertando al TCO de la terminal.
- Instalar en un tren completo (9 carros).
- Capacitación para 10 técnicos del S.T.C.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Proyección de costos para producción a mayor escala
- Solicitud de registro de propiedad industrial ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) de un sistema vigía de presión de inflado para los neumáticos portadores de los trenes del S.T.C.

### **Indicadores**

- Disminuir en un 90% las averías causadas por la falla de un neumático portador.
- Reducir en un 100% los atrasos causados por un neumático portador bajo.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo  
Ing. Alejandro Martínez Zanatta



Ciudad de  
**vanguardia**



Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC  
Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

### **Demanda 1.3**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE AIRE ACONDICIONADO DE TECNOLOGÍA DE ESTADO SÓLIDO, BASADO EN EL EFECTO PELTIER Y MODIFICACIÓN AL SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL SALÓN DE PASAJEROS DE LOS TRENES.**

El prototipo estará integrado por los siguientes subsistemas:

- a) Módulo Peltier para enfriamiento
- b) Sistema de transferencia de calor
- c) Ventilador de alta eficiencia
- d) Sistema de control

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

Durante los traslados que realizan los usuarios diariamente en los trenes del S.T.C., se genera calor debido a factores como la cantidad de gente, el calor de los motores del tren, el calor del banco de resistencias en algunos casos, la fricción de los neumáticos con las vías, el calor que se genera al frenar y el calor del medio ambiente en túneles y estaciones.



Ciudad de  
**vanguardia**



Esta condición de calor en exceso provoca malestar e incomodidad a los usuarios durante su estancia en el salón de pasajeros de los trenes y aunque que existe un sistema de ventiladores en los trenes estos no satisfacen la condición de refrescar a los usuarios.

Cabe resaltar que se han medido temperaturas dentro del salón de pasajeros de hasta 40°C.

En los carros que circulan por las líneas 1, 3, 6 y 7 se tiene una ventilación deficiente para los usuarios que se transportan diariamente por estas líneas del S.T.C..

Dicha ventilación presenta grandes variaciones a lo largo del carro, ya que se ha encontrado un alto número de ventiladores desbalanceados y un promedio de dos ventiladores fuera de operación.

Se considera que en cada vagón se transportan aproximadamente de 200 a 250 usuarios durante las horas pico, lo cual genera calor y aromas que desagradan a las personas que utilizan este transporte.

Estas cargas de calor, sumadas a las del tren y del ambiente que se infiltran al vagón, constituyen la carga de enfriamiento total que debe proporcionarse para mantener el confort de los usuarios.

Para la Ciudad de México la temperatura de confort recomendada para el verano se sitúa en 25°C, con un margen habitual de 1°C, en tanto que para el invierno es de 20°C, y suele variar entre 18 a 21°C.

Se detecto que el problema principal radica en la extracción del aire, y no en el suministro, por lo que se propone que en los diseños se incluyan la extracción efectiva y la circulación adecuada del aire.

### **Objetivo General**

Diseñar, construir e instalar en un elemento (tres vagones) de un tren, un sistema de enfriamiento y ventilación aplicable a los trenes modelos: NM-73A, NM-70 y NM-83 A y B, que circulan en las líneas 1, 3, 6 y 7 de la red del Sistema de Transporte Colectivo; basado en tecnología Peltier o similar.

### **Objetivos Específicos**

1. Desarrollar 21 sistemas de refrigeración empleando el efecto efecto Peltier (estado sólido) o similar.
2. Integrar 21 ventiladores de alta eficiencia, con sistemas de control individuales.

### **Productos Esperados**

- Construcción e instalación de 21 equipos en tres vagón, cada uno de ellos integrará:
  - Ventila de alta eficiencia.
  - Módulo Peltier o similar para enfriamiento.
  - Sistema de trasferencia de calor.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Ventilador de alta eficiencia.
- Sistema de control
  
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 10 técnicos del S.T.C.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Herramienta informática portátil con el software correspondiente para realizar diversas intervenciones en el sistema y recuperar informes (esto se podrá realizar en sitio o a distancia puesto que el sistema estará conectado a la red general de fibra óptica).
- Solicitud de registro de propiedad industrial ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industria (IMPI) de un sistema de aire acondicionado para el habitáculo de pasajeros de los trenes del S.T.C.

### **Indicadores**

- Mejorar la calidad del servicio, como resultado de:
  - Disminuir la temperatura en el interior de los carros
  - Incrementar la calidad del aire que le llega a los usuarios
- Incrementar la afluencia de usuarios
- Reducción de fallas en el sistema de ventilación de los trenes modelos NM-73A, NM-70 ó NM-83 A y B del S.T.C.
- Reducción de costos por mantenimiento de los ventiladores que se encuentran instalados en los modelos NM-73A, NM-70 ó NM-83 A y B del S.T.C.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo  
Ing. Alejandro Martínez Zanatta  
Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC



Ciudad de  
**vanguardia**



Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

## **Demanda 1.4 SISTEMA DE MONITOREO DE APARATOS DE VÍA.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

Es prácticamente imposible conservar una vía correctamente nivelada y alineada sin un mantenimiento continuo, pese a todos los cuidados y uso de equipos altamente sofisticados que se puedan haber empleado durante la colocación de la misma.

En ese sentido, la geometría de la vía férrea se deforma en perfil y en planta por distintas razones, como: acción de las cargas rodantes, fuerza centrífuga, frenados, entre otros, que transmiten a la vía esfuerzos verticales, transversales y longitudinales. Asimismo, por irregularidades de compresión del balasto bajo los durmientes, variación del asiento de la plataforma, envejecimiento propio de los elementos constitutivos de la vía, acción de las intemperies, variaciones de temperatura, entre otros factores.

La red de vías del S.T.C, cuenta con aparatos de vías tanto en la línea operativa del sistema, como en el área de Patio y Talleres. Estos dispositivos permiten asegurar la continuidad de la vía en conexiones de diversas trayectorias, además de ser un elemento primordial para el intercambio de datos entre la vía y el tren.





Ciudad de  
**vanguardia**



Los aparatos de vías poseen unos dispositivos móviles (agujas) que se encuentran en la zona de medio cambio, donde la disposición de estos elementos es de suma atención para garantizar una ruta preestablecida, bien sea a una posición normal o reversa. Por ello, radica la importancia del monitoreo de estos elementos de vía, los cuales tienen la finalidad de garantizar la disponibilidad y seguridad del equipo.

Por lo anterior, es necesario diseñar un prototipo capaz de detectar en los aparatos de vía, parámetros tales como hundimientos y temperaturas en elementos A y D, desgastes de los mecanismos de agujas, movimientos verticales en las puntas, etc.

Enseguida se deberá diseñar un medio de comunicación capaz de transmitir los datos del estado que guardan los aparatos de vía al PCC del S.T.C, para que los reguladores estén informados y dependiendo del tipo de información se esté en posibilidad de la mejor toma de decisiones.

El prototipo que se desarrollara, se debe construir con equipos comerciales y de fácil adquisición, construyendo un prototipo al que se le deba dar el menor mantenimiento y que sea sencillo en su construcción.

La instalación del prototipo será en un conjunto de vía de la red del S.T.C, especificando posteriormente personal de este organismo en cual aparato de vía.

### **Objetivo General**

Diseñar y construir un equipo capaz de realizar un monitoreo de las zonas de aparatos (en puntas), y enviar la información vía remota y en tiempo real al personal responsable del Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C), para la toma de decisiones.

### **Objetivos Específicos**

1. Diseñar un dispositivo que permita detectar en los aparatos de vía, parámetros tales como hundimientos y temperaturas en elementos A y D, desgastes de los mecanismos de agujas, movimientos verticales en las puntas, entre otros.
2. Construir el prototipo propuesto con componentes comerciales y de fácil adquisición, preferiblemente de mínimo o nulo mantenimiento.
3. Instalar el prototipo en algún conjunto de aparatos de vía que el S.T.C determine como más conveniente.
4. Transmitir la información referente al estado que guarda los aparatos de vía y mandar los datos obtenidos en tiempo real a los reguladores que se encuentran en el PCC del S.T.C para la toma de decisiones.

### **Productos Esperados**

- Diseño, construcción e instalación de un dispositivo que permita detectar en los aparatos de vía, parámetros tales como hundimientos y temperaturas en elementos A y D, desgastes de los mecanismos de agujas, movimientos verticales en las puntas, entre otros.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Sistema de monitoreo para monitorear de forma remota el estado que guardan los aparatos de vía.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 10 técnicos del S.T.C.
- Registro de Propiedad Industrial de un prototipo para detectar en los aparatos de vía, parámetros tales como hundimientos y temperaturas en elementos A y D, desgastes de los mecanismos de agujas, movimientos verticales en las puntas, entre otros.

### **Indicadores**

- Disminución de costos de mantenimiento.
- Disminución de averías en el conjunto de aparatos de vía.
- Reducción en los tiempos de atención en las averías de aparatos de vía.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octaviolesco@hotmail.com](mailto:octaviolesco@hotmail.com)



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

## **Demanda 1.5 SISTEMA INFORMÁTICO DE DIAGNÓSTICO DE OPERACIÓN DEL PILOTAJE AUTOMÁTICO SACEM DE LA LÍNEA B”.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

A principios de los 90's, el Sistema de Transporte Colectivo, introdujo en sus nuevas Líneas el Sistema de Pilotaje automático SACEM, (Sistema de Ayuda a la Conducción, Explotación y Mantenimiento), el cual cuenta entre otras muchas prestaciones con un Sistema de Ayuda al Mantenimiento, llamado DAM (Dispositivo de Ayuda al Mantenimiento).

El SACEM, tanto en la Instalación Fija como en el Material Rodante nos proporciona el estado en el que se encuentra trabajando el equipo en tiempo real, además de almacenar un registro de eventualidades y fallas ocurridas. Esta información es una herramienta de gran utilidad para poder diagnosticar, corregir y prevenir fallas tanto en las Instalaciones Fijas como en el Material Rodante. Esta información es visualizada a través de un paquete de Software muy especializado instalado en computadoras personales portátiles que en su momento fueron proporcionadas por el proveedor del Sistema de Pilotaje, estas computadoras con casi 20 años de antigüedad han dejado de operar y cada vez son menos las que se encuentran activas.

El Software Original, de fabricación Francesa está diseñado para operar bajo el Sistema Operativo MS-DOS montado en una computadora con un procesador de 16 bits, por lo cual resulta casi imposible hacerlo correr en equipos de cómputo modernos con procesadores de 32 y 64 bits y sistemas operativos como Windows XP o VISTA, los cuales son muy comunes en la actualidad. Las computadoras de 16 bits son cada día más escasas y sus reparaciones más costosas por sus 15 años de estar descontinuadas y sus 10 años de obsolescencia.

### **Objetivo General**

Diseñar un Software que implemente una herramienta de diagnóstico para averías en el Sistema de Pilotaje Automático de la Línea B.



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Objetivos Específicos**

- Desarrollar un software para El Diagnóstico de Operación del Pilotaje Automático SACEM de la Línea B.
- Contar con un software tanto para Material Rodante como para Instalaciones Fijas, contando con la aplicación de Espía y de Apoyo al Mantenimiento, para ambos casos.
- El nuevo software deberá operar correctamente en las plataformas actuales.

### **Productos Esperados**

- Un software que visualice y almacene en tiempo real la información referente a la operación del Pilotaje Automático de la Línea “B”, tanto del Material Rodante como de las Instalación Fijas; con las siguientes características:
  - Realizar mediciones y pruebas en el puerto de comunicaciones del TKV del tren.
  - Prueba de algoritmos estándares de comunicaciones.
  - Desarrollar un algoritmo que establezca la comunicación con el TKV del tren.
  - Capturar y almacenar los datos del tren.
  - Construir un simulador del TKV del tren.
  - Armar tramas.
  - Decodificar tramas.
  - Despliegue de información.
  - Pruebas estáticas y dinámicas para el tren.
  - Interfaz gráfica completamente nueva, en la cual la información más relevante sea mostrada de forma gráfica a través de iconos representativos que sean fácilmente perceptibles aún en condiciones adversas de iluminación.
  - Contar con herramientas de análisis como bases de datos para tener un archivo histórico de las fallas y de esta forma poder programar diversos mantenimientos en base a las estadísticas que sean registradas.
  - El módulo “espía” debe visualizar y almacenar en tiempo real la información referente a la operación del Pilotaje Automático, tanto del Material Rodante como de la Instalación Fija.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: códigos fuente, normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 10 técnicos del S.T.C.
- Registro de Propiedad Intelectual para un software para el Diagnóstico de Operación del Pilotaje Automático SACEM de la Línea B.

### **Indicadores**

- Reducción en los tiempos necesarios para reintegrar un tren al servicio.
- Disminución de costos de mantenimiento.
- Disminución de averías en el Sistema de Pilotaje Automático de la Línea "B".

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)



Ciudad de  
**vanguardia**



## **Demanda 1.6 MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMÁTICO PA135 ANALÓGICO A UN SISTEMA DIGITAL.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

El Sistema de Transporte Colectivo transporta diariamente un promedio de 4.5 millones de usuarios, a lo largo de su Red, donde 9 de sus 11 líneas cuentan con un Pilotaje Automático denominado 135 Khz el cual es el encargado de comandar, controlar y supervisar el movimiento de trenes tomando siempre en cuenta el factor Seguridad y el máximo rendimiento del sistema.

Es un sistema de conducción automática de trenes desarrollado por Siemens en los años 60 que se encarga de Controlar la marcha (velocidad, aceleración, paradas y arranques) de los trenes en cada tramo de la vía (CDV) así como controlar el espaciamiento mínimo entre trenes. Es un sistema físico que recorre toda la longitud de la vía a través de una goma conocida como tapiz o tapete dentro del cual viajan cables que emiten información al tren a 135KHz. Posee 3 programas conocidos como programas tapiz y se distinguen por el color del cable: Verde (circulación normal), amarillo (maniobra o parada de andén dependiendo de la moduladora), rojo (parada obligatoria). El tren cuenta con un captador de HF que se encarga de leer esta información.

Las funciones principales del sistema de Pilotaje Automático:

- Controlar la marcha (velocidad, aceleración, paradas y arranques) de los trenes en cada tramo de la vía, en los modos de conducción Automático y Semi-Automático.
- Comandar los esfuerzos de tracción frenado en el modo de conducción Automático.
- Controlar el espaciamiento mínimo entre trenes.
- Funciones anexas como Servicio Automático de puertas, ayuda a la conducción del tren en el modo Semi-Automático.

Características específicas del sistema de pilotaje automático:

- Garantiza la seguridad del sistema.
- De su disponibilidad depende la capacidad operativa del Sistema Metro.
- Permite una uniformidad casi absoluta de las marchas.
- Un respeto riguroso del horario.
- Logra un mejor aprovechamiento del Material Rodante respetando sus límites.
- Crítico para el funcionamiento del Metro.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Requiere mantenimiento especializado.

Los equipos fijos y embarcados con los que cuenta el Pilotaje Automático son:

En Estaciones:

- Armarios de PA.
- Tarjetas de control.

En Vía:

- Tapiz Programa.
- Cajas de enlace.
- Cables, maderas y Herrajes.

Equipos en cabina:

- Cajones y tarjetas.
- Conexiones.

Equipos bajo Tren:

- Conjunto Captor HF.
- Conjunto Rueda Fónica.
- Cajas de enlace y elementos de fijación.

La función de los equipos y dispositivos es:

1. Armarios de Pilotaje Automático

- Generar las señales para el tapiz.
- Recibir y transmitir las informaciones provenientes del
- CCO (Tipos de marcha, tiempo de parada, etc.).

2. Tapiz Programa

- Indicar al tren la velocidad a seguir en cada tramo de la vía.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Informar al tren de las condiciones de la vía adelante (ocupación de la vía, condición de las maniobras, etc.).
- Transmitir las órdenes de apertura de las puertas y recibir la confirmación de dichas órdenes.

### 3. Cajones:

- Dispositivos electrónicos.
- Interpretación de señales.
  
- Generar las señales de comando y control.

### 4. Captores:

- Captación de señales de tapiz (Captación de alta y baja frecuencia HF y BF).
- Captación de velocidad.
- Captadores de rueda fónica (Para control de velocidad).

Finalmente dentro del Sistema es de vital importancia la correcta operación de sus equipos y dispositivos electrónicos que deben cumplir con las más altas especificaciones técnicas.

Sin embargo el sistema de P.A. que se encuentra actualmente operando en la Red, cuenta con una gran cantidad de equipo electrónico que debido al deterioro u obsolescencia requiere ser reparado o en su caso, ser totalmente rediseñado. Actualmente para atender dichos problemas es necesario contratar los servicios de Compañías en Electrónica, lo que redundará por un lado en fuertes erogaciones económicas y por otro en una constante dependencia tecnológica.

### **Objetivo General**

Realizar la migración del P.A. 135 KHz, analógico a otro completamente digital modernizándolo con tecnologías actuales y componentes comerciales, estableciendo mecanismos y métodos eficaces con enfoque activo hacia la seguridad para ser implementados al nuevo sistema manteniendo la fiabilidad de su antecesor.

### **Objetivos Específicos**

- Modernizar el sistema de pilotaje automático 135 kHz. por otro digital respetando los protocolos de seguridad actuales.
- Instalar y probar el nuevo sistema en una Línea del S.T.C.
- Contar con un sistema actual que permita intervenir los sistemas sin tener el inconveniente de falta de refacciones.





Ciudad de  
**vanguardia**



### **Productos Esperados**

- Modernización del Sistema de Pilotaje Automático 135 kHz de analógico a digital con las siguientes características:
  - Garantizar la seguridad del sistema.
  - Tener equipos fijos y embarcados en:

Estaciones:

- Gabinetes de control de PA.
- Tarjetas de control.

En Vía:

- Comunicación con tren.
- Gabinetes de enlace.
- Cableado en el caso de ser necesario.

Equipos en cabina:

- Gabinetes y tarjetas.
- Conexiones.

Equipos bajo Tren:

- Gabinetes de enlace y elementos de fijación.

Funciones de los equipos y dispositivos:

- Generación de señales.
- Recibir y transmitir informaciones (Tipos de marcha, tiempo de parada, etc.).
- Indicar al tren la velocidad a seguir en cada tramo de la vía.
- Informar al tren de las condiciones de la vía adelante (ocupación de la vía, condición de las maniobras, etc.).
- Transmitir las órdenes de apertura de las puertas y recibir la confirmación de dichas órdenes.
- Dispositivos electrónicos.
- Interpretación de señales.
- Generar las señales de comando y control.

- Captación de señales.
  - Captación de velocidad.
  - Permitir movimientos bidireccionales en una única vía bajo el comando de una unidad de control del tráfico automatizado integrado por: una unidad de control de la señalización.
  - Redundancia en la seguridad.
  - Unidad de control del tráfico automatizado.
  - Elementos activos o señales visuales para el frenado.
  - Controlar la marcha (velocidad, aceleración, paradas y arranques) de los trenes en cada tramo de la vía, en los modos de conducción Automático y Semi-Automático.
  - Comandar los esfuerzos de tracción frenado en el modo de conducción Automático.
  - Controlar el espaciamiento mínimo entre trenes.
  - Funciones anexas como Servicio Automático de puertas, ayuda a la conducción del tren en el modo Semi-Automático.
  - Entre otros.
- 
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
  - Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
  - Puesta a punto del equipo.
  - Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
  - Capacitación para 20 técnicos del S.T.C.
  - Registro de Propiedad Industrial de un prototipo de Sistema de Pilotaje Automático 135 kHz. Digital

### **Indicadores**

- Disminución de costos de mantenimiento.
- Disminución de tiempos de atención de averías.
- Disponibilidad de trenes.



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Tiempo estimado para desarrollo**

18 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

**Demanda 1.7**

**A) DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GOBERNADOR DE VELOCIDAD EN TRENES QUE CIRCULEN POR VÍAS SECUNDARIAS  
B) BLOQUEO DE TRACCIÓN DE UN TREN POR SEÑALIZACIÓN AL ALTO EN TERMINALES DE LA RED.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

La zona de maniobras es el espacio donde los trenes viajan por las vías secundarias y dentro de esta área ejecutan el cambio de vías, que le permite al tren regresar a la estación terminal para reiniciar su servicio.

Debido a que la maniobra del cambio de vía debe ejecutarse de manera manual, la conducción a un exceso de velocidad de los trenes, puede causar incidentes como el conocido “*taloneo*”, dañar equipos de cambio de vía, las barras guías y en el peor de los casos, descarrilamiento de vagones, debido a la velocidad y modo de circulación de los trenes, pueden suscitarse estas eventualidades, atañido a un error humano por un deficiente control de la velocidad del tren.

Esta situación, requiere acciones inmediatas para no suspender el servicio para los usuarios, ya que la continuidad y rapidez del servicio es el principal propósito del S.T.C, para satisfacer la demanda de los usuarios.

Para el caso de bloqueo de tracción, durante la explotación del servicio en las diferentes líneas y la operación de los trenes en las horas pico de la red, el área de Transportes del S.T.C, tiene la consigna de respetar el “intervalo programa” de regulación de trenes de cada línea. Pero en las Líneas 1, 2, 3, 7, 8, 9, A y B, donde la demanda rebasa a la oferta en las Horas de Máxima Demanda (HMD), éstos intervalos son llevados a su mínimo, no sólo en la regulación de tráfico de trenes en línea, sino también en el tiempo empleado para llevar a cabo las maniobras de cambio de vía en las terminales, ya que se busca que también sean lo más cortos posibles.

Esta situación origina presión en el personal de transportes no sólo a nivel del regulador del PCC, sino también en el personal de línea que atienden la terminal como el caso de los inspectores-jefes de estación.

En el caso de los conductores aumenta la presión y stress ya que en ellos recae la posibilidad de recuperar algún retardo de tiempo en Línea. Aunado a lo anterior, a veces coincide que los propios conductores están fatigados y cansados por estar más tiempo de lo programado conduciendo y este hecho genera en ellos distracciones, a tal grado que ocasionalmente no se percatan que su tren se encuentra detenido en terminal ante una señal al alto (CDV de Llegada o CDV 12) y por la prisa avanzan franqueando dicha señal, lo que los hace incurrir en errores como no detener el tren y en el peor de los casos (que son los menos), se tienen consecuencia graves dañando el material rodante y las instalaciones fijas al abordar los aparatos de vía mal dispuestos, además del retraso adicional del cambio de vía no sólo de este tren sino de todos los demás. Muestras de lo anterior son los siguientes datos.

En el 2005 se reportaron 85 franqueamientos de los cuales 5 fueron con daños a las instalaciones, en el 2006 se presentaron 102 franqueamientos y 6 de ellos con daños a las instalaciones.

En virtud de lo anterior y debido a que en ocasiones existe la necesidad de conducir los trenes de manera manual y al no respetar la señalización fuera de la protección de automatismo (Pilotaje Automático), se pueden presentar incidentes como son descarrilamientos y alcances entre trenes, por franqueamiento de señales.

En las horas de mayor demanda y tráfico de usuarios es indispensable que no se interrumpa el servicio de los trenes, bajo estas condiciones, pueden suscitarse eventualidades inesperadas, ya que se conduce a altas velocidades, para agilizar el transporte y servicio a los usuarios.

Esta situación también corresponde a las vías secundarias, donde los trenes efectúan el cambio de vías para reiniciar el servicio en la terminal de forma cíclica. Dado a condiciones eventuales, puede que la velocidad con la que se conduce en las zonas de maniobra, pueda ser alta, los trenes pueden dar un violento empujón al frenar de golpe, por un mal control de los operadores o hasta volcarse.



Ciudad de  
**vanguardia**



Por lo tal, contar con un dispositivo que controle y gobierne la velocidad de los trenes en las vías secundarias y que al mismo tiempo mande la información al Puesto de Control Central (PCC), posibilitara a los reguladores de esta Área a tomar acciones y decisiones para evitar accidentes que puedan poner en peligro la vida del mismo conductor hasta el paro del servicio.

Para el caso de bloqueo de tracción, en las horas de mayor demanda y tráfico de usuarios es indispensable que no se interrumpa el servicio de los trenes, bajo estas condiciones, pueden suscitarse eventualidades inesperadas, ya que se conduce con alto stress y bajo presión, por ello se conduce a velocidades altas para agilizar el transporte y servicio a los usuarios.

Esta situación provoca no respetar la señalización en vías secundarias. Esto induce muchos incidentes en el tren, como en los aparatos de vías secundarias, daños en vagones o en el material rodante, que reducen sus condiciones de operación, y todo debido por no contar con un sistema de monitoreo y control, cuando ocurre el franqueamiento de señales por los operadores.

Finalmente en el caso de que un conductor franquee una señal, puede ocasionar hasta el choque con otro tren, por lo que es urgente realizar un diseño, para evitar cualquier incidente en la infraestructura del S.T.C y sobretodo salvaguardar la seguridad de los usuarios de este transporte.

### **Objetivo General**

- Diseñar e implementar un gobernador de velocidad para los trenes que circulan por las vías secundarias de la red del S.T.C.
- Diseñar, construir e implementar un sistema para el bloqueo de un tren ante un posible franqueamiento de señal.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar e implementar un conjunto de monitoreo para identificar el modo de conducción en tiempo real de un tren en vías secundarias de la red del S.T.C.
- Instalar el prototipo y verificar su correcto funcionamiento cuando transite un tren por vías secundarias.
- Enviar la información vía remota al PCC, de la velocidad y del modo de conducción, cuando el tren transite por vías secundarias y mandar una alerta cuando se presente una velocidad inadecuada para que se tomen acciones oportunas.
- Contar con dos equipos que se comuniquen entre sí, uno en tierra y el otro a bordo de los trenes.
- Enviar alertas tanto al conductor y al personal del PCC cuando se haya franqueamiento alguna señal de alto.

### **Productos Esperados**

- Un sistema que monitoree la velocidad del tren, cuando este circule por vías secundarias, este diseño se tendrá que construir bajo el concepto de un prototipo capaz de instalarse en un tren y en una vía que determine el S.T.C.
- Un sistema para bloqueo de tracción, que evite el rebasamiento indebido de las señales al alto en talleres y terminales, bajo las siguientes consideraciones:
  1. Inhibirá la tracción del tren.
  2. Accionara el sistema de frenado del tren.
- Comunicación inalámbrica entre los equipos embarcados y en tierra.
- Diseño, construcción e instalación de un gobernador de velocidad que monitoree la velocidad de los trenes en vías secundarias y el modo de conducción del tren.
- Sistema de monitoreo para detectar la velocidad y el modo de conducción de los trenes que circulen por vías secundarias y efectúan maniobras dentro de esta área y en que en forma remota sean transmitidos los datos al PCC.
- Sistema de alertas al PCC, cuando se presenten irregularidades en la velocidad o el modo de conducción de un tren en vías secundarias.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 20 técnicos del S.T.C.
- Registro de Propiedad Industrial de un prototipo de Sistema de Pilotaje Automático 135 kHz. digital
- Registro de propiedad industrial de un gobernador de velocidad en trenes que circulen por vías secundarias y de un bloqueo de tracción de un tren por señalización al alto en terminales de la Red.

### **Indicadores**

- Reducción de accidentes en trenes y retrasos en Líneas de la Red del S.T.C.
- Reducción en daños a aparatos de vía, vagones, barras guía o descarrilamientos.
- Numero de retrasos al servicio originados por franqueamiento de señales al alto espaciamiento.

### **Tiempo estimado para desarrollo**



Ciudad de  
**vanguardia**



15 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

**Demanda 1.8            DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ADHESIÓN ENTRE LA PISTA DE RODAMIENTO Y LOS NEUMÁTICOS PORTADORES, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRIBOLOGÍA.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

El problema de patinaje y deslizamiento de los trenes del S.T.C., genera retrasos en línea con afectación al servicio que presta el Organismo ofrece a los usuarios. Se ha demostrado que el efecto directo del agua en el coeficiente de fricción para el sistema neumático-pista metálica, genera diferentes niveles de adhesión al combinarse con algún otro tipo de contaminante depositado sobre las vías, lo que genera problemas en la tracción del Material Rodante. Actualmente se han identificado en las diferentes líneas de la Red del metro, zonas con baja adhesión.



Ciudad de  
**vanguardia**



Para el Sistema de Transporte Colectivo, es de vital importancia el cumplir con su objetivo principal que es la transportación de usuarios de manera eficiente, dada la responsabilidad que conlleva el transportar a casi 1,800 usuarios por tren; es por esto que se requiere del análisis y estudio que permita determinar las causas que motivan la baja adherencia y permita determinar con precisión que modificadores de fricción pueden considerarse como alternativa para la optimización de la adhesión tanto del sistema con que cuenta el Metro Sobre Neumático como el del Metro Férreo.

El péndulo o por su nombre en Inglés Wessex Skid Tester, fue originalmente diseñado para evaluar el deslizamiento de neumáticos de automóviles en autopistas. Recientemente y buscando nuevas alternativas para la evaluación de la adhesión en laboratorio y en campo de tipo ferroviario se ha adaptado esta técnica al contacto rueda y riel. Trabajos recientes han validado los resultados obtenidos dentro y fuera del laboratorio. En laboratorio, se realizó la evaluación de diferentes contaminantes y modificadores de fricción para remediar el problema de adhesión. Mientras que también el Péndulo se ha utilizado para evaluar la adhesión rueda riel en presencia de hojas de árbol como contaminante y sustancias químicas como solución para evitar la formación y degradación de capas de hojas de árbol depositadas de manera natural sobre las vías. Los resultados permitieron seleccionar y tomar decisiones sobre si es factible el agregar diferentes químicos a dichas sustancias.

### **Objetivo General**

Investigar las causas de la baja adhesión en el contacto neumático-pista metálica en zonas localizadas dentro de la Red del Sistema de Transporte Colectivo, así como el desarrollo tecnológico para evaluar el coeficiente de adhesión en el laboratorio y en campo mediante la técnica del péndulo (Skid Tester).

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las causas de pérdida de adhesión del neumático con la pista.
- Desarrollo Tecnológico de equipo Tribológico para el análisis entre el neumático y pista metálica del S.T.C.
- Desarrollo de la técnica de evaluación de la adhesión en laboratorio y en campo.
- Investigación sobre el efecto del dibujo diseñado en la banda de rodadura en contacto con la pista metálica en relación al fenómeno de hidroplaning.
- Desarrollo tecnológico de un nuevo diseño exclusivo de la banda de rodadura para los neumáticos utilizados en S.T.C.

### **Productos Esperados**

- Caracterización de los coeficientes de fricción resultantes de la presencia de contaminantes entre el neumático y la pista metálica (agua, aceite, partículas de desgaste, etc.).
- Efectos de la alteración de la pista metálica por algún tipo o proceso de maquinado en el coeficiente de adhesión.





Ciudad de  
**vanguardia**



- Efecto de los modificadores de fricción en el coeficiente de adhesión del neumático-pista metálica (sirven o no para esta configuración).
- Identificación de los mecanismos de baja adhesión observados en los neumáticos y pistas metálicas.
- Efectos de la rugosidad, re-perfilado y limpieza de las pistas metálicas en el coeficiente de adhesión.
- Realizar pruebas de adhesión con diferentes niveles de rugosidad superficial en la pista metálica, así como en seco y ante la presencia de diferentes contaminantes en el laboratorio y en campo.
- Realizar pruebas de adhesión con modificadores de fricción como una solución para la optimización de la adhesión en laboratorio.
- Pruebas de campo para evaluar la adhesión en puntos localizados y críticos dentro de la red del S.T.C.
- Reporte General del proyecto.
- Entrega de reportes y manuales técnicos generados durante la investigación.
- Manual de calibración, procedimiento del equipo Tribológico desarrollado e interpretación de resultados obtenidos por el método de prueba y su implementación en condiciones reales de operación del convoy y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Determinación del efecto de hidroplaning en los problemas de baja adhesión en presencia de agua.
- Nuevo y óptimo diseño del dibujo de la banda de rodadura para las condiciones de operación del S.T.C.
- Capacitación al 10 técnicos del S.T.C., para el uso de la información obtenida.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los equipos, incluyendo diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Registro de Propiedad Industrial de los equipos desarrollados
- Solución integral al problema de la pérdida de adhesión del neumático en la pista.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo



Ciudad de  
**vanguardia**



Ing. Alejandro Martínez Zanatta  
Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC  
Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.  
Teléfono: 56274079  
[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar  
Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC  
Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.  
Teléfono: 56274053  
[octaviolesco@hotmail.com](mailto:octaviolesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar  
Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.  
Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.  
Teléfono 56274060  
[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

## **Demanda 1.9            DISEÑO DE NUEVOS INTERRUPTORES DE POTENCIA PARA LOS CHOPPER DE ORIGEN JAPONÉS**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

El término chopper se usa para referirse a los numerosos tipos de dispositivos y circuitos electrónicos de conmutación. Esencialmente, un chopper es un interruptor electrónico que se usa para interrumpir una señal bajo el control de otra.

En el material rodante se tienen constantes fallas por la presencia de motrices inactivas debido al mal desempeño de los interruptores de potencia HB1, HB2, LB1, LB2, del sistema de tracción-frenado conocido como chopper japonés y que se encuentra embarcado en los trenes modelo NM79, NC82, NM83A, NM83B, NE92, FM86.

Las averías en estos interruptores provocadas en su mayoría por la secuencia de apertura y cierre, en muchos casos presentan desgastes prematuros por electroerosión que implican altos costos de mantenimiento y rehabilitación de componentes.



Ciudad de  
**vanguardia**



Es importante para el S.T.C reducir las constantes fallas por el mal desempeño de los interruptores de potencia del sistema de tracción-frenado, que se encuentra embarcado en los trenes modelo NM79, NC82, NM83A, NM83B, NE92 y FM86.

Cabe señalar que los interruptores para el sistema chopper de los modelos ya descritos, son tecnológicamente obsoletos, por lo que implican altos costos para su mantenimiento.

En el momento de rehabilitar estos equipos eléctricos, es difícil conseguir componentes o piezas, ya que están descontinuados comercialmente, por lo que resulta su adquisición imposible o en otro caso los costos por producirlos por los proveedores originales llevan costos muy elevados para su mantenimiento.

Asimismo, se continúa dependiendo tecnológicamente de proveedores internacionales, para la rehabilitación de los interruptores.

Finalmente cuando se presentan fallas por estos motivos, pueden afectar el servicio del S.T.C, ya que pueden presentar inversión de sentido de marcha prohibida, por lo que se dañaría los equipos de tracción-frenado.

### **Objetivo General**

Diseñar, construir e implementar un nuevo interruptor de potencia aplicable al sistema de tracción-frenado (conocido como chopper japonés) para los trenes modelo NM79, NC82, NM83A, NM83B, NE92 y FM86 que circulan actualmente en la red del Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C).

### **Objetivos Específicos**

- Conocer a profundidad el sistema chopper para así diseñar el nuevo interruptor de potencia, el cual se debe adaptar con los equipos y componentes de estos sistemas de tracción-frenado.
- Diseñar un interruptor capaz de soportar constantes cierres y aperturas en sus mecanismos y evitar al máximo el desgaste de sus componentes.
- Implementar el prototipo en un tren (6 carros motrices) que el S.T.C determine.

### **Productos Esperados**

- Diseño, construcción e instalación de un nuevo prototipo de interruptor de potencia para el sistema de tracción-frenado.
- Un nuevo interruptor que soporte satisfactoriamente el constante cierre y apertura de sus mecanismos y con el mínimo desgaste de sus elementos.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 10 técnicos del S.T.C.
- Registro de Propiedad Industrial de un nuevo prototipo de interruptor de potencia para el sistema de tracción-frenado.

### **Indicadores**

- Reducción de fallas en el sistema de tracción-frenado, concerniente a los interruptores de potencia.
- Reducción de fallas por desgaste de los componentes de los interruptores de potencia.
- Reducción en costos de mantenimiento para los sistemas de tracción-frenado.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

18 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.



Ciudad de  
**vanguardia**



Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

**Demanda 1.10 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN MOTOR STIRLING PARA CONVERTIR ENERGÍA TÉRMICA SOLAR EN ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL USO DE CONCENTRADORES SOLARES PARABÓLICOS.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

**Antecedentes**

- a) Actualmente, se requiere de la generación y utilización de energía eléctrica obtenida por medios no contaminantes, fuentes limpias de energía sustentable que permita obtener beneficios ecológicos además de los económicos.
- b) Para dar atención y transportar a 5 millones de usuarios diariamente, se requiere de una gran cantidad de electricidad, debido a ello el Metro es el mayor consumidor de energía eléctrica en la Zona Centro del País.
- c) Del total de la electricidad que emplea el Metro, aproximadamente el 80% corresponde a la tracción de los trenes y cerca del 20% utilizado en el alumbrado, escaleras eléctricas, motores, etc.
- d) Al contar con un sistema capaz de generar energía eléctrica de manera limpia, esta electricidad servirá para alimentar la iluminación que se requiere en una estación del S.T.C.
- e) Dar continuidad y aprovechar los conocimientos y experiencias obtenidas en el desarrollo del proyecto denominado "Concentrador solar parabólico de 100 watts para producir energía eléctrica mediante el uso de motores Stirling" que se realizó en la Dirección de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del S.T.C., el cual fue un proyecto exitoso.

**Objetivo General**

Diseñar, Construir e instalar un Motor Stirling de alta eficiencia tipo alfa que genere a través de concentradores solares parabólicos, mínimo 1kW de energía eléctrica, la cual puede ser utilizada para alimentar luminarios de estaciones o edificios del Sistema de Transporte Colectivo.

**Objetivos Específicos**

- Diseño, construcción y pruebas de un motor Stirling tipo Alfa de 1000 Watts; el objetivo de diseñar y construir estos motores es para desarrollar la tecnología del Motor tipo Alfa que

representa un reto tecnológico para presurizar el gas ya sea Helio o hidrógeno en los pistones de trabajo que se encuentran a una temperatura elevada logrando con ello un motor Stirling de alta eficiencia.

- Diseño construcción y pruebas de una estructura parabólica desarmable de aproximadamente tres metros de diámetro para lograr temperaturas de 700° - 800° C con sus mecanismos de posicionamiento para el seguidor solar, de soporte y ajuste del foco de la parábola.
- Diseño, construcción y pruebas de espejos rectangulares, o cuadrados de sección parabólica construidos a partir de vidrio óptico, recubiertos por evaporación con material de aluminio o plata como material reflejante y pinturas y resinas de poliuretano y epoxicas para proteger y encapsular el espejo y sus mecanismos de ajuste.
- Evaluación de otras tecnologías para la fabricación de los materiales reflejantes de la parábola como son: membranas metálicas de acabado espejo.
- Diseño, construcción y pruebas de sistema de seguidor solar automático.
- Diseño, construcción y pruebas de sistema de instrumentación y control automático para la operación del sistema.
- Diseño, construcción y pruebas de un generador eléctrico de 1000 Watts adaptado al motor Stirling.
- Establecer las condiciones que permitan escalar estas tecnologías a motores que generen mayores potencias eléctricas.

### **Productos Esperados**

- Diseño, desarrollo, e instalación en las Instalaciones del S.T.C. de un concentrador solar parabólico y de un Motor Stirling tipo alfa, para generar electricidad que será utilizada para alimentar el sistema de alumbrado en edificio y estaciones del S.T.C.
- Sistema de monitoreo del circuito eléctrico para la certificación del ahorro de energía.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 5 técnicos del S.T.C.
- Registro de propiedad industrial de un sistema de generación de energía eléctrica empleando un Motor Stirling a partir de energía solar o térmica.



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Indicadores**

- Ahorro de energía eléctrica
- Disminución de cantidades a pagar por concepto de ahorro en el consumo de energía eléctrica.
- Uso eficiente de la energía eléctrica y retribuciones por bonos de carbono.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octavioloesco@hotmail.com](mailto:octavioloesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)

**Demanda 1.11      REALIDAD VIRTUAL E INTERACTIVIDAD PARA EL SIMULADOR DE CABINA.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Antecedentes**

El Sistema de Transporte Colectivo posee 15 modelos de tren que requieren de un vasto conocimiento para su operación, de allí lo imprescindible de disponer con medios de adiestramiento acorde con estas necesidades, pues resulta apremiante entrenar a los conductores en el menor tiempo posible y en óptimas condiciones, con el fin de que sean capaces de ejecutar los procedimientos precisos y rápidos que se demandan durante la prestación del servicio a usuarios, tanto para una mejor conducción en Línea, como para la adecuada atención de cualquier incidente o avería. Para atender esta problemática se desarrolló un Simulador de Cabina de Conducción.

Para la construcción de este Simulador, se utilizó una Cabina real de tren acoplada a una plataforma de seis grados de libertad, la cual es controlada mediante una computadora y software específico; asimismo, se desarrolló un programa que sincroniza el video y el audio con los movimientos de la plataforma correspondientes a las grabaciones de los parámetros de todas las Líneas del S.T.C, condicionándose su operación solo al accionamiento del dispositivo denominando Arillo de Hombre Muerto, el cual censa la presencia del conductor.

El uso de video es insuficiente para la completa representación de la vía y sus características, por lo que se debe disponer de un Sistema de Realidad Virtual e Interactividad que, aunado al funcionamiento de las llaves, conmutadores, instrumentos de medición, señalización y demás dispositivos de la cabina, permita hacer frente a la exigencia en el uso de mayores recursos dinámicos, visuales y auditivos que presenten fielmente la operación y su comportamiento, con el propósito de incluir la totalidad de las condiciones que existen en Línea, haciendo énfasis tanto en las situaciones de baja ocurrencia, como en la optimización de maniobras y averías, para mejor desempeño del personal de conducción; ya que la realidad virtual aporta mayor flexibilidad, más realismo, más contenido visual, mejora la interactividad, sistematiza la presentación y comportamiento de los elementos que se encuentran en Línea, aumentando con ello los alcances y el desempeño del Simulador.

### **Objetivo General**

Desarrollar el sistema de Realidad Virtual para todas las Líneas del S.T.C en condiciones de lluvia, noche, etc., además de realizar el sistema que controle los instrumentos instalados en la cabina, todo esto con el fin de contar con un simulador interactivo que permita aumentar la calidad de la capacitación y adiestramiento del personal de conducción del S.T.C.

### **Objetivos Específicos**

- Desarrollar un sistema de Realidad Virtual que proporcione todos los recorridos de las Líneas del S.T.C en las diferentes condiciones ambientales.
- Diseñar y desarrollar eventos, maniobras y fallas para el Simulador de Cabina para las Líneas 1 a 9, "A" y "B" del Metro.
- Desarrollar un sistema de control para todos los instrumentos de la cabina, se contará con una total interactividad para el Simulador de Cabina.





Ciudad de  
**vanguardia**



### **Productos Esperados**

- Un Sistema informático para el Simulador que permita la integración del control de la plataforma y de los elementos de la cabina, así como la representación de Realidad Virtual y del Audio.
- Código fuente para el sistema informático de realidad virtual.
- Código fuente para el sistema de control.
- Simulador con funcionalidad completa.
- Biblioteca de recorridos de todas las Líneas en diferentes condiciones ambientales, e incidentes; tales como: Arrollado, Socorro de Tren, Golpeo de aparato de vía, etc.
- Las herramientas, utilerías, editores y demás aplicaciones que permitan parametrizar al Sistema para representar la totalidad de las Líneas del S.T.C, así como la inclusión de futuras necesidades.
- Especificación técnica y funcional que describa el funcionamiento y las características técnicas de los sistemas y subsistemas. Incluyendo la descripción de los conceptos principales: normas de referencia, alcances, programa de ejecución, diagramas a bloques, diagramas eléctricos, mecánicos y electrónicos, memorias de cálculo, manuales de operación y mantenimiento; y en general toda aquella información necesaria para que el S.T.C. replique el objeto de la presente demanda.
- Pruebas estáticas y pruebas dinámicas bajo condiciones reales de operación.
- Puesta a punto del equipo.
- Cesión al S.T.C. para el libre uso de las tecnologías desarrolladas.
- Capacitación para 20 técnicos del S.T.C.
- Registro de Propiedad Intelectual de un prototipo de Realidad Virtual e Interactividad para el Simulador de Cabina.

### **Indicadores**

- Reducir el tiempo y los costos de la formación y actualización de la plantilla de conductores.
- Aumentar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios.
- Disminuir riesgos, costos y tiempo de intervención de averías e incidentes en Línea.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo  
Ing. Alejandro Martínez Zanatta  
Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC



Ciudad de  
**vanguardia**



Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

[azanatta@metro.df.gob.mx](mailto:azanatta@metro.df.gob.mx)

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

[octaviolesco@hotmail.com](mailto:octaviolesco@hotmail.com)

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

[pecalqui@yahoo.com.mx](mailto:pecalqui@yahoo.com.mx)



Ciudad de  
**vanguardia**



## ÁREA 2. SALUD

### **Demanda 2.1 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y CERTIFICACIÓN DE UN LABORATORIO MODULAR DE BIOSEGURIDAD DE NIVEL 3, EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO Y VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DEL DISTRITO FEDERAL.**

**Modalidad:** Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica que requiere el Distrito Federal

#### **Antecedentes**

Como consecuencia de la epidemia de Influenza A H1N1 del 2009, se puso de manifiesto que una de las debilidades del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en la Ciudad de México era la falta de tecnologías e infraestructura para llevar a cabo un diagnóstico rápido del virus de la influenza. La respuesta a esta problemática por parte del Gobierno del DF, fue la creación de una red de laboratorios ubicados en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, la Escuela Superior de Medicina del IPN, el CINVESTAV de Zacatenco y en el Hospital General Ajusco Medio (SSaDF) que conforman el Centro de Diagnóstico y Vigilancia Epidemiológica del DF (CDE-DF). Esta red de laboratorios está constituida por modernos laboratorios de Bioseguridad de nivel 2, equipados con la más moderna tecnología para desarrollar el diagnóstico molecular de diferentes microorganismos patógenos. El CDE-DF también sirve de sede de la Red Iberoamericana de Vigilancia Epidemiológica, destinada a realizar vigilancia epidemiológica en tiempo real entre los países integrantes de la red. Sin embargo, el aislamiento y manipulación de patógenos como *Brusellasp*, virus de la fiebre del Valle del Rift, encefalitis equina venezolana, ántrax, *Francisellatularensis* (tularemia) y tuberculosis, requieren de instalaciones de un nivel de seguridad biológica superior (nivel de bioseguridad 3), las cuales además garantizan la seguridad del personal y disminuye el riesgo de diseminación de los patógenos.

En todo el país existen muy pocas instalaciones con estas características. La mayoría de estos laboratorios se encuentran ubicados en universidades y se encuentran dedicados a labores de investigación, sin una vinculación con la asistencia a la salud pública. En México sólo existe un laboratorio de seguridad biológica de nivel 3 (BSL-3) dedicado a la vigilancia epidemiológica de patógenos emergentes y re-emergentes, inaugurado durante el 2010 en el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE). Este laboratorio permite el trabajo de dos personas a la vez y solamente se pueden procesar 30 muestras diarias, para atender las necesidades de todos los estados del país. Por lo que un laboratorio de este tipo coordinado por el Centro de Diagnóstico y Vigilancia Epidemiológica del D.F, permitiría aumentar la capacidad de respuesta temprana ante cualquier contingencia epidemiológica no sólo en esta Ciudad sino en toda Iberoamérica.

#### **Objetivo General**

Diseñar, construir, equipar y certificar un prototipo de laboratorio modular que cumpla con las normas internacionales para el nivel 3 de seguridad biológica.

### **Objetivos Específicos**

1. Diseñar, construir e instalar un laboratorio modular de bioseguridad nivel 3.
2. Obtener la certificación emitida por organismos internacionales que acredite al laboratorio como BSL3.
3. Calificar y entrenar al personal que prestará servicio en esta instalación BSL3.

### **Productos Esperados**

- Laboratorio modular de bioseguridad de nivel 3, instalado y equipado que cumpla con las siguientes características:
  - ▶ Cumplir con las normas establecidas para un nivel de contención 3, según lo establece BMBL (Biosafety in Microbiology and Biomedical Laboratories, CDC/NIH 5th Edition) y el Manual de Bioseguridad de laboratorios, Organización Mundial de la Salud (OMS).
  - ▶ El laboratorio debe ser construido en un formato de dos contenedores ISO de 12.2 m x 2.44 m cada uno.
  - ▶ La unión entre los dos contenedores que conforman el laboratorio deben ser de acero inoxidable y quedar estrictamente sellada a prueba de escape de gases.
  - ▶ Los cables y tuberías para los servicios de voz y datos, eléctricos y de gases, deben estar en conductos de acero inoxidable y tener un perímetro cerrado y sellado.
  - ▶ El contenedor, sus marcos y el piso debe ser todo de acero. Queda estrictamente prohibido el uso de madera u otro material que no sea metal para su construcción.
  - ▶ El marco base de acero que conforma el contenedor deberá ser sellado, aislado y recubierto con aluminio.
  - ▶ El piso de los contenedores que conforman el laboratorio debe ser recubierto con aluminio, de forma tal que facilite la instalación y movimiento seguro de equipos pesados.
  - ▶ Se requerirá aislamiento sólido entre las paredes del laboratorio.
  - ▶ Las puertas exteriores del laboratorio deberán contar con cerraduras de seguridad electrónicas con tarjetas magnéticas o combinaciones numéricas.
  - ▶ Los marcos de las puertas exteriores deben ser de acero inoxidable y permitir el cierre hermético de las mismas.
  - ▶ Las paredes interiores deben ser de un material que permitan ser lavadas con agentes líquidos y descontaminados con gas. Debe tener bordes sanitarios.
  - ▶ El piso del laboratorio debe ser construido de un material impermeable, antiderrapante y que permita ser lavado y descontaminado.
  - ▶ El laboratorio debe contar con todos los componentes mecánicos, eléctricos y de plomería requeridos para este nivel de bioseguridad.
    - Debe tener un sistema HVAC con filtros HEPA para la filtración del aire de entrada y de salida.
    - El sistema HVAC deberá suministrar un flujo de aire direccional y cascadas de presión de aire que garanticen la contención dentro del laboratorio y en el área de acceso.
    - El sistema HVAC deberá estar conectado a controles de presión, monitores y alarmas que controlen su operación correcta y mantenga las cascadas de presión de aire requeridas.
    - El suministro eléctrico deberá ser de 60 Hz.

- El laboratorio deberá contar con una fuente de respaldo eléctrico suficiente para alimentar los dispositivos de contención primaria (gabinetes de seguridad) y los equipos de refrigeración.
- Las tuberías de suministro de agua y las de drenaje deben ser de CPVC.
- El laboratorio debe estar equipado con una tarja con pila y lavajos de operación automática mediante rayos infrarrojos.
- Una ducha con suministro de agua fría y caliente.
- ▶ El laboratorio deberá contar con un sistema de control automático y sensores apropiados que permitan el monitoreo constante de peligro de incendio, niveles de CO<sub>2</sub>, hidrógeno, monóxido de carbono, fallas de HVAC, fallas de voltaje y niveles de ruido.
- ▶ El laboratorio deberá tener servicios de voz y datos, sistema de circuito cerrado de TV con ocho cámaras ubicadas en interior y exterior conectadas a un sistema de grabación continua.
- ▶ El laboratorio deberá contar con un espacio útil de trabajo de al menos 38 m<sup>2</sup>, con el siguiente equipamiento: Autoclave de paso, 3 gabinetes de seguridad biológica clase II, un gabinete de seguridad biológica de clase III, 2 incubadoras de CO<sub>2</sub>, facilidades de refrigeración (4 °C, -20 °C y -80 °C), 1 contenedor de nitrógeno líquido, una ultracentrífuga, una centrífuga refrigerada, tarja de operación IR, con lavajos, planta eléctrica o UPS, sistema de tratamiento de residuos líquidos contaminados.
- ▶ El laboratorio debe ser entregado totalmente equipado y funcionando al 100%.
- El laboratorio deberá ser entregado con un certificado de operación emitido por organismos internacionales para laboratorios con barrera de contención de nivel 3.
- Se deberá calificar y entrenar 5 especialistas con grado de maestría o doctorado en especialidades biomédicas y que tengan experiencia previa en el trabajo con virus. Los especialistas deberán contar al final del entrenamiento un certificado que los califique como operarios del laboratorio de bioseguridad de nivel 3, según las normas establecidas por CDC y NIH.
- Manuales de operación del laboratorio (sistema de HVAC, sistema eléctrico, sistema de control automático, sistema de descontaminación de efluentes, sistema de video vigilancia etc.)
- Manual de operación del equipamiento instalado en el laboratorio.
- El gobierno del DF definirá con el proponente que desarrolle el proyecto, el lugar donde se colocará el laboratorio y le proporcionará el espacio requerido para su instalación.

### **Indicadores**

- Identificación de agentes infecciosos emergentes con estándares de calidad internacional, según lo establecido por CDC.
- Capacidad para emitir alerta temprana de enfermedades emergentes o provocadas por brotes internacionales que lleguen a la Ciudad de México.
- Mejoras en la calidad de la información generada y en la custodia del material biológico que se genera en estos laboratorios con respecto a los laboratorios de bioseguridad de nivel 2.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Aumento de la protección personal y se minimizan los riesgos contra la salud del personal que trabaja en estos laboratorios con respecto a los laboratorios de bioseguridad de nivel 2.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
Dr. Máximo B. Martínez Benítez  
Director del Centro de Diagnóstico y  
Vigilancia Epidemiológica del Distrito Federal  
Teléfonos: +52(55) 55 12 10 12 ext. 310

## **Demanda 2.2      DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y CERTIFICACIÓN DE UN LABORATORIO TIPO SALA BLANCA CLASE 10,000 PARA MEDICINA REGENERATIVA EN EL DISTRITO FEDERAL.**

**Modalidad:** Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica que requiere el Distrito Federal

### **Antecedentes**

La investigación en biomedicina ha experimentado una revolución sin precedentes durante las últimas décadas, desencadenada por la clonación del primer mamífero (la oveja Dolly) y por el aislamiento de líneas de células troncales a partir de embriones humanos. Estos descubrimientos marcaron el inicio de una serie de propuestas terapéuticas conocidas globalmente como medicina regenerativa, la cual es un campo interdisciplinario emergente de investigación para aplicaciones clínicas encaminadas a la reparación, reposición o regeneración de células, tejidos u órganos en enfermedades provocadas por alteraciones celulares o destrucción tisular, como es la diabetes, Parkinson, Alzheimer, lesiones medulares, de corazón o cerebrales, quemaduras, osteoporosis, artritis reumatoide, entre otras.

En la actualidad no existen tratamientos eficaces disponibles para muchas enfermedades crónico-degenerativas provocadas por la muerte o el mal funcionamiento de células concretas. En otros casos, el trasplante de órganos constituye una estrategia terapéutica adecuada, pero presenta inconvenientes relacionados con la falta de disponibilidad de órganos y con problemas de incompatibilidad que pueden dar lugar a rechazo. La medicina regenerativa se presenta como una de las grandes promesas para el tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas.

En México, las enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes, las enfermedades coronarias y el cáncer, tienen una mayor incidencia que la producida por las enfermedades infecciosas, por lo que disponer en la Ciudad de México de un laboratorio que permita producir células troncales y sus derivados con fines terapéuticos en condiciones GMP (por sus siglas en



Ciudad de  
**vanguardia**



inglés *Good Manufacturing Practices*), impactará directamente la atención médica y permitirá incrementar notablemente la calidad de vida de la población.

### **Objetivo General**

Crear un laboratorio de medicina regenerativa con capacidades tecnológicas para desarrollar terapia celular, transferencia nuclear, ingeniería de tejidos, genómica, proteómica y farmacología, orientadas a impulsar el desarrollo y la aplicación de nuevas terapias así como proporcionar autonomía productiva en las áreas más innovadoras de salud, permitiendo mejorar la atención y la calidad de vida de los ciudadanos.

### **Objetivos Específicos**

1. Diseñar, construir, equipar y poner en funcionamiento un laboratorio con áreas blancas de clase 10,000, que permita realizar todos los procedimientos requeridos para desarrollar terapia celular, transferencia nuclear, ingeniería de tejidos con fines terapéuticos.
2. Obtener la certificación del laboratorio de acuerdo a las disposiciones establecidas por la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y las normas ISO 14644, NOM-059-SSA1-1993.
3. Calificar y entrenar al personal que prestará servicio en esta instalación, para la generación de productos biológicos en condiciones GMP.

### **Productos Esperados**

- Laboratorio con áreas blancas de clase 10,000 en una superficie total útil de 250-300 m<sup>2</sup>, cuya distribución incluya las siguientes áreas de trabajo:
  1. **Laboratorio principal:** provisto de mesetas de trabajo con cajoneras, todo de acero inoxidable. Área de trabajo para propósitos múltiples.
  2. **Área de biología molecular:** con el equipamiento necesario para el análisis molecular de expresión de genes, entre otros, equipos para PCR en tiempo real, termocicladores de punto final y de gradiente, cabinas para PCR, espectrofotómetros y luminómetros, centrifugas y una zona de electroforesis de ácidos nucleicos con sistema de captura y análisis de imágenes. Es recomendable equipar un cuarto separado con un secuenciador como el *Genome Sequencer GS Titanium*.
  3. **Área de bioquímica e histoquímica:** provista del equipamiento necesario para realizar electroforesis de proteínas en una y dos dimensiones, técnicas de inmunohistoquímica (recomendable equipo automatizado para ELISA, por ejemplo el EVOLIS), microscopios ópticos y de fluorescencia, equipo para microarreglos de tejidos, campana extractora de gases, horno de hibridación y estufa, un analizador de imágenes, microtomo de precisión y un criostato. Es recomendable un equipo de microdissección laser.
  4. **Área de cultivo:** espacio destinado al cultivo de líneas de células y cultivos primarios. Deberá contener cámaras de flujo laminar clase II para la manipulación en condiciones estériles, incubadoras de CO<sub>2</sub>, refrigeradores, congeladores, y tanque de nitrógeno líquido para la criopreservación de células.

5. **Área de criopreservación:** el laboratorio deberá contar con una cámara fría y una sala de congeladores con temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $-80^{\circ}\text{C}$ , tanques de nitrógeno líquido y al menos un *Cryo-Freezer* de  $-150^{\circ}\text{C}$ .
  6. **Área de citometría y microscopía de fluorescencia:** equipada con un citómetro Cyan de 3 láseres y un citómetro MoFlo de 3 láseres de Dako Cytomation, con dispositivo para clonar células, módulo de alta velocidad (25.0000 a 30.0000 cél/sec), con posibilidad de separar 1, 2, 3 y ajustar hasta 4 poblaciones simultáneamente en condiciones estériles, así como un *sort master* que permite la supervisión automatizada durante la separación celular. Un espacio aparte, cerrado, para la colocación y operación de microscopios de fluorescencia, recomendable que sea uno de epifluorescencia y uno confocal.
  7. **Área de lavado y esterilización de material de laboratorio:** equipado con lavadora termodesinfectadora, sistema de purificación de agua MilliQ, autoclave de 450 L con puerta hidráulica.
  8. **Almacén:** para resguardar el material de laboratorio plástico, material de oficina, etc.
  9. **Sala de cómputo:** espacio destinado al trabajo de escritorio con conexión a internet.
  10. **Sala de reuniones y seminarios:** espacio suficiente para al menos 20 personas y que tenga conexión a internet.
- Se deberá calificar y entrenar al menos a 10 especialistas con grado de maestría o doctorado en áreas biomédicas y que tengan experiencia previa en el trabajo en terapia celular, transferencia nuclear, ingeniería de tejidos, genómica, proteómica o farmacología.
  - Se deberán entregar los Manuales de operación de las instalaciones del laboratorio (sistema de control diferencial de presiones con su control automático, sistema eléctrico, sistema hidráulico, etc.)
  - Se deberá entregar el Manual de operación de cada uno de los equipamientos instalados en el laboratorio.
  - El Gobierno del Distrito Federal definirá en un plazo máximo de 60 días a partir de la dictaminación final, junto con el proponente que desarrolle el proyecto, el lugar donde se ubicará el laboratorio y le proporcionará el espacio requerido para su instalación.

### **Indicadores**

- Laboratorio para la producción de células troncales con estándares GMP, completamente equipado y funcionando.
- Planos arquitectónicos, estructurales, eléctricos, de equipos, dispositivos e instrumentos, así como sus especificaciones técnicas a detalle.
- Al menos 10 especialistas con grado de maestría o doctorado debidamente entrenados en terapia celular, transferencia nuclear, ingeniería de tejidos, genómica, proteómica ó farmacología, para la operación del laboratorio.





Ciudad de  
**vanguardia**



### **Tiempo estimado para desarrollo**

24 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
Dra. Cecilia Bañuelos Barrón  
Directora de Investigación en Salud y Medio Ambiente  
Teléfonos: +52(55) 55 12 10 12 ext. 202

**Demanda 2.3            DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MEDICINA INTEGRATIVA (SIPMI) DE LA SECRETARÍA DE SALUD DEL DISTRITO FEDERAL, QUE ORGANICE LOS REGISTROS DE DATOS DERIVADOS DEL PROCESO DE ATENCIÓN MÉDICA DE ACUPUNTURA, FITOTERAPIA, HOMEOPATÍA Y ALOPATÍA.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

La Ley de Salud del Distrito Federal establece la atribución de la Secretaría de Salud para desarrollar el Programa de Medicina Integrativa (Artículo 24, fracción XXVI), con impacto en los diferentes ámbitos de la atención médica preventiva y curativa que otorga en sus unidades de primer y segundo nivel de atención, mediante la instauración de terapéuticas homeopáticas, de fitoterapia y acupuntura en consultorios ubicados en el territorio del Distrito Federal.

La población del Distrito Federal busca y accede a atención médica con disciplinas diferentes a las que se ofrecen en los centros de salud y hospitales de la red gubernamental, sin embargo, muchas de estas prácticas no convencionales se realizan fuera de las instituciones públicas por prestadores de servicios que adolecen de respaldo científico y ético suficiente, sin que existan criterios normativos bien definidos por la autoridad sanitaria.

Por otro lado, en los años recientes ha crecido de manera importante la aceptación que los ciudadanos tienen por la oferta terapéutica de la homeopatía, acupuntura y fitoterapia, sin que existiera un Programa que regule, normalice, ofrezca y evalúe su eficacia y resultados.

Por dichas razones es que surge el Programa de Medicina Integrativa de la Secretaría de Salud, para que los pacientes tengan alternativas de tratamiento y la Institución cuente con la fundamentación científica y técnica que garantice su práctica con seguridad, eficacia y calidad.

Para ese propósito, desde el inicio de los trabajos en el 2009, se integró un equipo de expertos clínicos en materia de Acupuntura, Fitoterapia y Homeopatía, los cuales han participado en las tareas de desarrollo del Programa de Medicina Integrativa. Además se ha tenido la colaboración de diferentes instituciones académicas y de investigación de carácter local, nacional e internacional, lo que ha permitido distinguir con claridad la necesidad de contar con un sistema de información específico para el Programa.



Ciudad de  
**vanguardia**



Con estos elementos, más la contribución de las áreas de planeación y de información de esta Secretaría de Salud, se tienen claramente identificadas las necesidades de información, procesamiento y salidas de un sistema de información específico para la práctica clínica de estas modalidades terapéuticas y de la medicina alópata, así como de sus áreas prioritarias de apoyo, diagnóstico y tratamiento.

De la misma manera se requiere disponer de equipos de cómputo adecuados y de la participación de personal experto en sistemas de informática para la construcción y operación del Sistema de Información del Programa de Medicina Integrativa. Es necesario contar con el Sistema de Información para enlazar electrónicamente las áreas de administración, farmacia, almacén, archivo clínico, laboratorio, rayos X, trabajo social, enfermería, epidemiología y estadística con los servicios de consulta médica, con la finalidad de que el médico en el momento de la consulta, cuente con toda la información necesaria para la mejor atención integral del paciente.

Hay que resaltar que en el marco institucional, el sistema de información propuesto es innovador, ya que permitirá enlazar la sistematización de datos automatizada con el área administrativa y de atención médica, y en particular con el área de enseñanza y de investigación. La investigación en este marco se articula de manera innovadora al sistema general.

### **Objetivo General**

Desarrollar el Sistema de Información del Programa de Medicina Integrativa de la Secretaría de Salud del Distrito Federal, que organice y articule los registros de datos derivados del proceso de atención médica en acupuntura, fitoterapia, homeopatía y alopatía, que reduzca los tiempos de captura de información, posibilite el control del proceso terapéutico y la evaluación de sus resultados.

### **Objetivos Específicos**

- a) Desarrollar un software que integre los datos relevantes de todas las áreas y servicios del Programa de Medicina Integrativa (administración, farmacia, almacén, archivo clínico, laboratorio, rayos X, trabajo social, enfermería, epidemiología y estadística con los servicios de consulta médica) a una red de información global
- b) Instalar el sistema de información en los equipos de cómputo de los consultorios del Programa de Medicina Integrativa, en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento y en las áreas de administración, mediante una red de cómputo, incluyendo el acceso por vía internet
- c) Simplificar al máximo el llenado adecuado y oportuno de los formatos y reportes establecidos en la normatividad aplicable

### **Productos Esperados**

- El software del Sistema de Información del Programa de Medicina Integrativa, con las siguientes características:

- Articulará los datos relevantes de los servicios de consulta médica con la administración, farmacia, almacén, archivo clínico, laboratorio, rayos X, trabajo social, enfermería, epidemiología y estadística.
  - Contendrá códigos fuente abiertos para la planeación, organización y seguimiento del proceso de atención médica en Medicina Integrativa.
  - Utilizará la información capturada en los primeros formatos, a fin de evitar la duplicación del registro de datos de los pacientes que provenga de las distintas áreas o servicios a los que acuden.
  - Tendrá una agenda electrónica para la programación de citas de consulta médica, laboratorio, rayos x y trabajo social, entre otros, con tiempos establecidos por atención, posibilidad de ajustarla en función de disponibilidad de personal y ausencias programadas.
  - Permitirá conocer en tiempo real la suficiencia de personal para la atención y los stocks de los insumos para la prestación de los servicios en laboratorio, rayos X y farmacia, así como para ejecutar las altas o bajas de los insumos de dichos servicios.
  - Dispondrá de archivos digitales del expediente clínico electrónico de acuerdo a la normatividad establecida.
  - Contará con firma electrónica avanzada de los registros por usuario, con restricciones para la impresión de los formatos, salvo situaciones especiales autorizadas por las autoridades competentes.
  - Constituirá un programa informático institucional con posibilidad de escalamiento y extrapolación a otras modalidades de atención médica, y que sea compatible con los sistemas oficiales de información de la Institución.
  - Tendrá la capacidad de generar bases de datos con reportes específicos (salidas) por paciente, médico, modalidad terapéutica y servicios de apoyo diagnóstico y de tratamiento, con flexibilidad en la selección de los rangos temporales, que además sean de utilidad sustantiva para actividades de investigación y para evaluar la efectividad terapéutica y la satisfacción de los pacientes, por padecimiento, médico y modalidad terapéutica
  - Generará reportes periódicos institucionales sobre la atención médica otorgada y posibilitará la creación de reportes especiales
- Capacitación de 20 usuarios del Sistema de Información
  - Instalación del software en los equipos de cómputo de los consultorios del Programa de Medicina Integrativa, en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento y en las áreas de administración
  - Solicitud de registro de derechos de autor del software del Sistema de Información del Programa de Medicina Integrativa, que articule los datos relevantes de los servicios de consulta médica con la administración, farmacia, almacén, archivo clínico, laboratorio, rayos X, trabajo social, enfermería, epidemiología y estadística



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Indicadores de impacto**

- Aumento en la cantidad de consultas agendadas a través del Sistema de Información
- Reducción de los tiempos de espera del paciente para consulta médica
- Reducción en la cantidad de expedientes clínicos impresos
- Menores costos de operación asociados al uso de equipo e insumos para la impresión de los expedientes clínicos
- Aumento en la cantidad de informes generados de manera automatizada a través del Sistema de Información
- Aumento en la calidad de la atención y en la satisfacción del derechohabiente o usuario

### **Tiempo estimado para desarrollo**

No mayor a 12 meses

### **Usuarios de la demanda**

Secretaría de Salud del Distrito Federal  
Director de Coordinación y Desarrollo Sectorial  
Xocongo No. 225 6º piso, Col. Tránsito  
Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06820, México, D. F.  
Teléfono 51 32 12 00. Ext. 1027

### **Contacto**

Dr. Ángel González Domínguez  
Director de Coordinación y Desarrollo Sectorial  
Secretaría de Salud del Distrito Federal  
Xocongo No. 225 6º piso, Col. Tránsito  
Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06820, México, D. F.  
Teléfono 51 32 12 00. Ext. 1027  
Correo-e: [agdominguez2010@gmail.com](mailto:agdominguez2010@gmail.com)

**Demanda 2.4      DESARROLLO DE UN MODELO DE CORRELACIÓN CLÍNICA DE  
BIOLOGÍA DE FUNCIONES CON LOS DIAGNÓSTICOS  
NEURODEGENERATIVOS Y ENDÓCRINOS FUNCIONALES.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Antecedentes**

La OMS, a partir del 2003, establece como estrategia para el mejoramiento de salud de las poblaciones, el reconocimiento, entre otros aspectos, de “las medicinas alternativas o complementarias”. Sin embargo, en la Ciudad de México desde 1997 la Ley de Salud del Distrito Federal reconoce por primera vez la diversidad de prácticas terapéuticas que existen y propone su institucionalización. La Ley General de Salud establece el marco normativo para la implementación y desarrollo de la medicina tradicional y las medicinas alternativas o complementarias. Por otra parte, el Gobierno del Distrito Federal, a través de la Secretaría de Salud, en cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 24 fracción 26 de la Ley de Salud del Distrito Federal publicada en el año 2009, crea el Programa de Medicina Integrativa como un aspecto relevante de su política pública en salud, el cual se encuentra operando en diferentes unidades de atención seleccionados de la red de servicios.

Si bien la Secretaría de Salud del Distrito Federal ya otorga atención médica en estas disciplinas, aún no cuenta con el desarrollo tecnológico necesario para la estandarización de pruebas de laboratorio de investigación clínica acordes con la propuesta referida de diagnóstico complementario y mediante la utilización de la biología de funciones. La incorporación de esta metodología permitirá al médico realizar un análisis más profundo del estado fisiopatológico del paciente y de esta manera brindarle una mejor atención, no sólo a nivel curativo sino también a nivel preventivo.

La biología de funciones, consistente en un algoritmo que se nutre de datos de laboratorio, en su mayor parte convencionales, por ejemplo la biometría hemática, requiere adicionalmente de algunas pruebas de laboratorio no usuales, por ejemplo, las isoenzimas de la DHL o la osteocalcina, que posibilitan llevar a cabo inferencias de análisis cuantitativos de relevancia crítica en la investigación, no sólo diagnóstica del paciente, sino de los efectos fisiológicos de la terapéutica. Por tal motivo, es importante el desarrollo de un modelo de correlación clínica de biología de funciones, que permita conocer diversos niveles funcionales del paciente, redundando en la expresión clínica y en la fisiopatología de las enfermedades. A su vez esto nos permite el diseño de medidas específicas preventivas, curativas e individualizadas para cada paciente de acuerdo al padecimiento. Cabe señalar que se tienen identificadas las principales causas de morbilidad que son motivo de atención a los usuarios en las unidades médicas de la Secretaría de Salud.

Para enlazar la biología de funciones con la atención médica y la investigación clínica se requieren perfiles de prevención de enfermedades, guías o protocolos de atención a partir de la biología de funciones, guías para el tratamiento individualizado, perfiles de biología de enfermedades de las enfermedades más frecuentes, así como equipo de laboratorio para realizar los exámenes necesarios, con los cual se obtienen algoritmos que valoran el estado fisiológico individual del paciente, a partir de aproximadamente 150 parámetros que están ligados a un minucioso y detallado examen clínico. La biología de funciones permite conocer niveles funcionales hormonales y de otras funciones específicas que reflejan el estado fisiológico preciso del paciente y facilita inferir la fisiopatología de las enfermedades. Esto hace accesible el diseño de una terapéutica específica tanto preventiva y curativa individualizada.

Con el modelo de correlación clínica de biología de funciones se facilitará el desarrollo de procesos de investigación que involucren al personal del área clínica, así como la evaluación de la eficacia terapéutica de las diferentes modalidades terapéuticas. Todo esto tendrá como resultado mejoría en la calidad técnico-científica de la atención médica, incremento en la



Ciudad de  
**vanguardia**



oportunidad de acceso a servicios de salud diversificados, en el aumento de la adherencia terapéutica y en la satisfacción de los usuarios.

### **Objetivo General**

Desarrollar un modelo de correlación clínica de biología de funciones con los diagnósticos neurovegetativos y endocrinos funcionales, que sea de utilidad para crear perfiles específicos de enfermedades crónico-degenerativas de alta incidencia en la población y para establecer medidas de prevención y tratamiento.

### **Objetivos Específicos**

1. Desarrollar, validar y adecuar los algoritmos de la biología de funciones a la población usuaria de los servicios
2. Elaborar y validar los parámetros de referencia de las pruebas de laboratorio de biología de funciones
3. Desarrollar un software para el registro, procesamiento y análisis estadístico de los resultados de biología de funciones
4. Instalar, poner en operación y calibrar equipos de laboratorio de electroforesis y de medición de osteocalcina para realizar pruebas de biología de funciones
5. Capacitar al personal médico en la creación y utilización de algoritmos y utilización del software hasta la conclusión de la validación y certificación de los protocolos ya establecidos, así como al personal de laboratorio en la estandarización y manejo de equipo especializado

### **Productos Esperados**

- Guías o protocolos de aplicación clínica de fitoterapia según el examen clínico individualizado de cada paciente y el resultado de los exámenes de biología de funciones
- Perfiles de biología de funciones de las 20 enfermedades de alta incidencia en la población usuaria de los servicios médicos de la Secretaría de Salud del Distrito Federal
- Parámetros de referencia de las pruebas de laboratorio de biología de funciones, debidamente validados
- Software para el registro, procesamiento y análisis estadístico de los resultados de biología de funciones
- Equipos de laboratorio de electroforesis y de medición de osteocalcina para realizar pruebas de biología de funciones, instalados, en operación y calibrados
- Capacitación a 20 médicos en el manejo y adaptación del algoritmo de biología de funciones en las condiciones epidemiológicas y asistenciales a la población mexicana, así como en manejo del software estadístico de biología de funciones



Ciudad de  
**vanguardia**



- Capacitación al Químico Jefe de Laboratorio y a tres Técnicos de Laboratorio en la estandarización y manejo del equipo especializado
- Solicitud de registro de derechos de autor del software para el registro, procesamiento y análisis estadístico de los resultados de biología de funciones

### **Indicadores de impacto**

- Mejora en la relación costo-efectividad de los tratamientos a partir de que se cuenta con exámenes de biología de funciones
- Fortalecimiento de las guías de práctica clínica con la incorporación de las pruebas de laboratorio de biología de funciones en los algoritmos de atención
- Mayor disponibilidad de medidas de prevención y tratamiento de las enfermedades crónico-degenerativas de alta incidencia en los servicios médicos de la Secretaría de Salud del Distrito Federal
- Aumento en la calidad de la atención y la satisfacción del derechohabiente o usuario

### **Tiempo estimado para desarrollo**

No mayor a 24 meses

### **Usuarios de la demanda**

Secretaría de Salud del Distrito Federal  
Director de Coordinación y Desarrollo Sectorial  
Xocongo No. 225 6º piso, Col. Tránsito  
Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06820, México, D. F.  
Teléfono 51 32 12 00. Ext. 1027

### **Contacto**

Dr. Ángel González Domínguez  
Director de Coordinación y Desarrollo Sectorial  
Secretaría de Salud del Distrito Federal  
Xocongo No. 225 6º piso, Col. Tránsito  
Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06820, México, D. F.  
Teléfono 51 32 12 00. Ext. 1027  
Correo-e: [aqdominguez2010@gmail.com](mailto:aqdominguez2010@gmail.com)



Ciudad de  
**vanguardia**



### ÁREA 3. ENERGÍAS RENOVABLES

#### **Demanda 3.1 ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES COMESTIBLES USADOS.**

**Modalidad:** Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica que requiere el Distrito Federal

#### **Antecedentes**

México, uno de los mayores productores y exportadores de petróleo del mundo, está tratando de impulsar fuentes alternas de energía ante un declive en la producción de crudo por lo que se requiere llevar a cabo la búsqueda de alternativas energéticas más baratas y limpias para terminar con la dependencia del petróleo y para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero, ha impulsado el establecimiento de monocultivos a gran escala para obtener biocombustibles en todo el mundo. Ejemplo de ello es la producción de etanol en Brasil y en Estados Unidos por medio del uso de la caña de azúcar y del maíz respectivamente. Para el caso del biodiesel, las semillas del piñón (*jatropha curcas*) producen un biodiesel de buena calidad. Además al piñón se le adjudican ventajas sobre otras especies, como requerimientos agroecológicos mínimos, bajos insumos, ocupación de suelos marginales para la recuperación de suelos, entre otros. Por estas razones, esta planta ha adquirido alta importancia económica en el mundo.

Por otra parte, actualmente algunas unidades de la Red de Transporte Público del Distrito Federal han comenzado a emplear biodiesel producido en otros estados del país usando diferentes proporciones con diesel bajo en azufre. Dada la necesidad de poder garantizar el abastecimiento de biodiesel a estas unidades, y las que se adquieran a futuro, se hace necesario contar para la Ciudad de México con un proceso para la producción de biodiesel a partir de aceites comestibles usados. Pero también es importante conocer las posibilidades de otras alternativas para la producción de este biocombustible acorde la situación geográfica del Distrito Federal.

#### **Objetivo General**

Diseño, construcción y operación de una planta piloto para la producción estimada de 2000 lt/día de biodiesel a partir de aceites comestibles usados provenientes de diversas fuentes ubicadas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

#### **Objetivos Específicos**

- El biodiesel obtenido debe cumplir con el estándar internacional ASTM 6751.
- Contar con una perspectiva a futuro de insumos para la producción de biodiesel en el Distrito Federal.





Ciudad de  
**vanguardia**



### **Consideraciones**

Previo a la implementación de la planta piloto se debe tener un estudio que determine, compare, valore y recomiende todas las alternativas de insumo posibles para la producción de biodiesel considerando la situación geográfica de la Ciudad de México, de modo tal que este insumo pueda ser producido en el Distrito Federal para su aprovisionamiento continuo. Además el estudio deberá contemplar los requerimientos económicos, técnicos y físicos de la planta piloto a implementar.

### **Productos Esperados**

1. Estudio de insumos necesarios para satisfacer las necesidades del Gobierno del DF en materia de biodiesel, lo mismo que la manera de producir y/o proveer la materia prima de manera continua.
2. Estudios agroecológicos y socio-económicos relativos a los insumos propuestos.
3. Estudios teórico y experimental de los procesos de obtención y purificación de la materia prima.
4. Estudios teórico y experimental de los procesos de obtención y purificación del biodiesel
5. Memoria técnica detallando el proceso de producción de biodiesel a partir de aceites comestibles usados.
6. Ingeniería básica para una planta productora de un estimado de 2000 l/día de biodiesel a partir de aceite comestible usado incluyendo:
  - a. Planos
  - b. Memoria descriptiva.
  - c. Memoria de calculo
  - d. Diagramas e instrumentación.
  - e. Procedimientos de Operación.
  - f. Licencia de impacto ambiental
  - g. Licencia de impacto urbano
  - h. Certificación o comprobación del cumplimiento del estándar internacional ASTM 6751
7. Planta piloto productora de un estimado de 2000 l/día de biodiesel.
8. La planta piloto se deberá instalar en los talleres de la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP)

### **Indicadores**

- Implementación de la planta. Fortalecimiento de la infraestructura del Gobierno del Distrito Federal.
- Producción de un estimado de 2000 litros/día de biodiesel para la demanda de combustible de RTP.
- Reducción de gases efecto invernadero por el uso de biodiesel.
- Perspectiva a futuro de insumos para la producción de biodiesel en el Distrito Federal.

### **Tiempo estimado para desarrollo**



Ciudad de  
**vanguardia**



18 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Dr. Rodrigo Montúfar Chaveznava  
Director de Investigación en Tecnologías Urbanas y Sociales  
Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
55121012 Ext. 235  
rmontufar@icyt.df.gob.mx

### **Demanda 3.2      DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS Y CERTIFICACION PARA COLECTORES SOLARES DESTINADOS AL CALENTAMIENTO DE AGUA.**

**Modalidad:** Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica que requiere el Distrito Federal

### **Antecedentes**

A partir del 7 de abril de 2006 está vigente en el Distrito Federal la Norma Ambiental para el Aprovechamiento de la Energía Solar NADF-008-AMBT-2005. Esta Norma Ambiental tiene por objeto establecer los criterios para el aprovechamiento de la energía solar; los requerimientos mínimos de calidad; las especificaciones técnicas de instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de calentamiento de agua por medio de la energía solar. Si bien la observancia de esta norma aún es voluntaria para establecimientos comerciales existentes con más de 51 empleados, también es obligatoria para todos aquellos establecimientos comerciales que inician operaciones. Esta actividad ha ocasionado que cada vez sea más común observar establecimientos comerciales que utilizan agua caliente para servicio con instalaciones de calentadores solares.

En el sector doméstico existe un interés creciente en la población del D.F. por la utilización de fuentes limpias de energía, en este sentido la utilización de colectores solares para el calentamiento se ha extendido en muchos hogares, sin embargo aún son muchos los que faltan por unirse a los que ya aprovechan la energía del sol para calentar el agua de la ducha.

Debido a que el Distrito Federal es la entidad que tiene el mercado potencial más grande para la instalación de calentadores solares para calentamiento de agua, es necesaria la construcción de un laboratorio de certificación que responda a las exigencias de la normativa internacional de calentadores solares, como son el cumplimiento de los estándares internacionales ISO-9459-2 e ISO-9806-1; esto habilitaría a la mayoría de fabricantes de calentadores solares que satisfagan esta normativa, para la eventual exportación de equipos y colaboraría a fortalecer al emergente mercado nacional.

Actualmente existen tres entidades en México que certifican equipos solares de conformidad a la norma mexicana NMX-ES-001-NORMEX 2005 y una más que certifica de acuerdo al Dictamen de Idoneidad Técnica (DIT), también elaborado en México. La razón de incluir el



Ciudad de  
**vanguardia**



estándar de certificación ISO-9459-2 consiste en que, aparte de ser una norma con reconocimiento internacional, el método de prueba está enfocado a los sistemas solares como equipos de precalentamiento, y esta es la forma en que se usa el calentador solar en México. Muy raramente se ven equipos con sistema de respaldo de energía integrado. Además, el estándar ISO-9459-2 permite conocer la fracción de aporte solar de un sistema bajo cualquier variedad de condiciones en la República Mexicana. Adicionalmente, el método de prueba del funcionamiento térmico contemplado en el estándar ISO-9459-2, es empleado globalmente; por ejemplo, podemos citar a China, Portugal, España, Alemania, África, y este estándar sirve de base para el estándar OG100 de la NRCC de los Estados Unidos.

La certificación de equipos con estándares internacionales dará la oportunidad a los consumidores nacionales de que los equipos que adquieren cumplan con las normas y con la calidad requerida.

Para evitar que los fabricantes de equipos solares visiten varios laboratorios para la certificación de sus productos, este nuevo laboratorio estará en condiciones de ofrecer certificaciones para la norma mexicana norma mexicana NMX-ES-001-NORMEX 2005 y el DIT.

### **Objetivo General**

Diseñar e instalar un laboratorio certificado en el Distrito Federal para la realización de pruebas a captadores solares conforme a lo establecido en las normas nacionales y estándares internacionales. Este laboratorio será capaz de realizar pruebas y certificar a captadores planos y a captadores de tubos evacuados de vidrio y formar recursos humanos capacitados en la realización de pruebas para el cumplimiento de normas nacionales y estándares internacionales de manera continua.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar, construir y adquirir equipamiento experimental para un banco de pruebas capaz de probar tres captadores al mismo tiempo para el estándar internacional ISO-9459-2 y la norma mexicana NMX-ES-001-NORMEX 2005 y el DIT nacional.
- Certificar los equipos que se instalarán en el laboratorio para poder emitir un documento que cuente con reconocimiento ante las instancias correspondientes.
- Capacitar y formar recursos humanos procedentes de instituciones de educación superior y para operar el banco de pruebas.
- Producir reportes técnicos, científicos y nuevas normas regionales o nacionales.

### **Productos Esperados**

Un laboratorio de pruebas, ensayos y certificación de colectores solares para calentamiento directo de agua, ya sea mediante colectores de placa metálica o mediante colectores de tubos de vidrio, que cumpla con los siguientes requisitos indispensables:

- Instalarse en el Distrito Federal (el usuario indicará y/o aprobará su ubicación).
- Contar con un área mínima de 2400 m<sup>2</sup> libres de sombra por árboles y edificios a lo largo de todo el año
- Tener una zona de maniobras para carga y descarga de calentadores solares



Ciudad de  
**vanguardia**



- Tener una nave de 10 m x 12 m para capacitación, control, instrumentación y prueba de materiales.
- Contar con un banco de ensayos para poder efectuar y certificar las pruebas ISO 9459-2 “Métodos de ensayo exteriores para la caracterización y predicción del rendimiento anual de los sistemas solares” para rendimiento térmico de sistemas solares sin respaldo.
- Contar con un banco de ensayos para efectuar las pruebas del Dictamen de Idoneidad Técnica mexicano.
- Contar con un banco de ensayos para efectuar las pruebas de la norma mexicana NMX-ES-001-NORMEX 2005.
- Documentos técnicos y manuales para la realización ensayos de caída de presión en colectores de placa plana y de vidrio.
- El laboratorio deberá ser entregado con un certificado de operación emitido por organismos internacionales para laboratorios de certificación.
- Planos y especificaciones del laboratorio
- Manuales técnicos de operación de los bancos de pruebas, incluyendo especificaciones y perspectivas
- Manuales técnicos para la capacitación de personal y de recursos humanos de instituciones de educación superior
- Convenios de colaboración con instituciones de educación superior de la Ciudad de México y de la República Mexicana para capacitar y formar recursos humanos

### **Indicadores de Impacto**

- Número de empresas que comercializan equipos certificados y evaluados para el calentamiento solar de agua.
- Número de laboratorios en la Ciudad de México y en el país de certificación nacional e internacional de equipos de calentamiento solar.
- Número o estadística de fallas de los equipos de calentamiento solar por parte de los usuarios que adquieran productos certificados.
- Número de personal capacitado y recursos humanos para la realización de pruebas y certificación.
- Número de reportes técnicos, científicos y nuevas normas regionales o nacionales producidos.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

18 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
Dr. Rodrigo Montufar Chaveznava  
Director de Investigación en Tecnologías Urbanas y Sociales  
República de Chile #6 Col. Centro  
C.P. 06010 Del. Cuauhtémoc, México, D.F.  
Teléfono (5255) 5512 1012 ext 259



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Demanda 3.3 FABRICACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS MEDIANTE PROCESO PRE-INDUSTRIALES Y ESCALABLES BASADOS EN TECNOLOGÍAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE MATERIALES SEMICONDUCTORES II-VI.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

#### **Antecedentes**

La energía eléctrica que se consume en la ciudad de México, es en un alto porcentaje producto de la combustión de recursos naturales no renovables. Dicha combustión genera gases contaminantes que deterioran el medio ambiente afectando la salud pública y causando el efecto invernadero que provoca el calentamiento global. Además, en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el transporte público y privado es el principal demandante de combustible, concentrando el 53% del consumo energético nacional de hidrocarburos, que igualmente causan contaminación y su agotamiento.

Una alternativa energética renovable y limpia es la energía solar fotovoltaica, que hasta muy recientemente había sido la basada en silicio, llamada de primera generación. Recientemente la tecnología basada en películas delgadas de semiconductores II-VI, denominada de segunda generación ha logrado, mediante métodos innovadores, producir mayor potencia eléctrica, con mejores prestaciones y más económica que la del silicio.

En la ciudad de México y en diferentes estados de la República trabajan grupos que han logrado a nivel de laboratorio desarrollar tecnologías fotovoltaicas de segunda generación; en particular, basadas en la unión de semiconductores CdS/CdTe, ya maduras para fabricar pre-industrialmente prototipos de paneles fotovoltaicos.

Por lo anterior, es estratégico para la ciudad de México promover el uso de energías renovables; tales como, la solar fotovoltaica basada en materiales semiconductores II-VI. Este tipo de paneles fotovoltaicos han demostrado que producen mayor potencia y son los más económicos en el mercado actual.

El territorio de la ciudad de México son 1485 Km<sup>2</sup>, de los cuales 592 Km<sup>2</sup> corresponden a áreas urbanas, 372 Km<sup>2</sup> agrícolas y 521 Km<sup>2</sup> zonas no-cultivadas. El consumo eléctrico en la Ciudad de México durante el 2011 en promedio diario fue 4 x 10<sup>10</sup> watts-hora. La irradiación solar en la ciudad de México es 5 KW-hora/m<sup>2</sup> valores diarios promedio anual. Los paneles fotovoltaicos comerciales logran 10% de eficiencia de conversión de la energía solar en energía eléctrica. Si se instalaran sistemas fotovoltaicos en una área de 80 Km<sup>2</sup> de las azoteas de los edificios de las sedes de gobierno, industrias, casas habitación y zonas no-cultivadas generarían el consumo diario de electricidad de la ciudad de México. En efecto, la energía eléctrica generada potencialmente produciría los 4 x 10<sup>10</sup> watts-hora que representan el consumo total de energía eléctrica en la ciudad de México. Esto representaría un ahorro en el consumo de combustibles fósiles usados en la producción de la energía eléctrica. También, la energía eléctrica limpia producida podría usarse en fomentar el uso de vehículos eléctricos, logrando una importante reducción de la emisión de gases contaminantes.

Por lo anterior, es estratégico para el gobierno de la ciudad de México promover el desarrollo tecnológico y uso de energías renovables, tales como la solar fotovoltaica de segunda generación.



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Objetivo General**

Promover y facilitar el desarrollo solar fotovoltaico altamente innovador para fabricar paneles fotovoltaicos de segunda generación basados en semiconductores II-VI, para contar con una tecnología pre-industrial, competitiva y escalable para convertir en forma directa la energía solar luminosa en electricidad de forma que sea potencialmente aplicable a nivel industrial en la Ciudad de México.

### **Objetivos Específicos**

- Establecer a nivel de laboratorio procesos tecnológicos altamente innovadores, controlados y repetibles para la fabricación pre-industrial de prototipos de paneles fotovoltaicos basados en películas delgadas de semiconductores II-VI.
- Fabricar mediante tecnologías de películas delgadas de semiconductores II-VI prototipos de paneles fotovoltaicos con eficiencias mayores al 8% en áreas de 100 cm<sup>2</sup>.
- Formar recursos humanos con conocimientos sobre la fabricación industrial de paneles fotovoltaicos mediante tecnologías de películas delgadas de semiconductores II-VI.

### **Productos esperados**

- Paquete tecnológico validado a nivel laboratorio que incluya el *know-how* de los procesos tecnológicos de la secuencia de pasos para fabricar prototipos pre-industriales de paneles fotovoltaicos de segunda generación basados en semiconductores II-VI.
- Prototipos de paneles fotovoltaicos con eficiencias mayores a los 8% en áreas de 100 cm<sup>2</sup> basados en tecnologías de películas delgadas de semiconductores II-VI.
- Patentes y figuras de propiedad intelectual.
- Modelo de Transferencia de Tecnología
- Especialistas altamente calificados para la fabricación de paneles fotovoltaicos de segunda generación.
- Manuales técnicos para la operación los equipos utilizados para la fabricación de paneles solares
- Manual técnico del laboratorio, incluyendo planos y especificaciones.

### **Indicadores**

- Número patentes y figuras de propiedad intelectual sobre los procesos tecnológicos desarrollados, particularmente sobre aquellos para fabricar paneles fotovoltaicos de segunda generación basados en semiconductores II-VI.
- Número de manuales, reportes técnicos y artículos científicos sobre procesos pre-industriales, altamente innovadores, escalables y transferibles que incluyan todos los pasos para la fabricación de paneles fotovoltaicos de películas delgadas de semiconductores II-VI, desde el depósito de contactos eléctricos transparentes sobre sustratos de vidrio, continuando con las capas semiconductoras II-VI y contacto eléctrico



Ciudad de  
**vanguardia**



posterior, incluyendo tratamientos para optimizar el funcionamiento fotovoltaico, hasta la separación en celdas solares que integran el panel.

- Número de actividades relacionadas con la transferencia a la industria de los procesos y resultados del desarrollo tecnológico y de innovación, para garantizar su aplicación final en el mercado.
- Número de tecnologías fotovoltaicas escalables industrialmente para lograr la reducción de la dependencia de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica.
- Estimado del índice de la reducción de la emisión de gases contaminantes debido a las tecnologías fotovoltaicas desarrolladas en la Ciudad de México
- Perspectiva del número de unidades de transporte público y privado que emplearán energía eléctrica limpia producida a partir de celdas fotovoltaicas de segunda generación basadas en semiconductores II-VI en la Ciudad de México.
- Número de recursos humanos formados con conocimientos para la fabricación e instalación de productos fotovoltaicos.
- Número de reuniones y asesorías para promover entre industriales, inversionistas, y el Gobierno de la Ciudad de México las oportunidades de negocio, ventajas ambientales y de ahorro aprovechando la energía solar fotovoltaica.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

24 meses.

### **Usuario de la demanda**

Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
Dr. Rodrigo Montúfar Chaveznava  
Director de Investigaciones en Tecnologías Urbanas y Sociales.  
Tel: 55121012 ext. 259  
Correo electrónico: [rmontufar@icyt.df.gob.mx](mailto:rmontufar@icyt.df.gob.mx)



Ciudad de  
**vanguardia**



## ÁREA 4. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

### **Demanda 4.1 ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA DE COMUNICACIONES DIGITALES PARA EL DISTRITO FEDERAL, INCLUYENDO UN PROYECTO PROTOTIPO DE VALIDACIÓN DE RESULTADOS.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

#### **Antecedentes**

Las tecnologías de la información sin duda representan hoy en día uno de los recursos más importantes para el progreso. De hecho, a nivel mundial se hacen grandes esfuerzos para reducir la brecha digital entre los países en desarrollo y los países avanzados económica y tecnológicamente. Las cumbres mundiales sobre la sociedad de la información de Ginebra 2003 y de Túnez 2005, y el reporte 2010 de la Comisión de Banda Ancha de la ITU son claros ejemplos de esos esfuerzos. En este sentido algunos de los acuerdos logrados en estas reuniones, así como recomendaciones establecidas en dicho reporte son los siguientes:

- Integrar normas internacionales para facilitar la penetración de tecnologías de las telecomunicaciones, correo electrónico e información para el mejoramiento de la calidad de los servicios prestados al ciudadano.
- Establecer infraestructura de banda ancha, sin olvidar los aspectos de seguridad.
- Formular planes nacionales y ejecución de proyectos sobre las TIC para aumentar la competitividad de las economías nacionales y acelerar el desarrollo social.
- Generar estrategias para situar a las TIC como elementos de cohesión y medios de integración en la parte de comunicación electrónica para los ciudadanos, las administraciones y las empresas.
- Simplificar los servicios estatales, fomentar las industrias basadas en el conocimiento y mejora de la educación.
- Abordar el reto de establecer redes convergentes de banda ancha basadas en modelos tecnológicos neutrales, transparentes, justos y competitivos, que ofrezcan interconexión e interoperabilidad a nivel nacional, regional y global.
- Utilizar tecnología de banda ancha y la innovación para la conservación y uso eficiente de la energía, la respuesta a emergencias en caso de desastres, y el monitoreo, reporte y verificación de datos relacionados al cambio climático.
- Acelerar el acceso de infraestructura y servicios de banda ancha para mujeres y niñas, para promover la igualdad de género y el desarrollo económico y social.
- Soportar una inclusión amplia de la banda ancha para todos para los países menos desarrollados y extender el acceso de banda ancha hacia áreas rurales y remotas y grupos vulnerables y en desventaja.
- Modelado, evaluación y monitoreo de objetivos y plazos relativos a la inclusión de la banda ancha con el desarrollo de indicadores económicos, sociales y de uso apropiados al ambiente de banda ancha.





Ciudad de  
**vanguardia**



- Construcción de una asociación mundial para el desarrollo de la banda ancha con compromisos concretos, reconociendo la naturaleza intersectorial y transversal de la banda ancha nos llevará más allá de la agenda MDG.
- Realizar los pasos siguientes para la creación de asociaciones con coordinación concreta que incluyan mecanismos innovadores de seguimiento, para los niveles nacional, regional y global, incluyendo compromisos nacionales de banda ancha.

### **Objetivo General**

Diseñar un plan de conectividad para el Distrito Federal que permita incrementar la accesibilidad a los esquemas de comunicación digital con una cobertura mínima de 90% de los edificios públicos, educativos y de salud. El diseño deberá basarse en la realización de un estudio de las tecnologías existentes de acceso de banda ancha alámbricas e inalámbricas y aprovechando al máximo la infraestructura de conectividad pública y académica existente en la Ciudad de México. La propuesta debe considerar el desarrollo de un prototipo o piloto que permita validar las proyecciones de desempeño de cobertura inalámbrica y de interconexión con la dorsal de la red. Este diseño de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales del Distrito Federal debe coadyuvar a satisfacer los requerimientos de conectividad de los sectores de gobierno, educación, salud, ciencia y tecnología.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión de los aspectos regulatorios, jurídicos y socioeconómicos a nivel local y federal que conciernen al despliegue de una red de telecomunicaciones para el Distrito Federal.
- Realizar un análisis del estado actual de la tecnología en materia de telecomunicaciones que puedan operar en la banda de 3.3 GHz, reservada por el gobierno federal para operación de las Redes Estatales de Educación, Salud y Gobierno; lo mismo que en bandas de uso libre.
- Realizar un diagnóstico de la infraestructura de conectividad existente por parte de los gobiernos local y federal, y del sector educativo público, con cobertura para el territorio del Distrito Federal; considerando servicios ofrecidos, calidad, coberturas, costos de servicios, y con base en la información disponible; extender este estudio a las redes de proveedores privados, sus servicios, calidad, cobertura geográfica y costos de servicios.
- Realizar un estudio y proyección de las demandas de los usuarios de educación, salud, gobierno, ciencia y tecnología en el Distrito Federal a los que se les brindaría conectividad con esta propuesta; identificar sus necesidades de conectividad y definir los servicios que se pueden ofrecer a través de la propuesta de Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales del Distrito Federal. Se deberá considerar una base mínima de 250,000 usuarios (i.e. diez mil suscriptores fijos con 25 usuarios cada uno).
- Realizar un estudio de las alternativas tecnológicas recientes que sean adecuadas para desplegar una red metropolitana que permita hacer llegar a los usuarios servicios como podrían ser Internet de banda ancha, telefonía sobre IP o teledistribución entre muchos otros; indicando sus ventajas, limitaciones y costos. Con base en este estudio realizar el diseño de una red de área metropolitana, considerando las mejores opciones tecnológicas.



Ciudad de  
**vanguardia**



Este estudio debe permitir comparar los aspectos técnicos, económicos y de implementación de cada diseño.

- Realizar un análisis comparativo de las tecnologías disponibles que pueden utilizarse para la implementación de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales.
- Realizar una evaluación de proyecto que incluya al menos análisis de rentabilidad, considerando indicadores de rentabilidad, costos de los equipos de la red, torres y radiobases, adecuación de oficinas, de vehículos, costos de operación, pagos a proveedores (Internet), detalles de activos, cálculos de depreciación y amortización de los activos.
- Realizar el diseño con base en los estudios solicitados, incluyendo al menos los siguientes puntos:
  - Listado de usuarios y sitios a conectar
  - Listado de edificaciones y estructuras disponibles para la instalación de radio bases.
  - Selección de sitios para ubicar radio bases que atiendan al mayor número posible de usuarios suscriptores.
  - Estructura general de la dorsal de la red contemplando el uso de la red de fibra óptica instalada en el STC metro.
  - Simulaciones de cobertura radioeléctrica para la red inalámbrica, integrando los sitios a cubrir para observar que se encuentren dentro de la huella de cobertura.
  - Plan de frecuencias.
  - Estudio de propagación que demuestre la no interferencia con otros estados y proyectos anteriores.
  - Ingeniería de la dorsal.
  - Conectividad de radio bases a la dorsal.
  - Manejo de tráfico.
  - Gestión: Descripción del NOC (Network Operation Center), herramientas para la gestión remota, niveles de usuarios con privilegios por perfiles de administración.
  - Monitoreo para la frecuencia y red IP y publicación de estadísticas vía WEB.
  - Centro de atención de llamadas.
  - Plan de ruteo entre los accesos a Internet e Internet 2.
  - Criterios de ubicación de radio bases a instalar a lo largo del proyecto
  - Equipos requeridos para la implementación del diseño realizado.
  - Pruebas de campo para validar los resultados del diseño.
  - Plan de implementación del proyecto por etapas.
  - Modelo de administración, operación, mantenimiento y actualización de la red.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Desarrollo de al menos un prototipo de red inalámbrica basado en el diseño realizado, que sea instalado en una zona pública del Distrito Federal de alto impacto (el Bosque de Chapultepec u otra zona en común acuerdo con el ICyTDF) que permita validar los beneficios y la aplicación de la propuesta de implementación. Esta red prototipo deberá dotar de conectividad como mínimo a 200 puntos de conectividad (CPE).

### **Productos Esperados**

- Informe de la revisión de los aspectos regulatorios, jurídicos y socioeconómicos a nivel local y federal que conciernen al despliegue de una red de telecomunicaciones para el Distrito Federal.
- Informe del estado actual de la tecnología en materia de telecomunicaciones que puedan operar en la banda de 3.3 GHz, reservada por el gobierno federal para operación de las Redes Estatales de Educación, Salud y Gobierno; lo mismo que en bandas de uso libre.
- Diagnóstico de la infraestructura de conectividad existente por parte de los gobiernos local y federal, y del sector educativo público, con cobertura para el territorio del Distrito Federal; considerando servicios ofrecidos, calidad, coberturas, costos de servicios, y con base en la información disponible, extender este estudio a las redes de proveedores privados, sus servicios, calidad, cobertura geográfica y costos de servicios.
- Informe del estudio y proyección de las demandas de conectividad de los usuarios de educación, salud, gobierno, ciencia y tecnología en el Distrito Federal que serían atendidos por la propuesta; indicando cuales son estas necesidades y los servicios que se ofrecerían a través de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales.
- Análisis comparativo de las tecnologías disponibles que pueden utilizarse para la implementación de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales.
- Evaluación de proyecto que incluya al menos: análisis de rentabilidad, considerando indicadores de rentabilidad, costos de los equipos de la red, torres y radiobases, adecuación de oficinas, de vehículos, costos de operación, pagos a proveedores (internet), detalles de activos, cálculos de depreciación y amortización de los activos, entre otros.
- Diseño de una Red Metropolitana de Comunicaciones del Distrito Federal, maximizando la cobertura sobre el territorio del Distrito Federal para lograr como mínimo 90% de cobertura de los edificios públicos, educativos y de salud, particularmente en aquellas zonas donde represente una ventaja ofrecer servicios con esta red. Se deben justificar las tecnologías a utilizar para su implementación, se debe contemplar dentro del diseño un crecimiento modular de la red de manera que se atiendan las demandas de servicios (previamente identificadas) en orden prioritario, para el diseño de la red debe tenerse en cuenta que la misma debe tener una capacidad mínima para atender a 250,000 usuarios (i.e. diez mil suscriptores fijos con 25 usuarios cada uno), la cual debe comprender, de acuerdo con los objetivos específicos:
  - Listado de sitios a conectar.
  - Listado de edificaciones y estructuras disponibles para la instalación de radio bases. Descripción de si se cuenta con medios de transmisión o se requiere la instalación de enlaces.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Selección de sitios para ubicar radio bases que atiendan al mayor número posible de usuarios suscriptores.
- Estructura general de la dorsal de la red contemplando el uso de la red de fibra óptica instalada en el STC Metro.
- Caracterización de los sitios de comunicación que incluirá potencia de los equipos base, altura de antenas, altura de torres, especificaciones del sistema.
- Estudios de cobertura de los equipos CPEs, indicando las características de los equipos base y los equipos CPEs considerados.
  - Los estudios considerarán los centros educativos públicos, instituciones de gobierno de los tres niveles, así como las instituciones públicas de salud en el Distrito Federal.
  - Los estudios considerarán de los escenarios para los sitios: 4 sectores de 90 grados y 6 sectores de 60 grados.
  - Los estudios considerarán dos escenarios para las alturas de antena en los CPEs: 10 y 15 m.
- Estadísticas de cobertura.
- Listado de al menos cuatro fabricantes que cumplen con las características técnicas de equipamiento consideradas en los estudios de cobertura.
- Plan de frecuencias.
  - Distribución de canales y frecuencias por sitio de comunicación.
  - Estudio de tráfico por sitio de comunicación y su proyección de crecimiento.
  - Estudios de interferencia en caso de existir redes operando en la banda de 3,300 MHz.
- Ingeniería del *backbone* del Distrito Federal que incluya como mínimo:
  - Diseño de la red dorsal de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales basada en la infraestructura de fibra óptica del STC metro. La arquitectura de esta red considerará esquemas de redundancia.
  - Topología de la red dorsal incluyendo diagrama físico y lógico, medio de transmisión, capacidad de canales y cálculo de enlaces.
  - Definición de las ubicaciones de los nodos de la red dorsal indicando para cada uno el nombre del centro, institución, domicilio, latitud, longitud, altitud, datos de contacto del responsable de cada sitio, horarios de operación del centro.
  - Especificaciones de ancho de banda requerido en cada enlace entre sitios de comunicación.
  - Especificaciones del equipamiento de demarcación indicando marca, modelo, capacidad de ranuras e interfaces disponibles, funcionalidades de capa 3 y 4, manejo de protocolos, facilidades de gestión y monitoreo remoto.
- Conectividad de radio bases a la dorsal que incluye:



Ciudad de  
**vanguardia**



- Diseño de la red de distribución (*backhaul*) de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales basada en una infraestructura de enlaces de microondas u otro medio de transmisión. La arquitectura de esta red considerará esquemas de redundancia.
- Topología de la red de distribución incluyendo diagrama físico y lógico, medio de transmisión, capacidad de canales y cálculo de enlaces.
- Especificaciones del equipamiento incluyendo protocolos, tecnología, capacidad, facilidades de gestión y monitoreo remoto.
- Manejo de Tráfico, debe incluir:
  - Definición de perfiles de usuario y su asignación de recursos.
  - Proyecciones de tráfico en la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales del Distrito Federal incluyendo:
    - a. Tráfico por radiobase.
    - b. Tráfico en función de las aplicaciones.
    - c. Tráfico por perfil de usuario.
- Gestión, incluye:
  - Diseño del Centro de Operación de la Red (NOC) incluyendo su arquitectura y descripción general.
  - Definición de las herramientas de gestión de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales que incluya capacidad de gestión remota.
  - Definición de niveles de usuario indicando privilegios por perfil de administración.
  - Definición de las funciones generales del personal operativo del NOC.
  - Equipos requeridos.
- Monitoreo, debe incluir:
  - Descripción del sistema de monitoreo de la red de microondas.
  - Descripción del sistema de monitoreo de la red IP.
  - Descripción de las MIB I y MIB II soportadas por el sistema de monitoreo.
  - Especificaciones de consola remota y publicación de estadísticas vía Web.
  - Equipos requeridos.
- Centro de atención de llamada, debe incluir:
  - Definición de la arquitectura del Centro de Atención de Llamadas.
  - Definición del plan de escalamiento en caso de incidentes hasta su solución y documentación.
  - Definición de las funciones generales del personal operativo del centro de Atención de Llamadas.

- Equipos requeridos.
- Plan de ruteo, debe incluir:
  - Plan de direccionamiento de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales basado en IP versión 6 incluyendo en su caso subredes y/o traducción de direcciones.
  - Propuesta de balanceo entre los accesos a Internet e Internet 2 vía BGP versión 4.
- Plan de implementación de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales por etapas indicando los beneficios que se obtendrán en cada etapa de implementación. El plan deberá describir en cada etapa las acciones a realizar para lograr paulatinamente la interconexión de todos los usuarios suscriptores de educación, salud, gobierno, ciencia y tecnología.
- Anexo técnico:
  - Anexo técnico para cotización del proyecto (global y por etapas) con proveedores.
  - Estudio de mercado con los costos aproximados del proyecto de despliegue de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales del Distrito Federal, así como de los costos de operación del proyecto.
- Anexo con los lineamientos generales para la instalación de nuevos elementos de conectividad en las etapas de crecimiento de la red, los cuales deberán exponer al menos: términos regulatorios, legales y socioculturales a tener en cuenta para la implementación de la Red Metropolitana de Comunicaciones del Distrito Federal (por ejemplo para instalación de torres, antenas, compartición de infraestructuras públicas, usos de suelo, usos de vía, etc.)
- Modelo de administración, operación, mantenimiento y actualización de la Red Metropolitana de Comunicaciones Digitales para que sea autosustentable técnica y económicamente. Se deberá realizar un estudio de la evolución de las tecnologías de conectividad alámbrica e inalámbrica, se debe proponer la estrategia a seguir para mantener la infraestructura actualizada, considerando una proyección mínima a 10 años.
- Prototipo de red inalámbrica con al menos 200 suscriptores conectados (CPE), debe entregarse la siguiente información:
  - Informe técnico de la puesta en marcha del prototipo. El informe técnico debe incluir al menos la siguiente información:
    1. Plano de instalación de antenas en cada sitio y su cableado y canalizaciones,
    2. Plano de instalación de cada uno de los suscriptores y radiobase incluyendo su instalación eléctrica,
    3. Plano y especificaciones de los sistemas de tierra,
    4. Documentación de la configuración de cada uno de los elementos de la red, y
    5. Resultados de la ejecución de las tareas establecidas en un protocolo de pruebas de aceptación.
    6. Pruebas de campo de validación de resultados del prototipo.
  - Garantía de la solución por al menos de dos años.



Ciudad de  
**vanguardia**



## **Indicadores**

### **A corto plazo:**

- Aumento en la infraestructura para conectividad del Gobierno del D.F.
- Aumento en el número de espacios públicos con conectividad
- Aumento en el número de servicios proporcionados por el Gobierno del D.F.

### **A mediano y largo plazo:**

- Aumento en la penetración de la banda ancha.
- Aumento de los usuarios de Internet.
- Aumento de abonados a la banda ancha.
- Aumento de la cobertura territorial de banda ancha.
- Mejora de la e-Administración y e-Gobierno
- Aumento del acceso a información de gobierno para la ciudadanía (e-Democracia)
- Aumento de los puntos de acceso libre a Internet.
- Mejora en el acceso a los servicios de salud en línea y los basados en telecontrol domiciliario.
- Aumento del número de centros educativos conectados a Internet.
- Aumento del número de centros de salud conectados a Internet.
- Aumento del número de profesores que usan las TIC con fines educativos.
- Aumento del porcentaje de empleados/as públicos que utilizan internet.
- Acceso a nuevos servicios de red para entes públicos, tales como telefonía IP y videoconferencia, representando en el caso de la telefonía IP beneficios económicos importantes ya que gran parte de las llamadas locales se realizan entre entes públicos.
- Consolidación y ahorro en servicios de comunicaciones en el gobierno, al dejar de pagar por servicios de conectividad que actualmente proporcionan los proveedores a los entes públicos.
- Videovigilancia y centro de monitoreo para los entes públicos; se tendría la capacidad de contar con cámaras IP en distintas partes de edificios públicos, para resguardar la integridad del personal y del ciudadano, así como un centro de monitoreo centralizado o independiente por cada ente público.
- Fortalecimiento de la comunicación de voz, datos y video para mejorar la atención de servicios y emergencias.

### **Población objetivo: Toda la población de la Ciudad de México.**

- Población directamente beneficiada: hombres, mujeres y niños del Distrito Federal



Ciudad de  
**vanguardia**



- Entes públicos de los tres órdenes de gobierno.
- Sectores educativo, de salud y gobierno.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuario de la Demanda**

Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.  
Enlace: Dr. Rodrigo Montúfar Chaveznavia  
Director de Investigación en Tecnologías Urbanas y Sociales  
del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
República de Chile #6, Col. Centro  
C.P. 06010. Del. Cuauhtémoc, México D.F.  
Teléfonos: +52(55) 55 12 10 12 ext. 235

**Demanda 4.2            DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA PRESERVAR, DIFUNDIR Y EXPLOTAR LA MEMORIA COLECTIVA DIGITAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO (MCDCEM).**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

La Ciudad de México cuenta con una enorme riqueza histórica y cultural. Parte de esta riqueza puede apreciarse en los muchos museos y otros espacios públicos disponibles para la población. Durante años recientes, se han emprendido esfuerzos que aprovechan las tecnologías de información para acercar los museos existentes a los usuarios a través de versiones virtuales e interactivas de dichos espacios. Los avances de dichos esfuerzos y las experiencias internacionales en el área proveen indicadores positivos sobre el potencial de los museos virtuales como ambientes de apoyo a la educación y a la divulgación de la cultura.

Por otro lado, sin embargo, existe una riqueza ignorada o inaccesible para la población en general, representada por documentos, obras de arte, y toda clase de objetos que los propios ciudadanos poseen, o por las historias que conocen acerca de la ciudad, su gente, sus calles, edificios, monumentos y eventos actuales y pasados. Esta riqueza puede ser aún mayor que la acumulada por las colecciones públicas formales, pero los ciudadanos no cuentan actualmente con mecanismos para compartirla. La historia y la cultura de la ciudad se construyen día a día, y es importante preservarlas, difundirlas y aprovecharlas para aprender, educar, entender y construir un mejor futuro para la ciudad.

Algunas tendencias que destacan en la actualidad son: (a) ambientes virtuales en los que es posible la colaboración de grandes comunidades para construir y compartir conocimiento; (b) mecanismos para generar y aprovechar categorizaciones y organizaciones ontológicas de la





Ciudad de  
**vanguardia**



información, (c) tecnologías móviles para hacer registros multimediales accesibles a sectores muy amplios de la población; y (d) avances importantes en técnicas de visualización.

Así, las tecnologías disponibles y emergentes, así como las acciones tendientes a promover a la Ciudad de México como una ciudad digital y del conocimiento, sientan las bases para dotar a los ciudadanos con medios para construir, enriquecer continuamente y compartir contenidos y experiencias que constituyan la Memoria Colectiva Digital de la Ciudad de México.

### **Objetivo General**

Dotar a la Ciudad de México de un conjunto de servicios digitales y ambientes virtuales que permitan a los ciudadanos en general colaborar en la construcción, acceso y aprovechamiento de colecciones de objetos y documentos de interés público relacionados con la historia y la cultura de la ciudad, y que actualmente se encuentran únicamente en colecciones privadas o forman parte de la tradición oral de las comunidades, todo lo cual constituye la Memoria Colectiva Digital de la Ciudad.

### **Objetivos Específicos**

La Memoria Colectiva Digital de la Ciudad de México busca, más específicamente:

- Permitir a los habitantes de la ciudad incorporar *objetos textuales y multimediales* (imágenes, audio y video) *generados por ellos mismos* y registrarlos en colecciones públicas junto con metadatos que faciliten su descripción y recuperación.
- Ofrecer servicios vía web para visualizar la ciudad, localizar y agregar información través de representaciones cronológicas con múltiples niveles de granularidad (p. ej. siglos, décadas, años, días), así como a través de *mapas con múltiples niveles de detalle*.
- Dotar a la población de interfaces de usuario que permitan el acceso a través de equipos que van desde dispositivos móviles y tabletas hasta pizarrones interactivos multitáctiles.
- Proporcionar servicios personalizados a usuarios registrados para generar rutas preferidas, anotaciones y etiquetas sobre objetos disponibles, así como recomendaciones por contenido y colaborativas. Todos los usuarios podrán anotar y etiquetar contenidos, de manera que se generarán taxonomías y agrupamientos personalizados, tanto por expertos como por el público en general.
- Facilitar la definición de enclaves, tales como *galerías o recorridos virtuales*, donde se agreguen o se presenten piezas seleccionadas por usuarios expertos o curadores. Esta funcionalidad es adicional a recorridos y galerías predefinidos y abiertos al público en general. Las galerías y recorridos definidos por los usuarios podrán ser compartidos con todos o algunos de los demás usuarios.
- Poner a disposición de la población un ambiente que pueda transportarse físicamente a distintos puntos de la ciudad e instalarse para acercar las colecciones y servicios a los habitantes de la ciudad a través de interfaces naturales, incluyendo experiencias de inmersión a espacios y galerías virtuales, así como para facilitar la relación de los contenidos con su contexto espacial y la recolección de información para enriquecer las colecciones.
- Contar con funcionalidad para construir y consultar acervos digitales de tal modo que:
  - a) Se acepten todo tipo de formatos de imágenes, vectores y modelos digitales.

- b) Se proporcionen plantillas de metadatos básicas, extendidas especializadas por cada objeto, incluyendo referencias geográficas que lo ubiquen en puntos específicos de la ciudad.
  - c) Se permita registrar cualquier tipo de licencia para objetos digitales, de manera que puedan reutilizarse o restringirse su uso, por ejemplo, de acuerdo a los esquemas de licenciamiento de Creative Commons.
  - d) Se ofrezcan medios de consulta a las colecciones por criterios tales como fecha, autores, palabras clave, tipo, formato, o términos o etiquetas asignados libremente.
  - e) Se facilite la interoperabilidad a través de metadatos basados en estándares internacionales como Dublin Core y OAI-PMH y OAI-ORE.
  - f) Se aproveche una arquitectura de web semántica que facilite el trabajo colaborativo de investigadores multidisciplinarios, para quienes la base documental de conocimientos administrados por la plataforma representa un corpus de estudio del tipo de Laboratorios Vivientes (*Living Labs*).
  - g) Se facilite el acceso a estadísticas de consultas y actividades de usuarios.
- En cuanto a los componentes transportables, el concepto de Memoria Colectiva Digital de la Ciudad de México tiene como objetivos específicos:
    - a) Explotar el concepto de interfaces naturales, utilizando tecnologías de superficies interactivas multi-táctiles, sensores de movimientos corporales y reconocimiento de ademanes, para aumentar el alcance de las colecciones y servicios a vastas comunidades de usuarios sin requerir capacitación.
    - b) Incluir interfaces para definición y recorridos de galerías virtuales y rutas definidas por otros usuarios.
    - c) Permitir la visualización a través del concepto de línea de tiempo con múltiples niveles de granularidad (por lo menos desde días hasta siglos).
    - d) Facilitar los recorridos y anotaciones multimediales a través de mapas con múltiples niveles de detalle, de manera sensible a lugar específico en el que se encuentren instalados.
    - e) Apoyar su operación a través de divulgadores y promotores de los contenidos, quienes harán uso de documentación detallada para su instalación y uso, sin requerir conocimientos técnicos.
    - f) Permitir su replicación en múltiples puntos de la ciudad dependiendo de la disponibilidad de recursos para adquirir el hardware necesario para nuevas unidades transportables.

### **Productos Esperados**

- Un sistema con elementos de hardware y software que comprende, de acuerdo con los objetivos específicos:
  - a. Componentes de software que implementan la funcionalidad de construcción y uso colaborativo de colecciones de objetos multimediales referentes a la historia y cultura popular de la Ciudad de México.
  - b. Componentes de hardware y software que implementan el concepto de unidades transportables que acerquen las colecciones y servicios de la Memoria Colectiva Digital a los ciudadanos a través de interfaces naturales.

- c. Una colección básica de objetos digitales con sus respectivos metadatos que ilustre la funcionalidad del sistema y sirva como modelo para que los ciudadanos lo enriquezcan continuamente.
- d. Una colección de objetos digitales de alta calidad con sus respectivos metadatos que ilustre la funcionalidad del sistema para usuarios expertos y curadores.
- e. Código fuente de todos los componentes de software.
- f. Documentación técnica detallada de diseño, instalación y operación.
- g. Procedimientos de seguridad y respaldo de los acervos, registros de usuarios y del sitio de web correspondiente.
- h. Documentación que muestre detalladamente los resultados de estudios de usabilidad y experiencia de usuarios, así como de pruebas de rendimiento para por lo menos 10 mil usuarios simultáneos.
- i. Solicitud de registro ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor y/o Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial de la propiedad intelectual de la implementación en hardware y software de la Memoria Colectiva Digital de la Ciudad de México según proceda.
- j. Manual detallado para el usuario incluyendo características, requerimientos, funcionamiento a manera de recurso digital interactivo y como documento de texto.

**Nota:** La titularidad de los derechos patrimoniales de autor de los productos generados corresponderá al Gobierno del Distrito Federal, el cual tendrá interés jurídico sobre esos derechos, comprometiéndose el autor intelectual a ceder los mismos ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor, a nombre del Gobierno del Distrito Federal.

### **Especificaciones técnicas**

- El software desarrollado deberá estar basado en tecnologías abiertas y deberá entregarse bajo una licencia para uso público general (tipo GPL).
- El software desarrollado deberá adherirse a estándares internacionales de interoperabilidad (como OAI-PMH y OAI-ORE), accesibilidad (como W3C/WAI) y descripción de datos (como Dublin Core). Asimismo, deberá facilitar la adición de contenidos bajo múltiples esquemas de licenciamiento (como los de Creative Commons).
- El hardware incluido en el concepto de Memoria Colectiva Digital, tal como superficies interactivas multi-táctiles, sensores corporales de movimiento y proximidad, y sistemas de geoposicionamiento, privilegiará tecnologías abiertas y preferentemente desarrolladas nacionalmente.

### **Indicadores**

- Número de usuarios significativo que compartan objetos o documentos relevantes.
- Acceso a las colecciones y servicios digitales disponibles desde hogares y escuelas.
- Participación de ciudadanos a través de las unidades transportables instaladas en diversos puntos de la ciudad.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Uso de la plataforma como base para estudios multi-disciplinarios de procesos de colaboración y participación ciudadana.

**Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

**Usuarios de la demanda**

Secretaría de Educación del Distrito Federal

Enlace: Ing. José Cruz García Orozco

Cargo: Director Ejecutivo de Planeación y Educación a Distancia

Dirección: Av. Chapultepec 49 5º piso, Col. Centro, Del Cuauhtémoc.

Teléfono 51340770 x 1409

Correo electrónico: cgarcao@df.gob.mx



Ciudad de  
**vanguardia**



## ÁREA 5. MEDIO AMBIENTE

### **Demanda 5.1. ESTUDIO DE BOLSAS DE PLASTICO OXO-DEGRADABLES DEL DISTRITO FEDERAL. BIODEGRADABILIDAD, BAJO CONDICIONES AEROBIAS Y ANAEROBIAS.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

#### **Antecedentes**

La entrada en vigor el 19 de Agosto de 2010 de la posibilidad de imponer sanciones a quienes incumplieran con la disposición de la Ley de Residuos Sólidos del DF, provocó diversas reacciones en el sector productivo, el sector de distribuidores, tiendas de autoservicio y departamentales, pequeños establecimientos e incluso consumidores. Algunos optaron por introducir bolsas de plástico con aditivo oxo-degradable, otros sectores optaron por introducir bolsas de otros materiales no plásticos e incluso programas de acopio de las bolsas para fomentar su reciclaje.

Se reporta que las bolsas de plástico de polietileno, con peso molecular mayor a 10 000, contienen entre el 10 y 20% de un aditivo pro-oxidante que contiene entre 1 y 3 % de metal pesado. Las bolsas de plástico al someterse a calor y radiación ultravioleta sufre una degradación por efecto de oxidación; en menor tiempo con respecto a las bolsas de polietileno convencional. Esto se presenta debido a la función catalítica (aceleradora) que ejerce el aditivo a termo y foto degradación del polietileno. Así también se desea que el peso molecular del polietileno termo y/o foto degradado sea menor a 10 000, con la finalidad de que se lleve a cabo la biodegradación, por medio de los microorganismos (hongos y bacterias).

Ya que la concentración de metales pesados en el aditivo de las bolsas oxo-biodegradables, es inversamente proporcional al tiempo de degradación del polietileno, los fabricantes tienden a usar concentraciones elevadas de metal pesado ya sea cobalto ó manganeso. Esto indica que es probable encontrar, en el mercado, bolsas oxo-biodegradables con concentraciones mayores a 1mg/kg de Cobalto, límite máximo establecido en el proyecto de norma PROY-NADF-014-AMBT-2009.

La situación anterior conlleva a verificar la concentración de metales pesados en la composta, ya que altas concentraciones por el contenido en las bolsas y por su acumulación en la composta, inhibiría la mineralización del nitrógeno y carbono. Además, el utilizar una composta que contiene metales pesados, implica la incorporación de estos elementos a la cadena trófica, lo que puede producir efectos adversos al medio ambiente y, si se utiliza para el cultivo de vegetales, una acumulación y/o una disminución en el crecimiento de éste.

La cantidad de metales pesados que se pueden encontrar en la composta, depende del tipo de residuos orgánicos utilizados y del número de bolsas de plástico oxo-biodegradables que lleguen junto con los residuos. Como ya se mencionó anteriormente respecto a las bolsas, también se debe considerar la concentración del aditivo que tienen y la concentración de metales pesados que contienen los aditivos.

Se supone a priori que la degradación de las bolsas de plástico oxo-biodegradables, será favorecida después de los procesos de foto y termo-oxidación, sin embargo, al someterse a procesos aerobios (compostaje) y anaerobios (relleno sanitario), el proceso de biodegradación



Ciudad de  
**vanguardia**



se verá afectado por la cantidad de aire presente y el tipo de bacteria que se encuentre. Por ello es indispensable generar información que aporte elementos para cuidar el manejo y disposición de las bolsas de plástico en un marco sustentable que cuide el ambiente.

Debido a que existe escasa información acerca, del efecto de los metales pesados en la composta y en el relleno sanitario, de estos productos a nivel internacional y aún más a nivel nacional, es necesario que se genere información básica que permita contar con elementos cualitativos y cuantitativos acerca de las características biodegradables de bolsas oxo-biodegradables distribuidas en el mercado. Dichas bolsas se someterán a condiciones aerobias por medio de composteo y a condiciones anaerobias mediante reactores que simulan la disposición en un relleno sanitario para determinar su integración ó no al medio ambiente y la sustentabilidad de las medidas de control propuestas para dichas bolsas.

### **Objetivos Generales**

Evaluar las características de biodegradabilidad y toxicidad de bolsas oxo-biodegradables sometidas a composteo aerobio y reactores anaerobios, para definir y/o promover el uso y disposición que represente el menor daño al ambiente de la Ciudad de México.

### **Objetivos Particulares**

- Caracterizar todos los tipos de bolsas de polietileno existentes en el Distrito Federal (convencionales, biodegradables y oxo-biodegradables).
- Someter muestras representativas de bolsas oxo-biodegradables, biodegradables y convencionales a termo y foto oxidación bajo condiciones controladas.
- Determinar, por medio del índice de carbonilo, si hubo cambios en la estructura molecular de las bolsas, oxo-biodegradables y convencionales, después de termo y foto oxidación.
- Someter las bolsas (que se oxidaron por calor, por UV y las que no se oxidaron) a biodegradación aeróbica, en condiciones de composta controlada, y a degradación aeróbica (condiciones de relleno sanitario), por medio de un reactor. En el caso de condiciones de relleno sanitario, éste debe estar caracterizado de acuerdo a las condiciones existentes en los que se emplean en el Distrito Federal.
- Analizar el proceso de degradación de la composta, que está en contacto con las bolsas oxo-biodegradables, biodegradables y convencionales, con el fin de observar las concentraciones de metales pesados en ella y caracterizarla respecto al CHON.
- Analizar el proceso de degradación del polietileno puro como control, biodegradable y oxo-biodegradable, en condiciones anaeróbicas, por medio de la cuantificación de metano ( $\text{CH}_4$ ),  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ , además de caracterizar los lixiviados y la materia orgánica final, con el fin de realizar un balance de CHON y metales del proceso.
- Someter las bolsas (que se oxidaron por calor, por UV y las que no se oxidaron) a un proceso de compostaje, mediante composteros con aireación manual, y evaluar su biodegradabilidad.
- Analizar las compostas resultantes y equipararlas con al menos dos normas y estándares nacionales e internacionales existentes.
- Analizar, por medio de la pulga de agua, si la concentración de metales pesados existente en las bolsas oxo-biodegradables, hacen que la composta sea tóxica.
- Cultivar vegetales con la composta resultante y observar si existe inhibición en su crecimiento.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Analizar en los vegetales el contenido de los metales cobalto y manganeso.

### **Productos Esperados**

1. Bolsas oxo-degradables oxidadas.
2. Composta de composición CHON homogénea.
3. Informe técnico que incluya:
  - A) Los mejores tiempos y temperaturas de exposición del material plástico al calor y radiación encontrados. Se buscarán durante la foto y termo-oxidación, que produzcan una mayor degradación (peso molecular menor de 10 000) en el material oxo-biodegradable, a fin de que se pueda llevar a cabo la biodegradación. Estos datos se obtendrán, por medio de la medición del índice de carbonilo, peso molecular y elongación a la ruptura.
  - B) La evaluación de la elongación a la ruptura, de los materiales termo y foto-oxidados, después de haber sido sometidos al proceso de compostaje.
  - C) El índice de degradación del polietileno oxo-biodegradable, obtenido mediante la medición de CO<sub>2</sub>.
  - D) La existencia o localización de metales pesados en la composta, lixiviados y/o material degradado, después de todo el proceso de oxidación y biodegradación.
  - E) El estudio de la calidad de la composta.
4. Documento con recomendaciones a los anteproyectos de norma del Distrito Federal sobre bolsas biodegradables y composta.
5. Documento técnico con recomendaciones sobre la pertinencia y el uso de bolsas oxo-biodegradables para el Distrito Federal.

### **Indicadores**

- Evaluación de las propiedades mecánicas de las bolsas, después de la termo y foto oxidación.
- Resultados de la biodegradación aeróbica del polietileno en laboratorio, en campo, además de la toxicidad.
- Resultados de la degradación a la intemperie y de la biodegradación anaeróbica del polietileno.
- Propuestas de formulación, basándose en los resultados retroalimentación respecto a la propuesta.
- Los resultados deberán ser comparados con respecto a las normas nacionales y estándares internacionales

### **Tiempo estimado para desarrollo**

24 meses.



Ciudad de  
**vanguardia**



### **Usuarios de la demanda**

Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal  
Dr. Rodrigo Montúfar Chaveznava  
Director de Investigación en Tecnologías Urbanas y Sociales  
Tel: 55121012 ext. 235  
Correo: rmontufar@icyt.df.gob.mx

## **Demanda 5.2 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CONTENIDO Y CAPTURA DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA FORESTAL DEL DISTRITO FEDERAL.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

En el ciclo del carbono se establece un balance entre las fuentes de emisión y los almacenes. La circulación del carbono comienza en la reserva atmosférica. Las plantas superiores adquieren el CO<sub>2</sub> atmosférico por medio de la fotosíntesis, pero una parte del CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera. Los principales sumideros de carbono son: el suelo, los océanos, los bosques tropicales, templados, boreales y los pastizales.

Sin embargo, la funcionalidad de los ecosistemas terrestres se ha visto rebasada en los últimos 200 años por un desbalance en el ciclo del carbono, reflejado en el incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico de 280 a 379 partes por millón en 2005. Las causas principales de este incremento son las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del uso de combustibles fósiles y del impacto del cambio en el uso de suelo (IPCC, 2007).

Las actividades humanas han modificado y continúan modificando los flujos naturales del ciclo global de carbono. Se tiene evidencia que en la década de los noventa aumentaron las emisiones de carbono a la atmósfera debido al cambio de uso de suelo (Houghton, 2003).

En México se han realizado numerosos estudios con el propósito de estimar el almacenamiento de carbono en bosques, donde se utilizan los inventarios forestales que contabilizan la biomasa a partir de datos medidos en campo como altura del árbol y diámetro a la altura del pecho (DAP). Estos estudios tienen como fin último la incorporación de sus resultados en las negociaciones internacionales, programas gubernamentales y organizaciones civiles frente al cambio climático (Rojas-García, 2008).

### **Objetivo General**

Conocer la capacidad de almacenamiento y captura de carbono de la biomasa aérea forestal del Distrito Federal a través de un análisis multitemporal.





Ciudad de  
**vanguardia**



### **Objetivos Específicos**

- Estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea forestal del Distrito Federal durante 2011.
- Desarrollar una modelación retrospectiva del contenido de carbono a través del tiempo, para los años 1986, 1997 y 2007 tomando como referencia imágenes satelitales de alta y media resolución.
- Generar escenarios de captura de carbono para la biomasa aérea forestal ante condiciones de cambio climático en escenarios B1 y A2 empleando los modelos Mk3.0, ECHAM5-OM y HadGEM1 en el Distrito Federal.

### **Productos Esperados**

Informe técnico documental y digital de los métodos y resultados que incluirá:

- Evaluación del carbono almacenado en la biomasa aérea forestal del Distrito Federal durante 2011.
- Modelación retrospectiva del contenido de carbono a través del tiempo 1986, 1997 y 2007.
- Escenarios de captura de carbono para la biomasa aérea forestal en condiciones de cambio climático y cambio de uso del suelo en el Distrito Federal.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuario de la Demanda**

Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

Enlace: Berta Gutiérrez Guzmán, Líder de Proyectos de Adaptación al Cambio Climático.

E-mail: bggutierrez@yahoo.com.mx

Teléfono 53 45 80 00, extensión 1415

## **Demanda 5.3            DETECCIÓN DE INESTABILIDADES EN EL SUBSUELO DE LA 1ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

El Bosque de Chapultepec se encuentra localizado al poniente de la ciudad de México en la estructura geológica denominada la Sierra de las Cruces, la cual está caracterizada por derrames de lava, flujos piroclásticos, detritos, lodo, escombros, etc., que en su conjunto se denomina formación Tarango. En el piedemonte de la Sierra, hacia la cuenca de México están presentes los patrones de drenaje, corrientes fluviales, taludes inestables, cárcavas, barrancos y asentamientos humanos. En esta sierra existen fallas geológicas cuyo comportamiento y

mapeo no es del todo claro, sin embargo algunos estudios han indicado la presencia de éstas en la zona de piedemonte; a lo largo de los cauces de los ríos, en rasgos marcados por algunas barrancas, así como en algunos tramos de las trayectorias marcadas por colapsos. Ahora bien, a mediados de siglo, los materiales presentes en el piedemonte (formación Tarango) fueron explotados para fines de construcción. Esta explotación no fue sistemática, y producto de ello fue una serie de minas (algunas subterráneas) que quedaron abandonadas y donde actualmente se ha asentado la mancha urbana de la ciudad y algunas importantes obras de infraestructura, como lo es el Bosque de Chapultepec en sus tres secciones.

Por lo anterior, en la zona poniente de la ciudad de México se conjugan dos factores de riesgo geológico. Por un lado, el sistema de fallas induce un factor adicional al peligro que se puede presentar debido a la incertidumbre en el conocimiento del sistema de drenaje subterráneo (modificado y afectado a lo largo del tiempo por la presencia de obras de infraestructura). Por otro lado, la morfología de la zona poniente es complicada, por ello, la presencia de taludes y minas no caracterizadas, incrementa el nivel de riesgo. Un ejemplo de esto se observó en junio de 2006, cuando ocurrió el vaciado del tanque de almacenamiento de la 2ª sección del Bosque, conocido como lago mayor, evento que atrajo la atención de diversos sectores de la población. Se trató de una contingencia mayor que afortunadamente fue mitigada por la presencia del interceptor poniente que captó la mayoría de agua (otra parte socavó el subsuelo aumentando las dimensiones del boquete inicial). Los estudios geológicos y geofísicos realizados hasta ese momento mostraron que dicha contingencia fue producto de un colapso del material asociado a un proceso de filtración masiva y súbita de agua. Esto provocó el lavado de material fino del terraplén hasta formar tubificaciones que aceleraron el desarrollo de la socavación por debajo de la estructura del propio tanque.

Los resultados de diversos estudios realizados hasta ese momento mostraron que esa obra de infraestructura fue construida en una zona donde antes había actividad minera en la extracción de materiales de construcción. Una revisión de los resultados geológicos y geofísicos muestra que posiblemente gran parte de las otras obras civiles que se encuentran en el Bosque, también pueden ser susceptibles de encontrarse asentadas en sitios donde las condiciones geológicas del subsuelo han sido modificadas, pues la morfología de la zona no es la misma que a principios del siglo XX. En efecto, un estudio reciente realizado principalmente en la 2ª sección del Bosque muestra que más de la mitad de esta zona corresponde a materiales de relleno que fueron utilizados para estabilizar obras de infraestructura como el Lago Mayor y zona de Cárcamos del sistema Lerma-Cutzamala. Esta práctica también se observa en la mayoría de zonas verdes de esta sección cuya evidencia es la diferencia topográfica entre el Panteón de Dolores y el Anillo Periférico.

La zona de la 1ª sección del Bosque ha sido, hasta el momento, menos explorada. En ella se encuentran un mayor número de infraestructuras que resultan históricas (Castillo, Altar a la Patria, Puerta de los Leones, al igual que la presencia del Lago) y donde ya se cuenta con evidencias de agrietamientos.

### **Objetivo General**

Establecer la presencia de discontinuidades en el subsuelo de la 1ª sección del Bosque de Chapultepec a fin de establecer si éstas representan inestabilidades que afecten la infraestructura de la zona”.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio geofísico, geológico y geotécnico a fin de explorar discontinuidades en el subsuelo (fallas o fracturas, cavidades, minas antiguas, o bien debido a materiales saturados por el flujo subterráneo o acumulación de fluidos), estableciendo sus propiedades físicas y mecánicas de éstas.
- Identificar y caracterizar los tipos de discontinuidades en profundidad que representen una amenaza para la estabilidad del subsuelo, o bien para las obras de infraestructura.
- Establecer el origen de tales discontinuidades y proponer soluciones de remediación a fin de mitigar el riesgo de las infraestructuras en superficie.

### **Productos Esperados**

#### Geología

- Cartografía a detalle en la primera sección del Bosque de Chapultepec con la finalidad de determinar los rasgos geomorfológicos del sitio y la distribución espacial de las diferentes unidades de roca y suelo presentes.
- Determinación de la columna estratigráfica del sitio, definiendo las relaciones espacio-temporales de las unidades de roca y suelo.
- Secciones estructurales que permitan determinar la presencia de las estructuras primarias principales como: fracturas, diaclasas, estratificación, juntas de enfriamiento, que originen la inestabilidad del sitio.
- Elaboración de un plano geológico que muestre la distribución y características de las unidades de roca, suelo y estructuras principales, así como zonas potenciales de vulnerabilidad.
- Estudio geohidrológico que muestre el patrón de flujo subterráneo y su posible efecto en las obras de infraestructura en superficie.

#### Geofísica

- Gravimetría: Mapa de distribución de anomalías de densidad de estructuras geológicas profundas que juegan un papel importante para comprender y mitigar los riesgos geológicos en superficie.
- Microgravimetría: Mapa de anomalías de densidad a pequeña que evidencien minas vacías o mal rehabilitadas. Los resultados de este estudio se deberán complementar con aquellos obtenidos con los métodos sísmicos o eléctricos a fin de contar con un estudio robusto sobre el tipo de discontinuidades estructurales.
- Tomografía Eléctrica: Obtención de imágenes de resistividad del subsuelo 2D y 3D (arreglos en la superficie y tomografía de pozo), para caracterizar la distribución de resistividad del subsuelo que indique la presencia de minas y estado de saturación de fluidos bajo las principales obras de infraestructura.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Radar Terrestre de Penetración (GPR por su siglas en inglés): Mapa de detección de rasgos superficiales someros asociados, por ejemplo, a la localización de minas, fracturas y fallas superficiales.
- Transitorios Electromagnéticos (TEM): Perfiles de resistividad del subsuelo a profundidades mayores de 50 m que permitan cuantificar los drenes subterráneos y el comportamiento del acuífero en profundidad.
- Imágenes de tomografía sísmica que permitan inferir la estructura de velocidad de ondas compresionales y de corte, en estudios 2D y 3D (tomografía de ondas P y superficiales)

### **Geotecnia**

- Descripción de las condiciones actuales del sitio y de las obras.
- Evaluación y diagnóstico de la estabilidad del subsuelo.
- Caracterización de macizos rocosos: Análisis de todos aquellos factores que se encuentran presentes en un cuerpo de roca que pueden afectar su estabilidad.
- Identificación de los mecanismos potenciales de movimiento.
- Agentes de impacto (caracterización de sus efectos).

### **Indicadores**

- Número de anomalías geofísicas asociadas a inestabilidades del subsuelo.
- Tipos de estratigrafías y distribución de éstas en la zona de estudio.
- Profundidades del acuífero somero y profundo, y su relación con la geología estructural del área.
- Tipos de afectación en obras de infraestructura en la 1ª sección del bosque.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

18 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal  
Dirección del Bosque de Chapultepec  
Enlace: Mtro. Rubén A. Jasso Márquez  
Director del Bosque de Chapultepec  
E-mail: lic\_jassoazul@hotmail.com  
Tel: 5212 2171



Ciudad de  
**vanguardia**



**Demanda 5.4 ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA DE LOS LAGOS MENOR Y MAYOR DE LA 1ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES EN TIEMPO REAL Y SOBRE EL IMPACTO DE LOS TÓXICOS Y CONTAMINANTES EN ESPECIES NATIVAS.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

**Antecedentes**

Los cuerpos de agua epicontinentales han sido modificados por el constante aporte de nutrimentos, en especial el nitrógeno y el fósforo, provenientes de diversas actividades humanas, lo que ha propiciado el incremento en el estado trófico de los mismos. Esto particularmente es alarmante cuando se trata de cuerpos de agua que son mantenidos de forma artificial con aguas residuales tratadas, tal es el caso de los lagos del Bosque de Chapultepec. Actualmente las fuentes de abastecimiento de agua para los lagos aportan grandes cantidades de nutrimentos a los mismos, propiciándose el crecimiento desmedido del fitoplancton. Cuando la eutrofización es de origen antropogénico se requiere que las aguas residuales sean sometidas a tratamientos secundarios, sino que además se incluyan tratamientos terciarios para la eliminación de nutrientes por debajo de los límites máximos permisibles. Sin embargo, este problema se acentúa, no sólo por la falta de recursos económicos para la implementación de las medidas correctivas, sino por la falta de información científica que las sustente. Con el fin de controlar el deterioro de los ecosistemas acuáticos, particularmente en los lagos se han desarrollado diferentes medidas correctivas que intentan recuperar el estado trófico original y en el caso de lagos artificiales, se debe propiciar un estado ideal capaz de sustentar una baja productividad primaria, una elevada biodiversidad, disminuir los posibles riesgos a los usuarios y sobre todo, crear los mejores ambientes para el Bosque de Chapultepec y para la Ciudad de México.

A consecuencia de la eutrofización, la microflora de los lagos crece inmoderadamente, en especial las cianobacterias, formando capas de color verde brillante sobre la superficie de los mismos. Debido a la elevada tasa de recambio de la biomasa, su descomposición consume el oxígeno disponible en la columna de agua y dependiendo de la profundidad y de los procesos de mezcla, la materia vegetal en descomposición puede acumularse en el fondo de los lagos provocando disminución en la concentración de oxígeno disuelto y la producción de sustancias que imparten mal olor a los sistemas acuáticos. En la mayoría de las ocasiones estos gases son tóxicos como sulfuros o metano, que es un gas con efecto invernadero.

La productividad primaria es la cantidad de materia orgánica producida por organismos autótrofos con capacidad de fotosíntesis a partir de sales minerales, dióxido de carbono y agua, utilizando la energía solar, en un área y tiempo determinados. Se expresa en términos de energía acumulada o como materia orgánica sintetizada. El monitoreo de la productividad primaria es un proceso laborioso; por lo tanto, la obtención de imágenes satelitales en tiempo real puede ser una herramienta fundamental para diagnosticar el estado de desarrollo de un cuerpo de agua. Sin embargo, son necesarios numerosos estudios basados en mediciones *in situ* y en laboratorio sobre la productividad primaria cuyo reto es lograr la interpolación de estos datos con imágenes de emisividad en tiempo real obtenidas de los satélites.

Por otro lado, la Ciudad de México enfrenta serios problemas de contaminación atmosférica que no solo afectan la salud de la población sino también a los ecosistemas. Estos problemas se

ven agravados debido a la falta de dispersión de los contaminantes ocasionada por la situación geográfica de la ciudad. La composición química de las partículas atmosféricas incluye mezclas de carbón, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados y otros compuestos inorgánicos que además pueden depositarse en los cuerpos de agua, en este caso en los lagos del Bosque de Chapultepec. Aunándose a esta problemática, los aportes de la planta de tratamiento también contribuyen con disruptores endocrinos. Estas sustancias pueden afectar a las especies nativas y endémicas habitantes de estos lagos como son el ajolote (*Ambystoma mexicanum*), el acocil (*Cambarellus montezumae*) y el mezcalpique amarillo (*Girardinichthys viviparus*), además de otras especies de peces mexicanos como el charal blanco (*Chirostoma jordani*).

A través del cumplimiento de estos puntos será posible realizar un monitoreo constante del desarrollo de los lagos de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec con la finalidad de poner en marcha diversas medidas del control de la eutrofización y la detección de florecimientos de cianobacterias y diagnosticar el estado de salud de esas especies acuáticas para minimizar el impacto de los tóxicos en ellas.

### **Objetivo General**

Diagnosticar el estado de desarrollo de los lagos Menor y Mayor de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec a través de imágenes satelitales en tiempo real.

### **Objetivos Específicos**

- Estudiar la estratificación de la columna de agua de los lagos Menor y Mayor de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec a través de mediciones *in situ*.
- Evaluar el estado de desarrollo de los lagos Menor y Mayor de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec a través de mediciones en laboratorio.
- Desarrollar programas que permitan extrapolar la información obtenida sobre la productividad de los lagos Menor y Mayor de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec con imágenes satelitales de emisividad en tiempo real.
- Aplicar también estas herramientas en los lagos de la 2ª Sección del Bosque de Chapultepec.
- Realizar predicciones a futuro sobre el desarrollo de estos cuerpos de agua.
- Desarrollar modelos de estudio **no invasivos** en el ajole, en el acocil y en el mezcalpique amarillo habitantes de los lagos Menor y Mayor de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec para evaluar los efectos de los tóxicos presentes en estos cuerpos de agua.

### **Productos esperados en dos años de duración del proyecto**

- 1) Un estudio detallado que presente datos e interpretación sobre el estado de desarrollo de los lagos Menor y Mayor de la 1ª Sección del Bosque que permita conocer con exactitud el estado actual de estos cuerpos de agua.
- 2) Modelos matemáticos que permitan diagnosticar el estado de desarrollo de estos cuerpos de agua con base en las imágenes satelitales en tiempo real aplicables también a los lagos de la 2ª Sección de este Bosque.

- 3) Software capaz de procesar las imágenes satelitales en tiempo real para diagnosticar el estado de desarrollo de estos cuerpos de agua que será elaborado por el equipo de trabajo del proyecto para ser utilizado indefinidamente por el usuario del proyecto.
- 4) Reporte sobre la cuantificación de tóxicos y contaminantes en estos cuerpos de agua y su impacto sobre los organismos acuáticos y que además permita valorar los posibles riesgos para los usuarios por contacto con el agua de estos lagos.
- 5) Estudios sobre el tratamiento del agua y de los residuos de ambos lagos de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec.
- 6) Manual de recomendaciones de mantenimiento posterior a las posibles obras de tratamiento y de manejo de los residuos sólidos de los lagos de la 1ª Sección del Bosque de Chapultepec.
- 7) Establecer medidas de manejo de residuos y de control de la productividad en estos cuerpos de agua.
- 8) Reportes sobre el estado de salud de las especies acuáticas habitantes de estos sitios usando métodos **no invasivos ni colectas permanentes de estos especímenes para su estudio en laboratorio.**

### **Tiempo estimado para desarrollo**

24 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal  
Dirección del Bosque de Chapultepec  
Enlace: Mtro. Rubén A. Jasso Márquez  
Director del Bosque de Chapultepec  
E-mail: lic\_jassoazul@hotmail.com  
Tel: 5212 2171

**Demanda 5.5 MANEJO INTEGRAL DE LAS MICROCUENCAS ARROYO SAN BUENAVENTURA, ARROYO SANTIAGO, RÍO SAN LUCAS, NATIVITAS, RÍO SAN GREGORIO, MILPA ALTA Y CILCUAYO.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

### **Antecedentes**

La Cuenca de México se localiza en la parte central del eje neovolcánico transversal; desde tiempos remotos ha sido un área relevante por su desarrollo cultural, político, económico y social, en la medida que la Ciudad de México se ha expandido sobre las áreas agrícolas, el crecimiento poblacional ha tenido que desplazarse hacia áreas de vocación forestal, lo cual conlleva no sólo la transformación parcial o total de los elementos naturales, sino también los modos de uso y aprovechamiento. En las últimas décadas ha desaparecido una parte



Ciudad de  
**vanguardia**



importante de los bosques naturales, se han fragmentado a niveles críticos las poblaciones de flora y fauna silvestres, se han contraído o desecado los cuerpos de agua superficiales y se ha reducido la capacidad de recarga de los acuíferos de donde se aporta aproximadamente el 70% de agua que se consume en la Ciudad.

El Suelo de Conservación (SC) con una superficie de 87,294 ha constituye un territorio estratégico para la vida de la Ciudad de México, ya que debido a su localización, entre otros factores, se caracteriza por presentar ecosistemas diversos, en los que se encuentra representada casi el 2% de la biodiversidad del mundo; además de generar servicios ambientales, imprescindibles para la sustentabilidad de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México como son: la recarga del acuífero, la captura de carbono, la producción de oxígeno o la retención de suelo fértil, además de paisajes naturales o amplios espacios verdes para el esparcimiento.

Sin embargo, el SC día con día sufre fuertes presiones que amenazan su condición y su estructura y causan un deterioro principalmente por el crecimiento desordenado de la mancha urbana, ocasionando disturbios en los recursos naturales que representan un potencial económico y ambiental indispensable para el desarrollo y viabilidad de la Ciudad de México.

Entre las causas de disturbio más importantes que influyen en la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas terrestres, la pérdida del suelo por erosión hídrica o eólica, adquiere relevancia, principalmente porque es la base o soporte de todos los ecosistemas existentes; su cuidado, protección y conservación debe ocupar un lugar significativo en las acciones de cualquier gobierno con la finalidad de lograr un equilibrio y restaurar las alteraciones que actualmente se registran en el ambiente, no sólo a nivel local, sino a nivel nacional y mundial.

En el Suelo de Conservación, se encuentran diversos tipos de vegetación, con sus comunidades y asociaciones respectivas: pastizal, bosques de coníferas, mixtos, de encino, matorral xerófilo, vegetación acuática y subacuática. Donde las especies presentes permiten detectar sitios frágiles que deben ser considerados prioritarios tanto para su conservación, así como para llevar a cabo una recuperación de la cobertura forestal, en los lugares que han sido alterados, debido a la fuerte influencia de las actividades antropogénicas, las cuales son evidentes en el Suelo de Conservación, ocasionando suelos desnudos y por ende en vías de perderse debido a la erosión.

Para hacer frente a esta situación la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) a través de la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales (DGCORENA), en coordinación con las Delegaciones políticas que cuentan con Suelo de Conservación y la participación de los dueños o poseedores de la tierra, principalmente Núcleos Agrarios, desde hace años han realizado acciones de conservación y restauración de los ecosistemas del SC.

Ante esta situación, resulta de vital importancia invertir de manera suficiente con recursos económicos para dar atención a un problema que a nivel mundial en materia ambiental y de degradación de ecosistemas terrestres, es uno de los más importantes: la conservación de los recursos naturales, principalmente suelo y agua.

Por lo antes expuesto, es necesario contar con un estudio que considere el manejo integral de microcuencas, con un enfoque de desarrollo y conservación centrado en un territorio delimitado de manera natural, lo que permite que la microcuenca se considere como la unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales, debido a que son las entidades donde los componentes naturales físicos y bióticos, muestran arreglos diversos de estructura que están





Ciudad de  
**vanguardia**



interrelacionados, de manera que su funcionamiento permite que los ecosistemas continúen sus procesos evolutivos.

### **Objetivo General**

Elaborar un estudio de caracterización de las microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo; que permita el manejo a través de obras y acciones para la protección y conservación de los recursos naturales.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las acciones necesarias en sitios específicos a través de los siguientes indicadores: volumen de escurrimiento máximo y medio anual, tasa de infiltración, tasa de erosión hídrica, tasa de cambio de uso de suelo de las microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo, con el objeto de optimizar y favorecer el uso sostenible de los recursos naturales.
- Realizar la cuantificación de las variables hidrológicas como: precipitación (máxima, mínima y media anual), infiltración, evapotranspiración y escurrimiento medio anual y máximo en 24 hrs en las microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo.
- Evaluar y cuantificar los efectos del cambio en el uso del suelo (de forestal a agrícola y de agrícola a urbano) respecto al volumen de infiltración y la pérdida de suelo por erosión hídrica.

### **Productos Esperados**

- Informe técnico documental (impreso y en digital) que contenga los siguientes indicadores: volumen de escurrimiento máximo y medio anual, tasa de infiltración, tasa de erosión hídrica, tasa de cambio de uso de suelo que permitan diagnosticar la situación actual de la estructura y funcionamiento eco-sistémico de las microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo, localizadas dentro del Suelo de Conservación del Distrito Federal.
- Este documento deberá incluir la información obtenida del análisis y valoración del estudio realizado a las microcuencas que permitan llevar a cabo la cuantificación de las variables hidrológicas: precipitación (máxima, mínima y media anual), infiltración, evapotranspiración y escurrimiento medio anual y máximo en 24 hrs en las microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo; así mismo, debe incluir un comparativo a través de imágenes satelitales durante el periodo 2000 – 2012.
- Informe técnico documental (impreso y en digital) en el que se indique las actividades, obras y acciones (conservación de suelo y agua) necesarias en sitios específicos con el objeto de fomentar el uso sustentable de los recursos naturales, en las Microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San



Ciudad de  
**vanguardia**



Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo, ubicadas en el Suelo de Conservación del Distrito Federal.

- Informe técnico documental (impreso y en digital) en el que se indique la propuesta de manejo de los asentamientos humanos localizados en la zona de amortiguamiento de estas unidades hidrográficas.
- Sistema de Información Geográfica que integre los indicadores, variables hidrológicas, así como actividades obras y acciones por microcuenca.
- Este documento con el objeto de realizar la planificación y manejo de recursos naturales en estas unidades hidrográficas, a fin de conservar, restaurar y mejorar el aprovechamiento de dichos recursos, deberá considerar los siguientes:

### **Indicadores**

- Tasa de infiltración de agua de lluvia al acuífero.
- Calidad del agua.
- Control de avenidas (escurrimiento superficial).
- Tasa de erosión hídrica.
- Producción de sedimentos.
- Manejo de la vegetación.
- Manejo de fauna silvestre.
- Propuesta de manejo de los asentamientos humanos
- Recuperación de suelos degradados.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

12 meses.

### **Usuarios de la demanda**

Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal

Enlace: Ing. Hugo César Balcorta Martínez

Coordinador de Protección de Recursos Naturales de la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales

E-mail: hbalcorta54@yahoo.com.mx

Tel: 58 43 34 11 EXT. 108 y 112.

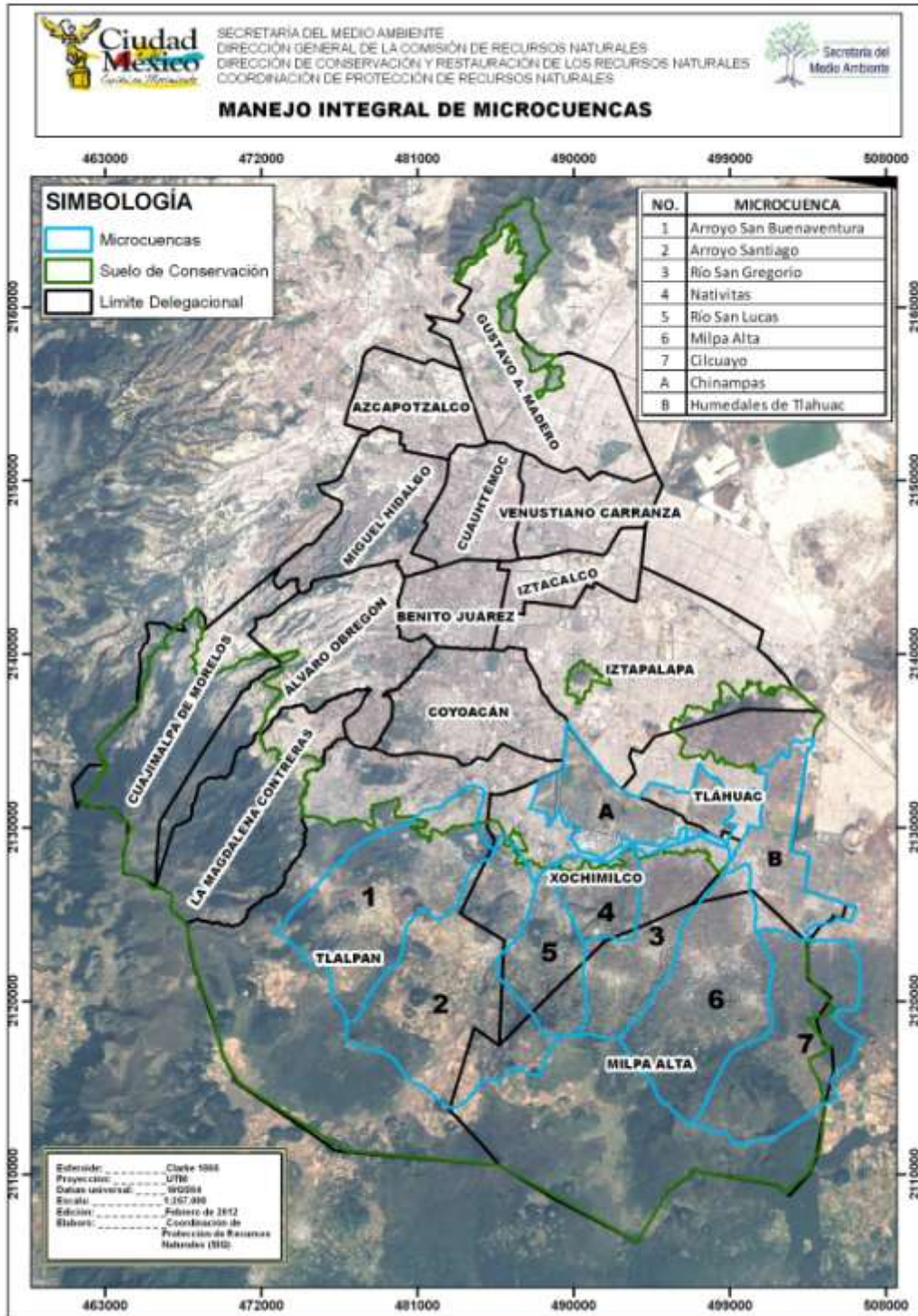
Enlace: Ing. Pablo Amezcua Cornejo

Subdirector de Incendios Forestales y Reforestación de la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales

E-mail: sub.proteccion@gmail.com

Tel: 58 43 34 11 EXT. 110.

Se adjunta plano del Suelo de Conservación del Distrito Federal donde se identifican las Microcuencas Arroyo San Buenaventura, Arroyo Santiago, Río San Lucas, Nativitas, Río San Gregorio, Milpa Alta y Cilcuayo.





Ciudad de  
**vanguardia**



**Demanda 5.6**      **PROYECTO PARA LA CONSERVACIÓN DEL CONEJO DE LOS VOLCANES: VALORACIÓN GENÉTICA, EVALUACIÓN DEL ESTADO DE SALUD Y ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE GRUPOS POBLACIONALES EN CAUTIVERIO, SEMI-CAUTIVERIO Y VIDA SILVESTRE.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

**Antecedentes**

El conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) es una especie endémica del Valle de México que se encuentran en grave peligro de extinción debido principalmente a la cacería como fuente de alimento, la interferencia humana y la pérdida del hábitat por la agricultura y la ganadería.

Los Zoológicos de la Ciudad de México, en específico, el Zoológico de Chapultepec y el Zoológico Los Coyotes, han logrado el establecimiento de colonias de manejo y reproducción de esta especie bajo condiciones de cautiverio. Aún cuando en ambas colonias se ha logrado el incremento de los números poblacionales de esta especie a través de la reproducción en cautiverio, no se ha determinado con precisión el grado de variabilidad genética existente en las mismas. El conocimiento de la condición genética de estas poblaciones representa una herramienta fundamental para el restablecimiento exitoso de poblaciones naturales a través de esfuerzos de reintroducción de la especie dentro de su rango histórico de distribución geográfica, con base a su óptimo manejo genético y demográfico.

El restablecimiento de poblaciones viables del conejo de los volcanes depende asimismo del conocimiento de la condición de salud tanto de los ejemplares provenientes del cautiverio, como de aquellos que se encuentran en vida silvestre. A lo largo de las últimas décadas, ha sido posible identificar los principales factores responsables de la mortalidad de esta especie en las colonias del Zoológico de Chapultepec y Zoológico Los Coyotes, asociados a la identificación de *Salmonella sp.*, *Pasteurella sp.*, *Klebsiella sp.*, *E. coli*, *Pseudomona sp.*, *Cyrobacter sp.*, y *Enterobacter sp.* Sin embargo, no existen a la fecha, reportes sobre el estado de salud de las poblaciones silvestres o de las principales causas de mortalidad del conejo de los volcanes en su rango de distribución histórica.

Asimismo, toda reintroducción exitosa de una especie depende del conocimiento existente sobre su biología. Aunque existe información básica sobre la ecología de esta especie, no se ha desarrollado un estudio científico sobre individuos o grupos reproductivos en condiciones de semi – cautiverio que permitan identificar aquellos factores considerados como indispensables para aumentar las probabilidades de sobrevivencia de los ejemplares liberados, así como el establecimiento de grupos y poblaciones genética y demográficamente viables a través de los esfuerzos de reintroducción.

Es por ello que el presente proyecto, pretende contribuir a la conservación del conejo de los volcanes dentro de su rango de distribución histórica mediante: 1) la definición del grado de variabilidad genética de las poblaciones existentes en cautiverio, 2) la determinación de los principales agentes infecciosos responsables de la mortalidad *in situ* y *ex situ* y, 3) la identificación de aquellos factores de la biología conductual que son indispensables para el restablecimiento de poblaciones de esta especie mediante esfuerzos de reintroducción.

El proyecto se divide en dos partes, las cuales se realizarán de manera simultánea. La primera se refiere al monitoreo de la estructura genética y estado de salud tanto de las poblaciones en



Ciudad de  
**vanguardia**



cautiverio, como de una muestra representativa de aquellas que existen en vida silvestre. La segunda se encargará de conocer en detalle las características conductuales de una colonia del conejo de los volcanes en condiciones de semi – cautiverio, en condiciones similares a las de su hábitat.

### **Objetivo General**

Contribuir a la conservación del conejo de los volcanes mediante la determinación de la diversidad genética, de la evaluación del estado de salud y, el estudio de la conducta individual y social de poblaciones bajo condiciones de cautiverio, semi - cautiverio y vida silvestre.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la condición y variabilidad genética de las colonias en cautiverio del conejo de los volcanes en el Zoológico de Chapultepec y en el Zoológico Los Coyotes.
- Identificar y evaluar la presencia de agentes bacterianos a través del aislamiento, genotipificación y PCR, así como de elementos y/o sustancias tóxicas, que pudieran ser detectados en pelo, piel, hueso, sangre y heces de la especie, tanto en condiciones de cautiverio, como en vida silvestre.
- Establecer una colonia de reproducción de la especie bajo condiciones de semi - cautiverio, que permita identificar individuos y grupos reproductivos aptos para su reintroducción dentro del rango de distribución histórica de la especie.
- Determinar los niveles de cortisol en heces del conejo de los volcanes relacionándolo con el posible grado de estrés al que pudieran estar sometidos en las colonias de cautiverio y regiones específicas de su distribución geográfica.
- Determinar las características del ciclo estral a lo largo de las diferentes épocas del año, a través de la detección de hormonas reproductivas en las heces de individuos bajo condiciones de cautiverio y vida silvestre.
- Realizar un monitoreo conductual de las colonias en semi - cautiverio que incluya aspectos de hábitos territoriales, dominancia, reproducción, preferencias y requerimientos alimenticios comportamiento social y composición de los grupos,

### **Productos Esperados**

- Reporte sobre la determinación de la condición y variabilidad genética de las poblaciones en cautiverio de la especie en el Zoológico de Chapultepec y Zoológico Los Coyotes.
- Reporte sobre la determinación de los principales factores responsables de la mortalidad de la especie mediante el aislamiento y genotipificación de los agentes bacterianos principalmente identificados en los problemas respiratorio y digestivos, así como de los endo y ectoparásitos que con mayor frecuencia se encuentran en la especie tanto en condiciones de cautiverio, como en vida silvestre.



Ciudad de  
**vanguardia**



- Reporte sobre el impacto de los elementos indeseables y/o sustancias tóxicas tales como minerales, insecticidas, pesticidas y herbicidas, sobre la salud de las poblaciones del conejo de los volcanes en vida silvestre.
- Reporte sobre los valores de referencia de la población en cautiverio y semi – cautiverio a través de biometría hemática y química sanguínea, así como de los valores de referencia de cortisol fecal que sirvan de guía para determinar si determinada población está sometida a mayores factores de estrés que otra.
- Reporte sobre las características del ciclo estral del conejo de los volcanes, permitiendo un mayor conocimiento de la biología reproductiva de esta especie, así como de los factores de influencia sobre sus ciclos reproductivos tanto en cautiverio, como en condiciones de semi - cautiverio y vida silvestre.
- Reporte del análisis de los estados y eventos del comportamiento individual y social del conejo de los volcanes tanto en condiciones de cautiverio, como de semi – cautiverio.
- Entrega de material utilizado para el monitoreo conductual: videos, grabación de vocalizaciones, fotografías, entre otros.

### **Indicadores**

- Determinar la diversidad genética de las poblaciones del conejo de los volcanes en cautiverio.
- Realizar prácticas de manejo genético y demográfico sobre la base de la diversidad genética.
- Conocer los agentes microbiológicos, toxicológicos y los parámetros fisiológicos de importancia en el manejo en cautiverio y pre liberación del conejo de los volcanes.
- Conocer los potenciales riesgos epidemiológicos que pudieran afectar a las especie bajo determinadas situaciones en el futuro.
- Proponer las acciones y programas de manejo médico y reproductivo en cautiverio y reintroducción más adecuados que favorezcan la conservación de la especie a largo plazo.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

24 meses.

### **Usuario de la Demanda**

Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal  
M en C. Juan Arturo Rivera Rebolledo  
Director General de Zoológicos y Vida Silvestre  
Correo electrónico: jpablo2@prodigy.net.mx  
55 53 62 63 Ext. 2059



Ciudad de  
**vanguardia**



## ÁREA 6. SEGURIDAD

### **Demanda 6.1. METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS PARA ESTABLECER LA IDENTIDAD DE PERSONAS CAPTADAS POR UNA RED DE VIDEOCÁMARAS.**

**Modalidad:** Investigación científica y tecnológica

#### **Antecedentes**

Posiblemente empujados por incrementos sustanciales en las capacidades de cómputo y comunicaciones (a las cuales ha ido aparejada una disminución en sus costos), el logro de avances sustanciales en el entendimiento de los problemas, y una percepción ciudadana que demanda medidas que fortalezcan los mecanismos para garantizar su seguridad y de sus bienes, se observa un interés muy importante en la instalación de redes de cámaras de video. Normalmente, estas son utilizadas por los gobiernos para tareas de vigilancia, monitoreo y protección civil, y por los particulares para vigilancia principalmente. Por ejemplo, en el caso de la Ciudad de México, el gobierno local emprendió desde hace aproximadamente cuatro años el proyecto bicentenario, el cual consiste en la instalación de un sistema de monitoreo que incluye más de 8,000 puntos de observación, cableado y centros de monitoreo. En forma paralela, el sistema de transporte colectivo Metro ha adicionado a su infraestructura la instalación de más de 3,000 estaciones de monitoreo.

Una de las posibles clasificaciones de los usos que pueden tener una red de cámaras está entre acciones pasivas y acciones activas. En la primera, y más común, las cámaras son utilizadas como una herramienta forense para determinar que pasó. Esta aplicación tiene una ventana corrediza de oportunidad, tiempo en el cual las imágenes son conservadas en los discos duros de los dispositivos de cómputo, tras la cual las imágenes son sobre-escritas con nuevas imágenes, tomadas más recientemente. En la modalidad activa se tiene la subdivisión entre monitoreo humano, donde el operador complementa la vigilancia tradicional con la ayuda de las cámaras, recorriendo los escenarios en busca de elementos que demanden su atención, o el monitoreo automático. En esta última modalidad, sistemas avanzados de visión permiten realizar diversas operaciones que complementan la tarea que hacen operadores humanos. Entre estas aplicaciones se pueden incluir, por ejemplo, el conteo de vehículos o personas, el análisis de flujo de personas, o la detección de eventos inusuales. La ventaja de los sistemas activos estriba en que se puede tener reacciones proactivas, minimizando el daño que puede ocurrir en caso de que los eventos se dejen transcurrir. Aunado a lo anterior, los sistemas automáticos activos tienen el potencial de permitir un nivel de desempeño auditable, no sesgado, durante el periodo de monitoreo, y pueden plantearse como una herramienta de operadores humanos que últimamente tomen la decisión sobre si debe tomarse alguna acción o no.

El Gobierno de la Ciudad de México está interesado en promover el desarrollo científico-tecnológico, la innovación, y la formación de capital humano con el potencial de darle valor agregado y soporte tanto a la infraestructura que ha desplegado, la que se ha formado con redes privadas de cámaras, y las que en un futuro se establezcan con nuevos recursos científico-tecnológicos. En la visión de la Ciudad esto requiere fortalecer los grupos de



Ciudad de  
**vanguardia**



investigación y formación de recursos humanos de alto valor mediante la realización de proyectos pertinentes.

Uno de los temas sobre el que el Gobierno de la Ciudad tiene particular interés se relaciona con el desarrollo de la metodología y prototipos experimentales para resolver el problema de la gestión de identidad de personas en una red de cámaras. En este tenor se tiene la necesidad de establecer la correspondencia entre observaciones de personas. Así, las características extraídas, correspondientes a color, forma, tamaño, u alguna otra propiedad útil, como la estructura tridimensional, junto con la posición y tiempo en la que se toman los datos permiten establecer la correspondencia entre observaciones. Cuando se tiene una sola cámara para establecer estas correspondencias se tiene el problema de como lograr mediciones confiables, repetibles y oportunas tal que permitan la comparación. Otra dificultad que potencialmente puede presentarse tiene que ver con la confiabilidad en la detección y seguimiento que permita el establecimiento de trayectorias. En una red de cámaras, el problema de la correspondencia se acrecienta por una serie de factores que pueden incluir la falta de constancia de color aun en cámaras del mismo tipo, las inexactitudes en la extracción automática de características, y la equivalencia entre observaciones equivalentes capturadas por cámaras que pueden ser incluso del mismo modelo y marca. Pero incluso con todo ello resuelto, entre otros factores involucrados uno pudiera considerar que la dificultad de establecer asociaciones correctas dadas las características tiene un potencial de asignación factorial en el cual se tiene que lidiar con una cantidad muy grande de posibles combinaciones, aun para un número reducido de objetos. En algunas áreas del conocimiento esto es conocido como el problema de la asociación de datos, el cual ha demostrado ser NP-duro.

Por otro lado, recientemente se han reportado en la literatura científica avances importantes en el área. Por ejemplo, se ha mostrado como el uso combinado de información de intensidad y profundidad puede incrementar sustancialmente el desempeño de los algoritmos de detección de personas. En términos de su definición como una Ciudad del Conocimiento, el Gobierno de la Ciudad de México está interesado en recibir propuestas que exploten estas opciones de captura de información y que las soluciones no necesariamente se restrinjan únicamente a imágenes de intensidad. De esta forma se pretende que se desarrollen metodologías que permitan alcanzar niveles de desempeño que apunten, en un mediano plazo, hacia la generación de aplicaciones.

### **Objetivo General**

Desarrollar la metodología que permita la construcción de sistemas que lleven a la determinación automática de la identidad de personas que se desplazan en un escenario en donde se ha instalado una red de cámaras de video.

### **Objetivos Específicos**

1. Desarrollar prototipos experimentales que permitan el establecimiento de la asociación entre personas observadas en redes de videocámaras para poder establecer su identidad.
2. Desarrollar nuevos modelos que mediante el uso de imágenes de intensidad y profundidad incrementen el nivel de desempeño de los sistemas de detección de personas reportados en el estado del arte del conocimiento.





Ciudad de  
**vanguardia**



3. Determinar los conjuntos de restricciones que permitan, por un lado, una solución plausible del problema de asociación de datos, mientras que por otro, dejen vislumbrar aplicaciones potenciales de alto valor para la Ciudad de México.
4. Generar recursos humanos especializados en técnicas y metodologías de procesamiento de imágenes, particularmente en visión de computadora para sistemas distribuidos, para el desarrollo de aplicaciones para redes de cámaras, incluyendo esquemas de comunicación entre cámaras y procesadores.

### **Descripción del Escenario de la Propuesta**

La atención a la presente demanda producirá resultados científicos que harán posible el desarrollo de aplicaciones de identificación y reconocimiento de personas para uso en el ámbito público y privado. La naturaleza misma del problema de reconocimiento hace necesaria que la solución sea un prototipo en donde el escenario seleccionado y los dispositivos de captura de imágenes sean parte integral de la propuesta. Por ello, el prototipo deberá cumplir al menos con las siguientes restricciones:

1. La captura de imágenes se hará con al menos cuatro cámaras ubicadas en las instalaciones del STC metro quien facilitará su uso.
2. Las aplicaciones se desarrollarán para espacios cerrados.
3. Los escenarios capturados por las cámaras no deben presentar traslapes.
4. El escenario y el espacio de cobertura de la cámara incluirá diversas unidades arquitectónicas, por ejemplo, diferentes oficinas, cuartos, pasillos.
5. Es deseable que la propuesta considere el uso de imágenes de intensidad y profundidad.
6. La definición del esquema de comunicación entre las cámaras y los elementos de cómputo es parte integral de la propuesta.

### **Productos Esperados**

1. Nuevos modelos y métodos de reconocimiento de patrones e identificación de personas en escenarios dentro del STC metro
2. Nuevos esquemas de comunicación entre los elementos de la red de cámaras y procesadores
3. Prototipos experimentales con valor práctico que permitan el establecimiento de la identidad de personas en una red de cámaras
4. Recursos humanos especializados en el desarrollo de aplicaciones de visión por computadora para redes de cámaras.
5. Documentación de los prototipos y conocimiento generados en la forma de reportes técnicos, libros, artículos científicos, y artículos de divulgación
6. Solicitud de registros de propiedad intelectual resultado de los desarrollos efectuados.

### **Indicadores**

1. Evaluación de desempeño de los prototipos desarrollados en cuando a sus parámetros de operación, incluyendo
  - a. eficiencia,
  - b. complejidad algorítmica,



Ciudad de  
**vanguardia**



- c. tiempo de ejecución
  - d. rapidez en el establecimiento de la identidad
  - e. número de cámaras
  - f. escenario considerado
2. Factibilidad para la extensión de los resultados de la investigación a otros dominios, tal como la gestión de identidad de automotores.
  3. Factibilidad para la aplicación de la metodología desarrollada a dominios de aplicación que pudieran incluir las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo (Metro), u otros espacios como oficinas, escuelas u hospitales.

### **Tiempo estimado para desarrollo**

18 meses.

### **Usuario de la demanda**

Sistema de Transporte Colectivo

Ing. Alejandro Martínez Zanatta

Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274079

azanatta@metro.df.gob.mx

Ing. Octavio Lomelí Escobar

Coordinador de Desarrollo Tecnológico del STC

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono: 56274053

octavioloesco@hotmail.com

### **Contacto**

Ing. Pedro Calderón Quintanar

Coordinador de proyectos de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico del STC.

Av. Ignacio Zaragoza No. 614. Col. 4 Árboles, Del. Venustiano Carranza, C.P. 15370, México, D.F.

Teléfono 56274060

pecalqui@yahoo.com.mx