

## **PLAN ESTRATEGICO**

### **GRAN TELESCOPIO MILIMÉTRICO**

**Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y  
Electrónica**

MARZO 2009

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Detonar el desarrollo tecnológico y científico de México debe de ser una prioridad ineludible en la agenda de las políticas públicas. Desarrollos de gran nivel impulsan no solamente el quehacer científico, sino que son fuentes de desarrollo para muchas otras ramas de la actividad económica, como la turística, la académica, la social, etc.

El proyecto del Gran Telescopio Milimétrico (GTM) se inserta perfectamente en este esquema de desarrollo y puede consolidarse, si se reúnen las condiciones descritas en este documento estratégico, en el proyecto científico más importante y ambiciosos de la historia de México.

El proyecto del Gran Telescopio milimétrico (GTM) es estratégico para México y su desarrollo tecnológico de alto nivel. A la fecha se ha operado como un proyecto constructivo conjunto del INAOE y la Universidad de Massachusetts con INAOE aportando la mayoría de los recursos. Las modalidades de fondeo y desarrollo del proyecto han sido erráticas desde el inicio del proyecto a la fecha. La administración ha sido hecha sobre la marcha con incertidumbre sobre la continuidad de apoyo financiero y político del proyecto e internamente sin una separación clara de los aspectos administrativos y académicos.

Así, pues, el presente documento plantea los antecedentes, situación actual, perspectivas y recomendaciones para determinar la viabilidad técnica, comercial, operativa y financiera sobre la instalación y operación de un Gran Telescopio Milimétrico. Actualmente no existe ningún

---

telescopio con características similares en el mundo entero. El equipo está ubicado en el municipio de Atzitzintla, en el Estado de Puebla, generando una gran cantidad de empleos temporales y varios permanentes.

### 1.1 Servicio

El telescopio está constituido por una antena parabólica, con un reflector secundario hiperbólico, capaz de registrar microondas en el rango de 60 a 340 GHz y capaz de apuntar con una precisión cercana a 1 segundo de arco. Estas características técnicas permitirán estudiar a detalle los procesos que dan lugar a la formación de estrellas y de sistemas planetarios. El GTM tiene un rango de observación que va de nuestro sistema planetario a las galaxias más distantes hasta hoy conocidas. Su capacidad de exploración es única para descubrir objetos muy lejanos.

Se ofrecerán diferentes tipos de servicios, dependiendo de los usos y necesidades del consumidor final. Es decir, el servicio ofrecido puede ser con fines científicos, académicos o turísticos, para lo cual se realizarán convenios de colaboración con diferentes organismos e instituciones a nivel internacional. Todos estos servicios estarán siempre respaldados por la asistencia técnica de los responsables de la operación y funcionamiento del GTM.

## 1.2 Mercado

El mercado meta de este proyecto se identifica como todos aquellos usuarios potenciales de los servicios tecnológicos ofrecidos por el GTM. En particular, se identifica a los siguientes nichos de mercado: comunidad científica mexicana; comunidad científica Internacional; universidades nacionales y extranjeras; investigadores o científicos particulares y turismo general. Una de las grandes ventajas del presente proyecto radica precisamente en la variedad de sus aplicaciones y por consiguiente en la amplitud de su mercado, ya que con cada uno de los segmentos descritos anteriormente se desarrollarán esquemas de promoción y publicidad para hacer atractivo el servicio. Por lo anterior, se estima que el potencial económico del proyecto debiera estar garantizado si se implementan los esquemas de venta propuestos (descritos en el módulo de finanzas). Un punto muy importante a considerar, es que actualmente en el mundo entero no se cuenta con un esquema de competencia directa; es decir, no existe otro telescopio con las características y alcance del GTM. Por supuesto, existe una gran cantidad de competidores indirectos con aparatos de diferentes características. Es por ello, que el plan de mercadeo se convierte en un aspecto estratégico para la viabilidad del proyecto.

## 1.3 Inversión requerida y finanzas

De acuerdo a las estimaciones financieras detalladas más adelante, este proyecto requiere un mínimo de inversión anual para su sostén y correcto funcionamiento de aproximadamente \$13 millones de dólares. De acuerdo al análisis realizado, el presupuesto

---

federal más las proyecciones de venta del servicio a los segmentos de mercado identificados en el punto anterior, sustentan perfectamente este nivel de ingresos. Esto se debe al esquema de costos fijos y variables relativamente bajos, combinado con un esquema de múltiple de comercialización que garantizará el ingreso de efectivo de manera permanente en las diferentes épocas del año, arrojando por consiguiente flujos de efectivo positivos que ayudarán a la correcta operación financiera de este proyecto.

#### **1.4 Conclusión**

En base a todos los parámetros analizados en el presente proyecto, se puede afirmar que el proyecto del Gran Telescopio Milimétrico es un proyecto con viabilidad técnica, operativa, financiera y mercadológica. La base del éxito radicará precisamente en detonar el interés de instancias de gobierno para el fondeo de los recursos y en la atracción de la comunidad científica y la comunidad general para participar en el mismo. En caso de no realizarlo, se perdería la oportunidad de ganar gran prestigio en la comunidad científica internacional y la industria nacional perdería una ventana de promoción, sobre lo que es capaz de hacer con la consecuente pérdida de empleos que esto conlleva.

#### **1.5 Recomendaciones**

A la luz del análisis de los antecedentes así como del diagnóstico actual del proyecto GTM, se considera que para que el mismo sea exitoso, es absolutamente indispensable el desarrollo de las siguientes actividades:

---

Realizar una campaña intensiva de promoción tanto en Estados Unidos como en México a fin de homologar el conocimiento y los beneficios del proyecto en ambos países, lo cual permitirá el acceso a los recursos requeridos de manera más expedita.

Permitir la complementariedad inmediata y absoluta, con políticas claras y definidas, de las esferas pública y privada. De esta manera se garantizará la eficiencia de ambas fuentes de financiamiento, optimizando recursos, tiempos y materiales. El realizar esta actividad evitará la transferencia de recursos públicos a privados y viceversa, y permitirá que operen complementariamente los esquemas de transparencia y rendición de cuentas de ambos esquemas.

Implementar los planes específicos de acción, políticas y actividades detalladas en este documento, para de esta manera garantizar la operatividad, funcionamiento y rentabilidad del proyecto de manera integral.

## **2 INTRODUCCIÓN, DIAGNÓSTICO Y PORVENIR DEL PROYECTO GTM**

### **2.1 Antecedentes**

La sociedad estratégica entre UMASS y el INAOE-GTM ha sido una relación larga donde en esencia México tiene el 70% del proyecto y UMASS el 30%. Esta sociedad estratégica no está claramente definida aunque en México por parte del CONACYT e INAOE se le pudiera considerar un proyecto de estatura nacional (y si bien muchas dependencias Federales tal como Presidencia, Hacienda, Senado, desconocen del proyecto), este es, y debiera ser de suma importancia para no solo la imagen de la ciencia mexicana sino también para la participación en ciencia de primer nivel y la creación de cuadros humanos en ciencia e investigación de primer nivel.

Falta por definir ante Estados Unidos, los puntos finos de la operación futura del mismo.

Está pendiente también resolver los fondeos y formas de los mismos con los cuales UMASS apoyó, así como cual es la percepción del GTM en el gobierno federal americano y las instituciones encargadas de este tipo de proyectos o que pudieran participar académicamente y con fondeos de investigación.

### **2.2 Investigación estratégica**

Para efecto de esclarecer cual es la percepción y conocimiento acerca del GTM en Estados Unidos a través del 2008 con la administración Bush y en febrero del 2009 con la nueva

---

administración Obama, se llevaron a cabo una serie de entrevistas personales y confidenciales en Washington, D.C. con personas dentro o afiliadas a o relacionadas al NSF, área de ciencias de la Casa Blanca, el Senado, académicos, la embajada de México y algunos líderes de industria de alta tecnología.

Sorprendentemente para todos los involucrados, en general el GTM no es conocido, ni reconocido como un esfuerzo de nivel binacional. Se mostró asombro de no haber escuchado de un proyecto binacional de esta magnitud.

Si bien en México el proyecto tiene un nivel nacional y se ha elevado a un grado donde es tema a nivel presidencial, del senado, hacienda, etc., en Estados Unidos es claro que UMASS lo ha mantenido a nivel local interno dentro de su departamento de Astronomía, inclusive con desconocimiento de la administración de UMASS, causando un desfase brutal de posicionamiento.

No está claro si esto obedece a una visión angosta académica y burocrática de mantener el "control" sobre el proyecto al no abrirse a instancias mayores por miedo de perder su posición pre-eminente como el único interlocutor ante y en Estados Unidos y ser el único conducto con México, pero de cualquier forma el efecto es limitar tremendamente al GTM.

Este desconocimiento y falta de posicionamiento ha causado que no se pueda formalizar el otorgamiento de fondeos adecuados de NSF y muchas otras instancias federales y de instituciones académicas que tendrían interés de participar en el GTM.

Confidencialmente se comentó que mientras el proyecto no tuviera la estructura adecuada no tendría el apoyo fuerte, formal e institucional de Estados Unidos en todo nivel, pero que nadie iba a forzar al GTM a hacerlo, y que solo le darían servicio a la imagen de colaboración para efectos de imagen y política. Dicho esto agregaban que adicionalmente aparentemente no se tenían acercamientos continuos y planteamientos firmes de que era y quería el GTM.

---

### 2.3 Puntos de acción recomendados

Los puntos de acción recomendados por todas las personas confidencialmente entrevistadas, así como en base a los antecedentes del proyecto, se enlistan a continuación:

Elevar el proyecto al mismo nivel de importancia que tiene en México y abrir el acceso al proyecto en EEUU incorporando todas las instancias de primer nivel con información y su participación activa.

Establecer los fideicomisos y estructuras de supervisión y de rendición de cuentas a nivel de estándares de clase mundial para este tipo de proyecto incluyendo una fundación-no de lucrativa 501 c (3) en Estados Unidos que garantice la transparencia y rendición de cuentas de donativos.

Formar un patronato de alto nivel de figuras patrocinadores en la ciencia, el gobierno y la academia.

Abrir el proyecto a las instituciones académicas líderes en investigación y astrofísica.

Muy importantemente, mantener a la Embajada de México enterada y volverla la instancia promotora más valiosa del proyecto estrechando la relación con la Casa Blanca, NSF y el Congreso de EEUU.

Hacer cabildeo continuado a favor del GTM en Washington.

Reposicionar la relación con UMASS en proporción a su baja participación en fondeo y promoción en EEUU, buscando socios académicos más pro-activos y capaces.

## 2.4 Beneficios del proyecto

Conducir inevitablemente a la innovación tecnológica.

Elevar el nivel de los “factores especializados” (recursos humanos, infraestructura, capacidad de investigación y otros), a través del desarrollo de capacidades.

Contribuir a incrementar la competitividad tecnológica.

Generar confianza en la capacidad de organización para desarrollar proyectos científicos en México.

Sentar un precedente positivo para proyectos de gran alcance que ayude a futuros emprendedores a desarrollar proyectos científicos.

Posicionar a México como un competidor relevante y de vanguardia en investigación científica y generador de conocimiento.

### 3 HISTORIA Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 Descripción general del proyecto

El GTM es el proyecto científico más ambicioso de México. Por primera vez en la historia de la humanidad se construye una antena de grandes dimensiones con la precisión que requiere observar microondas de frecuencia milimétrica. El telescopio es capaz de apuntar con una precisión cercana a 1 segundo de arco. Este es un reto enorme para la ingeniería moderna, e implica un proceso de construcción muy complicado, sin precedente.

El GTM será capaz de estudiar a detalle los procesos que dan lugar a la formación de estrellas y de sistemas planetarios. El GTM tiene un rango de observación que va de nuestro sistema planetario a las galaxias más distantes hasta hoy conocidas. Su capacidad de exploración es única para descubrir objetos muy lejanos.

Esta exploración es de importancia fundamental porque aportará listas de galaxias tan lejanas que la radiación emitida por ellas ha tardado más de 13,200 millones de años en llegar a la tierra. Este tiempo es comparable con la propia edad del universo en que vivimos, abriendo la posibilidad de que el GTM y otros instrumentos inicien un estudio detallado de las condiciones que existían al originarse la materia que dio lugar a todo lo que existe en el Universo.

En términos prácticos estratégicos para el país, se sabe sin lugar a duda, que en todo proyecto científico altamente técnico y académico de primera magnitud mundial, como lo es el GTM, se generará un abanico aún no cuantificable de múltiples aplicaciones prácticas, de negocios, relaciones, beneficios y oportunidades para la comunidad científica, la empresarial y para el mismo gobierno de México.

Así ha sido con el proyecto espacial de los Estados Unidos y de otras naciones asiáticas y europeas, que buscan cumplir metas en indicadores críticos de seguridad nacional, desarrollo y transferencia de tecnología y la formación de cuadros de recursos humanos nacionales de primer nivel.

Toda proporción guardada, el GTM es el proyecto científico equivalente de México y su valor estratégico positivo es incalculable y mucho mayor de lo que representa una simple antena a saber:

El proyecto es de la mayor importancia binacional México-EEUU. Es el proyecto científico de mayor envergadura realizado entre los dos países. Su imagen positiva o negativa- éxito o fracaso- va a influenciar por muchos años el deseo y posibilidad de otros países e instituciones de hacer o no proyectos con México y sus instituciones, no solo el GTM-INAOE.

Es un proyecto líder mundial en materia de exploración del espacio. Permite atraer talento científico internacional hacia México. Si es administrado adecuadamente, permitirá al INAOE obtener la derrama de muchos proyectos que ayudarán en su medida a limitar la emigración de talento científico mexicano.

Es un proyecto crítico para la seguridad nacional por su relación a las tecnologías de comunicación.

La dimensión de los apoyos que se solicitan es pequeña en comparación al tamaño del proyecto, su avance e importancia nacional.

Es un proyecto único en su capacidad de impacto nacional y regional en términos de cumplimiento de los indicadores sobre generación de conocimiento y transferencia de

tecnología, fortalecimiento de la competitividad, y apoyo al desarrollo económico y social regional señalados por el gobierno federal y el CONACYT.

Por su importancia debe posicionarse como un observatorio Nacional con su propio mandato y presupuesto independiente del INAOE.

### 3.2 Historia del proyecto

La construcción del telescopio milimétrico se realizó a través de un convenio binacional, entre el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y la Universidad de Massachusetts, de Estados Unidos, que fue suscrito en noviembre de 1994.

El Gran Telescopio Milimétrico es un proyecto científico de carácter binacional que ejecutan el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, por el lado de México; y la Universidad de Massachusetts, en Amherst, por el lado de los EUA. Consiste en el diseño, construcción e instalación de una antena de 50 metros de diámetro para investigaciones astronómicas de frontera en el rango de longitudes de onda milimétricas. Será en su tipo el radiotelescopio más grande y preciso del mundo.

Hoy en día, se han descubierto cerca de 150 moléculas en diversos objetos en el universo. El nuevo telescopio multiplicará esta lista y podrá aportar evidencias sobre la formación de los compuestos químicos que dieron lugar a la vida.

El proyecto de este ambicioso desarrollo científico, cuenta con cuatro etapas:

- 1.- Etapa de planeación
- 2.- Etapa de construcción

### 3.- Etapa de verificación y pruebas

#### 3.2.1 Etapa de planeación

A principios de la década de 1980, la Universidad de Massachusetts (UMASS) construye en *Quabbin* un telescopio milimétrico de 14 metros de diámetro que produjo valiosos resultados derivados de sus observaciones. De allí nace la idea de un telescopio de mayores dimensiones, al que convendría ubicar en bajas latitudes, para poder alcanzar el cielo del sur.

En 1986, el Dr. Paul *Goldsmith* de UMASS empieza a desarrollar la idea del nuevo telescopio, que implicaría un diseño en la frontera de la tecnología existente en los próximos años. El diámetro se fija en 50 metros como una meta difícil de alcanzar, pero que era realizable si se contara con una ingeniería igualmente ambiciosa. Para desarrollar la idea original del nuevo telescopio, la UMASS acude a la empresa ESSSCO, que había diseñado y construido el telescopio de *Quabbin* con el apoyo de la firma de ingeniería SGH, ambas de Massachusetts.

En 1988, la UMASS plantea al INAOE trabajar conjuntamente en la construcción del telescopio GTM. La comunidad astronómica interesada en un radiotelescopio milimétrico trabaja en la idea de 1988 a 1992, tomado como base el proyecto de ESSSCO-SGH. Se formula una propuesta para solicitar recursos financieros a los gobiernos de México y Estados Unidos, en donde se estima el costo total del proyecto en 50 millones de USD.

En 1992 el Secretario de Educación Pública, Ernesto Zedillo, otorga su anuencia para la presentación de la solicitud de recursos para la construcción del GTM en México, con la petición de que se busque la máxima participación de la industria instalada en México. Se trata de inducir a la industria nacional a competir con otras extranjeras en niveles tecnológicos sin precedente.

La SEP solicita el apoyo del Ing. Gilberto Borja, Presidente de ICA, para que establezca un comité que indique la capacidad de la industria nacional para participar en la realización de este proyecto (Comité Borja). El comité señala, con satisfacción, que las empresas mexicanas están preparadas para realizar aproximadamente 25% del proyecto. (Este porcentaje se ha ampliado sustantivamente. En realidad, al finalizar las obras en 2006, el 85% del trabajo había sido realizado por la industria nacional)

En 1993 el CONACYT analiza el pre-proyecto presentado por el INAOE y decide no apoyarlo. La Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica difiere del punto de vista del CONACYT y apoya al proyecto. Se genera un conflicto al interior de la SEP, dentro de la que estaba sectorizada CONACYT. El proyecto se congela.

En 1994 en mayo, el CONACYT -presionado por las autoridades superiores de la SEP- acepta preliminarmente participar en el proyecto y otorga los primeros recursos etiquetados (40 mil USD), específicamente para la localización del sitio del telescopio.

El INAOE establece que el proyecto de construcción se realizará en seis años y obtiene el apoyo de la SHCP, que compromete recursos por el monto equivalente de 4 millones de dólares anuales para el proyecto, en partida específica dentro del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF). Los primeros seis años esta partida se utilizaría para la construcción del telescopio.

Es decir, SHCP, a través de la Unidad de Inversión encabezada entonces por el Dr. Aaron Dichter, compromete aportar 4 millones de dólares anuales para la construcción del GTM. Entre 1995 y 1997 se estableció que el costo del GTM estaría entre 80 y 100 millones de dólares, lo que implica que se construcción llevaría entre 10 y 12 años, es decir que se terminaría entre 2005 y 2007. La idea es que la contraparte americana aporte una parte igual.

SHCP indica que al finalizar la construcción, como en todo proyecto de inversión, esta partida de 4 millones de dólares anuales debe seguir vigente y destinarse a gastos de operación del GTM.

Con base en el compromiso anterior, en noviembre, el INAOE y UMASS firman el primer Memorando General de Entendimiento para el desarrollo del proyecto Gran Telescopio Milimétrico (GTM) y el CONACYT y el INAOE firman en noviembre de 1994 un convenio donde se especifica el financiamiento adicional que otorgará el Banco Mundial mediante el Programa para el apoyo de la Ciencia en México (PACIME), administrado por CONACYT, al Proyecto GTM. Este apoyo adicional sería, en 1994, por 10 millones de dólares al tipo de cambio de 3.5 pesos por dólar.

En diciembre se devalúa el peso, por lo que lo comprometido por PACIME y por SHCP para el año 1995, se reduce a la mitad. Paralelamente, organizaciones americanas, europeas y japonesas conciben la idea de crear el Sistema Radiotelescopio de Atacama en Chile (Atacama Large Millimeter Array - ALMA), que consistirá de 64 antenas de 12 metros de diámetro cada una. Se estima originalmente un costo de construcción de 562 millones de USD. Este presupuesto es mucho mayor a lo presupuestado para el GTM en México.

En abril de 1995 comienza el financiamiento del proyecto GTM al recibirse los recursos de PACIME, únicamente por 400 mil dólares en el año (a precios de 1994). En junio, la SHCP comienza a erogar lo comprometido en el PEF. El monto total de su aportación en el año fue de 1.9 millones de dólares: Aproximadamente 50% de lo comprometido a precios de 1994. INAOE instala equipos de medición en quince sitios de la República para seleccionar la mejor localización para el GTM. La UMASS solicita al INAOE le envíe los recursos otorgados por el Gobierno Mexicano para el proyecto, a fin de que la empresa ESSSCO proceda a su diseño definitivo y construcción. Uno de los directivos de ESSSCO es miembro de la Cámara de

Representantes de los Estados Unidos y ha sido factor determinante en la gestión de recursos del congreso de los EEUU para que la UMASS participe en el proyecto.

El INAOE se niega a la petición de UMASS, señalando que sería violatorio de las normas mexicanas e insiste en realizar una licitación pública internacional con la participación de ESSSCO y otras empresas. ESSSCO demanda en las Cortes de Massachusetts a UMASS y al INAOE (como solidario) por promesas incumplidas. La demanda es ganada por la UMASS con la colaboración determinante del INAOE. Se integra el Grupo Ejecutivo Directivo Binacional (Executive Management Team o EMT) para dirigir el proyecto. El EMT establece el comité científico especializado: Scientific and Technical Advisory Committee (STAC) de 10 miembros del más alto nivel mundial para el análisis y toma de decisiones relevantes del proyecto. Adicionalmente, conforme a las necesidades del proyecto, el EMT convoca a grupos de expertos especializados en temas específicos. Para cumplir con la recomendación hecha por el Comité Borja, en el sentido de incorporar empresas mexicanas, se integra un grupo de ingeniería que supervisa los principales contratos suscritos con empresas de México, el comité: Engineering Overseeing Committee (EOC).

En 1996 la UMASS contrata los diseños conceptual y preliminar del GTM a la empresa TIW Systems Inc., que diseñó y construyó los telescopios Keck, ubicados en Mauna Kea en Hawái y muchas de las grandes antenas que utiliza la NASA. Esta empresa es auxiliada por Simpson Gumpertz y Heger. En agosto se firma el Segundo Memorando de Entendimiento (Específico) entre INAOE y UMASS para el desarrollo del GTM, aunque nunca se aplica. Durante todo el año se delibera acerca del sitio en el que se establecerá el GTM, perdiendo tiempo del calendario originalmente planteado.

En 1997 en febrero el EMT selecciona al Cerro La Negra como sitio para la instalación del GTM, de entre 163 posibles localidades en el territorio nacional. Es la cuarta cumbre del país, con una altura de 4600 metros, y sin ninguna infraestructura de caminos, eléctrica o de

---

comunicaciones, pero con las mejores características para permitir la observación milimétrica. INAOE licita el análisis de costo de construcción del proyecto presentado a UMASS por TIW, que es realizado por la empresa mexicana DIRAC. Las primeras estimaciones del costo del telescopio, hechas por DIRAC, señalan una cifra superior a los 100 millones de dólares. Por este motivo, el INAOE se aboca a obtener la responsabilidad definitiva del diseño crítico del GTM, para lograr un esquema de participación de la industria nacional y ampliar el espectro de opciones planteado por TIW.

Consecuentemente, el INAOE, conforme a la normatividad mexicana, realiza una licitación para el diseño definitivo. El contrato es adjudicado a la empresa alemana MAN Technologie. Este diseño es pagado con fondos mexicanos. Es importante destacar que se invita a participar al Instituto de Ingeniería de la UNAM, que declina la invitación por falta de experiencia. También se excusan las empresas VERTEX-USA y SATCOMM por falta de capacidad. El comité que selecciona a la empresa ganadora está integrado por 70 expertos de varios países del mundo, encabezados por el Premio Nobel Robert Wilson (Comité Wilson).

La UMASS, que había tenido plena participación en el Comité Wilson, presenta al INAOE su inconformidad por el dictamen, solicitando que reconsidere la decisión y se adjudique por asignación directa el contrato a la empresa TIW que había hecho el diseño preliminar con ellos. La UMASS indica que de no existir reconsideración, se retirará del proyecto.

El INAOE hace caso omiso de las amenazas de UMASS y comisiona el diseño conceptual a MAN Technologie. Los resultados son entregados al INAOE el 30 de junio, con el título "Exposed Telescope Concept Study". Las discusiones conceptuales, ya dentro de un proyecto aprobado, se extienden por lo menos 2 años, con la participación de los expertos más reconocidos que pudieron ser invitados.

### 3.2.2 Etapa de construcción

#### 3.2.2.1 *Obra civil: 1998-2006.*

Durante este periodo se llevan a cabo las obras principales del GTM.

El Comité de Ingeniería (EOC) y la gerencia del proyecto se encargan de:

La relación técnica con las empresas, desde el proceso de licitación hasta la operación diaria de las obras;

La negociación de las mejores condiciones económicas dentro del marco de recursos financieros que pudiesen ser aportados por el INAOE, sin alterar las especificaciones técnicas establecidas;

Las formas de supervisión y control de calidad que realístamente fueran aceptadas y absorbidas;

La difícil administración de la relación institucional y binacional del proyecto.

La toma de decisiones dentro del EOC es causa de muchas fricciones y retrasos significativos. Sin embargo el EOC genera confianza en prácticamente todas las empresas participantes, incluyendo desde luego a las extranjeras. La comunidad astronómica interesada queda satisfecha con el trabajo del EOC, sin considerar los retrasos producidos. El EOC tiene libertad para rechazar las ofertas técnicas que no considere adecuadas.

En marzo de 2004 desaparece el EMT depositando la conducción del proyecto en la nueva entidad: Observatorio del Gran Telescopio Milimétrico. Desafortunadamente nunca se

establece un fondo común para el desarrollo del proyecto, por lo que cada institución absorbe los gastos relacionados con sus actividades relacionadas con el proyecto.

Los problemas de financiamiento se convierten en un problema constante, especialmente a partir del ejercicio fiscal 2001. Este año, la Contraloría de la Federación objeta que la SHCP siga considerando los recursos para el proyecto GTM como transferencias directas dentro del PEF, como se había acordado en 1994, argumentando que se trata de una obra pública. Esta situación modifica significativamente los supuestos y condiciones financieras originales sobre los cuales se había iniciado el proyecto. Esta circunstancia genera problemas del INAOE con CONACYT, pues hace necesario sustituir los recursos que originalmente se presupuestaban en el PEF por gasto para obra pública proveniente del sistema financiero del Sector Ciencia y Tecnología destinado a los centros públicos de investigación.

Es importante destacar que, durante el periodo de referencia, inician también las obras del Sistema Radiotelescopio ALMA de Chile, cuyo costo estaba originalmente presupuestado en 552 millones de USD.<sup>1</sup> Para 2006, el costo estimado del proyecto ALMA había aumentado a 1300 millones de dólares a precios corrientes. (2) Deflactando a precios de 2000, el presupuesto original era de 552 MUSD y se eleva a 1120 MUSD, representando un incremento del 102%.<sup>(3)</sup>

---

<sup>1</sup> Ver <http://www.eso.org/projects/alma/info/brochure.pdf> página 3

<sup>2</sup> Ver <http://www.eso.org/projects/alma/publications/papers/ALMABeasleyJan07.pdf> página 74

<sup>3</sup> Deflactor implícito de precios tomado de <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/txt/ptb1601.html>

En contraste, el proyecto GTM, había ejercido hasta 2006 recursos por 122 millones de dólares a precios corrientes. Deflactando a precios de 1994, el presupuesto se eleva a 103.4 millones de dólares. En ambos casos, los incrementos se deben a la dificultad de presupuestar correctamente proyectos que se encuentran en la frontera tecnológica, y en donde la estimación original no considera las características específicas del sitio finalmente elegido para el proyecto.

Asimismo, durante el periodo ocurren incrementos muy significativos en los precios de las materias primas necesarias para la realización de los proyectos. (4)

Respecto a la obra Civil, en 1997, el INAOE, tomando como base los estudios de suelo de la CFE, licita el diseño de la estructura de concreto y cimentación del GTM, bajo las especificaciones de MAN. Se selecciona nuevamente a la empresa DIRAC.

En 1998, DIRAC entrega el diseño de la estructura y cimentación. Por diferentes factores técnicos, particularmente la heterogeneidad del suelo, el proyecto excede en cinco veces la previsión presupuestal del INAOE para obra civil (20 millones de pesos), que se basaba en las estimaciones originales hechas sobre los diseños de ESSSCO, TIW y MAN. Estos diseños, realizados sin haberse elegido aún el sitio, no preveían las características específicas y complejas del suelo en Cerro La Negra.

El EMT observa la imposibilidad de realizar la obra con lo originalmente planeado y pide a MAN que modifique sus lineamientos para hacerlos más accesibles en términos de los recursos disponibles. MAN rediseña los lineamientos y DIRAC modifica su proyecto, que en su nueva

---

<sup>4</sup> Ver [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=11326&page=R9](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=11326&page=R9)

versión incluye la construcción de 37 pilas que no estaban contempladas en ningún diseño anterior, y que añadirían 8 meses al calendario del proyecto. Las pilas (cimentación) son construidas, previa licitación, por la empresa mexicana STAG, auxiliada por la empresa alemana BAUER.

El Gobierno de Puebla se compromete a desarrollar las vías de comunicación necesarias para hacer accesible el sitio del GTM, incluyendo la ampliación y mantenimiento de la brecha existente y la construcción de dos puentes. Se firma un contrato con la CFE para introducir la energía eléctrica necesaria en el sitio, que tardará 6 años en realizarse, generando retrasos en los trabajos del proyecto.

En 1999, las empresas contratistas terminan de construir las pilas y se procede a la licitación de la obra civil, conforme al nuevo proyecto de DIRAC. El contrato se adjudica a la empresa poblana Cosmos. El contrato con COSMOS se firma en agosto y prevé la conclusión de la obra civil para octubre de 2000. La empresa inicia las actividades de preparación del terreno en noviembre. Hay cambio en el Gobierno de Puebla, sin que la administración saliente haya cumplido con su compromiso de realizar las obras de acceso al GTM

Para el año 2000, mientras que se prepara el terreno, el EMT revisa de nueva cuenta el diseño y observa que se podrían lograr ahorros significativos en el proyecto global si se evita la construcción de un edificio adicional para albergar los laboratorios y dormitorios del GTM. Se concibe la idea de localizar dichos espacios dentro de la propia estructura del telescopio. Aunque esta decisión generaría ahorros a largo plazo, su implementación fue muy compleja y elevó 1.7 veces los costos del proyecto contratado a Cosmos.

La obra civil nunca es suspendida, pero surgen diversos problemas por el rediseño, entre los que destacan:

La necesidad de adaptar el proyecto de Cosmos al nuevo diseño de DIRAC, que aumenta el costo y excede las condiciones y presupuesto previstos en el proceso original de licitación, con la consecuente amonestación de la Contraloría.

La necesidad de conseguir recursos financieros adicionales a los previstos en la licitación.

La negociación con las instancias de supervisión convenidas entre INAOE y UMASS.

La obra se retrasa nueve meses. Esto se debe por una parte al rediseño del proyecto, pero por otra a la inacción de la UMASS en los trabajos de la obra civil que le correspondía realizar. UMASS había decidido encargarse directamente de la construcción e instalación del sistema de tierras del proyecto, pues no confiaba en que las empresas mexicanas tuvieran la capacidad de realizar esta tarea. Sin embargo, el atraso significativo en este componente del proyecto, que afectó el calendario de Cosmos, lleva al INAOE a solicitar la intervención de la CFE, quien finalmente se encarga de realizar el trabajo de tierras.

En el 2001, en los presupuestos originales del GTM no se consideran los costos asociados a la construcción de un camino. Sin embargo, el incumplimiento por parte del Gobierno del Estado de Puebla en su compromiso de realizar las obras de comunicación para el sitio del GTM comienza a ocasionar problemas para el proyecto en el primer trimestre de 2001, tanto por la dificultad para operar la obra civil, como por la imposibilidad de movilizar las estructuras de acero que se describen por separado. Por ello, es necesario para el INAOE concebir y construir un acceso emergente para los vehículos pesados de transporte. La empresa Cosmos, con el oportuno suministro de concreto por parte de CEMEX realiza y concluye la obra civil en septiembre de 2001.

#### ***3.2.2.2 Estructura de acero.***

Se detalla a continuación la historia del proyecto:

En septiembre de 1999 se inicia el proceso final de licitación de la estructura de acero. Se deseaba que la empresa ICA, combinada con Sulzer de Morelia, participara en el concurso. Sin embargo, esta alternativa desapareció con la quiebra de su filial Industrias del Hierro. El concurso es adjudicado por licitación a la empresa Adrian's de México (ADM) que es evaluada positivamente por el EOC.

UMASS impugna la decisión del comité, aduciendo que sería mejor descomponer el contrato en dos partes: la alidada y la estructura de soporte de la antena. La posición del INAOE es la de apegarse a la normatividad, y respetar el contrato otorgado a ADM por licitación; de lo contrario se enfrentaría a una natural inconformidad de ADM, que seguramente hubiera ganado. No obstante los argumentos, UMASS impulsa a la Embajada de Estados Unidos a impugnar la decisión. La intervención de la Contraloría de la Federación es inmediata. Se pierde tiempo esperando la resolución de la inconformidad. Finalmente, la decisión de la Contraloría favorece a ADM.

En marzo del año 2000, se firma el contrato con ADM, con seis meses de retraso a lo que se había calendarizado originalmente. La construcción de la estructura de acero inicia con buenos pronósticos. En efecto, la velocidad de manufactura en planta marcha cercana al calendario, pese a la supervisión cercana de JPL de la NASA que impugna cada acción de la empresa ADM, la cual está lista para empezar a transportar al sitio a fines del 2000, lo que no se logra por el problema del acceso descrito en el apartado anterior, que describe la obra civil.

En el 2001, la primera pieza transportada de 10 toneladas de peso se realiza hasta agosto, con un retraso de 8 meses. Fallece el Presidente de la empresa ADM, quien había llevado el contrato con gran puntualidad, tanto en lo temporal como en lo financiero. El proyecto enfrenta el problema de trabajar con una empresa familiar en transición, en donde la sucesión no

tiene una actitud profesional frente al proyecto. Comienzan los problemas con ADM por fallas en la instalación en sitio y por el control de calidad que debía imponer sobre la manufactura en planta, que implicaba la construcción de partes de alta precisión. Los retrasos comienzan a ser frecuentes, tanto por las fallas de la empresa como por la impuntualidad de las nuevas autoridades del CONACYT en la administración de recursos.

En el periodo 2002 – 2003, las fallas de ADM y los atrasos de CONACYT retrasan el proyecto aproximadamente 10 meses. En cuanto a la parte técnica, ADM oculta deliberadamente sus fallas en la calidad de la soldadura, que ponen en serio riesgo a la estabilidad de toda la estructura y la operación futura del telescopio. Se contrata a la empresa Pailería de San Luis Potosí (PSLP) para soldar los 20 segmentos que constituyen la pista del telescopio. Se le supervisa con detenimiento, con la idea de evaluar su capacidad para eventualmente sustituir a ADM en la tarea de integrar toda la estructura de acero.

En el 2004, se detectan fallas muy importantes en las obras realizadas por ADM. El INAOE contrata a CIATEQ para una supervisión cercana de casi el 100% de lo instalado. Se invierten recursos adicionales para verificar permanentemente la exactitud con la cual se instalan piezas. Pese a ello, ADM intenta introducir piezas de menor espesor y simulaciones graves para ocultar trabajos mal hechos de soldadura, etc.

ADM llega a un nivel de endeudamiento que le impide destinar suficientes recursos humanos a la instalación en el proyecto GTM. En julio, al término legal de su contrato, INAOE decide no renovar su relación de trabajo con ADM, iniciándose múltiples acciones legales civiles y penales por ambas partes. La demanda del INAOE a ADM exige el reintegro de 89 millones de pesos relacionados con la estructura de acero, de los cuales 23.7 millones de pesos corresponden a los trabajos de soldadura. La negativa de ADM de aceptar la rescisión del contrato y de abandonar las instalaciones del GTM, ocasiona un retraso adicional de 3 meses. ADM se retira del lugar hasta el 11 de octubre.

---

En septiembre ADM utiliza sus relaciones con funcionarios de CONACYT para presionar a que el Consejo intervenga en el problema jurídico. La Dirección General del CONACYT conmina al INAOE a firmar con ADM, en las oficinas del CONACYT, un documento llamado “Acuerdos de Buena Fe”. Estos acuerdos obligan al INAOE a desistirse de las acciones penales promovidas frente a los tribunales por el quebranto ocasionado por la empresa. Asimismo, permite

participar a ADM activamente en la elaboración de su propio finiquito de contrato. El efecto neto de esta acción por parte del CONACYT, es una dilación de muchos meses para que, por la vía civil, se condenara a ADM a reintegrar las cantidades reclamadas por el Instituto.

Se contrata a PSLP para terminar la instalación de la estructura de acero. Esta tarea, descompuesta en cinco frentes de trabajo, duplica tareas que originalmente eran parte del contrato de ADM. El caso de la soldadura es el más relevante, en donde PSLP tiene que dedicar una parte importante de esfuerzo.

Para el 2005, la empresa PSLP debería terminar su trabajo en marzo. Sin embargo, los nuevos retrasos de CONACYT en la entrega de recursos financieros, y los “Acuerdos de Buena Fe” signados con ADM extienden las actividades hasta principios de julio. Surge un nuevo problema: La construcción del segundo piso del Periférico en el DF genera una sobre-demanda de grúas de alta capacidad, también necesarias para realizar la instalación de la estructura de acero del GTM.

La empresa ESEASA, quien debía suministrar el equipo para el GTM no acepta comprometer grúas involucradas en las obras de la Ciudad de México, especialmente porque los retrasos de CONACYT generan incertidumbre en los pagos de los anticipos requeridos. La instalación de los balastros sufre un retraso de cuatro meses que repercute en todas las demás actividades del proyecto.

En el 2006, la empresa ANTEDO de Estados Unidos y los expertos enviados por UMASS evalúan el apego de la estructura a las especificaciones técnicas. Los astrónomos realizan la prueba más determinante al observar que, aún sin la antena totalmente balanceada, la precisión de apuntado de la estructura actual de 2,550 toneladas, está entre 4 y 5 segundos de arco, que es casi la resolución óptica del telescopio. Este es un resultado positivo de primer orden de magnitud.

2007.- El litigio con ADM está en su última fase, que corresponde a un juicio de amparo promovido por la empresa en contra de la sentencia que le fue desfavorable. Se espera que la decisión de los magistrados que analizan el amparo promovido, se dé entre marzo y abril.

Con respecto a los paneles reflejantes, en el 2007 el diseño definitivo de MAN contemplaba una segmentación de la superficie reflectora en paneles trapezoidales, formados por una placa base con soporte isostático que soporta varios subpaneles de fibra de carbono. La UMASS pide que se cambie este aspecto del diseño ya que existe una compañía, *Composite Optics* (COI) que es recomendada ampliamente por la NASA (Jet Propulsión Laboratory) y que puede desarrollar paneles trapezoidales monolíticos de fibra de carbono de 3 x 5 metros, a las especificaciones deseadas (25 micrómetros).

La UMASS contrata a COI y a la NASA para realizar este trabajo, bajo el supuesto de que en abril de 2001 se tendría un prototipo que demostrara la factibilidad de esta solución y se iniciaría la manufactura en serie de los paneles en la planta de ADM. Simultáneamente, el INAOE trabaja con ADM para la posible fabricación de los paneles, consiguiéndose un financiamiento especial de la Dirección de Tecnología del CONACYT para la capacitación y el establecimiento de una planta de producción de paneles en sus instalaciones. Un tercer contrato entre ADM y COI regula la transferencia de tecnología y la supervisión de COI a ADM.

Durante el periodo 2001-2004, la empresa COI no entrega el prototipo contratado con UMASS. Después de 3 años y medio no puede construir un panel con menos de 35 micrómetros de error. El problema técnico, en resumen, ocasiona una erosión de 7 millones de dólares por parte de UMASS en pagos a JPL y COI y de 4 millones de dólares del INAOE en pagos a ADM, quien originalmente construiría los paneles siguiendo las especificaciones de COI. Asimismo, genera un retraso de 4 años en la conclusión de la fase de fabricación del proyecto. Cabe hacer notar que, en la demanda que presenta el INAOE contra ADM, se considera la reposición de dichos 4 millones de dólares por parte de la empresa.

En el año 2004, en febrero, INAOE contrata a MAN para realizar un “estudio puente”, con el propósito de verificar la viabilidad de cumplir con los requerimientos del telescopio diseñado por ellos con paneles metálicos alternativos. La respuesta de los estudios de MAN es afirmativa.

Los científicos del proyecto multinacional ALMA de Chile invierten 10 millones de dólares para la construcción de dos prototipos para sus antenas de 12 metros. Los socios europeos de ese proyecto logran la resolución deseada en su superficie reflejante, similar a la que busca el INAOE para el GTM. La solución europea está basada en una novedosa técnica de paneles de níquel electroformado. En octubre, el Comité Científico (STAC) del GTM, basado en el “estudio puente” de MAN, autoriza explorar esta nueva tecnología.

En 2005, se desarrolla la tecnología para construir los paneles del GTM de níquel electroformado. En agosto se consigue construir un prototipo a una precisión de 10 micrómetros, mejor que lo especificado por MAN. Se inicia la construcción e instalación de los paneles sobre la estructura de acero del GTM.

En mayo de 2006 el director de CONACYT verifica personalmente el buen funcionamiento del telescopio al realizar una observación de un satélite. Se compromete a entregar recursos en junio para la construcción de los paneles adicionales necesarios para concluir la obra lo antes

posible. El Director General del CONACYT hace las gestiones necesarias para otorgar a tiempo los recursos comprometidos con el INAOE, pero los funcionarios intermedios omiten notificarlo oportunamente al Instituto. Esta omisión resulta en un nuevo retraso de 4 meses en el proyecto. En septiembre finalmente se reciben los recursos para la construcción de paneles y CONACYT indica la disposición de que el GTM sea inaugurado por el Presidente de la República antes de concluir su mandato, lo que ocurre el 22 de noviembre de 2006, quedando pendiente la fabricación y colocación de  $\frac{1}{4}$  parte de las membranas de los paneles.

### 3.2.3 Etapa de Verificación y Pruebas (*Commissioning*).

Del 2007 al presente, el GTM se encuentra en la etapa de verificación y pruebas, que es una fase intermedia entre el final de la etapa de construcción y la de la plena operación científica, necesaria y común en todos los telescopios del mundo. Esta actividad consiste en medir un cierto aspecto del funcionamiento del telescopio, analizar estas mediciones, compararlas con las especificaciones finales del proyecto y hacer los cambios pertinentes para alcanzar dichas especificaciones. Un ejemplo es el proceso de alineación de los paneles de la superficie reflectora del telescopio, que en la etapa de construcción quedaron a una precisión de un milímetro, de acuerdo con el proyecto original, pero que para fines de la observación astronómica deben tener una precisión de 75 micras. Este es un proceso muy complicado que requiere de mediciones sofisticadas y ajustes muy finos para alcanzar esta precisión.

Estas actividades, que tardan aproximadamente dos años, solo se pueden realizar una vez concluida la etapa de construcción del telescopio, lo que ocurrió en noviembre de 2006. Se esperaba terminar esta etapa en octubre de 2008. El problema actual radica en que en 2008 solo se otorga al INAOE un 37.2% del presupuesto originalmente solicitado para culminar a tiempo la etapa de verificación y pruebas es decir, 40 millones de pesos. Se necesitan 77

---

millones de pesos adicionales para lograr la meta de iniciar las actividades científicas del GTM en octubre.

Asimismo, la mayoría de los recursos autorizados fueron clasificados como gasto corriente, cuando en realidad es necesario realizar gasto de inversión. Esto impide el adecuado ejercicio de los recursos correspondientes y hace necesaria su reclasificación.

### 3.3 MISIÓN

Transformar al GTM en un Observatorio Nacional de clase mundial que sirva como un generador de física y estudios científicos. Organizacionalmente, ser un centro tecnológico que pueda atraer y generar programas al más alto nivel de investigación y desarrollo, educación e inversión en las áreas de alta tecnología de la Radioastronomía, Física, Óptica y Electrónica.

### 3.4 VISIÓN

Consolidarse en 10 años como uno de los cinco centros de investigación en Radioastronomía más reconocidos y productivos del mundo. Constituirse como una fuente generadora de publicaciones y patentes científicas utilizando una herramienta de alta tecnología que aglutine a la comunidad científico-empresarial-social de México y del mundo.

Para efectos de consolidar esta visión, se deberá de trabajar en los siguientes tres elementos:

El ámbito académico y de investigación pura, creando cuadros nacionales humanos de nivel mundial.

El ámbito educativo, actuando como base de entrenamiento, transmisión y difusión a la sociedad en general y muy especialmente a las escuelas de educación primaria, media y superior.

Sobre la plataforma tecnológica y administrativa, la creación de valores y riqueza comerciales y empresariales mediante la migración ordenada de patentes, procesos y productos al ámbito productivo nacional genere recursos lo cual también contribuirá a reducir los costos de adquisición de tecnologías.

### 3.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos de ventas que pretende alcanzar el proyecto son:

Lograr un nivel de ventas de 936 horas al año para el primer año de operaciones.

Incrementar el nivel de ventas a 1411 horas a partir del segundo año de operaciones

Lograr que los costos de ventas representen máximo el 76% sobre las ventas.

Los objetivos sobre calidad que pretende alcanzar la empresa son:

Estructurar de manera documentada la manera en que se mide la calidad del servicio a partir del primer trimestre de operaciones.

Aplicar encuestas de satisfacción del cliente a por lo menos el 15% de los clientes de manera mensual.

Establecer indicadores de cumplimiento y desempeño a partir del segundo semestre de operaciones.

Contar con un certificado de calidad emitido por una institución externa a partir del segundo semestre de operaciones (esto repercutirá en mayor confianza por parte de los clientes respecto a la calidad del servicio).

Todos estos objetivos serán evaluados de manera periódica para efectos de comprobar su cumplimiento y en su caso modificarlos o establecer medidas correctivas.

### 3.5.1 Metas técnicas a lograr

La siguiente meta en el desarrollo del telescopio será la primera luz en una longitud de onda entre 0.85 y 4 mm, donde se intenta que la antena funcione a su plena capacidad científica. Los objetivos científicos del GTM requieren un desempeño excelente en sus longitudes de onda operativas más cortas, y es importante mantener esta última meta en mente.

Sin embargo, como en el caso de todos los otros telescopios de clase mundial, debemos proceder con resultados iniciales en las longitudes de onda más larga, y después continuar con refinamientos y mejoras graduales que nos permitan trabajar con las longitudes de onda más cortas. Así podemos identificar dos metas intermedias: 1) la primera luz a 3 mm y 2) la primera luz a 1.3 mm.

Los sistemas que deberán verificarse y aprobarse para este propósito son:

Estructura de la antena (alineación y cableado)

Paneles de la superficie reflectora

Sistemas ópticos secundario y terciario (M2 y M3)

Sistema de movimientos (hardware y software)

Prueba de apuntado y guiado

Superficie activa

Holografía y verificación final de la superficie

Instrumentos de primera luz (Corrimientos Doppler y AzTec)

Sistema de colección de datos para los instrumentos de primera luz

Para lograr lo anterior, se requiere cumplir dos objetivos principales:

Incrementar la superficie reflectora del GTM.- Tener la mayor superficie reflectora a 1mm en el planeta: Fabricación de paneles de Ni electroformado para incrementar 25% la superficie reflectora. Actualmente se tiene manufacturada un área colectora de paneles de alta precisión correspondientes al 75% de la superficie máxima del telescopio. Para alcanzar su rendimiento óptimo, el GTM requiere incrementar esta área colectora mediante la fabricación de 400 subpaneles adicionales (aproximadamente 25% del total).

Terminar la etapa de verificación y pruebas del GTM.

Superficie efectiva a 1 mm: Alineación de la superficie a 200 micras. Este es un primer paso absolutamente necesario para lograr el buen desempeño del GTM.

Posibilidad de ajuste de los segmentos superficie activa (720 actuadores)

Ajuste final de la superficie Holográfica y ajuste a 75 micras. Una vez que la superficie se encuentra a 200 micras de rms, es posible usar señales de satélite para mejorar, mediante la técnica de holografía, la superficie del primario.

Pruebas de todos los sistemas. Con esto termina la etapa de verificación y pruebas del GTM y se inicia su operación científica rutinaria.

### 3.5.2 Metas Operativas

Es claro que de entrada se deben tener dos áreas operativas con diferentes objetivos y visiones dentro de la administración ambas con capacidad de atender los asuntos generados a la fecha y con capacidad de manejar el futuro posicionamiento del GTM:

Un área administrativa que lleve toda la maquinaria contable, presupuestal y operativa del proyecto en términos aceptables a la burocracia(s) mexicana y Estadounidense así como cumplir con las normas de contabilidad estándar a nivel internacional de rendición de cuentas y control de ingresos y egresos así como tener sus departamentos de relaciones públicas, medios, recursos humanos, etc. El área administrativa también dedicaría su esfuerzo al trabajo enfocado en el futuro a corto, mediano y largo plazo estratégico, recaudación y finanzas para el proyecto. Esta área de hecho existe y es todo el aparato administrativo actual del GTM el cual se podría transformar y reorganizar, relativamente fácil con voluntad política y operativa, mediante una reingeniería tradicional.

Un área Académica que debería ser creada en términos nacional e internacionalmente aceptables para las burocracias académicas, gubernamentales, instituciones y personas que desearían hacer alianzas estratégicas para la investigación, educación y/o apoyar con inversiones y/o donativos estos esfuerzos. En términos financieros esta área dependería de los fondos proveídos sobre plan y presupuesto derivados del área administrativa.

### 3.5.3 Meta estratégica administrativa

Para efectos del plan de recaudación pues, se asume que la operación continuada “normal” del proyecto GTM se llevará a cabo en términos de presupuesto y rendición de cuentas

---

y estará regularizada y bajo control y donde la operación y rendición de cuentas enfocadas a la consecución de fondos no se verá entorpecida por la necesidad de atender requerimientos burocráticos característicos del financiamiento público.

#### **3.5.4 Meta estratégica financiera**

Reducir paulatinamente la dependencia del GTM sobre una sola fuente de fondeo (CONACYT-GOBIERNO), mediante una reestructura de la operación ampliando el padrón de fuentes de ingresos privados que lleguen a eliminar, o por lo menos reducir al mínimo, la necesidad de subsidios mayores del Gobierno.

#### **3.5.5 Objetivos estratégicos de mediano y largo plazo**

##### ***3.5.5.1 Elevarlo a ser un observatorio global con aportaciones públicas y privadas de EEUU y México.***

Que se elabore un modelo híbrido de negocio que haga al GTM sustentable para poder complementar económicamente de las aportaciones del Gobierno Federal.

Que su sustentabilidad a largo plazo sea dado por las horas que se pudiesen vender a terceros y a un marketing plan definido a nivel nacional e internacional con figuras como la 5013C

##### ***3.5.5.2 Desarrollar capacidad tecnológica en México***

El CIDETEQ cuenta con una gran experiencia en electroquímica, que, aunada a la experiencia del INAOE en la construcción del telescopio puede dar lugar a un laboratorio de electroformado único en México, mediante el establecimiento de una alianza estratégica entre los dos centros y otros centros, así como con empresas internacionales. De esta forma, se espera poder implantar la tecnología en México

### ***3.5.5.3 Inicio de la actividad científica del GTM***

Primeros resultados científicos de alto impacto: Publicación de resultados científicos de observaciones milimétricas

Programa nacional de desarrollo de la astronomía, consorcio de universidades y centros de investigación.

La intención es incorporar a las Universidades y centros de investigación que serán usuarios del GTM como propietarios del mismo. Para ello, se piensa realizar un consorcio que maneje esta infraestructura nacional y que, conjuntamente con un Posgrado en Astrofísica de alcance nacional, permita estructurar un plan de desarrollo de la Astrofísica en México.

Evento de primera luz científica.

Se planea realizar una reunión científica para el evento de primera luz hacia el final del año 2009, así como invitar al presidente de la república a tal evento. De esta forma se puede contribuir a incrementar el aprecio del Gobierno Federal y de la comunidad científica internacional por el GTM

#### ***3.5.5.4 Creación de centro de investigación y desarrollo en tecnologías emergentes de microondas***

Se propone la creación del primer centro en México de clase mundial en Tecnologías Emergentes de Microondas. La creación del centro surgirá a partir de la consolidación financiera por parte de CONACyT y del grupo emergente de microondas del Gran Telescopio Milimétrico del INAOE.

El centro enfocará sus esfuerzos en el desarrollo de tecnología de punta en sistemas de altas frecuencias que resuelvan necesidades en los ámbitos privado, público y social. El centro dará énfasis a desarrollos tecnológicos de vanguardia derivados de investigación de punta que permitan la obtención de recursos propios a través de proyectos financiados por la industria y licenciamientos de las tecnologías generadas. Se realizarán estudios sobre factibilidad comercial de las tecnologías desarrolladas mediante el acercamiento a sectores empresariales que resuelvan necesidades de la industria. Además, mediante los mecanismos establecidos por el INAOE, se promoverá la creación de empresas de base tecnológica derivadas de sus tecnologías.

El centro también dará prioridad a la formación de recursos humanos éticos y de excelencia mundial mediante la creación del postgrado en microondas de altas frecuencias y la supervisión de tesis a todos los niveles.

Para la consolidación del centro descrito se propone un proyecto en el que en un año se construya un laboratorio de clase mundial y se desarrollen los primeros dos sistemas a ondas milimétricas con aplicaciones comerciales en México.

La visión del centro de investigación parte de que en el año 2011, el centro de Tecnologías Emergentes de Microondas del INAOE será reconocido nacionalmente y para el

2014 su reconocimiento será mundial por la calidad de investigación y desarrollo tecnológico que realiza para impulsar la economía basada en el conocimiento, y por la calidad de sus egresados.

Es misión del centro de Tecnologías Emergentes de Microondas a través de sus programas de investigación y desarrollo, transferir el conocimiento para:

Promover la competitividad internacional del país mediante el conocimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico.

Contribuir a la generación de empresas con base tecnológica.

Formar personas éticas y de excelencia mundial en el campo de microondas y ondas milimétricas.

Con esta misión, el Grupo de Microondas y la comunidad que en torno a él se formarán se comprometen contribuir a solución de problemas productivos y sociales.

Sus Objetivos Específicos es Desarrollar tecnología en las áreas de imagenología, comunicaciones y percepción remota a frecuencias milimétricas, enfocándose en sistemas con aplicaciones en sectores industriales y sociales. Esto se logrará mediante la generación y aplicación de conocimiento científico de punta y la continua formación de recursos humanos de excelencia en el área.

Con el apoyo inicial proveniente de este proyecto, el centro de Tecnologías Emergentes de Microondas tendrá que acelerar su crecimiento obteniendo suficientes recursos propios para incrementar sus recursos humanos y materiales.

Para lograrlo se requiere:

Consolidar un centro de investigación y desarrollo competitivo a nivel internacional que dé prioridad a desarrollos científicos y tecnológicos enfocados a la resolución de problemas específicos en los sectores privado y público.

Realizar investigación científica de punta en el área de sistemas a frecuencias milimétricas que permitan consolidar a nivel mundial la tecnología realizada por el centro de tecnologías emergentes de microondas.

Aplicar la tecnología desarrollada para resolver necesidades de la industria y sociedad.

Desarrollar sistemas tecnológicos de imagenología a altas frecuencias con aplicaciones en sectores industriales.

Desarrollar sistemas tecnológicos de percepción remota a frecuencias milimétricas con aplicaciones en sectores industriales.

Promover el licenciamiento de las tecnologías generadas por el centro para su explotación comercial mediante los mecanismos establecidos por el INAOE.

Formar recursos humanos éticos y de excelencia en el área de microondas y ondas milimétricas mediante la creación de los programas de posgrado en microondas de altas frecuencias.

Involucrar a estudiantes de todos los niveles en los proyectos científicos y tecnológicos desarrollados por el Centro de Tecnologías Emergentes de Microondas.

Durante el desarrollo del proyecto Gran Telescopio Milimétrico, se integró el laboratorio de microondas siguiendo el acuerdo original con la Universidad de Massachusetts de crear una estructura para el desarrollo de instrumentación destinada al telescopio. Desde su creación en 1996, el laboratorio ha formado personal y desarrollado una experiencia valiosa en diversas ramas de las altas frecuencias. Desde su formación se ha hecho énfasis en la necesidad de

llevar a sectores productivos y sociales los desarrollos tecnológicos del GTM. Por esa razón, el apoyo a este proyecto permitirá consolidar un grupo emergente de tecnologías de microondas y altas frecuencias que además de seguir realizando invaluable contribuciones científicas y docentes, también pueda transferir ese conocimiento a sectores empresariales como los que se describen en este documento.

El alto contenido innovador de esta tecnología abre un gran espectro de desarrollos derivados de la detección a frecuencias milimétricas que encuentran aplicaciones en un ámbito muy grande de servicios públicos y comerciales. El centro de Tecnologías Emergentes de Microondas se compromete a realizar desarrollos tecnológicos y científicos de última generación que permitan resolver necesidades sociales e industriales en las ramas de la medicina, alimentos, fármacos, metrología y seguridad. A la fecha el grupo ha trabajado con componentes en el espectro milimétrico para sistemas de radar, radiometría y comunicaciones.

Las metas que se esperan lograr mediante éste financiamiento y consolidación del centro de investigación y desarrollo en Tecnologías Emergentes de Microondas derivado de éste financiamiento solicitado a CONACyT son: la formación de recursos humanos en el área mediante la docencia y supervisión de proyectos de tesis de posgrado, la realización de ciencia aplicada de punta y el desarrollo de sistemas tecnológicos con aplicaciones en sectores privados y públicos.

Las metas específicas a lograr con este financiamiento son:

La construcción de un laboratorio de clase mundial en microondas y ondas milimétricas que permita realizar investigación de punta y desarrollar sistemas tecnológicos (9 meses)

Formación de la curricula para los programas de postgrado en microondas de altas frecuencias

En las labores de docencia y supervisión de tesis se promoverá la participación de los estudiantes en el laboratorio generando una formación práctica y competitiva.

En la actualidad se cuenta con cuatro tesis de maestría y dos de doctorado. Para la realización de éste proyecto se incorporarán cuatro estudiantes de maestría y tres de doctorado. Se espera anualmente un flujo constante y creciente de tesis (empezando con cuatro de maestría y 2 de doctorado anualmente) una vez consolidado el programa en Microondas y Altas Frecuencias.

Se adquirirá el material necesario el cual consistente en equipo de medición y prueba de altas frecuencias (hasta 110GHz con capacidad de expansión), entre los que destacan: analizador de red, cámara anecoica, analizador de espectro, medidor de potencia, generador de señales y equipo de litografía. También se acondicionarán las instalaciones del INAOE para ello. Se diseñará la curricula y promoverá la creación del postgrado con especialidad en microondas de altas frecuencias. Se espera incorporar este postgrado al programa de excelencia de CONACyT.

El centro comenzará a operar con el personal existente. Sin embargo, una de sus metas de consolidación es el crecimiento de su planta de investigación y docencia por lo que se ampliarán las vías para la incorporación de investigadores de excelencia mundial. A la fecha se está en proceso de repatriación de un investigador más.

El centro planea en un inicio la incorporación de al menos tres estudiantes de doctorado y de al menos seis de maestría para la realización de tesis en los dos sistemas a desarrollar descritos a continuación. Se espera que el flujo de estudiantes sea creciente conforme se consolide el postgrado en microondas de altas frecuencias.

El apoyo a este proyecto se utilizará mayormente (~90%) para el equipamiento del laboratorio del centro. Actualmente el laboratorio de microondas cuenta con equipos de medición

---

a 65GHz (Analizador de red, generador de señales y analizador de espectro principalmente), sin embargo estos equipos fueron adquiridos hace más de diez años por lo que algunos requieren ser renovados. También se requieren equipos con mayores capacidades (mayores frecuencias) y otros sistemas inexistentes (unidad de litografía y cámara anecoica).

Los resultados esperados son:

Certificación internacional del centro en Tecnologías Emergentes de Microondas

Construcción de laboratorio de clase mundial de microondas de altas frecuencias

Formación del Postgrado en Comunicaciones por Microondas

Al menos tres doctores graduados en el área (en tres años)

Al menos 4 estudiantes de maestría graduados en el área (en el primer año)

Los sistemas de percepción remota (radares, radiómetros y aparatos de imagenología) así como los sistemas de comunicación personales (móviles y satelitales), son algunas de las aplicaciones en las que las altas frecuencias están teniendo un gran crecimiento. Las funciones invaluable representadas por estas aplicaciones están causando gran entusiasmo a nivel mundial en las universidades, centros de investigación y empresas involucradas en componentes milimétricos, ensambles y equipos de prueba.

Un sistema de percepción remota milimétrica consiste en un sensor que pueda detectar las emisiones naturales y reflexiones de los cuerpos a dichas frecuencias. Los sistemas de percepción remota milimétrica detectan objetos y sustancias mediante la captación de la energía radiada y reflejada naturalmente por los mismos en el rango de longitudes de onda milimétricas del espectro (de 1 a 10mm). El interés que se ha despertado en esta tecnología ha sido derivado de la habilidad de estas ondas para atravesar materiales (concreto, madera,

plástico, cartón, vapor de agua, etc.) dándole a dicha tecnología capacidades operativas superiores a los sistemas convencionales ópticos e infrarrojos. Además, a diferencia de tecnologías basadas en rayos X o gamma, las ondas milimétricas no producen ionización por lo que no son dañinas para tejidos biológicos. Hasta ahora, los componentes de radiofrecuencia utilizados en los sistemas de percepción remota milimétrica disponibles eran muy costosos por lo que sus aplicaciones estaban limitadas a ámbitos científicos como la Astronomía Milimétrica (tal es el caso del Gran Telescopio Milimétrico) o militares. Sin embargo, los desarrollos de los últimos años en circuitos integrados MMIC's (*Monolithic Microwave Integrated Circuits*) han logrado que el costo de los mismos se haya reducido significativamente.

Aunado a esto, recientes invenciones en el procesamiento de radiofrecuencia con tecnologías planas altamente integrables prometen una revolución en el número de desarrollos comerciales y científicos en el espectro de frecuencia milimétrico entre los que encontramos a los sistemas de control de calidad, medicina, metrología y seguridad. Sus aplicaciones pueden encontrarse en la industria petroquímica, farmacéutica, alimenticia, aeroportuaria y de salud, entre otros. Algunos de los sistemas con esta tecnología son para visión a través de muros, detección de sustancias a través de tuberías, medición de concentraciones de cemento, gel o pulpa en agua, cámaras de visión a través de niebla y lluvia, detección de organismos vivos en contenedores cerrados, búsqueda de objetos ocultos en personas, caracterización volumétrica de alimentos o fármacos (cantidad de grasa, glucosa, agua, etc.), sistemas de visión a través del suelo, sistemas de detección de cáncer, etc.

Las metas específicas a lograr son:

El desarrollo de un sistema de imagenología a frecuencias milimétricas con aplicaciones industriales. Estos sistemas, a diferencia de las tecnologías convencionales, permiten la visión a través de materiales como muros, suelo, contenedores, etc. Por lo que tienen un gran número de aplicaciones industriales en diversos sectores (seguridad, control de calidad, etc.). Como

---

parte del desarrollo del proyecto se realizarán análisis de factibilidad comercial y acercamiento con sectores industriales. (12 meses).

El desarrollo de un sistema de control de calidad de percepción remota con aplicación en la industria de alimentos y farmacéutica. Este sistema permite identificar sustancias a partir de su contenido de agua, glucosa, grasa, fibra, etc. Para este prototipo también se realizarán estudios de factibilidad comercial e inteligencia competitiva para su transferencia industrial (12 meses).

#### ***3.5.5.5 Desarrollo en Puebla de una ciudad de la innovación basada en las tecnologías derivadas del GTM***

El Gobierno del estado de Puebla ha mostrado gran interés en desarrollar una ciudad de la innovación llamada SUPERNOVA, en la que tratará de utilizar el GTM como centro de atracción para crear una incubadora de empresas con base tecnológica en las cuatro áreas relacionadas al el GTM y su experiencia con la industria mexicana y mundial.

##### ***3.5.5.5.1 Grandes superficies ópticas***

- Existe un mercado global de grandes superficies ópticas (mayores a 3 metros de diámetro) que involucran:
- Cámaras y espectrógrafos para 13 grandes telescopios en el mundo
- Industria aeroespacial para observación de la tierra
- Se construyó una máquina pulidora para superficies de hasta 9 metros de diámetro.

#### 3.5.5.5.2 Metrología

Infraestructura competitiva en el mundo. Uno de los factores más graves en la falta de competitividad en la industria mexicana es la incapacidad de medir con precisión los diferentes parámetros físicos, químicos y eléctricos.

Se trata de crear un núcleo de apoyo a la pequeña y la mediana industria en México para que se capaciten en este rubro. Particularmente en la industria metalmecánica, aeroespacial, automotriz y mecatrónica.

#### 3.5.5.5.3 Nuevos materiales

El GTM ha dado lugar al desarrollo de por lo menos dos tecnologías relacionadas con nuevos materiales:

- Fibra de Carbono: Aplicable en la industria aeroespacial y automotriz.
- Níquel Electroformado: Copias de moldes a gran precisión aplicable a la industria aeronáutica, de telecomunicaciones y microelectrónica.

#### 3.5.5.5.4 Altas frecuencias

El uso de altas frecuencias traerá beneficios como:

- Transmisión de datos miles de veces más rápidos y con mayor ancho de banda.

- Seguridad, sin daño a los elementos inspeccionados, como hoy ocurre con los rayos X. Se detectarán explosivos, venenos y toda clase de armas.
- Consultas médicas de alto nivel con la comparación de casos similares y el uso de dispositivos modernos, como tomografía y resonancia magnéticas, supervisados por expertos.

Con base en los instrumentos ya desarrollados por el INAOE más el mencionado se estará en la posibilidad de plantear, tanto al gobierno del Estado de Puebla como a los empresarios poblanos, la aprobación de este proyecto. El financiamiento inicial que se consiga será dedicado a la realización del proyecto estratégico de SUPERNOVA, así como a la adquisición de los terrenos para su ulterior desarrollo.

#### ***3.5.5.6 Incrementar el aprecio a la CyT y mejorar la educación en CyT de la región***

El objetivo es que el proyecto científico-tecnológico más importante de América Latina, el GTM, se convierta en un pilar para la promoción y divulgación de las ciencias, así como en la enseñanza de las mismas y, que mediante sus programas de protección del sitio, en el cual se localiza, sea generador de una cultura por el cuidado del medio ambiente.

Aprovechando que el GTM se ha convertido en un símbolo de la capacidad de los científicos mexicanos para desarrollar proyectos de clase mundial, se puede aprovechar para lograr los siguientes objetivos particulares:

Fomentar interacciones entre los científicos y los niños, entre jóvenes y profesores, con el fin de promover en ellos el interés científico y el espíritu crítico; logrando además que todos los niños de la región donde se ubica el telescopio, conozcan qué es y para qué sirve el GTM, cual

---

es su importancia para la ciencia mexicana y de esta manera interesarlos en las llamadas ciencias duras, y se vean motivados, inicialmente, a continuar sus estudios más allá del nivel medio mejorando las probabilidades de formar futuros científicos y tecnólogos.

Las actividades de divulgación, conferencias, talleres, ferias y demás, en torno al GTM, servirán para mejorar el nivel promedio de conocimientos en los estudiantes de todos los niveles, en las áreas de ciencias exactas. Sin embargo, esto tiene un impacto temporal finito, por lo cual, se pretende generar una casa de ciencias con módulos de experimentos interactivos y móviles, para que se exhiban en los centros culturales de ciudades aledañas al sitio del GTM.

La divulgación debe llegar a todos los niveles, y de esta manera lograr que los gobiernos consideren a la ciencia y a la tecnología como parte fundamental para su desarrollo, impulsando propuestas que impliquen la inversión de un porcentaje de su presupuesto para estos fines. De esta manera, el GTM se vinculará con los tres niveles de gobierno: Federal, Estatal y Municipal. Para despertar el interés de toda la población en áreas científicas y así, desarrollar proyectos científico-tecnológicos de manera conjunta beneficiando a las poblaciones en la resolución de problemas cotidianos empleando la ciencia y la tecnología.

Dada la localización del Gran Telescopio Milimétrico, se pretende englobarlo como un proyecto sustentable involucrando también el desarrollo económico, social y ambiental aunado al científico, esto es, formar una cultura más responsable, consciente y preocupada por el ambiente y sus problemas, generando en los pobladores de la región los conocimientos, la predisposición, la motivación y el compromiso que les permita trabajar de manera individual y colectiva en la resolución de los problemas ambientales y en la prevención para que éstos no se repitan.

Concientizar a las personas de los cuidados del medio ambiente, con el objetivo de garantizar y mejorar su entorno y por lo tanto su estilo de vida, dando a conocer, a través de

diversas actividades enfocadas en la educación ambiental como conferencias, talleres, excursiones y otras, los conceptos básicos relacionados a las Áreas Naturales Protegidas, su protección y preservación.

Desde hace varios años, los científicos hemos detectado que existe un preocupante desconocimiento de la sociedad en general sobre la importancia que tiene la ciencia y la tecnología y su participación en el desarrollo de un país. De manera particular, es muy conocido que los estudiantes no siguen carreras científicas, supuestamente por falta de futuro, aunque en realidad el problema es debido a mala o escasa información. Por otro lado, en las ciudades grandes, donde hay actividades de divulgación periódicas en museos, bibliotecas o sitios públicos, el área de influencia siempre es limitado y restringido a un cierto grupo de la población. Aún más complicada es la situación en comunidades alejadas de las grandes ciudades, donde no tienen actividades de promoción o los medios para llegar a los sitios donde ya existen estas actividades. Esto se refleja en los resultados obtenidos recientemente por nuestro país en la prueba PISA, enfocados esta vez en conocimientos sobre ciencia, donde desafortunadamente ocupamos el último lugar.

Por esta razón, pretendemos desarrollar las actividades mencionadas en los objetivos particulares con la finalidad de dar oportunidad a todas las comunidades, principalmente aquellas cercanas al sitio del GTM, de recibir conocimiento científico actual y así sembrar la inquietud en los niños y jóvenes, principalmente, de tomar en algún momento estas carreras como opciones reales de futuro. Además se pretende concientizar a la población en general sobre la importancia de la ciencia en el desarrollo del país.

El INAOE como institución y el GTM como proyecto líder de este centro, tienen el compromiso de promover la ciencia y la tecnología con el objetivo de mejorar el nivel educativo mediante la preparación de profesores y en consecuencia de estudiantes. Aprovechando que el GTM es el proyecto científico mexicano más importante de los últimos años, puede servir como

---

eje para incrementar el interés general por el estudio de las ciencias y cambiar la visión de la sociedad en general incluyendo a los gobernantes mismos.

El desarrollo científico de un país se cuantifica por los beneficios proporcionados a las poblaciones y ningún avance científico puede estar separado de un desarrollo económico y social. A lo largo de la construcción del GTM, la necesidad de mano de obra calificada ha dado lugar a que las comunidades cercanas se vean beneficiadas con la derrama económica. El hecho más sobresaliente es la preparación de mano de obra calificada, que será una herramienta invaluable para futuros empleos a desarrollar abriendo de esta forma mayores expectativas en diversas áreas y no sólo de manera local si no, dependiendo de su capacitación, regional, estatal y nacional.

El legado del GTM para los niños, quienes serán los jóvenes y adultos del futuro es, primero información y después el deseo de superación y de preparación en áreas científicas y tecnológicas. La generación de científicos del futuro está en las manos de los científicos de hoy; y no sólo de los astrónomos, ya que aunque el GTM sea un proyecto de esta especialidad, involucra la participación de ingenieros en muchas disciplinas como: electrónica, ciencias computacionales, eléctricos, civiles, industriales, mecánicos, mecatrónicos, físicos, etc. y otros más en las ciencias humanas y ambientales como: antropólogos, sociólogos, ambientales, forestales, etc. Ninguna de estas áreas se escapa a relacionarse con el desarrollo del GTM y su entorno. Por tal motivo, este proyecto pretende iniciar el desarrollo de la ciencia a partir de la información básica del mismo, empezando con los niños quienes además resultan los más perceptivos y vulnerables al cambio y a la innovación, pasando desde luego por su profesores quienes se encargarán de reforzar la información que les llega y por supuesto con los padres. Es por esto y pensando en este ciclo, que se pretenden realizar las siguientes acciones, que por cierto, ya se tiene un modelo menor y lo que se intenta es regionalizarlo y con esto tener un

impacto a mayor escala. Al final, la idea es vincular el desarrollo científico-económico-social-ambiental en pro de un modelo de proyecto sustentable.

#### ***3.5.5.7 Aumentar la autoestima y la apropiación del GTM en la región.***

Para ello se propone introducir a la CyT ambiental y del GTM a los estudiantes mediante visitas guiadas. Se requiere el establecimiento de un sistema de transporte que suba diariamente a 20 estudiantes de la región al GTM. La inversión necesaria será la compra de dos camionetas para 10 personas.

Ya que la gran altitud de 4,600 metros sobre el nivel del mar es peligrosa para niños pequeños se propone desarrollar como alternativa una visita virtual al GTM mediante la producción de un DVD.

#### ***3.5.5.8 Mejorar la educación en CyT de la región***

Se necesita de un espacio digno para actividades de difusión y de entrenamiento de profesores. Dado que la casa de la cultura de Cd. Serdán ha sido proporcionada al GTM, se requiere de su equipamiento para realizar los múltiples eventos de difusión, así como la capacitación de los profesores en estas materias.

El objetivo último es incrementar la calificación en el examen PISA de CyT de 410 puntos a 450 puntos en la población atendida de la región.

### 3.5.6 Tácticas

Las tácticas que implementará la empresa para lograr los objetivos anteriormente descritos, se enumeran a continuación:

Desarrollar una adecuada planeación de las operaciones así como los tiempos requeridos para cumplir cada una de las funciones del GTM.

Establecer esquemas de publicidad y promoción que coadyuven en la labor de ventas.

Establecer paquetes de ventas enfocadas a las Universidades y comunidad científica.

Monitoreo continuo de los costos de producción y administrativos para efectos de mantenerlos en sus niveles más bajos posibles.

Comenzar con la documentación de manuales operativos – administrativos del proceso de servicio.

Llevar registros sobre insatisfacciones o reclamaciones por parte de los clientes para establecer programas de mejora.

Realizar de manera permanente comparativos con otros centros de investigación con telescopio para identificar los puntos de mejora y las fortalezas del propio proyecto.

Establecimiento de metas semanales o mensuales respecto al número de servicios brindados.

Establecimiento de metas semanales o mensuales de ventas

Realizar análisis periódicos sobre el costo-beneficio de la contratación de espacios publicitarios (en caso de que estos sean necesarios).

Desarrollar promociones y esquemas de descuento periódicos para los usuarios del servicio.

### **3.6 Valores**

Los valores que animan el proyecto del GTM son:

Pasión por el aprendizaje y enseñanza con la difusión apolítica e inclusiva como parte primordial de la investigación.

Compromiso con mantener el más alto nivel y rigor científico.

Compromiso con la Transmisión de la estafeta a la próxima y mejor generación de científicos mexicanos e internacionales.

Transparencia revisable y auditable a estándares internacionales en su manejo operativo y administrativo.

Orgullo en un proyecto mexicano bien llevado.

### **3.7 Factores claves de éxito**

Los factores que se estima que pueden consolidar el éxito de este proyecto son:

*Innovación.-* Será el primer servicio con las características técnicas en su tipo en el mundo lo cual garantiza la diferenciación respecto a los competidores actuales y le otorga una mayor viabilidad de éxito.

*Conocimiento de las necesidades del mercado.-* Identificar mediante un estudio, los hábitos de consumo de los segmentos potenciales. En el estudio de referencia se deberá de comprobar que hay disposición del mercado meta al consumo del servicio propuesto.

*Conocimiento de su mercado potencial.-* Se tienen identificados al tipo de clientes a los cuales se les pretende vender el servicio.

*Experiencia específica sobre el servicio a ofrecer.-* Se capacitará a todo el personal respecto a los procedimientos técnicos y operativos que se deben de implementar para el correcto funcionamiento del proyecto en todas sus áreas (técnica, financiera, operativa, administrativa, regulatoria, etc.).

*Conocimiento del esquema de proveeduría.-* Se tienen identificados los insumos y materias primas requeridas para la correcta operación del GTM.

*Diferenciación en base a calidad del servicio.-* Se implementarán altos estándares de calidad que permitan garantizar la satisfacción de los clientes lo cual no necesariamente es una actividad cotidiana que realizan los demás centros de investigación científica en el mundo.

*Diferenciación en base a precio.-* Los precios a ofrecer serán similares a los de los competidores, sin embargo el rango de servicios que se está contemplando ofrecer es mucho más amplio que el de los observatorios similares.

*Políticas de venta diferenciadas de la competencia.-* La venta de horas-telescopio bajo el esquema propuesto permitirá implementar descuentos, promociones y esquemas de publicidad

que difícilmente los competidores tradicionales podrían implementar, lo cual también le otorga una ventaja competitiva al proyecto.

*Liderazgo.*- El hecho de que el producto será liderado y supervisado por instancias binacionales le otorga una transparencia y efectividad gerencial que otros proyectos de su tipo en el mundo no tienen.

### 3.8 Análisis FODA

A continuación, se identifican los *factores estratégicos*, es decir, todos aquellos elementos internos y externos que determinarán el futuro del presente proyecto. Estos factores se esquematizan en la siguiente matriz, la cual identifica las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del proyecto GTM en relación con los recursos internos con los que se cuenta y con los factores externos que no son controlables por la organización y que tendrán incidencia sobre la vida del proyecto.

Primeramente se analizan aquellos factores internos que serán controlados por la administración del proyecto GTM y sobre los cuales habrá una repercusión directa en función de las decisiones que se tomen:

Factores Internos	Fortalezas	Debilidades
Tipo de Administración	Equipo directivo y gerencial esbelto, profesional y de carácter binacional lo cual facilita la toma de decisiones ya que las mismas deben de ser consensadas con poco personal. Cadena de mando definida y con pocos canales.	Se cuenta con poca experiencia práctica en este tipo de proyectos lo cual puede minimizar la eficacia de las decisiones, además de que se tendrá una mayor curva de aprendizaje.
Servicio	Servicio innovador en México (y en el mundo). Primero en su tipo en contar con las características técnicas del GTM. Mayor amplitud de esquemas de colaboración y rango de servicios respecto a la competencia, calidad, seguridad y comodidad.	En caso de desperfectos mecánicos, puede afectar seriamente la operación del proyecto.  Altos costos de mantenimiento..
Mercadotecnia	Relativamente se requiere poca inversión en medios publicitarios ya que la mayor promoción será a través de ventas personales (Relaciones públicas entre institucionales y gobiernos). Se pueden desarrollar promociones de ventas.	Servicio que se diferencia poco por efectos de la publicidad.
Personal	Se requiere de personal con alto expertise técnico, capacitación y entrenamiento.	La mano de obra calificada con este tipo de conocimientos técnicos no abunda y es costosa.
Finanzas	Servicio de bajo costo de producción por hora telescopio y alto margen de rentabilidad; Se pueden obtener ingresos por servicios complementarios (visitas turísticas, etc.)	Recursos propios insuficientes para la adquisición del equipo necesario para poder operar el proyecto. Alta inversión inicial con plazos medianos para la recuperación de la misma.
Operación	Proceso de operación con pasos simplificados; capacidad para ofrecer diferentes servicios; poco personal requerido para cada proceso; un solo empleado puede desempeñar varias funciones; se requiere poco nivel de inventarios.	Proceso que puede ser desarrollado por otros competidores; servicio que depende casi en su totalidad del correcto funcionamiento del equipo, por lo que si falla, puede generar problemas e insatisfacción de los clientes.

A continuación se realiza un análisis para identificar todos aquellos elementos externos que NO son controlados por la administración interna del proyecto "GTM" pero que sin embargo afectan y tienen influencia sobre el desempeño de la empresa y sobre las decisiones que se deben de tomar.

Factores Externos	Oportunidades	Amenazas
Social o Cultural	Cada vez existe una mayor conciencia sobre el beneficio de los desarrollos científicos y su aportación a la mejora cultural, económica, técnica y social de un país.	Especialmente en México, este tipo de proyectos son sumamente difíciles de convencer de manera permanente a los involucrados para efectos de que se sigan apoyando económicamente.
Competidores	Actualmente, no se identifica un solo competidor que cuente con un telescopio de las mismas características en el mundo. Altas barreras de entrada debido al alto costo de inversión requerido.	Existen muchos competidores indirectos con otros equipos de observación, que aunque son de características distintas al GTM, pueden influir en los clientes finales.
Tecnología	Tecnología sumamente costosa y de vanguardia que permitirá ofrecer un valor agregado que difícilmente otros podrán igualar por lo menos en el corto plazo.	Posible aparición o surgimiento de nuevos desarrollos tecnológicos de menor costo que pudieran empañar la percepción de innovación del GTMM.
Economía	Precios de por hora de venta relativamente similares a los competidores lo cual permitirá captar un mayor porcentaje de mercado. No depende de muchos insumos.	Situación económica inestable que genera un ambiente de poca certeza tanto para el posible inversionista como para futuros clientes potenciales. Servicio que se ve afectado de manera significativa por variaciones en el tipo de cambio. En tiempos de escasez, Institutos extranjeros difícilmente recurrirán al GTM y mejor se centran en opciones locales debido a costos adicionales (viajes, hospedaje, etc.)
Legales o Regulatorios	No será sencillo para otros posibles nuevos competidores el diseñar un esquema similar de colaboración por la cantidad de trámites a cumplir.	Demasiadas regulaciones con las que se debe de cumplir relativas a la formalización y operación del GTM bajo un esquema binacional. El proyecto seguramente será objeto de varios controles burocráticos, presupuestales y administrativos que pueden entorpecer su correcta operación.
Medio Ambiente	Es un servicio que se percibe como amigable con el medio ambiente; optimizará los recursos naturales disponibles en la región.	Servicio que en cierta medida depende del clima y de las épocas del año.

Como se puede observar en las tablas anteriores, el proyecto cuenta con varias fortalezas que le permiten maximizar los recursos con los que cuenta. También existen una serie de oportunidades las cuales si se aprovechan pueden otorgarle un gran potencial de éxito. A pesar de que se identifican varias debilidades y amenazas, estas pueden eliminarse a través de la implementación de las estrategias correctas.

### Posible Impacto en el Proyecto GTM

Posibilidad de que ocurra el evento	Alto	Medio	Bajo
Alto	Alta Prioridad (Legal/regulatorio): Definir con total certeza las condiciones del esquema de colaboración binacional.	Alta Prioridad (Finanzas): Acceder a los recursos necesarios que le den vida al proyecto. De otra manera, muy probablemente estará destinado al fracaso.	Media Prioridad (Mercadotecnia): Desarrollar diferentes herramientas de promoción y publicidad así como un esquema de relaciones públicas intensivo.
Medio	Alta Prioridad (Competidores): Enfatizar con los posibles clientes el hecho de la diferenciación tecnológica respecto a la competencia.	Media Prioridad (Personal): Identificar a la brevedad la personal operativo, técnico y administrativo idóneo para el proyecto.	Baja Prioridad (Tipo de administración): Allegarse de personal administrativo con experiencia en negocios de atención al público)
Bajo	Media Prioridad (Servicio): desarrollar encuestas de satisfacción del cliente para medir la eficiencia del servicio.	Baja Prioridad (Mercadotecnia): desarrollar paquetes de promoción que incluyan la venta de diferentes servicios.	Baja Prioridad (Social o Cultural): hacer del conocimiento de la gente el servicio a través de su promoción en empresas y oficinas de gobierno, entidades privadas y mundo académico.

Las estrategias marcadas como de “Alta prioridad” son las primera que deberá de desarrollar e implementar el proyecto GTM para efectos de garantizar la viabilidad del mismo y diferenciarse de los competidores. Prácticamente estas estrategias deben de estar en funcionamiento desde el primer día de operaciones. Las estrategias menos urgentes, no así menos importantes, son las marcadas como “Baja prioridad” y estas deberán de implementarse en un periodo aproximado de seis meses a partir de la apertura del negocio.

## 4 MERCADOTECNIA

### 4.1 MERCADO POTENCIAL

El mercado potencial del presente proyecto se identifica como todos aquellos usuarios posibles del telescopio en México y a nivel mundial, ya sea con fines científicos, de investigación, académicos, turísticos e incluso recreativos.

Para efectos de identificar de mejor manera a los posibles grupos de compra y sus características de consumo, se decidió segmentar el mercado potencial anteriormente descrito en función de los siguientes SEIS nichos de mercado. Estos segmentos se identifican como: comunidad científica mexicana; comunidad científica internacional; centros de investigación y universidades nacionales; centros de investigación y universidades extranjeras; habitantes y escuelas de las regiones vecinas a Atzitzintla, Puebla; turismo en general interesado en conocer las características y el funcionamiento general del telescopio, AUNQUE no tengan conocimientos científicos. En la siguiente tabla, se muestran los diferentes segmentos así como los atributos que cada uno de esos segmentos busca cuando asiste a un complejo científico y tecnológico y la manera en que el proyecto GTM dará satisfacción a esos atributos.

### ATRIBUTOS DE ACUERDO AL SEGMENTO DE MERCADO

Atributos que se buscan en los segmentos de mercado	Segmentos de Mercado			
	Comunidad Científica	Centros de Investigación	Habitantes y escuelas de la zona	Turismo en general
Investigación	*	*		
Objetivos educativos	*	*		
Nuevos conocimientos	*	*	*	
Interés general		*	*	*
Precio			*	*
Entretenimiento			*	*

Se puede observar que todos los atributos que buscan los diferentes segmentos de mercado se encuentran cubiertos por el proyecto GTM. Es decir, mientras la comunidad científica y los centros de investigación fundamentarán su interés en la Investigación y la adquisición de nuevos conocimientos, se estima que los habitantes de la zona y los turistas en general acudirán a conocer las instalaciones del GTM simplemente con fines de entretenimiento. En cualquiera de los dos casos, el GTM estará en posibilidades de cubrir esta expectativa. Así mismo, debido a los precios accesibles, esto no será impedimento para que el turismo deje de acudir, mientras que ésta no es una variable que la comunidad científica le otorgue mucho peso, siempre y cuando, claro, los precios sean acordes a estándares internacionales.

#### 4.1.1 Mercado Meta

Los diferentes mercados meta de referencia serán abordados a través de una estrategia de mercadotecnia selectiva. Esto se refiere a que se desarrollarán herramientas de promoción diferenciadas para cada uno de los segmentos (científicos, universidades y turismo en general) y esto se fundamenta en el hecho de que cada segmento responde a diferentes hábitos de consumo.

Para justificar de manera más detallada la selección de los mercado meta y como contribuirán esos mercados al cumplimiento de los objetivos generales del negocio, a continuación se realiza un análisis de las características de consumo de los diferentes mercados meta.

¿Cuál es el mercado meta?

Comunidad científica, Universidades y turismo en general.

¿Cuál es el perfil de mis clientes meta?

Interesados en adquisición de nuevos conocimientos e investigación científica de alto nivel (Universidades) e interesados en el conocimiento general pero que no tienen bases técnicas (turismo en general)

¿Qué impacto tendrá el servicio en los clientes meta?

Se estará brindando un servicio diferenciado del que otorgan los competidores, ya que se estará ofreciendo calidad, comodidad y precios competitivos en una misma experiencia de servicio.

*¿Cómo mejorará la satisfacción de necesidades respecto a la competencia?*

Los competidores actuales no ofrecen toda la gama de servicios que el GTM pondrá a disponibilidad de los posibles usuarios.

El precio al que se ofrecerá el servicio son precios de mercado el cual facilitará la captación de un mayor número de clientes potenciales.

## 4.2 COMPETENCIA

### 4.2.1 Competencia directa

A continuación se identifican algunos de los principales competidores del proyecto GTM. Cabe mencionar que aunque las características técnicas de los diferentes telescopios analizados a continuación no son exactamente iguales a las del GTM, si se constituyen como competidores directos, ya que en el juicio de valor final que hagan los clientes potenciales, es muy probable que algunos de estos competidores ofrezcan los requerimientos técnicos y científicos que ellos buscan.

Entre los principales competidores de este tipo se identifican otras Universidades o centros de Investigación de reconocido prestigio contra las cuales el GTM deberá de realizar una

profunda actividad de relaciones públicas a fines de hacer del conocimiento de los interesados, los beneficios tecnológicos, científicos y sociales del proyecto GTM.

#### 4.2.1.1 Cornell Caltech Atacama Telescope



Los proyectos de este tipo en el mundo sin excepción reciben subsidio continuado en montos y formas variables de sus gobiernos y/o instituciones académicas.

En Estados Unidos en particular existe una estructura de apoyo para este tipo de proyecto vía el “National Radio Astronomy Observatory” (NRAO), que es una instalación de la National Science Foundation” (NSF) que opera bajo un acuerdo de cooperativa de la “Associated Universities, Inc.”

La NSF fondea investigación y educación en muchos campos de la ciencia e ingeniería. Hace esto mediante acuerdos de cooperación con más de 2,000 universidades, escuelas con sistema K-12, negocios, organizaciones informales de ciencia y otras organizaciones de investigación en los Estados Unidos. La NSF recibe 40,000 propuestas al año aproximadamente ya sea para investigación, educación o proyectos de entrenamiento de los cuales aproximadamente 11,000 son apoyados.

La NSF cuenta con una página de Internet en donde se pueden solicitar fondos para distintas áreas: <http://www.nsf.gov/funding/index.jsp>

Entre los telescopios que pertenecen a la NSF están: Atacama Large Millimeter Array (ALMA), Very Large Array (VLA), Expanded Very Large Array y el Very Long Baseline Array (VLBA)

#### 4.2.1.2 Atacama Large Millimeter Array (ALMA)



El radiotelescopio ALMA está situado al Norte de Chile; a 300 kilómetros al este de Antofagasta, en un llano conocido como “Chajnantor”. Su principal misión es estudiar la formación de estrellas en los inicios del cosmos, además del nacimiento de nuevos astros.

En 1998 el ex Presidente Eduardo Frei declaró la región de Chajnantor como “reserva científica nacional”, y más tarde el presidente Ricardo Lagos firmó la concesión de terrenos y dio comienzo a las obras. Las negociaciones venían desde 1999, año en que se firmó un acuerdo de entendimiento entre Europa y EEUU, “socios” principales de este proyecto.

ALMA estará en operación a más tardar en el 2011, aunque en el 2006 comenzaron las primeras observaciones desde el complejo.

El complejo consta de 50 antenas, de 12 metros de diámetro cada una, que de manera conjunta, reciben señales de radio desde los confines del universo para estudiar la formación de astros de hace miles y millones de años.



El dinero de tan grande inversión provino de los consorcios "Associated Universities Incorporated" (AUI) de EE.UU. y el "European Southern Observatory" (ESO), que fueron 550 millones de dólares, a estas empresas se les entrega este complejo de 18 hectáreas por 50 años, lo que se traduce en 700 mil dólares anuales, que serán utilizados para financiar proyectos de desarrollo local y científico a nivel nacional.

Para Chile la instalación de ALMA traerá enormes ventajas respecto de otros países, permitiendo un desarrollo de la investigación astronómica con grandes ventajas comparativas.

#### 4.2.1.3 Arecibo



El radiotelescopio de Arecibo esta situado en Arecibo, Puerto Rico, al norte de la isla. Esta administrado por la Universidad Cornell con un acuerdo de cooperación con la *National Science Foundation*.

El observatorio funciona bajo el nombre de National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC) aunque se utilizan oficialmente ambos nombres.



El telescopio es tan grande que literalmente está formado por la geografía de las montañas, tiene 305 metros de diámetro y fue construido en 1963. Ha aparecido en varias películas incluyendo la de James Bond “Golden Eye”, y la de Carl Sagan “Contacto”. El radiotelescopio fue el mayor telescopio jamás construido, hasta la construcción del RATAN-600 (Rusia) con su antena circular de 576 metros de diámetro.

El observatorio recoleta datos radioastronómicos, aeronomía terrestre y de radar planetarios para los científicos mundiales. Aunque ha sido empleado para diversos usos, principalmente se usa para la observación de objetos estelares. El uso del observatorio esta disponible para todos los científicos del mundo, ya sea para la investigación en astronomía, estudios planetarios o ciencias atmosféricas del espacio. El tiempo dado se basa en las propuestas de investigaciones científicamente más prometedoras.

El 7 de abril de 1964, poco después de su inauguración, fue usado para determinar que el periodo de rotación de Mercurio no era de 88 días como se creía, sino de solo 59 días.

En agosto de 1989, el observatorio tomo una foto de un asteroide por primera vez en la historia: el asteroide 4769 Castalia. El año siguiente se descubrió el pulsar PSR B1257+12, que mas tarde condujo a descubrir sus dos planetas orbitales. Estos fueron los primeros planetas extra-solares descubiertos. El telescopio también tuvo utilizaciones de inteligencia militar, por ejemplo para localizar las instalaciones soviéticas de radar, detectando las señales que rebotaban sobre la Luna.

En 1974, se realizo una tentativa de enviar un mensaje hacia otros mundos (se envió un mensaje de 1679 bits transmitido desde el radiotelescopio hacia el cúmulo globular M13, que se encuentra a 25,000 años luz. El modelo de 1 y 0 define una imagen de mapa de bits de 23 pixeles por 73 que incluye números, personas dibujadas, formulas químicas y una imagen del telescopio. El observatorio ha sido utilizado para observar el asteroide (29075) 1950 DA, considerado como el objeto más próximo a la Tierra.

Arecibo es la fuente de datos para el proyecto SETI@home propuesto por el laboratorio de ciencias espaciales de la Universidad de Berkeley. SETI@home es un experimento científico que utiliza computadoras personales conectadas por Internet para analizar la información obtenida por el radiotelescopio, actualmente tiene alrededor de 5 millones de usuarios que contribuyen con sus computadoras, y ha recibido más de mil millones de resultados.

El equipo de SETI@home recibe señales de una buena parte del cielo, a una frecuencia específica que codifica en paquetes; cada usuario instala en su computadora un protector de pantalla para analizar esas señales.

El equipo SETI@home le manda al usuario por Internet uno de estos paquetes y en la computadora del usuario, mientras no la esta usando, entra el protector de pantalla y analiza ese

paquete de información, una vez que la computadora ha terminado, manda el paquete de regreso al equipo SETI@home, y recibe un nuevo paquete para decodificar.

El Observatorio de Arecibo es parte de la “National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC), y un centro de investigación nacional operado por la Universidad de Cornell bajo un acuerdo de cooperativa con la “National Science Foundation” (NSF). La fundación es: The O.P. & W. E. Edwards Foundation. Ha recibido donaciones de la Universidad de Cornell; OPHIR Laser Measurement Group; Spiricom Laser Beam Diagnostics; La O.P. & Edwards Foundation tiene una pagina de Internet donde se pueden hacer donaciones vía Payflow o Paypal.

SETI tiene una pagina de internet donde se pueden hacer donaciones mediante 3 vías diferentes: PayPal, Network for Good y Just Give Org. El Observatorio de Arecibo es administrado por la Universidad de Cornell, una organización sin fines de lucro, todas las contribuciones son reconocidas federalmente y deducibles de impuestos (501(c) 3).

#### 4.2.1.4 Gran Telescopio Canarias (GTC)



El Gran Telescopio Canarias (GTC) es un telescopio de espejo primario segmentado de 10.4 metros de diámetro de altas prestaciones cuya instalación se esta completando en uno de los mejores lugares del hemisferio norte: el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma, Islas Canarias). Este telescopio ha visto su primera luz el 13 de Julio del 2007.

Es un ambicioso proyecto español destinado a construir uno de los mayores y más avanzados telescopios del mundo. Esta liderado por el Instituto de Astrofísica de las Canarias. Sus instalaciones se encuentran junto a las del Observatorio del Teide, así constituyen el Observatorio Norte Europeo (ENO).

La construcción del GTC ha sido financiada por el Gobierno Autónomo de Canarias y el Gobierno de España, a través del Ministerio de Educación y Ciencia; sin embargo el GTC tiene carácter internacional, habiéndose firmado acuerdos para la participación en el proyecto de México, a través del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de Puebla. Parte del tiempo mexicano se obtiene a través del intercambio de tiempo con el GTC. También es socio de este proyecto Estados Unidos a través de la Universidad de Florida. La participación extranjera está limitada a un máximo de un 30%.

Este telescopio ofrecerá un mayor conocimiento de los agujeros negros, las estrellas y galaxias más alejadas del Universo y las condiciones iniciales tras el Big Bang.



#### 4.2.1.5 Green Bank (GBT)



## National Radio Astronomy Observatory

La gran antena del radio telescopio de 100 metros Green Bank comenzó a funcionar en Agosto del 2000 en Green Bank, West Virginia, USA. Dedicado a Robert C. Byrd, el Telescopio Green Bank pesa 30 veces más que la Estatua de la Libertad, y puede apuntar a cualquier lugar en el cielo con una precisión de más de una milésima de grado.

La antena principal es tan grande que podría albergar un campo de fútbol, y permite escuchar incluso los más finos murmullos de los cuásares localizados a lo largo del Universo. Cualquiera puede intentar usar el Telescopio Green Bank, aunque se intenta que las peticiones sean lo más ordenadas posible.

El Green Bank con su gran tamaño y su innovador diseño está haciendo posible investigar ondas de radio emitidas desde cometas, planetas, pulsares, galaxias distantes y el más próximo universo distante.

Oficialmente, este radiotelescopio es el más grande del mundo, con 485 pies de alto, y un peso de 17 millones de libras. Más importante aún, el Telescopio Green Bank (GBT) es uno de los mayores objetos que se mueven en la Tierra. Su plato tiene una medida de 100 x 110 metros, y su espejo, está compuesto por más de 2,000 paneles de aluminio.

Con ajuste de la antena en su enorme rueda, así como ajuste de la forma de espejo con actuadores asignados a cada grupo, los científicos pueden utilizar el GBT para adquirir una visión completa del cielo por encima de 5 grados de elevación.

El instrumento también tiene una muy alta sensibilidad a las señales de radio. El GBT, que es el nombre de Green Bank, West Virginia dentro de una zona de radio franca por mandato federal. Su última misión es el seguimiento para la NASA del Phoenix Lander, que apenas aterrizó en Marte.



#### 4.2.2 Competencia Indirecta

Las universidades con programas de astronomía o relativos a la física son una fuente posible de no solo recursos financieros monetarios sino también en especie. Asimismo, a pesar de que la mayoría de ellas NO cuentan con laboratorios propios, se podrían llegar a constituir como competidores debido a que para algunas labores de investigación y desarrollo, pueden ser una alternativa interesante para científicos e investigadores.

A continuación una lista de universidades a contactar para el programa de acercamiento académico.

#### ***4.2.2.1 Universidad Autónoma de México (UNAM), (Morelia, México) Centro de Radioastronomía y Astrofísica***

Principales líneas de investigación:

- Medio interestelar
- Formación de estrellas
- Cosmología
- Astronomía extragaláctica
- Astrofísica de altas energías
- Turbulencia atmosférica

El Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM (CRyA) está ubicado en la ciudad de Morelia, Michoacán en el campus de la UNAM que se encuentra en la antigua carretera a Pátzcuaro. El terreno donde se ubica el campus fue donado a la UNAM en 1994 por el Gobierno del Estado de Michoacán.

La creación del Centro fue aprobada por el Consejo Universitario de la UNAM el 20 de marzo del 2003, a partir de la Unidad Morelia del Instituto de Astronomía. Este Centro forma parte de un intenso esfuerzo descentralizador de la UNAM que busca desarrollar y consolidar la investigación, docencia, y difusión de la astronomía en esta importante región del país. El centro se gestó en 1995 como una subsede del Instituto de Astronomía de la UNAM en la ciudad de Morelia con un pequeño grupo de astrónomos. Actualmente agrupa a 18 jóvenes investigadores que son líderes académicos en varias áreas de la astrofísica y cuyos trabajos han alcanzado reconocimiento internacional.

El personal del Centro participa activamente en la formación de recursos humanos a través tanto de la maestría y doctorado en Astronomía de la UNAM misma, como de la

licenciatura y postgrado en Física de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. También en colaboración con la UMSNH se tiene un programa intenso de divulgación de la astronomía, con conferencias, talleres y escuelas dirigidas a niños, jóvenes, y adultos.

El Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM es ya un centro de excelencia académica a nivel nacional e internacional, que crea conocimiento astronómico de frontera.

El CRyA juega un papel muy importante en el desarrollo de la astronomía en México, puesto que su personal enfatiza el enfoque multifrecuencia que caracteriza a la astronomía moderna, junto con la colaboración vigorosa de astrónomos observacionales y teóricos. El enfoque multifrecuencia radica en observar al Universo ya no sólo en la luz visible, sino en todas las bandas del espectro electromagnético, como las ondas de radio, la radiación infrarroja, y los rayos X. Existen astros y fenómenos de gran interés que son "invisibles" aún a los mejores telescopios ópticos y que han sido descubiertos y estudiados en estas otras bandas. A este tipo de observaciones de multifrecuencia se le aúna el trabajo interpretativo de los astrónomos teóricos. Adicionalmente, sus astrónomos teóricos participan en el desarrollo de nuevas teorías capaces de explicar los procesos de formación de estrellas y galaxias. Para esto, el centro cuenta con un "clúster" de 32 procesadores para el cálculo numérico rápido, donde se utilizan programas optimizados para trabajar en paralelo.

Con apoyo de CONACyT, el Centro de Radioastronomía y Astrofísica participa a nivel internacional en los proyectos de los grandes interferómetros de radio para el siglo XXI: el Gran Arreglo Milimétrico de Atacama (ALMA) y el Gran Conjunto Expandido de Antenas (EVLA), que estarán ubicados en Chile y en los EUA, respectivamente.

#### ***4.2.2.2 Universidad Católica del Perú, (Perú) Instituto de Radioastronomía Pontificia***

El Instituto de Radioastronomía de la Pontificia Universidad Católica del Perú (INRAS) es una unidad académica cuyos fines esenciales son promover y realizar la investigación en Radioastronomía, Astrofísica, Radio Ciencia, Ciencias y Tecnologías Espaciales, así como promover la actividad multidisciplinaria en la Universidad en estas áreas y la realización de proyectos de Ingeniería vinculados con tecnología y ciencia espacial.

Fines del Instituto:

Desarrollar y propiciar, dentro de un enfoque inter- y multidisciplinario, todas aquellas actividades cuyos resultados permitan elevar el nivel de conocimientos sobre los fenómenos del espacio exterior, desde el espacio circunterrestre hasta el espacio profundo, incluyendo la radioastronomía, la astrofísica y las investigaciones, desarrollos, construcción, uso y aplicaciones vinculadas con satélites y sondas espaciales.

Impulsar una labor académica, con apoyo en cuanto a cursos, seminarios, visita de profesores e investigadores de otras universidades del país y el extranjero, así como de institutos de investigación vinculados con los fines y actividades del Instituto.

Estimular el intercambio y el fortalecimiento de los vínculos entre universidad y centros de investigación o instituciones similares, nacionales y extranjeras, dentro del marco global de desarrollo del país y/o de la región.

Construir un centro especializado de alto nivel, que llegue a ser reconocido nacional e internacionalmente, y que esté en permanente diálogo con los avances de la ciencia y de la tecnología, haciendo énfasis en las posibles aplicaciones de esta última a la realidad del país.

#### *4.2.2.3 Universidad de Valencia, (España) Grupo de Radioastronomía,*

El grupo de Radioastronomía de la Universidad de Valencia nació con la llegada en 1991 de Juan María Marcaide a esta universidad como Catedrático de Astronomía y Astrofísica, primero al Departamento de Matemática Aplicada y Astronomía y luego, tras su creación en 1995, al Departamento de Astronomía y Astrofísica. En el grupo de Radioastronomía, la mayoría de los proyectos han sido desarrollados por los doctores y doctorandos que han llegado a este grupo en Valencia, en estrecha colaboración con los miembros del grupo que permanecieron en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) cuando el profesor Marcaide dejó aquella institución. En 1993 y en 1996 se incorporaron al grupo como becarios pre doctorales Eduardo Ros Ibarra y Miguel Ángel Pérez Torres, quienes se doctoraron en 1997 y 1999, respectivamente. También en 1996 se incorporó como investigador postdoctoral José Carlos Guirado Puerta, procedente del Jet Propulsión Laboratory (JPL), NASA. El Dr. Guirado obtuvo una plaza de Profesor Titular en el Departamento de Astronomía y Astrofísica en 2001.

En la actualidad, el Dr. Ros es investigador de plantilla y coordinador científico en el MPIfR (Bonn, Alemania). Iván Martí-Vidal se encuentra en un último año de beca predoctoral. El pasado año se incorporó al grupo Sergio Jiménez como becario predoctoral con una beca FPI asociada al proyecto AYA2006-14986-C02-02. El grupo colabora intensamente con investigadores del Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA, Cambridge, MA, EEUU), Max Planck Institut fuer Radioastronomie (MPIfR, Bonn, Alemania), Istituto di Radioastronomia (Bologna, Italia), National Radio Astronomy Observatory (NRAO, NM, EEUU), Jodrell Bank

Observatory (Manchester, UK), JPL-NASA (EEUU), Univ. Heidelberg (Alemania), Naval Research Laboratory (Washington, EEUU), etc.

En el equipo investigador hay más de veinte años de experiencia en temas relacionados con la astrometría diferencial de precisión y el estudio de supernovas a muy alta resolución.

#### ***4.2.2.4 Universidad de Chile, (Chile) Departamento de Astronomía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas***

El Departamento de Astronomía, perteneciente a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, fue creado el año 1965. Las instalaciones que el Departamento posee en Cerro Calán son principalmente los telescopios históricos del Observatorio Astronómico Nacional que incluyen un Astrolabio y un Círculo Meridiano, usados para astrometría, y un moderno telescopio de 45 cm. donado por el pueblo Japonés.

El Departamento también mantiene un telescopio Maksutov de construcción Rusa en Cerro El Roble. Sin embargo, la mayor parte de la investigación se realiza hoy usando los observatorios instalados en el norte de Chile.

El Departamento posee una completa biblioteca especializada, con más de 7.000 volúmenes. Esta recibe además, alrededor de 30 revistas de Astronomía y ciencias afines. Nuestra Biblioteca posee una valiosa colección de publicaciones de casi todos los observatorios astronómicos del mundo desde el siglo pasado hasta la fecha.

El Departamento de Astronomía cuenta con un centro de procesamiento de imágenes, en el cual los investigadores realizan la reducción y análisis de sus datos. Este centro cuenta con

una red de estaciones de trabajo SUN y PCs, conectada a internet. Esta red fue financiada inicialmente con fondos de la Fundación Andes y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

En el Departamento de Astronomía se realizan actividades de investigación en Astronomía y Astrofísica teórica y experimental, docencia de pre- y postgrado (Magíster y Doctorado), actividades de extensión a la comunidad y administración científica. Para ello cuenta con un plantel activo de académicos e investigadores, post-doctorados y estudiantes en varios niveles de formación. Personal de apoyo, una completa biblioteca (real y virtual), una moderna red de computación, acceso a instrumentación astronómica de última generación y convenios de cooperación internacionales con otros centros astronómicos que facilitan estas labores.

El Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile depende directamente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, y es además sede del Observatorio Astronómico Nacional.

El Observatorio Astronómico Nacional (OAN por sus siglas en español) se encuentra ubicado en la cima del cerro Calán en la comuna de Las Condes. En la actualidad posee telescopios y cúpulas históricas, en conjunto con telescopios modernos dirigidos a la difusión y a la docencia.

#### ***4.2.2.5 Universidad Católica del Norte, (Chile) Instituto de Astronomía***

El Instituto de Astronomía (AI), inició sus actividades el 23 de abril de 1996, dependiente de la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica del Norte, según Decreto N°29/96. La

misión del Instituto de Astronomía es contribuir a través del cultivo de la Astronomía y la Astrofísica al conocimiento universal de los seres humanos y la naturaleza, a la formación y perfeccionamiento de profesionales y científicos/as que el país y en particular el Norte de Chile necesitan.

La visión del Instituto de Astronomía es ser un centro de investigación y difusión de excelencia, alcanzando un posicionamiento en el ámbito nacional e internacional. El Observatorio Cerro Armazones (OCA) fue inaugurado el día 2 de diciembre de 1995, posee en la actualidad tres telescopios de 1.5 m, 84 cm y 41 cm de diámetro.

OCA es un proyecto del Instituto de Astronomía de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Astronomía de la Universidad de Bochum, con la ayuda además de importantes empresas e instituciones, tales como ESO, Inacesa, Soimi y CONICYT. El desarrollo de este proyecto es de gran importancia debido al lugar en que se encuentra, ya que en el mundo hay muy pocos lugares con observatorios bajo un cielo de tal calidad. OCA goza de aproximadamente 350 noches despejadas por año.

#### ***4.2.2.6 Arizona State University, Arizona (EEUU) School of Earth & Space Exploration (SESE)***

La SESE se abrió en Julio del 2006; combina la investigación de la ciencia e ingeniería para lograr una mayor comprensión del Universo, especialmente de nuestro planeta.

En el presente, la escuela combina científicos planetarios con astrónomos y esta ligada con la *Fulton School of Engeneering*. Entre las carreras que ofrece están:

- Exploración de la Tierra y Espacio
- Ciencias geológicas
- Astrofísica

#### ***4.2.2.7 Instituto Tecnológico de California, (Caltech), California EEUU***

El Instituto Tecnológico de California, en inglés California Institute of Technology o "Caltech", está situado en Pasadena, en los Estados Unidos, y es una de las principales instituciones mundiales dedicadas a la ciencia, la ingeniería y la investigación. A fecha de 2005, cuenta con 31 premios Nobel: 17 de antiguos alumnos, 14 de profesores no antiguos alumnos y 4 de profesores quienes son antiguos alumnos también (Carl D. Anderson, Linus Pauling, William A. Fowler, y Edward B. Lewis). Caltech también controla y dirige el Jet

El Jet Propulsion Laboratory de la agencia espacial estadounidense, NASA. Fundado en 1891, su lema es "La Verdad te Hará Libre", en inglés "Truth Shall Make You Free".

Sus seis divisiones de biología, química e ingeniería química, ingeniería y ciencias aplicadas, ciencias planetarias y geológicas, humanidades y ciencias sociales, y física, matemáticas y astronomía, acogen en conjunto a unos 900 alumnos de carrera y a unos 1200 alumnos de doctorado.

#### ***4.2.2.8 Instituto Tecnológico de Massachusetts, (MIT), EEUU***

---

El Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, del inglés *Massachusetts Institute of Technology*) es una de las principales instituciones dedicadas a la docencia y a la investigación en Estados Unidos, especialmente en ciencia, ingeniería y economía. El Instituto está situado en Cambridge, Massachusetts, y cuenta con numerosos premios Nobel entre sus profesores y antiguos alumnos. MIT es considerada como una de las mejores universidades de ciencia e ingeniería del mundo.

El Instituto Tecnológico de Massachusetts fue fundado en 1861 por el geólogo William Barton Rogers, el cual deseaba crear un nuevo tipo de institución educacional independiente dedicada a la creciente industrialización de los Estados Unidos de América.

La apertura del instituto fue retrasada por la Guerra Civil en los Estados Unidos, y admitió a sus primeros estudiantes en 1865. En los siguientes años, estableció una reputación de primera en ciencias e ingeniería, pero cayó en dificultades económicas. Estos dos factores hacía parecer favorable la idea de fusionarlo con la Universidad Harvard, que tenía mucho dinero, pero tenía carencias en ciencias comparadas con las letras y artes liberales. En 1904 el presidente Henry S. Pritchett se reunió con Charles W. Eliot, presidente de Harvard para la fusión. Pero finalmente las protestas de los alumnos la cancelaron. En 1916, el MIT se movió a lo largo del río desde su localización en Boston's Back Bay hasta su actual situación en Cambridge.

La prominencia del MIT creció como resultado de la Segunda Guerra Mundial (ver radar) y el gobierno de los Estados Unidos invirtió en ciencia y tecnología en respuesta al lanzamiento ruso del Sputnik. Las contribuciones del MIT al avance de la tecnología y ciencia del siglo XX incluyen el proyecto Whirlwind, la construcción de una computadora bajo la dirección de Jay W. Forrester entre 1947 y 1952, y notables logros, así como por sus contribuciones culturales al desarrollo del ordenador personal.

En 1985, Nicolas Negroponte crea el MIT Media Lab. En 2001, el MIT anunció que había planeado poner todos sus materiales didácticos en línea como parte de su proyecto OpenCourseWare. El mismo año, su presidente Charles Vest hizo historia por ser el primer director de universidad del mundo en admitir que su institución había restringido severamente el desarrollo de las mujeres de la facultad de investigadores (discriminación), y acto seguido, por intentar solucionar el problema.

En agosto de 2004, Susan Hockfield, una neurobióloga molecular, fue designada como la primera mujer presidenta del MIT. Fue la 16ª presidenta y empezó a dirigir el complejo el 6 de diciembre de 2004.

La admisión en el M.I.T. es muy competitiva, y ha sido clasificada por The Atlantic Monthly y otras publicaciones como la universidad más selectiva de los Estados Unidos. También consta como una de las mejor clasificadas en los EE.UU. en materia de calidad y efectividad de la docencia.

#### ***4.2.2.9 Otras Universidades con Institutos o departamentos de Astronomía***

Universidad de Alabama, EEUU,  
Departamento de Física y Astronomía

Universidad de California en Berkeley, EEUU,  
Departamento de Astronomía

Universidad de California, San Diego, EEUU,

Departamento de Física

Universidad de California, Santa Cruz, EEUU,  
Departamento de Astronomía y Astrofísica

Instituto de Tecnología en Pasadena, Cal. EEUU  
Departamento de Astronomía

Universidad de Chicago, EEUU,  
Departamento de Astronomía y Astrofísica

Universidad Colgate, Hamilton, NY, EEUU  
Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Colorado, Boulder, CO, EEUU,  
Departamento de Astrofísica y Ciencias Planetarias

Universidad de Columbia,, Nueva York, NY, EEUU  
Departamento de Astronomía

Universidad de Cornell, Ithaca, NY, EEUU,  
Departamento de Astronomía

Dartmouth College, Hanover, NH, EEUU  
Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Delaware, Newark, DE, EEUU

---

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Florida, Gainesville, FL, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad del Estado de Georgia, Atlanta, GA, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Harvard, Cambridge, MA, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Hawaii, Honolulu, HI, EEUU

Instituto para la Astronomía

Universidad de Hawaii, Hilo, HI, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Howard, Washington, DC, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Illinois Urbana-Champaign, Urbana, IL, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Indiana, Bloomington, IN, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Iowa, Ciudad de Iowa, IA, EEUU

---

Departamento de física y Astronomía

Universidad del Estado de Iowa, Ames, IA, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad Johns Hopkins, Baltimore, MD, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Kansas, Lawrence, KS, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad del Estado de Louisiana, Baton Rouge, LA, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Louisville, Crestwood, KY, EEUU

Observatorio Moore

Universidad de Massachusetts en Amherst, Amherst, MA, EEUU

Departamento de Astronomía

Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge, MA, EEUU

Departamento de Física

Universidad de Michigan, Ann Arbor, MI, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad del Estado de Michigan, East Lansing, MI, EEUU

---

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Minnesota, Minneapolis, MN, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Montana, Missoula, MT, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Nebraska, Lincoln, NE

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Nuevo Mexico, Las Cruces, NM, EEUU

Departamento de Física

Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, NC, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Ohio, Athens, OH, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad Penn State, University Park, PA, EEUU

Departamento de Astronomía y Astrofísica

Universidad de Pennsylvania, Philadelphia, PA,

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Pittsburgh, Pittsburgh, PA, EEUU

---

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Princeton, Princeton, NJ, EEUU

Departamento de ciencias Astrofísicas

Universidad Rice, Houston, TX, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Rochester, Rochester, NY, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad del Estado de San Diego, San Diego, CA, EEUU

Departamento de Astronomía

City College de San Francisco, San Francisco, CA, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Texas, Austin, TX, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad Vanderbilt, Nashville, TN, EEUU

Departamento de Física y Astronomía

Universidad de Virginia, Charlottesville, VA, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Washington, Seattle, WA, EEUU

---

Departamento de Astronomía

Universidad de Wisconsin, Madison, WI, EEUU

Departamento de Astronomía

Universidad de Yale, New Heaven, CT, EEUU

Departamento de Astronomía

#### ***4.1.1.10 Proyecto de la NASA Carl Sagan para el estudio de mundos extraterrestres***

El Programa tiene por objetivo inspirar a la nueva generación de exploradores en la búsqueda y conocimientos de estos planetas lejanos que como el nuestro orbitan alrededor de una estrella, y asimismo, el posible hallazgo de vida en estos. Lleva el nombre de Carl Sagan en honor al astrónomo estadounidense que popularizó esta ciencia a través de sus libros y su programa de televisión “Cosmos: un viaje personal”.

Cuando Sagan falleció en 1996, los astrónomos habían descubierto hasta la fecha 11 exoplanetas, hoy en día el conteo supera los 300. Algunos de estos son gigantes gaseosos como Júpiter, otros de temperaturas tan elevadas como Mercurio o de temperaturas tan bajas como Plutón y otros, como Gliese 581 c, guardan mucha semejanza con la Tierra.

La búsqueda de estos planetas extrasolares será respaldada por la misión Kepler de la Nasa, la cual se tiene prevista lanzar en el 2009 y cuyo objetivo será inspeccionar 100.000 estrellas. Las becas postdoctorales, que tendrán una duración de tres años, contemplan una

bolsa de US\$60.000 dólares que serán distribuidos anualmente entre tres a cuatro científicos e ingenieros seleccionados que trabajen en estos temas.

Con el programa de becas postdoctorales Carl Sagan, la Nasa cuenta ahora con tres programas de este tipo. Los otros son las becas Einstein para física y las Hubble para orígenes cósmicos. Según esta organización, el objetivo guía de los tres programas es el mismo, responder la pregunta de si existen otros planetas como el nuestro orbitando alrededor de otras estrellas.

## 4.2 SERVICIO

El telescopio está constituido por una antena parabólica, con un reflector secundario hiperbólico, capaz de registrar microondas en el rango de 60 a 340 GHz. El diámetro de la superficie colectora es de 50 metros. El del reflector secundario es de 2.62 metros. Por primera vez en el mundo se construye una antena de estas dimensiones, con la precisión que requiere observar microondas de esa frecuencia. En los 2,000 metros cuadrados que tiene la superficie de la antena, no se pueden tener deformaciones mayores de 70 micrones (el grueso de un cabello), para asegurar que el telescopio pueda captar fuentes emisoras con la precisión adecuada.

El telescopio será capaz de apuntar con una precisión cercana a 1 segundo de arco. Un reto enorme para la ingeniería moderna y que implica un proceso de construcción muy complicado. En la actualidad, es el telescopio más difícil en construcción en todo el mundo. Para México, este es el proyecto científico más ambicioso en toda su historia.

La siguiente tabla identifica de mejor manera las cualidades físicas y los beneficios de los servicios a ofrecer, esquematizando a través de un diagrama los atributos tangibles e intangibles de las diferentes áreas de servicio.

### 4.3 Promoción y publicidad

Producto Base	Servicios GTM		Justificación
	Beneficios (intangibles)	Conocimiento	Herramienta tecnológica que ofrece un gran potencial de conocimiento.
	Seguridad	Proyecto respaldado a escala binacional.	
	Disponibilidad	Ubicación céntrica en el país.	
	Confianza	Personal capacitado y preparado para este tipo de servicios	
Características (tangibles)	Telescopio	Equipo de de vanguardia que el cliente podrá observar	
	Instalaciones	Instalaciones físicas que podrán ser evaluadas por el cliente en base a su funcionalidad.	
	Servicio ofrecido	El cliente apreciará de manera tangible y física el servicio que haya recibido: apoyo tecnológico en el uso del GTM; atención, etc.	
Aspectos Innovadores	Servicio diferenciado	En la actualidad no existe un solo competidor en el mundo cuyos equipos de observación (telescopios) reúnan las mismas características.	
	Rango de servicios	Diferentes tipos de servicio dependiendo del perfil del usuario (científicos, universidades, turistas, etc.) lo cual difícilmente otros centros de investigación pueden emular.	
	Promociones de ventas	Se podrá diseñar un esquema de promociones y acumulación de puntos que otro proveedor no podría ofrecer.	

Para efectos de consolidar el éxito comercial del proyecto, resulta indispensable desarrollar un proyecto de mercadotecnia que permita crear un grupo solidario de donantes privados en distintas partes de la república y el extranjero.

Elaboración de una propuesta general para atraer y capitalizar proyectos de investigación, docencia y publicaciones específicas basados en el GTM.

Otro proyecto consistirá en diseñar una estrategia para la creación de un grupo de afinidad al GTM que, a cambio de contribuciones otorgadas y cuotas pagadas al proyecto, emita certificaciones y membrecías con derechos de socios determinados en el propio proyecto.

El trabajo de medios y difusión deberá ser manejado en forma concentrada por un encargado exclusivo para esto en términos de fortalecer la imagen de seriedad e importancia del GTM, hacer llegar la información correcta a las personas que toman las decisiones, manejar todas las reimpresiones de artículos que han salido sobre el GTM, corregir y re posicionar comentarios, artículos, noticias o cualquier impresión incorrecta o que no favorezca el GTM y su trabajo (control de daños y réplica).

Esta persona sería responsable de dar seguimiento a las visitas VIP, coordinar invitaciones y hacer llegar los materiales informativos que se prometieron a los interesados, vinculándose con la recaudación de fondos y con la comunidad científica del GTM siendo el

“interlocutor” vocero de ellos ante el público en general y las instancias de gobierno en conjunto con y apoyando al Director en las funciones de atención.

Específicamente como complemento y armas del desarrollo de un área exitosa de medios y difusión debe haber:

Estrategia de posicionamiento ante interesados:

Más específicamente, el concepto y definición-contestación de las preguntas ¿Que es el GTM para qué sirve y que nos importa? Por ejemplo: El GTM buscara posicionarse como el proyecto de radiotelescopio más grande del mundo: un proyecto espacial y de aprendizaje, con toda una derrama de proyectos generadores de negocios y patentes, programas educativos y de promoción de México.

En esos términos llevar a cabo la producción de publicaciones con una estrategia global tal como un Libro de colección (“*coffee table book*”) para los grandes donantes y figuras gubernamentales y financieras que pueda estar en sus mesas de consejo y oficinas llevando el mensaje del GTM. Hacer la recopilación de biblioteca de publicaciones científicas.

Buscar que los medios nacionales e internacionales tal como todos los periódicos y Discovery Channel, National Geographic, Smithsonian, Science, estaciones de radio, hagan entrevistas y artículos y filmaciones sobre el proyecto. Buscar que Hollywood y estudios de Cine hagan del INAOE y GTM una locación de filmación. Todo esto santificará y difundirá al GTM.

Será necesario estudiar la creación de un museo y vinculación con el parque nacional de Orizaba. Estos serían elementos importantes de imagen y generación de ingresos interesantes siendo el punto focal de un programa de membrecías masivas.

### 4.3.1 Pagina Web

Crear una página web nueva, amable y que apoye e incluya todo lo anterior y en lo posible de cumplimiento a la rendición de cuentas burocráticas así como al público donante. Esto facilitará la difusión y rapidez de conocimiento sobre el proyecto a nivel mundial y ahorrará mucho tiempo con sub-páginas de auto servicio que podrán acceder directamente tal como para ver los estados financieros auditados u otra información preparada y autorizada tal como la rendición de cuentas sobre donativos con el rastreo del uso específico de dinero, agendar citas para las visitas guiadas programadas, etc. Debe incluir un Intranet para staff y académicos del GTM que sea funcional y logre eficiencias en comunicación de la comunidad dispersa del INAOE tal como un directorio que funcione y control de la paquetería externa e interna de correspondencia.

Definir el calendario de eventos y congresos relativos al GTM. Aunque esto podría estar en la sección de visitas pertenece a R.P. y difusión donde se buscaría participar con una estrategia a mediano y largo plazo programada y presupuestada con definición e integral para la promoción del nuevo plan de negocios y con definición clara de cómo y para que solicitar apoyos y donaciones. Se conjuga con las actividades académicas del GTM y deben planearse en conjunto para que en la presentación de digamos una ponencia también este presente alguna persona de difusión-recaudación promoviendo al GTM.

Las principales herramientas de promoción y publicidad a aplicar, se muestran a continuación:

#### 4.3.2 Promociones de Ventas.-

Esto se refiere a actividades promocionales enfocadas a incentivar la venta de los servicios ofrecidos por el proyecto "GTM".

<b><u>Técnica</u></b>	<b><u>Dirigido a</u></b>	<b><u>Descripción</u></b>
Publicidad de artículos	Usuarios y público en general	Reforzar el reconocimiento del proyecto marca al dar artículos con el nombre del proyecto-telescopio.
Cupones de membresía	Grandes usuarios (Universidades, Centros de Investigación, etc.)	Tarjetas o cupones de frecuencia de consumo para que el usuario reciba beneficios al acumular servicios.
Descuentos	Grandes usuarios (Universidades, Centros de Investigación, etc.)	En determinadas temporadas, ofrecer esquemas de descuento, ya sea por la cantidad de horas contratadas o por el volumen de usuarios.
Paquetes	Grandes usuarios (Universidades, Centros de Investigación, etc.)	Ofrecer esquemas de promoción de manera que el cliente reciba un beneficio al comprar más de un servicio.
Eventos	Público en general	Participación en eventos de carácter científico, educativo, académico o social para hacer del conocimiento del público los servicios del Telescopio.
Concursos	Comercio y Consumidores	Los consumidores participan en concursos para ganar ciertos premios, como pudieran ser accesos gratuitos al GTM o cierto número de horas-uso a un precio preferencial.

Cabe mencionar, que los anteriores son esquemas propuestos de promociones de ventas. Sin embargo, estos NO se aplicarán simultáneamente, sino más bien de manera intercalada y aleatoria y sobre todo en épocas de bajo consumo precisamente para incentivar la venta del servicio.

### 4.3.3 Publicidad.

<u>Tipo de Medio</u>	<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>	<u>Frecuencia de utilización</u>	<u>Lugar de aplicación</u>
Medios Impresos				
Periódicos Revistas científicas	<p>Amplia exposición cubre un amplio mercado.</p> <p>Formato flexible que permite variaciones de color, diseño, tamaño, etc.</p> <p>Bajo costo.</p> <p>Le permitirá al proyecto GTM anunciarse en medios de alto consumo.</p>	<p>La mayoría de la gente no lee mucho el periódico.</p> <p>La lectura es especialmente baja en adolescentes y adultos jóvenes.</p> <p>Corta exposición: la gente no lee el periódico o revistas más de una vez.</p> <p>Calidad de imágenes en general pobre.</p>	<p>Solamente al principio para anunciar la apertura del proyecto GTM.</p> <p>Cuando se lancen promociones específicas que requieran de publicitarse.</p>	<p>Periódicos de circulación nacional e internacional.</p> <p>Revistas científicas de reconocimiento internacional.</p>
Medios Masivos				
Televisión Radio	<p>Muy creativos y flexibles.</p> <p>El costo relativo más bajo (por persona).</p>	<p>El mensaje se olvida rápidamente a menos que se repita frecuentemente.</p>	<p>Permanente</p>	<p>Canales y estaciones de radio con cobertura</p>

	<p>Forma prestigiosa de publicitarse.</p> <p>Mensajes de alto impacto por diseño y sonido.</p> <p>Alta cantidad de clientes potenciales.</p> <p>Efectivo para el mercado meta del proyecto GTM.</p> <p>Se escucha fuera de casa.</p> <p>Bajo costo tanto para producir como para exhibir.</p> <p>Los anuncios se pueden modificar rápidamente.</p> <p>Uso de sonidos y música le permiten al oyente usar su imaginación para crear escenarios.</p>	<p>La audiencia está muy fragmentada.</p> <p>Aunque el costo relativo (por persona) es bajo, en términos absolutos es costoso.</p> <p>Los oyentes en ocasiones no ponen total atención a lo que escuchan.</p> <p>Los anuncios se deben de repetir frecuentemente.</p>		<p>nacional.</p>
--	--	---	--	------------------

Son las actividades de publicidad masiva que realizará el proyecto GTM para dar a conocer el servicio. Debido a que es un servicio, se considera que de entre los medios de

publicidad disponibles (medios impresos, masivos y externos) los mejores esquemas de publicidad consistirán en la publicidad externa e impresa.

#### 4.3.4 Ventas Personales

Como cualquier otro servicio, para el proyecto GTM esta herramienta de promoción será la más importante, ya que las ventas dependen en gran medida de la estrategia comercial que se desarrollará y de la calidad del servicio mismo para que el proyecto sea exitoso. Por lo mismo, es necesario contar con personal enfocado a la satisfacción del cliente y con operarios capacitados en la operación del telescopio. El proceso de venta personal será un sistema que básicamente deberá de cubrir los siguientes procesos:

- Prospección mensual para visitas a clientes potenciales
- Filtro y selección de los clientes potenciales de aquellos que cumplan con el perfil de los segmentos de mercado meta.
- Contacto inicial con clientes potenciales para ofrecer y explicar beneficios del GTM.
- Cierre de negociaciones o convenios con clientes potenciales (científicos particulares, centros de investigación, universidades, escuelas locales, público en general).
- Recepción de los clientes y explicación del servicio a ofrecer in-situ.
- 

Se sugiere establecer “medidores de productividad” para medir la eficiencia del servicio ofrecido y detectar cuáles son las áreas de oportunidad en el proceso de la venta descrito anteriormente.

#### 4.3.5 Relaciones Públicas

Vinculación y manejo de VIP. Debido a que esta actividad generalmente consume una gran cantidad de tiempo, debe atenderse sistemáticamente con un protocolo generando buenas relaciones y buena prensa. Para que esto se despersonalice y maneje rutinariamente aunque los reciban personalmente el Director GTM, se debe definir el rol de actividades para los VIP donde se les atienda sin desquiciar la operación día a día del GTM, proteger el tiempo del Director y del INAOE. Esto debe incluir pero no limitarse a:

- Clasificación de niveles de VIP (Qué para quién)
- Que se paga y no (Cortesías, etc.)
- Hospedaje, (donde)
- Transporte, (en qué y de que categoría)
- Alimentos (consideraciones dietéticas)
- Material promocional complementario
- Responsable de atención, calendario y seguimiento
- Integración de base de datos de los VIP.

Esto debe ir dentro del programa de relaciones públicas y dentro de todo el programa de visitas al GTM que se debe replantear totalmente.

Es imprescindible lo más pronto posible visitar físicamente algunas personas e instituciones para promover un acercamiento, entendimiento y apoyo al GTM. En cada caso se hará un pedimento claro de lo que se busca lograr sea finanzas, apoyo político o apertura de puertas.

Las actividades a desarrollar son, en orden de importancia:

Poner en orden la relación con las instituciones directamente involucradas:

- Amherst
- CONACYT

El objetivo es formar conciencia de equipo y un entendimiento de las situaciones históricas que nos colocan donde estamos y cuál es el plan que va a relanzar al proyecto. Por orden de prioridad es más importante el CONACYT.

Se debe informar a las instituciones mexicanas indirectamente interesadas e involucradas para lograr sus apoyos y entendimiento:

- Presidencia de la República
- Senado de la República
- SEP, SCT, Gobernación, etc.

Se debe acercar a otras instancias entre las cuales están:

- National Science Foundation
- Asesor en Ciencias de la Casa Blanca y el Presidente EEUU
- Universidades del mundo con programas similares
- JPL-Cornell que tienen otro proyecto similar.

Sólo en el caso que se cuente con la 501c3, la A.C. y la página web lista como bases mínimas, es el acceso por varios medios a donantes y apoyadores potenciales.

- Fundaciones

- Instituciones
- Individuos

En cada caso se hará una programación y presupuesto del viaje y se harán invitaciones para que visiten a su vez el GTM siempre y cuando se haya definido que existe motivo productivo y no solo turismo.

Firma de convenios de colaboración e Identificación de alianzas estratégicas.

La firma de convenios estratégicos es una de las formas más efectivas de recaudación, entendimiento, promoción y educación de grandes grupos. A la mano están algunas para empezar ya, y el padrón debe ampliarse siempre y cuando sean organizaciones con afinidad y que generen algún beneficio mutuo.

La filosofía rectora es la búsqueda de instituciones y personas cuyos intereses coinciden, dependen o se cruzan, relativas al GTM, logrando con ellas la vinculación y apertura de puertas. Los convenios pueden ser muy extensos en modalidad desde colaboración, vinculación hasta pagos por afiliación al GTM.

Las siguientes Instituciones tienen redes de patrocinadores y donantes que si el convenio está bien redactado se vuelven fuente de fondeo para el GTM vía el programa de la misma institución firmante.

- Latino Coalition USA
- Coalición Latina México
- Innovative Seed LLC California (Acceso a USC, U.C. Berkeley)
- Cámara Hispana de Comercio (2.3 millones de empresas hispanas)
- UCLA

- Fundación Universidad de Guadalajara
- Universidad Autónoma de Guadalajara (Programa astrofísico y nuevo campus en Los Ángeles.
- NFS
- JP MORGAN (Interés en invertir en la educación en México)
- Universidades varias que estén interesadas en el GTM-proyectos de astrofísica.
- Atacama JPL
- OPIC (overseas private investment corporation, una rama del congreso americano e inversionista en infraestructura y desarrollo. Esta es una relación existente.)

Es importante firmar solo los convenios que por el momento se puedan operar exitosamente por lo que se recomienda los anteriores para empezar (salvo ATACAMA).

## 5 OPERACIÓN DEL GTM

### 5.1 JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA

El sitio seleccionado, entre 163 posibles localidades en el territorio nacional, es el Volcán Sierra Negra, que se conoce más comúnmente como Cerro La Negra; la altura de esta montaña es la cuarta del país a 4,560 metros sobre el nivel del mar. La baja concentración de vapor de agua en su atmósfera circundante es una de las características más importantes que buscaron los astrónomos, para tener el mínimo de absorción y poder captar la radiación de objetos muy lejanos (a cerca de 14,000 millones de años luz). Esta montaña se ubica dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba, en el municipio de Atzitzintla, Puebla. Desde luego, se cuenta con todos los permisos ambientales que corresponden a un área natural protegida. De hecho, el INAOE ha reforestado cerca de 100 hectáreas y ha plantado 200000 arbolitos, para compensar la tala de 88 árboles en el proceso de abrir la brecha de acceso y de instalar los postes para la línea eléctrica que suministra energía al nuevo instrumento.

Otros atributos de la selección geográfica que justifican su instalación son se listan a continuación:

El lugar en donde se ubica el proyecto representa un punto céntrico en la geografía del país que facilita el acceso desde distintos puntos del país.

La disponibilidad de mano de obra calificada no representa algún problema, ya que aunque no se cuente con personal tecnificado en los alrededores del punto de ubicación del GTM, no se considera como una restricción para poder allegarse de esta mano de obra desde otros puntos del territorio nacional.

El esquema de proveeduría también representa una ventaja, ya que los insumos a utilizar se pueden encontrar en el territorio nacional o incluso si son de origen extranjero se pueden llevar al punto de ubicación sin ningún problema.

El impacto económico que tendrá la empresa en la comunidad también se observa desde varios factores: impacto económico benéfico por la creación de empleos; impacto en los proveedores al mejorar las ventas de los mismos.

El proyecto proveerá el espacio necesario para estacionamientos y expansiones posteriores.

## 5.2 Control de calidad

Se considera que la manera más adecuada y eficiente para medir la calidad del servicio ofrecido por el proyecto "GTM" será a través de la aplicación de encuestas de satisfacción al cliente. Estas encuestas se deberán de aplicar de manera aleatoria a por lo menos el 30% de los usuarios de cualquier tipo (centros de investigación, universidades, científicos, etc.) que reciban el servicio mensualmente.

Una vez que se hayan aplicado la totalidad de las encuestas, se procederá a realizar un análisis integral de los resultados obtenidos, para de esta manera tomar acciones correctivas y

mejorar la prestación del mismo servicio. El enfoque de las encuestas deberá de centrarse en diversos aspectos, entre ellos:

- Servicio recibido
- Atención desde el momento del contacto inicial.
- Atención en las instalaciones del GTM.
- Eficiencia y claridad en las explicaciones.
- Calidad del servicio recibido
- Recomendación a otras personas
- Fecha estimada para re-utilizar el servicio

Paralelamente a la aplicación de estas encuestas, se deberán de establecer parámetros internos de calidad en el servicio. Incluso, debido a las características técnicas del proyecto, es indispensable el contar con certificados de calidad reconocidos internacionalmente como pueden ser los Certificados ISO correspondientes al rubro de servicios.

Este tipo de actividades persiguen un doble objetivo: 1) generar mayor confianza en los usuarios respecto a la calidad del servicio brindado y por lo tanto, recomendar el servicio a otras personas y 2) establecer un estándar más alto para los posibles nuevos competidores que no cuenten con los certificados de calidad correspondientes.

### 5.3 ESQUEMA DE OPERACIÓN

---

La hipótesis fundamental para la operación del GTM es la complementariedad entre los esquemas público y privado.

Por un lado es muy claro que el financiamiento público para el GTM nunca será suficiente y oportuno. Así nos lo han hecho saber tanto la Secretaria de Hacienda y Crédito Público como el CONACyT; se espera que el GTM sea capaz de autogenerar una fracción importante de los gastos de operación. Más aún es innegable que la normatividad de los centros públicos de investigación no les permite realizar competitivamente una serie de funciones, como por ejemplo:

Pagar ingenieros con salarios competitivos a nivel mundial, ya que los tabuladores deben ser aprobados por la Secretaria de Hacienda.

Buscar financiamiento privado, ya que los posibles donantes no están dispuestos a fondear al gobierno mexicano.

Comercializar las tecnologías asociadas al GTM.

Establecer esquemas de difusión y relaciones sociales con la comunidad cercana al telescopio, ya que estas actividades son siempre vistas como innecesarias.

Por otro lado el financiamiento público es necesario ya que provee una base de operación mínima con certidumbre, lo que permite dar estabilidad laboral y económica así como proteger al GTM en las variaciones del mercado.

Hay que señalar que este novedoso esquema de operación *NUNCA* ha sido aplicado en ninguna otra parte del mundo, en ningún otro telescopio del mundo. Sin embargo, de acuerdo al análisis realizado con anterioridad creemos que este esquema, aunque riesgoso, tiene grandes probabilidades de éxito.

Dicho esto y para que sean congruentes, productivos y medibles los avances y usos del dinero es necesario se implanten los siguientes controles, métodos y procesos que son el estándar normal de cualquier empresa o institución exitosa:

### **5.3.1 Esquema Público**

El recurso más valioso que el GTM posee actualmente en el INAOE es el capital humano. En particular los técnicos, ingenieros y científicos que han participado durante los procesos de construcción y verificación. Este personal tiene una experiencia que no se puede comprar a ningún precio en el mercado internacional.

Por otro lado el sitio del telescopio, y por lo tanto el propio GTM, son propiedad del INAOE por un decreto presidencial. Así que resulta natural que, conservando gran parte del personal actual exista una estructura dentro del INAOE encargada de la operación y mantenimiento, las operaciones, los accesos y el propio telescopio.

#### ***5.3.1.1 Estructura organizacional del GTM en el INAOE.***

Herederero del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OANTON), fundado en 1942 por Luis Enrique Erro, el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica es un organismo descentralizado del Gobierno Federal con personalidad jurídica y patrimonio propio, creado por decreto presidencial publicado en el diario oficial de la federación el 12 de noviembre de 1971 con el objeto de preparar investigadores, profesores especializados, expertos y técnicos

en astrofísica, óptica y electrónica; procurar la solución de problemas científicos y tecnológicos, relacionados con las citadas disciplinas, y orientar sus actividades de investigación y docencia hacia la superación de las condiciones y resolución de los problemas del país.

El INAOE fue reestructurado por decreto de fecha 30 de agosto de 2000 a efecto de que, conforme a la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, el Instituto pudiera ser reconocido como Centro Público de Investigación, reconocimiento que se dio a través del acuerdo publicado en el mismo órgano de difusión oficial el 11 de septiembre de 2000; y mediante decreto de fecha 13 de octubre de 2006 fue nuevamente reestructurado a efecto de que su instrumento de creación se adecuara a lo dispuesto en la Ley de Ciencia y Tecnología, publicada en el diario oficial de la federación el 5 de junio de 2002. A partir del 14 de abril de 2003, fecha en que se publica en el diario oficial de la federación el acuerdo por el que las entidades paraestatales que forman el Sistema de Centros Públicos CONACYT se sectorizan bajo la coordinación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el INAOE se ubica en este sector.

Conforme al artículo 1 del decreto de reestructuración vigente, el INAOE cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propio, así como con autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa; tiene su domicilio en la ciudad de Santa María Tonantzintla, Puebla, sin perjuicio de que su Junta de Gobierno pueda autorizar el establecimiento de unidades, subsedes y representaciones de la Institución en otros lugares de la República Mexicana y del extranjero, y tiene por objeto realizar y fomentar actividades de investigación científica básica y aplicada, en materias que incidan en el desarrollo y la vinculación de México, el desarrollo experimental, la innovación tecnológica y la formación especializada de capital humano en los campos de la astrofísica, la óptica, la electrónica, las telecomunicaciones, la computación, la instrumentación y demás disciplinas afines, así como la de difundir los resultados de sus investigaciones.

En cumplimiento de su objeto, el INAOE ha venido desarrollando con la Universidad de Massachusetts, en Amherst (UMASS), institución pública de educación superior y de investigación de los Estados Unidos de América, el proyecto denominado Gran Telescopio Milimétrico que consiste en el diseño, construcción, instalación y operación, en México, de una antena de 50 metros de diámetro que trabajará en longitudes de onda milimétricas para el desarrollo de investigaciones de frontera en el campo de la radioastronomía.

Instalado en la cima del volcán Sierra Negra, en el municipio de Atzitzintla, Puebla, el proyecto GTM se encuentra actualmente en la fase de licenciamiento de sistemas y, conforme al Plan de Primera Luz que se ha estructurado, se espera que empiece a operar este año en una longitud de onda de 4 mm, utilizando inicialmente una superficie reflectora equivalente a 32 metros de diámetro. En paralelo, el INAOE continuará las acciones tendientes a completar los 50 metros de diámetro del reflector primario, con los sistemas asociados a su operación y control.

Conforme al Memorando de Entendimiento firmado el 17 noviembre de 1994 entre el INAOE y la UMASS, las instituciones contemplaron la creación de una o más entidades no lucrativas, exentas de impuestos, para hacerse cargo de la operación del telescopio, teniendo al frente una Junta de Directores cuyos miembros serían designados a partes iguales por México y por los Estados Unidos de América. Asimismo, las instituciones acordaron que en tanto no se estableciera dicha entidad o entidades no lucrativas, el GTM sería manejado por el Director del Five College Radio Astronomy Observatory (FCRAO) de la UMASS y por el Director General del INAOE, contando con dos gerentes de proyecto designados por cada institución, respectivamente.

Con base en dichos acuerdos, desde que inició la fase de diseño, construcción e instalación del GTM y hasta la fecha, la parte mexicana ha ejecutado el proyecto con una estructura funcional que reporta directamente al Director General, soportada mayormente con contratos de tiempo y obra (Capítulo 3000) para la parte gerencial y de apoyo administrativo,

---

contando para la parte técnica con la colaboración de investigadores pertenecientes a las coordinaciones académicas del INAOE, así como con un grupo de apoyo técnico que o bien se les remunera a través de contratos de tiempo y obra (Capítulo 3000) o mediante la asignación de una “beca” presupuestalmente ubicada en el capítulo 4000 del clasificador por objeto de gasto.

En estas condiciones, el personal contratado por tiempo y obra ha contado con los beneficios básicos de ley como es el pago quincenal del sueldo, el aguinaldo y la prima vacacional, así como con la cobertura de la seguridad social de los trabajadores al servicio del estado a través del ISSSTE. Esto no sucede con los llamados “becarios”. A éstos, con la anuencia individual, en ocasiones se les ha incorporado en una póliza grupal de seguro de gastos médicos que se paga entre el asegurado y el Instituto, a efecto de brindarles cierta protección, buscando sobre todo atender los eventuales accidentes de trabajo. En cuanto al aguinaldo para los “becarios”, éste se ha otorgado como un pago adicional y único, mediante una autorización específica del Director General del INAOE, siempre que al cierre del ejercicio se cuente con recursos disponibles para tal propósito. Ha habido ocasiones, por tanto, en que una compensación extra al final del ejercicio, a manera de aguinaldo, no se ha cubierto. Lo mismo ha sucedido con los aumentos autorizados por la SHCP, los cuales, desde hace más de cuatro años, no se aplican al personal del GTM.

Como puede concluirse, el manejo actual de los recursos humanos del GTM es laboralmente irregular y, a la larga, puede generar conflictos. Su regularización depende, por supuesto, de la creación de la estructura orgánica específica, soportada con el presupuesto respectivo en el capítulo 1000 del clasificador por objeto de gasto, operándola conforme al marco laboral establecido.

### 5.3.1.2 Estructura funcional actual

Hasta ahora, el GTM ha funcionado conforme a la siguiente organización.

Área	Nombre	Nivel Homologado	Cap. 3000	Cap. 4000
Coordinador General	Alfonso Serrano Pérez-Grovas	Inv. Titular "C" Coord. Astrofísica		Cap. 1000 INAOE Sin retribución por actividades GTM
Coordinación General	Beatriz Camacho Cortés	Secretaria de Director N-14		
	Marcela Torres y Robles	Asistente Coordinador N10		√
	Margarita Flores Percino	Secretaria Ejecutiva N-06		
Gerencia de Asuntos Jurídicos	Carlos A. Martínez Montoya	Director de Área MB1-22		
Jefatura de Adquisiciones y Servicios	Laura Ramírez Gallegos	Jefe de Departamento OB-2		
	Edgar A. Hernández González	Administrador ejecutivo N-16		√
	Leticia Jiménez Cuautle	Técnico especializado N-06		√
	Erika Torres Palacios	Administrador especializado N-03		√
	Guillermo F. Sandoval Cordero	Chofer N-08		
	J. A. Moisés Sandoval Cordero	Chofer N-08		
Director de Construcción	Emmanuel Méndez Palma	Inv. Titular "C" Coord. Astrofísica		Cap. 1000 INAOE Sin retribución por

del Espejo Secundario			actividades GTM	
Laboratorio de Materiales Compuestos	Ma. Eugenia Olmos Flores	Responsable del Laboratorio Inv. Tecnológico "C"		√
	Ángel Canales Aranda	Técnico Auxiliar "C"		√
	Jonathan Castelán Ibarra	Técnico Auxiliar "C"		√
	Benito Cruz Cadena	Técnico Titular "B"		√
	Josué Daniel López Olmedo	Técnico Auxiliar "C"		√
Jefatura de Gestión Ambiental y Comunitaria	Janina Nava Araiza	Ing. Tec. Asoc. "C"/IAC	Cap. 1000 INAOE Sin retribución por actividades GTM	
	María Rita Tzile Cuanal	Técnico Superior / N-09		√
	Ma. Elena Hdez. Solares	Técnico Aux. "C"		√
Ingeniería y Diseño	Manuel A. Tarango Blanco	Asesor Técnico / N-17		√
	J. Carlos Islas González	Asesor Técnico / N-17		√
	L. Alberto Acevedo Valencia	Asesor Técnico / N-17		√
Jefatura del Sitio	Arak Olmos Tapia	Jefe del Sitio Ing. Tec. Asoc. "C"/IAC		√
	Alberto Portilla Benítez	Ejecutivo de proyectos técnicos / N-18		
	Maricela Castillo García	Secretaria Ofna. Atzitzintla / N-06		√
	Miguel Ávila Cuevas	Asesor técnico / N-17		
	Emmanuel Arcos Hernández	Oficial / N-11		

	José de Jesús M. Bautista Camacho	Oficial / N-11		
	Manuel Castillo Villa	Oficial / N-11		
	Eduardo Cesáreo Gómez	Oficial / N-11		
	Alejandro de la Luz Palafox	Oficial / N-11		
	Eusebio Flores González	Oficial / N-11		
	Juan Zacula Ramírez	Oficial / N-11		
	José Jorge Valencia España	Oficial Especializado / N-17		
	Bernardino González Ferrer	Oficial / N-11		
	Ana Vian Larracilla	Peón / N-05		
	Salvador Perea Pérez	Promotor de tecnología / N-19		
	Cindy Astrid Robles Bautista	Técnico Aux. "C"		
Mantenimiento del Camino	José Luis Aguilar Rodríguez	Resp. Mantenimiento del Camino Ing. Tec. Asoc. "C"/IAC		√
	Julio César de Rosas Sarmiento	Coordinador de técnicos/ N-13		
	Víctor Luna de los Santos	Peón / N-05		
	Salvador Romero Hernández	Peón / N-05		
Laboratorio de Microondas/ Instrumentación	Celso Gutiérrez Martínez	Responsable del Lab. Inv. Titular "A" Coord. Óptica Cap. 1000 INAOE		√
	Alonso Corona Chávez	Instrumentación GTM Inv. Asociado "C" Coord. Astrofísica	Cap. 1000 INAOE Sin retribución por actividades GTM	

2009

	Edgar Castillo Domínguez	Técnico Asociado "C"		√
	Ma. Teresa Orozco Aguilera	Técnico Asociado "C"		√
	Jacobo Meza Pérez	Técnico Asociado "C"	Cap. 1000 INAOE Sin retribución por actividades GTM	
	Alfredo Torres Fortiz	Técnico Asociado "C"	Cap. 1000 INAOE. Sin retribución por actividades GTM	
	Jesús Contreras Rodríguez	Técnico Asociado "A"		√
Sistemas de Telefonía y Cómputo	Lucía Crisanto Ramírez	Técnico Asociado "C"	√	√
	Laura Camacho González	Técnico Asociado "C"	√	√
Laboratorio de Superficies Asféricas (LSA)	Hugo A. Santillana Vergara	Responsable Programa Paneles Ing. Asociado "C" /IAC	√	√
	Araceli Huepa Cortés	Secretaria Ejecutiva N-06	√	
	Sergio Tamayo Zamora	Responsable del almacén Téc. Auxiliar "C"		√
	Guillermo Becerra Hernández	Coordinador de Técnicos / N-13	√	
	Nahú Pérez Pérez	Operador máquina CNC Técnico mecánico/N13	√	√
LSA/Grupo	Lázaro Cielo Sambrano	Técnico Aux. "C"		√

2009

actuadores	Josefina Lázaro Hernández	Técnico Aux. "C"		√
	Gabriela Beatriz Montalvo Bautista	Técnico Aux. "C"		√
	Víctor Hugo Teutle Gutiérrez	Técnico Aux. "C"		√
	Iván Varela Mani	Técnico Aux. "C"		√
LSA/Grupo Armaflex	Mariano Díaz Vega	Técnico Aux. "C"		√
	Juan Enrique Machorro Cruz	Técnico Aux. "C"		√
	Héctor Mendoza Santiago	Técnico Aux. "C"		√
	José Mario S. Solares García	Técnico Aux. "C"		√
LSA/Grupo Medición Laser Tracker	Emilio Hernández Ríos	Técnico Asoc. "A"		√
	Maribel Lucero Álvarez	Técnico Asoc. "C"		√
LSA/Grupo Medición Máquina XYZ	Carmela Méndez Hernández	Técnico Asoc. "A"		√
	Citlalli Quéchotl Tecpanecatl	Téc. Aux. "C"		√
	Nohemi Sánchez Medel	Téc. Asoc. "A"		√
	Ma. Guadalupe Solares Carrasco	Téc. Aux. "C"		√
TOTAL (Miles de pesos)			8,500.0	6,500.0

### **5.3.1.3 Estructura propuesta**

Independientemente de los nuevos arreglos a que se llegue con la UMASS para el establecimiento del Observatorio del GTM, incluyendo sus reglas de operación, lo cual depende del Acuerdo Conjunto que está en proceso de negociación bajo la coordinación del CONACYT, es ya urgente la autorización de la estructura orgánica que, por una parte, concluya la primera fase de licenciamiento de la antena y complete el diámetro de 50 metros de la superficie reflectora, y por otra parte, se encargue de las operaciones científicas iniciales del telescopio. Esto, incluso, ha sido plasmado en una de las observaciones de la Auditoría Superior de la Federación en las recomendaciones emitidas como resultado de la revisión a la Cuenta Pública 2006.

Bajo esta consideración, en la Segunda Sesión Ordinaria de 2008 del Órgano de Gobierno del INAOE, efectuada el 15 de octubre en Tijuana, Baja California, se sometió a la consideración y aprobación de la Junta de Gobierno un paquete de crecimiento de plazas para el ejercicio 2009 asignadas al GTM. Estas son las siguientes:

2009

<b>Categoría</b>	<b>Nivel</b>	<b>Percepción Ordinaria Bruta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Percepción Ordinaria Anual</b>	<b>Costo Institucional Anual</b>
<b>Coordinación General GTM</b>	LC1	\$113,588	1	\$1,363,057	\$1,771,974
Secretaria Ejecutiva		\$5,963	1	\$71,557	\$93,024
Secretaria de Director		\$9,483	1	\$113,791	\$147,928
<b>Dirección Administrativa</b>	MA2	\$56,129	1	\$673,551	\$875,616
Recepcionista		\$5,576	1	\$66,916	\$86,991
Secretaria Ejecutiva		\$5,963	1	\$71,557	\$93,024
<b>Subdirección Recursos Materiales</b>	NC1	\$33,537	1	\$402,445	\$523,178
Jefatura de Adquisiciones	OA1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Jefatura de Contabilidad	OB1	\$19,433	1	\$233,193	\$303,150
Contador		\$7,659	1	\$91,907	\$119,480
<b>Subdirección Recursos Humanos</b>	NA1	\$25,255	1	\$303,057	\$393,974
Chofer de Dirección		\$10,133	1	\$121,600	\$158,079
Chofer Auxiliar de Dirección		\$6,780	1	\$81,360	\$105,768
<b>Subdirección Vinculación</b>	NC1	\$33,537	1	\$402,445	\$523,178
Técnico Analista Administrativo		\$5,205	1	\$62,465	\$81,205
Jefatura de Difusión	OA1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922

2009

<b>Dirección Técnica</b>	MA 1	\$47,974	1	\$575,684	\$748,390
Secretaria Ejecutiva		\$5,963	1	\$71,557	\$93,024
Subdirección Metrología	NC1	\$33,537	1	\$402,445	\$523,178
Almacenista		\$5,205	1	\$62,465	\$81,205
Jefatura de Medición de Coordenadas	OA 1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Técnico en Laboratorio		\$5,576	2	\$133,832	\$173,982
Técnico Asociado "A"		\$7,638	2	\$183,314	\$238,309
Jefatura de Pulido de Grandes Superficies Ópticas	OA 1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Técnico en Laboratorio		\$5,576	1	\$66,916	\$86,991
Jefatura de Manufactura de Control Numérico	OA 1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Jefatura de Metrología en el Telescopio	OA 1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Técnico Asociado "A"		\$7,638	1	\$91,657	\$119,154
<b>Subdirección Tecnología</b>	NA 1	\$25,255	1	\$303,057	\$393,974
Jefatura de Diseño e Ingeniería	OC1	\$22,153	1	\$265,840	\$345,591
Técnico Titular "B"		\$16,778	2	\$402,672	\$523,474
Jefatura de Materiales Avanzados	OB1	\$19,433	1	\$233,193	\$303,150
Técnico Titular "A"		\$14,698	1	\$176,378	\$229,292
Técnico Especializado		\$5,963	3	\$214,672	\$279,073
Jefatura de Sistemas	OC1	\$22,153	1	\$265,840	\$345,591
Técnico Titular "B"		\$16,778	2	\$402,672	\$523,474

2009

<b>Dirección de Sitio</b>	MA1	\$47,974	1	\$575,684	\$748,390
Secretaria Ejecutiva		\$5,963	1	\$71,557	\$93,024
Operadores Telescopio		\$11,908	5	\$714,480	\$928,824
Jefatura del Camino	OC1	\$22,153	1	\$265,840	\$345,591
Coordinador de Mantenimiento		\$7,211	1	\$86,530	\$112,488
Auxiliar Servicios Generales		\$4,195	4	\$201,346	\$261,749
Jefatura de Instalaciones	OA1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Técnico Especializado		\$5,702	6	\$410,537	\$533,698
Jefatura de Operación Eléctrica	OA1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Técnico Asociado "A"		\$7,638	2	\$183,314	\$238,309
Jefatura de Operación Mecánica	OA1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
Técnico Asociado "A"		\$7,638	2	\$183,314	\$238,309
Técnico Asociado "C"		\$11,908	1	\$142,896	\$185,765
Jefatura de Seguridad	OC1	\$22,153	1	\$265,840	\$345,591
Jefatura del Campo Base	OA1	\$17,046	1	\$204,555	\$265,922
				<b>\$13,057,983</b>	<b>\$16,975,378</b>

El esquema de plazas antes descrito, implica la modificación de la estructura orgánica actual del INAOE, a efecto de establecer la organización específica para el Gran Telescopio

Milimétrico debidamente autorizada, la cual se plantea a nivel de una Dirección General Adjunta a la Dirección General, cuyo titular será auxiliado en el desempeño de sus funciones por Direcciones de Área, las cuales, a su vez, para el despacho de los asuntos de su competencia, se estructurarán administrativamente con Subdirecciones de Área y jefaturas de departamento.

Formando parte de la estructura orgánica del INAOE y de conformidad con el marco legal que lo regula como entidad paraestatal, se plantea que los titulares de la Dirección General Adjunta, así como los Directores y Subdirectores de Área, serán nombrados, a propuesta del Director General del Instituto, por la Junta de Gobierno.

#### ***5.3.1.4 Descripción de la estructura***

La definición de la estructura propuesta ha resultado de diversas reuniones de trabajo sostenidas con los astrónomos del INAOE y de la UMASS, como futuros usuarios del telescopio, teniendo en cuenta la experiencia que se tiene en el ámbito nacional e internacional con relación a la organización y funcionamiento de otros observatorios astronómicos. Con base en ello, se han identificado las áreas de dirección y de operación, cuyas responsabilidades y atribuciones de sus titulares permitirán ejecutar tanto las tareas rutinarias que corresponden a la operación y el mantenimiento del GTM, como las actividades que son necesarias para terminar la instalación y mantenimiento de todos sus sistemas, hasta alcanzar las especificaciones de diseño.

Es importante aclarar que en la estructura propuesta no se considera, como ciertamente en otros observatorios existe, el área o áreas asociadas al desarrollo de proyectos de investigación o para la generación de nuevos instrumentos de observación, entendiendo que estas funciones y actividades deben quedar a cargo de las coordinaciones académicas del

INAOE y de la UMASS, como parte de sus programas científicos y tecnológicos. Bajo esta estrategia, la estructura es más compacta y, por tanto, menos onerosa.

#### 5.3.1.4.1 Coordinador General del GTM

El Coordinador General provee el liderazgo científico, técnico y gerencial a la organización del GTM y asume la responsabilidad de la operación del Observatorio, en donde se incluyen las actividades necesarias para completar la fase de instalación y licenciamiento de los sistemas de la antena. Entre otras, tendrá las siguientes atribuciones y responsabilidades:

Auxiliar al Director General, dentro de la esfera de su competencia y ejecutar sus instrucciones.

Preparar, para su aprobación, los planes y programas de trabajo anual y multianual, para la operación y mantenimiento del Observatorio.

Presentar al Director General el anteproyecto de presupuesto anual para la operación y mantenimiento del Observatorio, así como para la actualización tecnológica de los sistemas del telescopio.

Rendir los informes de autoevaluación semestral y anual relativos al GTM ante la Junta de Gobierno, así como los reportes que le requiera el Director General, las autoridades globalizadoras y los órganos de fiscalización y control.

Planear, programar, organizar, dirigir, controlar y evaluar el funcionamiento y las labores encomendadas a las direcciones de área.

Ejercer el presupuesto autorizado, supervisando el desarrollo de los programas, proyectos, convenios, contratos y acuerdos que se relacionen con el GTM.

Proponer al Director General, para la aprobación de la Junta de Gobierno, los nombramientos de los directores y subdirectores de área.

Proponer las medidas necesarias para el mejoramiento administrativo y aplicación de estándares y certificaciones de las unidades a su cargo, así como plantear su innovación.

Definir los mecanismos de interacción con la Universidad de Massachusetts para la ejecución de los planes y programas de trabajo del observatorio del GTM.

Coordinar el trabajo de los comités científicos, técnicos y de seguridad asociados a la operación del GTM, a efecto de organizar el trabajo derivado de sus deliberaciones.

Buscar nuevas fuentes de financiamiento para el GTM, tanto en México como en el extranjero, y negociar los convenios necesarios para la obtención de fondos.

#### 5.3.1.4.2 Director Técnico

El Director Técnico es el responsable de mantener el telescopio en un estado óptimo de funcionamiento para las operaciones científicas, incluyendo en ello la planeación de las posibles actualizaciones y mejoras de los sistemas de operación y control. Entre otras, tendrá las siguientes atribuciones y responsabilidades:

Integrar el programa anual de trabajo correspondiente a la operación y mantenimiento de todos los sistemas del telescopio, definiendo la Estructura Desglosada de Tareas (Work

Breakdown Structure/WBS) e identificando los recursos técnicos, materiales y económicos necesarios para su ejecución.

Monitorear, con el auxilio de las áreas a su cargo, todos los sistemas del telescopio para asegurar el funcionamiento del hardware y software del telescopio, incluyendo el sistema de la red de voz y datos.

Identificar las actualizaciones y mejoras de los sistemas del telescopio, disponibles en el mercado o las que requieren de un desarrollo tecnológico nuevo.

Programar, en coordinación con el Director de Sitio y con los grupos de asignación de tiempo, las rutinas y etapas de servicio de mantenimiento de los sistemas de la antena.

Supervisar las actividades de las áreas a su cargo.

Documentar y reportar las fallas en los sistemas del telescopio, dejando constancia de las soluciones dadas.

Preparar los informes que le requiera el Director General Adjunto.

#### 5.3.1.4.3 Director de Sitio

El Director de Sitio es el responsable de mantener la infraestructura física instalada en la cima del volcán Sierra Negra y en el campamento base en un estado óptimo de operación, incluyendo el mantenimiento y reparación de los equipos electromecánicos mayores del telescopio así como del camino de acceso desde Atzitzintla hasta la cima. Entre otras, tendrá las siguientes atribuciones y responsabilidades:

Integrar el programa anual de operación y mantenimiento de las instalaciones de la cima del volcán Sierra Negra, incluyendo los equipos mayores electromecánicos del telescopio, así como las del campamento base.

Programar las rutinas de mantenimiento de los sistemas de suministro de energía, de aire acondicionado y oxígeno enriquecido, del camino de acceso y, en coordinación con el Director Técnico y con los grupos de asignación de tiempo, de los equipos electromecánicos mayores del telescopio.

Instrumentar el plan de seguridad y custodia.

Supervisar las actividades de las áreas a su cargo.

Documentar y reportar las fallas en los sistemas del telescopio que estén bajo su responsabilidad, dejando constancia de las soluciones dadas.

Coordinar y controlar las visitas al sitio, tanto internas como externas, asegurando el acatamiento de las medidas de seguridad establecidas.

Operar y mantener las instalaciones del campamento base.

#### 5.3.1.4.4 Director Administrativo

El Director Administrativo organiza, instrumenta y supervisa las operaciones financieras del observatorio. Es responsable de los asuntos presupuestales, materiales y de recursos humanos del observatorio, siendo el enlace con los órganos de fiscalización y control establecidos por las fuentes de financiamiento.

Elaborar, con la participación de los directores Técnico y de Sitio, el proyecto de presupuesto anual de operación y mantenimiento del observatorio, para su aprobación.

Elaborar los programas anuales de Inversión y de Obra Pública, para su aprobación.

Presidir los Comités de Adquisiciones y de Obras Públicas.

Preparar los reportes que sean solicitados sobre la asignación, ejercicio y control del presupuesto anual.

Aprobar solicitudes de pago para su trámite ante la Dirección de Administración y Finanzas.

Fungir como enlace en los procesos de auditoría.

Para lograr que se apruebe la estructura:

- Se requiere del dictamen presupuestal de la SHCP. Se requiere, por tanto, generar una reunión formal con el área correspondiente de la Oficialía Mayor.
- La SFP convocará a un curso para la valuación de puestos y estructuras.
- Toda promoción ante la SFP para el asunto, debe ser por conducto del CONACYT, como cabeza de sector.

### **5.3.2 Esquema Privado**

El objetivo fundamental del GTM para México es proporcionarles a los jóvenes científicos mexicanos un instrumento de nivel mundial que les permita ser competitivos con respecto a cualquier otro país y aprovechar así el bono demográfico de México, esto es, el máximo

poblacional en los jóvenes entre 12 y 22 años. Es por ello natural que la gobernanza del GTM esté fundamentada en las universidades y centros de investigación que tengan interés por la astronomía. Son estas instituciones las que hoy en día tienen el capital necesario para invertir en el GTM: los jóvenes ingenieros y científicos con talento.

Por un lado el financiamiento filantrópico tendrá que venir de otros países y en particular de Estados Unidos, ya que en México es prácticamente inexistente y las leyes mexicanas no fomentan que las empresas hagan este tipo de inversión, sino más bien lo impiden. Por ello se propone como esquema de operación privado:

El establecimiento de una asociación no lucrativa 501-3 en los E.E.U.U. Este tipo de organización y sus mecanismos de transparencia y rendición de cuentas son los únicos que inspiran confianza a los posibles donantes. Esta organización también podría encargarse de servir a aquellos segmentos del mercado descritos anteriormente que se encuentren en los E.E.U.U. Por ejemplo puede vender tiempo de telescopio entre las universidades de E.E.U.U. o promover asociaciones tecnológicas y comercialización de tecnología con el segmento hispano de los empresarios estadounidenses.

La formación en México de AIMA A.C. (Asociación de Instituciones Mexicanas Interesadas en la Astronomía), Asociación Civil no lucrativa cuyo propósito fundamental es promover un espacio en México para el desarrollo de científicos e ingenieros relacionados con la astronomía. AIMA puede asociarse estratégicamente con la Asociación 501-3 y recibir fondos destinados al GTM a cambio de adoptar los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas de la misma. Asimismo AIMA podría ser fondeada parcialmente por las propias instituciones ya sea en efectivo o en especie, comisionando plazas a AIMA para trabajos relacionados con el GTM. Finalmente como ya lo demuestra el caso de la asociación de

universidades e institutos de educación superior (ANUIES) el gobierno federal a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP) puede fundear una asociación privada de universidades sin que ésta sea asimilada por el gobierno ni normativa ni laboralmente.

Obviamente deben existir convenios específicos tanto entre AIMA y la 501-3 como entre el INAOE y la 501-3.

### 5.3.3 Operación de AIMA A.C

AIMA debe encargarse solamente de aquellas áreas que son difíciles de implementar en un esquema puramente público, por ello proponemos que además de un coordinador general AIMA tenga tres direcciones:

*Dirección Administrativa.* Esta dirección además de las oficinas usuales de recursos humanos y materiales debe tener personal altamente especializado para buscar financiamiento privado externo, así como una oficina de relaciones públicas que organice la difusión del GTM en todos los medios y cuide las relaciones con las comunidades cercanas al telescopio, promoviendo beneficios para sus habitantes.

*Dirección Científica.* Encargada de contratar aquellos ingenieros y técnicos de nivel mundial cuyos salarios de acuerdo al mercado, sean mucho mayores de los que puede otorgar una institución pública. Por ejemplo un ingeniero *senior* en computación, electrónica o comunicaciones tiene ingresos típicos de 100 mil dólares al año imposibles de pagar por una institución pública mexicana. Por otro lado esta dirección podría encargarse de organizar, de acuerdo a las políticas establecidas con anterioridad, la asignación de tiempo de telescopio, primero por países y posteriormente a proyectos individuales o colectivos mediante rigurosas evaluaciones de calidad realizadas por paneles científicos internacionales.

*Dirección de Tecnología.* Encargada por un lado de llevar a cabo los concursos para definir la instrumentación que permita la modernización del telescopio, asignar los recursos para los mismos y dar seguimiento a la consecución de dichos instrumentos. De acuerdo a la experiencia de la construcción en UMASS y otras universidades de los instrumentos iniciales del GTM creemos que esta actividad debe ser fondeada íntegramente por la 501-3 y se estima que su costo es de aproximadamente 5 millones de dólares al año. También debe encargarse de los esquemas de comercialización de la tecnología, así como de la supervisión del Parque Científico y Tecnológico Supernova en estado de Puebla.

Todos los trabajadores contratados por AIMA, en su carácter de asociación privada no lucrativa, serán responsabilidad laboral de la misma asociación y de ninguna manera del gobierno federal o de los gobiernos estatales mexicanos.

#### 5.3.4 Presupuesto Anual

De acuerdo a la división de tareas establecidas anteriormente y convenida por escrito entre AIMA e INAOE, el director de INAOE y el coordinador del GTM en AIMA elaborarán un presupuesto anual operativo del GTM. Este presupuesto deberá estar dividido en la parte pública que ejercerá el INAOE, y la parte privada que ejercerá AIMA si y solo si se consiguen los recursos necesarios.

Este presupuesto global será presentado por el director del INAOE para su aprobación a la junta de gobierno del INAOE la que podrá de acuerdo a sus atribuciones modificar el presupuesto público y hacer recomendaciones a AIMA sobre la parte privada del presupuesto. Análogamente AIMA podrá modificar la parte privada del presupuesto y deberá coordinarse con la 501-3 tanto en el monto como en el objeto del gasto de estos recursos privados, como en los mecanismos de control presupuestal y rendición de cuentas. Cada tres meses AIMA revisará junto con la 501-3 los recursos disponibles para cancelar alguno de los programas en caso de que no se hubieran reunido los fondos necesarios e informará de estos cambios al director general del INAOE.

La operación y mantenimiento básicos del GTM, sin tomar en cuenta a los ingenieros altamente especializados y cotizados, se estima que es de alrededor de aproximadamente 6.6 millones de dólares al año, incluyendo todo el personal operativo básico en Tonantzintla como el Tliltépetl. Estamos muy confiados en que el gobierno federal puede aprobar esta cantidad ya que como se mencionó anteriormente durante muchos años la Secretaría de Hacienda y Crédito Público ha venido asignando 4 millones de dólares para este propósito.

El coordinador del GTM en el INAOE tendrá que apegarse al plan establecido para el uso de los recursos y cualquier desviación del mismo deberá notificarla al director del INAOE y a AIMA.

Adicionalmente cada trimestre debe existir un estado de origen y aplicación de recursos el cual debe cuadrar con el presupuesto aprobado y de haber discrepancia ésta se debe justificar ante la dirección del INAOE, AIMA y cualquier otra instancia y no se podrá fondear el trimestre siguiente hasta que el estado de aplicación y recursos estuviera cuadrado-cotejado con los asientos contables realmente ejercidos y entonces autorizados.

#### **5.3.5 Auditoría externa continuada**

Finalmente se debería contratar una empresa reconocida internacionalmente-no Mexicana- para efectos de credibilidad- que lleve una auditoría continuada mensual del cumplimiento de las reglas contables a estándares internacionales reconocidos y que verificara continuamente la adhesión del GTM a los presupuestos y el análisis y justificaciones de desviaciones al mismo.

Esta firma auditora reportaría directamente a las direcciones de AIMA e INAOE.

### 5.3.6 Creación de mecanismos de recepción de donativos e inversión

Para poder acceder a donativos internacionales principalmente (ya que el universo donante en México es muy pequeño) o recibir inversión en el proyecto GTM y sus sub-proyectos de negocio, es imperativo formar las asociaciones civiles y patronatos a estándares internacionales.

Estas deberían ser vía la creación de una 501 © 3 en Estados Unidos que recibe los donativos y una Asociación Civil (A.C.) en México que rinde cuentas a la 501, auditadas ambas por otro auditor externo internacionalmente/americano que valide y certifique el proceso, el uso de los recursos y la contabilidad.

Sin estas instancias de recaudación será imposible bajar dinero importante. En nuestra experiencia y entrevistas con instituciones tal como el NSF americano y potenciales donantes grandes como Hewlett Packard, Intel, Microsoft, Universidades y similares, todos nos han indicado lo mismo. Más preocupante es que no se le da la importancia a esto en México, pensando que se le puede “sacar la vuelta” a esta estructura.

Las instituciones extranjeras nos han indicado confidencialmente que sin estas estructuras solo nos darán atole con el dedo para no crear fricción pues no se tiene confianza en México y esto contamina al GTM directamente. Este es el problema fundamental a resolver con la creación de las asociaciones civiles: crear confianza y certeza.

## **6 ADMINISTRACION DE RECURSOS HUMANO**

### **6.1 Definición de funciones y responsabilidades**

Debido a la naturaleza ejecutiva del proyecto en su vertiente privada, se estima que el GTM en AIMA podrá operar con una estructura relativamente esbelta tanto en el ámbito administrativo como operativamente. Sin embargo, es importante que independientemente de la cantidad de puestos, se desarrolle de manera detallada una definición de funciones así como un perfil del puesto. Estos cumplen un doble objetivo: 1) por un lado, asegurarse que quienes ingresan a un puesto conocen perfectamente sus actividades por desempeñar y 2) el proyecto GTM asegurará que cuando esté en procesos de contrataciones para cualquier posición administrativa, gerencial u operativa, efectivamente se allegará de la persona con los mejores talentos de acuerdo al perfil desarrollado.

Simplemente a manera de ejemplo, a continuación se muestran una tabla de definición de funciones y de perfil de puestos.

**DEFINICIÓN DE FUNCIONES: COORDINADOR GENERAL**

**Objetivo:** Supervisar el funcionamiento general del proyecto en todas sus áreas: administrativas, operativas y técnicas.

**Naturaleza del trabajo:** Trabajo de atención al cliente que requiere de concentración continua y relaciones adecuadas con los otros departamentos de la empresa.

**Condiciones de Trabajo:** Supervisión de otras personas; análisis; contacto con otros departamentos.

**Responsabilidades:**

- 1.- Recepción de los clientes.
- 2.- Ofrecer y explicar al cliente los diferentes tipos de servicios disponibles en el GTM.
- 3.- Supervisión de los estándares de calidad del GTM en condiciones idóneas.
- 4.- Verificar, a través de los técnicos, que los equipos y máquinas funcionen correctamente.
- 5.- Supervisar el nivel de inventario de los insumos para la correcta operación del GTM.
- 6.- Aplicación e interpretación de las encuestas de satisfacción a los clientes una vez que se termine de ejecutar el servicio contratado por ellos.
- 7.- Reportar al órgano máximo del GTM acerca de las condiciones técnicas y operativas del GTM así como del número de visitas, horas pagadas, horas disponibles, y en general todos los parámetros de venta.

**Equipos requeridos para desempeñar el trabajo:** Computadora, software especializado, calculadora de mano, teléfono.

**Persona a la que reporta:** INAOE – AIMA

**Personas a su cargo:** Personal administrativo y operativo del GTM en AIMA.

Especificación del Puesto.- Una vez que se ha realizado la descripción del puesto, se desarrolla a continuación una especificación del puesto, el cual es un documento que convierte la descripción del puesto en características de la gente. Esto es, qué habilidades, nivel de educación, experiencia, y/o requerimientos físicos son necesarios para que las personas que laboren el proyecto GTM en cualquier tipo de puesto lleven a cabo exitosamente el trabajo específico.

#### **ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO: COORDINADOR GENERAL**

**Educación:** Área de estudio de preferencia de acuerdo a las funciones a desarrollar en el GTM.

**Experiencia:** Años de experiencia en proyectos similares.

**Conocimientos:** Conocimientos técnicos y operativos requeridos para el proyecto GTM.

**Actitud:** Cuestiones de actitud inherentes al puesto deseado para el GTM.

**Decisiones:** Tipo de decisiones que tendrán que tomarse y la manera de interactuar con otros departamentos para la toma de estas decisiones.

**Requerimientos inherentes a la persona:**

Edad:

Sexo:

Agudeza visual y auditiva: Normales

**Entrenamiento y/o capacitación:**

Listar las capacitaciones que requiere el puesto solicitado. Es necesario definir variables como:

¿Qué tipo de capacitación requiere?

¿Quién le va a dar esa capacitación?

¿Con qué frecuencia?

¿Cuál será el costo de la capacitación?

¿En dónde tomará lugar la capacitación?

nto  
este

Debido a lo cual como primer paso se definirá un equipo asesor, que supervise los trabajos en lo concerniente a la definición de la estructura institucional y el plan de trabajo que deberán regir las actividades del GTM a partir del inicio formal de su operación.

Se sugiere que dicho equipo se integre por:

- Director del INAOE
- 1 participante del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- 1 participante de la Secretaría de Hacienda
- 1 participante de la Secretaría de la Gestión Pública
- 1 participante de la Secretaría de Educación Pública
- 3 participantes de AIMA

Dentro de su supervisión serán definidos:

- La facilitación y vigilancia del proceso de reingeniería institucional.
- Desarrollo de un proyecto para el establecimiento de un patronato.
- Determinar la estructura corporativa, administrativa y operativa vía un Organigrama que defina sus responsabilidades y funciones así como la creación de Comités

### 6.3 Tabuladores de sueldos

Una vez que se han desarrollado los puntos anteriores (identificación de puestos, funciones y desarrollo de organigrama), a continuación se identifican los costos en que incurrirá el proyecto GTM en AIMA por concepto de personal (en otras palabras, los sueldos que se erogarán en cada uno de los puestos identificados).

Es importante definir de manera perfectamente clara el tipo de percepciones que cada colaborador del GTM recibirá, a saber: Sueldo fijo; comisiones; bonos; compensaciones o algún otro tipo de contraprestación. Asimismo, se debe de definir la frecuencia de tiempo en la cual se otorgará algún incremento de sueldo y los criterios bajo los cuales serán estos aumentos.

## 7 CONTABILIDAD Y FINANZAS

El proyecto del GTM se basa en un modelo híbrido que debe incluir la puesta en operación de un programa de fondeo nacional, basado en donativos y contribuciones de instituciones públicas y privadas, incluyendo universidades y fundaciones y de un programa de fondeo público y privado internacional.

Lo anterior elaborando un análisis de las finanzas y presupuesto del GTM que incluye:

- Presupuesto presente y futuro
- Programa de fondeo nacional (ver sección de recaudación).
- Actividades tendientes a la obtención de donativos y contribuciones de instituciones públicas y privadas nacionales, incluyendo universidades y fundaciones.

### 7.1 Proyecciones financieras

Actualmente, el telescopio está en su fase de licenciamiento, en la cual se realizan diversas pruebas de funcionamiento y aceptación de los sistemas que han sido ya instalados. Paralelamente, se incorporan aquellos componentes faltantes que van siendo liberados después de sus procesos de fabricación, integración y pruebas en planta. Conforme al programa

establecido, el telescopio debería haber entrado en operaciones a partir del 2009. Dependiendo de la disponibilidad de recursos, a lo largo del año entrante se instalarán los espejos reflectores faltantes y se realizarán los ajustes necesarios a los sistemas reflectores para operar en el rango de 1 milímetro de longitud de onda, tal cual fue concebido el telescopio.

El desarrollo de los trabajos asociados a la fase de licenciamiento y a la fase de operación y mantenimiento, requieren del respectivo soporte presupuestal tanto en gasto corriente como en inversión. Asimismo, dada la proximidad del inicio del trabajo científico para el cual fue construido el telescopio, se requiere la aprobación de la estructura orgánica que operará el observatorio del GTM, con la asignación del presupuesto correspondiente en el capítulo 1000, Servicios Personales.

De no contar con estos recursos se recapitulamos, se perdería la inversión ya realizada (cerca de 1000 millones de pesos de México y 400 de EEUU), se perdería la oportunidad de ganar gran prestigio en la comunidad científica internacional. La industria nacional perdería una ventana de promoción, sobre lo que es capaz de hacer. Ello implica la pérdida de empleos. Se perdería la eventual utilización de estructura científica-que es la red de los grandes telescopios del mundo- la cual tiene un valor de uso para México de cerca de 2,000 millones de dólares. Se cancelaría la oportunidad de generar empresas de base tecnológica, que podrían implicar inversiones de varios miles de millones de pesos. Se perdería el punto de partida para un polo de desarrollo científico y tecnológico en Puebla.

El financiamiento necesario para la operación ordinaria del GTM a partir de su puesta en operación difiere sustantivamente del financiamiento que se ha utilizado hasta el momento para su planeación, construcción y verificación y pruebas, en razón de las siguientes premisas:

La etapa de planeación y construcción de cualquier proyecto, y especialmente de un proyecto altamente innovador en el ámbito mundial, incluye un factor alto de incertidumbre, basado en la prueba y error, lo que irremediablemente repercute en imprevistos que implican erogaciones imposibles de programar detalladamente.

Las circunstancias macroeconómicas de crisis y ajuste que enfrentó específicamente el proyecto GTM, aunadas al entorno institucional cambiante que ha caracterizado a los sectores público y científico de México en los últimos 20 años, han tenido una repercusión importante en las proyecciones financieras y en la consecución de las metas programadas al inicio del proyecto.

La operación ordinaria del GTM, a partir de su puesta en operación, teóricamente se llevará a cabo en un entorno macroeconómico nacional más estable y con una reducción sustantiva del factor de incertidumbre que caracterizó las primeras etapas del proyecto, lo que permite proyectar -con un índice menor de error- las necesidades operativas del proyecto y las posibles fuentes de fondeo para el mismo.

Con base en lo anterior, se presenta el siguiente modelo financiero, basado en experiencias internacionales, en los acuerdos que se han suscrito con la Universidad de

Massachusetts, y en las expectativas para la operación que se plantearon desde el origen del proyecto y que se han enriquecido a través de los trabajos de los comités científicos creados alrededor del proyecto

#### **7.1.1 Modelo financiero basado en la valorización del tiempo**

Se llevó a cabo una revisión de las formas de valorización del tiempo en proyectos similares, con instalaciones de telescopio-radiotelescopio, o con características parecidas en su origen académico-científico-gubernamental y se observó el siguiente esquema generalizado:

#### **7.1.2 Estimación del costo total por año.**

Se establece un plazo para la amortización de la inversión realizada durante las etapas de edificación del proyecto; Se divide el costo directo del proyecto entre el plazo de amortización para obtener el monto que se desea amortizar por año.

Se suma el monto a amortizar por año con la estimación anual de gastos de operación ordinaria del proyecto. El resultado obtenido es el “costo total por año”

#### **7.1.3 Estimación del tiempo telescopio medido en horas.**

A 365 días del año se le restan 55 días (15%) que corresponden al tiempo necesario para realizar el mantenimiento del telescopio, y 55 días (15%) correspondientes al estimado de días nublados.<sup>5</sup>

El resultado (256 días) se transforma en horas, para un total de 6132 “horas de tiempo telescopio al año”.

#### 7.1.4 Estimación del costo por hora.

El “costo total por año” se divide entre las “horas telescopio al año” para obtener el “costo directo por hora”

#### 7.1.5 Política de pagos.

Todas las “horas telescopio” deben de ser pagadas por alguien para cubrir íntegramente el costo de operación del proyecto.

Generalmente los socios del proyecto acuerdan reservar un porcentaje de “horas telescopio” para la venta a organizaciones ajenas al proyecto, que deseen utilizar las

---

<sup>5</sup> Los días nublados estimados son un factor que se considera desde la etapa de selección de la locación óptima del proyecto.

instalaciones pagando por hora de uso. Este precio de venta es diferente y superior al costo directo de operación, lo que permite a los socios del proyecto generar una reserva para reinversión y modernización de las instalaciones.

Asimismo, es costumbre que la “Gerencia del Proyecto” conserve un porcentaje de las “horas telescopio” para destinarlas a los proyectos que considere de mayor relevancia.

Las “horas telescopio” restantes son divididas entre los socios conforme a su participación en el gasto de inversión para la edificación del proyecto y los acuerdos específicos que se hayan suscrito en relación con este punto.

El tiempo correspondiente a la gerencia del proyecto y a los socios generalmente es pagado por medio de apoyos directos de los gobiernos o consorcios gobierno-academia de los países de origen.

En ningún caso deben de existir horas de cortesía.

Para la aplicación del modelo se tomaron como base los siguientes elementos y premisas:

Las proyecciones financieras para la operación cotidiana del GTM realizadas por la Universidad de Massachusetts, basadas en su extensa experiencia en proyectos similares por un monto de 8.67 millones de dólares anuales.

La amortización de la inversión realizada hasta el momento, en un plazo de 30 años.

Los acuerdos de adjudicación de “tiempo telescopio” tomados entre el INAOE y la Universidad de Massachusetts, como sigue:

- 7% para la gerencia del proyecto (INAOE);
- 44% del tiempo para el INAOE;
- 19% para la Universidad de Massachusetts; y
- 30% para venta a terceros

La estimación de un precio de venta mayor al costo directo, congruente con los precios prevalecientes en el mercado internacional, que permitirá la creación de una reserva para la modernización del GTM.

**ESTIMACION DE TIEMPO UTILIZABLE E INGRESOS POTENCIALES POR HORAS  
DISPONIBLES DEL GTM**

<b>I AMORTIZACION Y OPERACION. 30 AÑOS</b>				
<b>AMORTIZACION POR</b>				
4,333,333	AÑO	(130 MILLONES USD DE COSTO DE CONSTRUCCION)		
<b>COSTO ANUAL ESTIMADO DE OPERACION.</b>				
8,666,667	(DATOS GENERADOS POR INAOE/UMASS)			
<b>COSTO TOTAL POR AÑO (AMORTIZACION + OPERACIÓN)</b>				
13,000,000				
365	DIAS	POR AÑO		
55	15	MANTENIMIENTO		
55	15	DIAS NUBLADOS ESTIMADOS		
256	256	DIAS USABLES / VENDIBLES		
6,132	256	HORAS USABLES / VENDIBLES		
2,120	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>VALOR PARA SOCIOS FUNDADORES</b>		
<b>II ASIGNACION DE HORAS</b>				
429	7	DIRECCION Y GERENCIA DE PROYECTO	(GTM-CHOLULA-INAOE)	
2697	44	MÉXICO (70/30) DEL DISPONIBLE	(GTM-CHOLULA-INAOE)	70
1156	19	E.U. (30/70) DEL DISPONIBLE	(U. AMHERST / EU)	30
1,840	30	VENTA	PUBLICO	
6,132	100	<b>TOTAL</b>		
<b>III ESTIMACION DE PRECIO</b>				
2,120	131.00%	<b>INCREMENTO PARA, RESERVA DE OPERACION, INVESTIGACION Y DESARROLLO</b>		
<b>PRECIO HORA A TERCEROS</b>				
2,777	<b>COSTO + RESERVA</b>			
<b>PORCENTAJE DE HORAS A COLOCAR</b>				
23	CON TERCEROS	(75% eficiencia)		
1,411	<b>HORAS COLOCABLES CON TERCEROS</b>			
3,918,571	<b>INGRESO PRESUPUESTAL POTENCIAL</b>			

## 7.2 Plan de financiamiento e ingresos para la operación del GTM

Conforme al análisis anterior, el costo de operación anual del GTM es de \$13, 000,000 de dólares.

De acuerdo con las prácticas internacionales, los socios (INAOE y UMASS) deben pagar los costos directos del total de horas que les corresponden, apoyándose en financiamiento otorgado directamente por los gobiernos o consorcios gobierno-academia de los países de origen. Es decir, el INAOE debe negociar apoyos para cubrir el costo de 51% del total de las “horas telescopio” (44% por tiempo ordinario y 7% correspondiente a las “horas telescopio” asignadas a la gerencia del proyecto). El total de horas asciende a 3133, que al costo de \$2,120 USD por hora, da un total de \$6, 643,000 USD por año.<sup>6</sup>

Por su parte, la Universidad de Massachusetts debe obtener apoyos para cubrir el costo de 19% del total de “horas telescopio”. El total de sus horas asciende a 1159, que al costo de \$2,120 USD por hora, da un total de \$2, 451,000 USD por año.

El 30% remanente del tiempo debe ser vendido a otras instancias a un precio de \$2,777 USD por hora, para generar un ingreso de \$3, 918,571 USD por año.

---

<sup>6</sup> Esta cifra es congruente con el compromiso inicial del Gobierno Mexicano, hecho en 1994, de otorgar un apoyo anual para la construcción y operación del GTM

2009

**DESGLOSE DE HORAS A COLOCAR**

<b>A</b>		<b>A VALOR SOCIOS</b>
	<b>70</b>	<b>CONSTRUCTORES DEL GTM</b>
	<b>4284</b>	<b>*</b>
		<b>HORAS</b>
	<b>2120</b>	<b>COSTO DIRECTO POR HORA</b>
	<b>OPERACIÓN MAS</b>	
	<b>AMORTIZACION</b>	
	<b>\$9,081,429</b>	<b>VALOR TOTAL FUNDADORES</b>

%	INSTITUCION	HORAS	VALOR
44%	INAOE-CONACYT (GOB. FED.)	2698	\$5,720,000
7%	INAOE-CONACYT (GOB. FED.) HORAS DIRECTOR	429	\$910,000
51%	INAOE-CONACYT TOTAL	3127	\$6,630,000
19%	UMASS	1156	\$2,451,429

\* LAS HORAS DEL TELESCOPIO A SER CUBIERTOS POR LOS GOBIERNOS

<b>B</b>	30.00%	<b>A VALOR NO SOCIOS</b>
	1,411.00	<b>HORAS</b>
	\$2,777	<b>VALOR A TERCEROS POR HORA</b>
		<b>VALOR TOTAL PARA COLOCAR A</b>
	\$3,918,571	<b>TERCEROS</b>

%	INSTITUCION	HORAS	VALOR
5%	NSF	70.6	\$195,929
15%	DONANTES GENERAL	211.7	\$587,786
20%	DONANTES POR PROYECTO ESPECIAL	282.2	\$783,714
25%	DONANTES PROYECTO ORIGEN DEL UNIVERSO	352.8	\$979,643
35%	UNIVERSIDADES	493.9	\$1,371,500
100%	TOTAL ESTIMADO INICIAL	1411	\$3,918,571

<b>C</b>	GRAN TOTAL REFLEJANDO EL EXCEDENTE PARA RESERVAS DE DESARROLLO Y OPERADO POR VENTA	\$13,000,000
	COSTO DIRECTO TOTAL POR AÑO INCLUYENDO AMORTIZACION	\$13,000,000

### 7.2.1 Venta de “horas telescopio” a terceros.

Se considera que el 30% del tiempo reservado para la comercialización a terceros se puede vender, suponiendo un 75% de eficiencia, de la siguiente manera:

- 70.6 horas a la National Science Foundation de los Estados Unidos por un total de \$195,929 USD
- 211.7 horas a donantes particulares de todas partes del mundo por un total de \$587,786 USD
- 282.2 horas a donantes por proyectos especiales diseñados por el propio GTM \$783,714 USD
- 352.8 horas a donantes que apoyen el proyecto “Origen del Universo” por un total de 1.95 millones de USD
- 439.9 horas a universidades de todo el mundo por un total de \$1,371,500 USD

El total potencial recaudado por ventas de tiempo es de \$3, 918,571 USD

<b>INGRESOS POR RECAUDACION Y NEGOCIOS POTENCIALES (DÓLARES)</b>							
	AÑO	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	PROMEDIOS Y TOTALES
<b>CONCEPTOS DE INGRESO</b>							
<b>HORAS DE USO TELESCOPIO</b>							
HORAS DISPONIBLES POR AÑO:	4704						
HORAS COLOCADAS EN PORCENTAJE:	0%	20%	30%	30%	30%		
HORAS COLOCADAS:	0	936	1411	1411	1411		5170
INGRESO GENERADO, A \$2777/HORA	\$0	\$2,600,000	\$3,918,571	\$3,918,571	\$3,918,571	\$3,918,571	\$14,355,713
ORIGEN DEL VALOR EN CUADRO ANEXO							
DONATIVOS:		\$600,000	\$1,200,000	\$1,600,000	\$2,000,000		\$5,400,000
ENTRADAS VISITANTES: CONSIDERANDO \$2.00 USD/PERSONA							
CONVENIOS VARIOS CORPORATIVOS:		\$100,000	\$200,000	\$300,000	\$300,000		\$900,000
CONVENIOS UNIVERSITARIOS		\$50,000	\$75,000	\$120,000	\$150,000		\$395,000
APOYOS DE GOBIERNOS E INSTITUTOS EXTRANJEROS (GRANTS)		\$800,000	\$800,000	\$1,200,000	\$2,000,000		\$4,800,000
OTROS SERVICIOS COBRABLES		\$350,000	\$350,000	\$350,000	\$350,000		\$1,400,000
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>\$0</b>	<b>\$4,150,000</b>	<b>\$6,193,571</b>	<b>\$7,138,571</b>	<b>\$8,368,571</b>	<b>\$25,850,713</b>

<b>GTM: COSTEO DE HORAS POR AÑO</b>	
<b>HORAS DISPONIBLES</b>	
DIAS HABLES (5 DIAS PARA MANTENIMIENTO)	256
HORAS POR DIA	24
HORAS POR AÑO "VENDIBLES"	<b>6132</b>
COSTO POR HORA DE OPERAR	
OPERACIÓN. BASICA	\$13,000,000
<b>COSTO POR HORA</b>	<b>\$2,120</b>

Como se ve en las tablas anteriores, a diferencia de los otros proyectos, lo que se propone para el GTM es una estrategia híbrida de colocación de horas y sus costos básicos combinado no solo con una estrategia de colocación de horas a "vender" con un valor adicional para apoyar la creación de reservas de operación, desarrollo (actualización y mejora continuada de equipo del GTM), e investigación que deben paulatinamente sustituir en parte, pero sólo en parte, aclaramos, la necesidad de subsidio puro por parte del gobierno mexicano.

A mediano y largo plazo se plantea adelante también la integración de una red de negocios satélite que deberán generar no solo imagen, difusión y posicionamiento político, académico y social para el proyecto, sino ingresos monetarios complementarios.

### **7.2.2 Otras posibles fuentes de ingreso.**

Tomando experiencias de otros proyectos mundiales con cierta similitud que combinan elementos académicos con un programa de difusión y generación de ingresos tal como los grandes museos del mundo ejemplificado por el Smithsonian Institute y otros.

- Visitas guiadas
- Museo in situ y artículos promocionales
- Hostal y restaurante in situ
- Seminarios pagados para aficionados
- Incorporación del Parque Nacional Pico de Orizaba

### 7.2.3 Calendario

Como es lógico suponer, llevará algún tiempo el lograr el nivel máximo de ventas. Una condición indispensable para lograr las ventas es que el telescopio esté terminado al 100% y operando. El detalle de la estrategia de venta, los instrumentos requeridos para ello, y la organización adecuada, se presentarán al CONACyT a finales de mayo.

Pensamos que tras dos años de apoyo inicial adicional del CONACyT, podríamos llegar a un nivel de ventas que garantice la operación y la modernización del telescopio por medio del desarrollo de nuevos instrumentos. En dos años adicionales estaríamos en el nivel máximo de ventas, lo cual permitiría además, formar un fondo de reserva para el desarrollo de aplicaciones de las tecnologías relevantes del GTM a la industria.

La discusión anterior se muestra en la siguiente tabla en dólares americanos, en donde en el año de 2009 se considera un máximo de 17.02 millones de dólares que corresponden a 1.1 millones de pasivos y adeudos del 2008, más 8.77 millones del presupuesto para la primera luz, más 5 millones para completar la superficie del primario, más 1.87 millones para el mantenimiento mínimo, más 0.28 millones para pagar los comités organizados por CONACyT.

	2009	2010	2011	2012	2013
INAOE	\$2,800,000	\$6,630,000	\$6,630,000	\$6,630,000	\$6,630,000
UMASS		\$2,451,429	\$2,451,429	\$2,451,429	\$2,451,429
Venta		\$2,600,000	\$3,918,571	\$3,918,571	\$3,918,571
Total		\$11,681,429	\$13,000,000	\$13,000,000	\$13,000,000
Gasto	\$17,020,000	\$13,000,000	\$13,000,000	\$13,000,000	\$13,000,000
Déficit		\$1,316,561			
Gobierno Federal	\$14,220,000	\$7,946,561	\$6,646,560	\$6,630,000	\$6,630,000

#### 7.2.4 Comentarios al Flujo Proforma

Las estrategias de recaudación y fondeo en adición a los apoyos solicitados emergentes al INAOE están representadas por los siguientes encabezados del flujo:

VENTA DE HORAS. En relación a los estimados de ingreso por uso de horas del GTM las premisas se basan en reservar para uso interno y colocar el 30% aproximadamente en venta a terceros sean instituciones de investigación directamente o a instituciones y gobiernos que las deriven. Se aparta también días para mantenimiento del equipo y ese tiempo no es vendible.

El costeo de las horas se basa en el costo global operativo más un sobreprecio que permitirá negociar descuentos e intercambios por donativos o trueque en especie. En el caso de que las horas se financien existirá un componente muy interesante por ingresos financieros según se negocie. Existe también la posibilidad de que patrocinadores adquieran horas o

bloques de tiempo para a su vez donarlos a la institución de su elección. En un momento dado se podría compartir el otro 70% reservado en asociaciones en participación siempre y cuando generara un ingreso interesante.

ENTRADAS. Las entradas por visitantes generarán ingreso en la medida que se mejore el servicio pero puede crecer muy sustancialmente y es partida esta conjunta con otros servicios cobrables que pudieran derivarse de tours ampliados, el museo que se ponga en marcha, seminarios directos y demás.

CONVENIOS. La búsqueda de convenios estratégicos con corporativos, universidades, y los apoyos de gobierno será un enfoque fundamental y realmente son una misma canasta. En muchos casos van a ir ligados unos con otros. Son la piedra angular segunda del GTM después de las horas disponibles. Se espera lograr el máximo aquí en donativos y *grants* (fondo perdido) de investigación. En el caso de los gobiernos específicamente existirán fondeos e inversiones en el ámbito de tecnología de telecomunicaciones y seguridad que serán importantes. En todo caso existirá una derrama de oportunidades para el mismo INAOE Y CONACYT.

Reclasificación una vez más del GTM para que se le otorguen transferencias directas del PEF y no se le considere como un proyecto de obra pública normal, como puede ser un aeropuerto o una carretera. Esto adicionado a la búsqueda normal de recursos internos del CONACYT de otras partidas presupuestales. Explicar a las autoridades que se necesitan mínimo \$13 millones de dólares anuales para la operación básica del telescopio.

### 7.2.5 Estrategias para recaudación de fondos

En relación a la búsqueda de fondos se mencionarán las actividades, cambios de enfoque y acciones urgentes PRACTICAS para hacer una recaudación exitosa en paralelo a la reingeniería y reposicionamiento INTERNO organizativo del GTM para que los esfuerzos de fondeo sean en términos aceptables al universo donante nacional y mundial cumpliendo las normas, usos y costumbres del universo MUNDIAL donante y/o fondeador.

La estructura, operación, visión, mentalidad y estrategias actuales en las que se está operando administrativamente el proyecto del GTM con su enfoque justificado parcialmente para la terminación de la construcción, verificación y rendición de cuentas al CONACYT y dependencias Federales no tiene nada que ver con las formas y mecanismos que serán necesarios implementar para la recaudación exitosa de fondos a nivel nacional e internacional.

De querer ser exitosos, esto se tendrá que cambiar. Actualmente y consecuencia de como se opera el GTM no es conocido ni sujeto de crédito, alianzas, inversión o donativos de primer nivel, personales o institucionales en monto y tipo necesario proveniente del universo posible nacional y mundial de potenciales interesados y posibilitados para hacerlo, sencillamente porque el proyecto GTM no se ha estructurado y enfocado hacia este fin.

Se percibe que el enfoque de la operación del GTM son los muchos trabajos y administración reactiva que se necesita para estar “bien y al día” en términos burocráticos ante CONACYT, Contraloría, el Senado y muchos otros, que si bien son importantes y deben atenderse, de hecho obstaculizan el trabajo de recaudación y planeación estratégica para el

---

futuro pues absorben la mayoría del tiempo, capacidad organizativa y energía mental de la dirección y mandos administrativos medios. Adicionalmente el reporte de actividades es en términos dispersos y técnicos que no responden a las necesidades de aterrizar fondeos.

Dicho esto, es claro que ya es tiempo que el proyecto se replantee creando una nueva forma de operar y proyectarse interna y externamente hacia el público e instituciones nacionales e internacionales. Los donantes tienen su propio lenguaje y “burocracia” para la toma de decisiones y el proyecto GTM debe estructurarse en términos que lo hagan fondeable.

Aun más, aunque se habla de una “*cultura altruista*” de donación en realidad este es un negocio cuyas reglas del juego son algo similares a los negocios con fines de lucro pues lo que mueve al donante en el último análisis es lo mismo que en los negocios: el deseo de lograr algo a su favor lo cual en donaciones no necesariamente se mide en dinero sino en un beneficio sea en publicidad y prestigio social (con elemento de ahorro vía deducibilidad fiscal), o sinergias y relaciones para sus propios planes e intereses creados.

En este sentido el GTM tiene que cambiar e incluir en un manejo organizado su operación con entendimiento del proceso de recaudación y tomar ventaja cuando se sienta en la mesa grande de las instituciones que juegan el juego de la recaudación y alianzas a nivel mundial.

### 7.2.6 Puntos relativos a la recaudación

Identificación de los esfuerzos y contactos de recaudación a la fecha. Restablecer los contactos anteriores, ya con un proyecto definido de apoyo en mano, manteniendo la comunicación y programando el seguimiento así como la integración de la base de datos usando el software adecuado dentro de la web.

Integración de un sub-comité enfocado al seguimiento de la búsqueda de fondeos. Este dará seguimiento interno a los lineamientos y metodología que se le marque. Debe ser un área administrativa nueva, probablemente con un encargado capacitado y exclusivamente responsable de esto, así como se debe hacer en relaciones públicas.

Definición de las áreas y proyectos productivos. Detección, selección y apoyo para la posible generación de fondos de una o dos como piloto que puedan generar una historia de éxito a corto plazo.

Justificación-cuantificación del valor social, académico en términos medibles-costeables y de indicadores. Esto con especial énfasis en contribuir positivamente con los indicadores del CONACYT como prioridad así como los internacionales.

Identificación de alianzas estratégicas. Búsqueda de instituciones y personas cuyos intereses coinciden, dependen o se cruzan, relativas al GTM, logrando la vinculación y apertura de puertas. Firmas de convenio de colaboración, vinculación y pagos por afiliación al GTM.

Lograr certificaciones y afiliaciones de validación internacional, sean ISO, etc., y reconocimiento de organismos internacionales y clubes. Definir cuáles son prioritarios y cuáles no.

Definir el calendario de eventos y congresos relativos al GTM y participar con una estrategia definida e integral de la promoción del nuevo plan de negocios y con definición clara de cómo y para que solicitar apoyos y donaciones.

Metodología y estrategia para la generación de patentes. Integrar esto al programa de negocios piloto dentro del esquema de incubadora de negocios que tiene el INAOE y CONACYT, con vinculación a universidades y organismos educativos tal como ANUIES.

- Finanzas: Reingeniería de la rendición de cuentas a estándares internacionales para donantes y fondeadores.

- Imagen: Análisis para la reestructura de la imagen y medios para la consecución de fondos. Proceso depurado de contacto y seguimiento. Publicaciones y difusión.
- Relaciones públicas: Identificación y seguimiento de donantes potenciales y el proceso. Metodología de VIP.

*Planteo de la estrategia relativa a instituciones y proyectos potencialmente competitivos.*

Justificación del GTM ante el proyecto en Atacama lo cual puede traer sinergias al GTM así como gran complementariedad y fondeos conjuntos. Adicionalmente este interés en otro proyecto similar comprueba lo acertado, pionero y previsor que estuvo el comenzar el proyecto del GTM.

*Inicio de vinculación y acercamiento con instancias de alto nivel* político, financiero, académico e institucional, en búsqueda de apoyo a corto mediano y largo plazo.

*Tecnología y administración adecuada al proceso de recaudación*, Esto mediante la identificación y uso de la tecnología web disponible así como los enlaces de administración en la operación del GTM que hacen posible bajar fondos.

Una página web interactiva amigable con información general del proyecto, información para donantes, módulos de recaudación y generación de dinero (a comentar), modulo de rendición de cuentas, Intranet para participantes empleados.

Específicamente en términos administrativos para poder recaudar será necesario sin excepción,

- Contar con una auditoría externa continuada y valida de alguna institución internacional como KPMG, etc.,
- Formación de una 501©3 en EEUU.
- Formación de AIMA, una A.C. fundación Mexicana

Con estas dos asociaciones no lucrativas se podrán hacer convenios estratégicos en México y EEUU, facilitando las donaciones al poder extender recibos deducibles, se tendrá una figura legal con credibilidad y será el vehículo para la firma de convenios múltiples con instituciones de toda índole manteniendo el control del proceso de recaudación y el uso de dineros, cosa que se perdería si se recauda mediante o a través de otras A.C's o instituciones que tienen su propios intereses creados y agenda y que además retendrían cantidades por gastos administrativos.

Calendarización de las actividades de recaudación a 2 años para cubrir los periodos presupuestales de los grandes donantes, gobiernos y fundaciones que se programan por año fiscal anticipado.

### 7.3 Controles financieros administrativos

En general el GTM como proyecto sufre un ambiente administrativo, financiero y académico que es inoperante en términos de planeación a futuro y el lograr una operación regularizada, ya que los mecanismos de fondeo, monitoreo de metas y rendición de cuentas son totalmente inadecuados para poder soportar un posicionamiento del GTM en términos competitivos ante proyectos mundiales similares no solo para fondeo normal subsidiado, sino también para cualquier esperanza de donativos o coinversión internacional.

En parte se ve y se argumenta que las normatividades gubernamentales no lo facilitan o permiten. Aún siendo esto el caso si se quiere llevar al proyecto a un desenlace exitoso, se tendrán que buscar las formas de cumplir con las normatividades pero adaptar las finanzas y administración del GTM al mundo real y a las tecnologías estándares de administración, planeación y rendición de cuentas.

Los mecanismos de fondeo, por muchas razones, no responden en tiempos y formas a las necesidades del GTM llegando los financiamientos muy tarde, en monto inadecuado, en

forma errática y clasificado en una forma que no refleja el tipo de gasto que se ejerce (gasto vs. inversión).

La contabilidad del GTM, en términos de ser una herramienta de control, supervisión y planeación ágil es inexistente o inaccesible por muchos motivos y los registros y el archivo de la misma para efectos prácticos no existen.

La supervisión y análisis de desviaciones y cumplimiento de metas no existe pues esta todo basado en formas gubernamentales de operación y no existe un presupuesto mensual revisable, y por ende el poder implementar un análisis de desviaciones al mismo. Existen metas a plazo inmediato-emergentes mensuales, principalmente girando alrededor de conseguir recursos de emergencia para apagar fuegos y luego metas macro a muy largo plazo como “terminar el telescopio” pero sin definición a detalle de cómo se va a lograr.

#### **7.4 Puntos clave para donantes**

Para implementar la búsqueda y aseguramiento de donativos, negocios y alianzas en el corto, mediano y largo plazo es importante realizar algunas acciones administrativas así como un cambio de mentalidad por lo que antes de proseguir es importante todos del GTM y CONACYT estén con la misma visión sobre la recaudación. Como se mencionó en las premisas, lo que un donante o participante quiere en su primer contacto es percibir “qué gana él” y después de esto quiere saber muy claramente que todo está en orden, verificable y validado por un tercero externo de confianza.

Específicamente debemos cubrir las siguientes áreas para el donante entendiendo lo que quiere el donador no el que pide: Transparencia financiera del proyecto y del dinero donado-invertido.

Que perciba el donante que existe una abundancia de información clara y honesta sobre el proyecto que se le ofrece sin precondiciones y de entrada. Por ejemplo, cuentas en línea sobre el proyecto y que vea ejemplos de rendición de cuentas de otros donantes. Como se manejarían “mis dineros” y todo el soporte de materiales impresos tal como el último reporte financiero impreso que debe repartirse libremente.

*Figurar social y financieramente.*

Invitaciones, vinculaciones y asociaciones que ponen a los participantes en la prensa social y en eventos “clave” sociales, no solo del GTM sino de otros socios estratégicos, patronos y patrocinadores del GTM.

*Beneficios fiscales*

Claridad en los beneficios con apoyo en el estudio y estructuración para su empresa o persona de los mismos. Aquí valdría tramitar concesiones especiales con el gobierno para los donantes del GTM.

### *Sinergias con otros proyectos y relaciones productivas*

Formación de redes internacionales, lo que es valioso para el donante y para el GTM que enriquezcan la mezcla y la capacidad de negocio y recaudación para ambas partes.

### *Facilidad de trámites y atención personalizada*

La emisión inmediata de los recibos virtuales y físicos que sean fiscalmente válidos en México o EEUU y acceso a una persona de su nivel que le dé el trato de primera en el trámite y seguimiento.

## **7.5 Contribución de la UMASS**

En la discusión anterior hemos supuesto que la Universidad de Massachusetts paga por la fracción que le corresponde del tiempo de observación. Desafortunadamente, las conversaciones que se han tenido con esta universidad a partir del año 2004 indican que es muy poco probable que UMASS consiga el financiamiento necesario para cumplir con este propósito. Es por ello que podemos considerar que la contribución de UMASS al gasto operativo por 2.5 millones de dólares al año pudiera pagarse en formas distintas a la de una contribución en efectivo:

Pago en especie.- en este caso UMASS aportaría nuevos instrumentos para la modernización del telescopio y su contribución a la operación tendría que ser pagada por un ingreso adicional equivalente de AIMA para compensar la falta de efectivo que deja de aportar UMASS.

Pago en tiempo.- si UMASS no aporta ni efectivo ni nuevos instrumentos, su porcentaje de contribución al costo total del telescopio (construcción mas operación) irá disminuyendo con el tiempo. En otras palabras, el valor del efectivo no pagado por UMASS se les cobrará al siguiente año quitándoles una fracción de su tiempo de telescopio. En este caso también se requiere un ingreso adicional en AIMA para compensar esta falta de pago.

## 8 CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES

Se sugiere pasar a una fase de terminación, verificación y puesta en marcha normal del GTM con lo que implica una nueva mentalidad de “operación” normalizada.

Dentro de esto es crítico separar las áreas académicas de las administrativas/financieras así como profesionalizar, institucionalizar y despersonalizar la operación del GTM y elevarlo al nivel de Observatorio Nacional.

Finalmente, se sugiere crear una serie de programas de enlace con la comunidad científica y público nacional y mundial para el enriquecimiento del proyecto dentro de un marco de recaudación de fondos que reduzca en lo posible la necesidad de subsidios del Gobierno de México.

El éxito o fracaso de la implementación del plan de negocios dependerá de la selección de líderes de proyecto adecuados y el fondeo en términos propicios de tiempo y forma.

Se hace necesario integrar un plan maestro con la visión que permita imponga orden administrativo, presupuestal y de rendición de cuentas así como diversificar las fuentes de financiamiento actuales, ampliar la participación de instituciones públicas o privadas en el proyecto con el propósito de incrementar la captación de los fondos que son necesarios, tanto para terminar la fase actual, como para mantener operando esta importante infraestructura científica a lo largo de 30 años, bajo esquemas nuevos de organización.

Como se mencionó arriba, el telescopio está en su fase de licenciamiento, en la cual se realizan diversas pruebas de funcionamiento y aceptación de los sistemas que han sido ya instalados. Paralelamente, se incorporan aquellos componentes faltantes que van siendo liberados después de sus procesos de fabricación, integración y pruebas en planta.

El desarrollo de los trabajos asociados a la fase de licenciamiento y a la fase de operación y mantenimiento, requieren del respectivo soporte presupuestal tanto en gasto corriente como en inversión. Asimismo, dada la proximidad del inicio del trabajo científico para el cual fue construido el telescopio, se requiere la aprobación de la estructura orgánica que operará el observatorio del GTM, con la asignación del presupuesto correspondiente en el capítulo 1000, Servicios Personales.

### **8.1 Consecuencias de no concretar el proyecto**

De no contar con el apoyo continuado en recursos y voluntad para la terminación y posicionamiento del GTM:

- Se perdería la inversión ya realizada (cerca de 1,000 millones de pesos de México y 400 de EEUU),
- se perdería la oportunidad de ganar gran prestigio en la comunidad científica internacional.
- La industria nacional perdería una ventana de promoción, sobre lo que es capaz de hacer. Ello implica la pérdida de empleos.
- Se perdería la eventual utilización de estructura científica-que es la red de los grandes telescopios del mundo- la cual tiene un valor de uso para México de cerca de 2,000 millones de dólares.
- Se cancelaría la oportunidad de generar empresas de base tecnológica, que podrían implicar inversiones de varios miles de millones de pesos.
- Se perdería el punto de partida para un polo de desarrollo científico y tecnológico en Puebla.

Dados los techos presupuestales del proyecto de PEF, el presupuesto del INAOE se ha realizado de una forma inercial, o igual al de años anteriores, sin considerar la necesidad de operar una nueva instalación científica y tecnológica.

El diagnóstico de la situación pasada del GTM y la razón por la cual se vive la situación actual se resume en lo siguiente:

## 8.2 Antecedentes por área de la situación actual

### 8.2.1 Administrativamente

Se percibe que el enfoque histórico de la operación del GTM desde su nacimiento son los muchos trabajos y administración reactiva que se necesita para construir y coordinar el proyecto físico así como estar “bien y al día” en términos burocráticos ante CONACyT, Contraloría, el Senado y muchos otros, que si bien son importantes y deben atenderse, de hecho limitan el trabajo de planeación estratégica para el futuro del GTM pues absorben la mayoría del tiempo, capacidad organizativa y energía mental de la dirección y mandos administrativos medios.

Adicionalmente esto genera el reporte de actividades es en términos dispersos y técnicos que no responden a las necesidades de aterrizar fondeos.

De hecho por la metodología de reporte en modalidad sui generis y la dispersión de oficinas y archivos ha sido imposible integrar una visión contable financiera histórica del proyecto mas en números a grosso modo.

Se lleva una contabilidad moderada sin presupuestos mensuales de ingresos y egresos, análisis de desviaciones y sin auditoría externa más que las de la contraloría federal y no en términos de una contabilidad auditable por instancias y a estándares internacionales de rendición de cuentas.

### 8.2.2 Financieramente

Lo errático de los fondeos y sus modalidades inadecuadas con los cambios de política, para un proyecto que debiera ser planteado como nacional y a largo plazo, a través de los años ha hecho que el GTM se construya en términos de visión de corto plazo haciendo y fondeando cuando hay y parando cuando no.

Ha influido también la parte administrativa del mismo GTM, que no cuenta con una estructura, ni con suficiente personal. Los reportes preliminares de la Auditoría Superior de la Federación, aunque eventualmente se han resuelto favorablemente al GTM han creado un ambiente de desconfianza acerca proyecto y también acerca de en qué y cómo se aplica el dinero.

### 8.2.3 Operativamente

La coordinación del GTM es puramente honorífica y ha tenido que dirigir su energía al día a día de la operación de GTM, su administración y búsqueda de dinero, y no al planteamiento del GTM como un proyecto que tendrá que tener una estrategia con miras al futuro.

## 8.3 Recomendaciones por área

### 8.3.1 Administrativamente

Separar la operación en un esquema operable desde el INAOE y otro que opere privadamente en AIMA A.C.

En AIMA, crear un Comité de Finanzas interno

Implementar una contabilidad estándar con los controles normales incluyendo pero no limitándose a:

- Presupuesto mensual de ingresos y egresos,
- Origen y aplicación de recursos,
- Análisis de desviaciones y rendición de cuentas mensuales,
- Auditoría continuada externa
- Estandarizar un consejo de administración y calendario rutinario de juntas

### 8.3.2 Financieramente

Establecer el flujo pro-forma global que servirá de mapa para el panorama total del GTM.

Lograr que el fondeo-subsidio por parte del gobierno (CONACYT y otras instancias tal como SEP, etc.) se estipule y garantice a largo plazo en sincronía con la vida útil del GTM y no anual o sexenalmente.

Iniciar una estrategia y plan claro de fondeo alternativo basado en donativos (recaudación de fondos), participaciones, negocios y convenios con gobiernos, instituciones y empresas.

### **8.3.3 Operativamente**

Integrar y asegurar que el manejo día a día complemente las metas a largo plazo.

### **8.3.4 Académicamente**

Separar la parte académica totalmente de la operación, finanzas y administración para que esta se pueda dedicar, con el soporte adecuado financiero y administrativo, a la formulación, desarrollo e implementación de los convenios e investigación científica con la menos distracción posible.

#### 8.4 Componentes del plan de acción

El plan de acción debe de plantear entre sus premisas:

Hacer una reingeniería de la organización actual, Poniendo orden para la operación y mantenimiento del observatorio, concretamente basado en la separación y complementareidad entre los esquemas público y privado.

Transformar la visión del proyecto de constructivo a operativo de largo plazo.

Lograr los fondeos emergentes para la para la terminación exitosa de la fase de construcción y verificación del telescopio.

Establecer e implantar nuevos esquemas financieros de fondeo diversificando las fuentes de recursos financieros vía un modelo híbrido, con el propósito de disminuir la carga en el presupuesto de recursos fiscales del gobierno federal de México. Instituir para esto los mecanismos que permiten hacerse de recursos de donativos públicos y privados así como alternativas productivas.

Académicamente desarrollar un *expertise* y profesionalismo de personal a nivel nacional e internacional que aprenda el cómo manejar un proyecto de este tipo y aprender que ventajas científicas se pueden obtener para poder ser vendido a terceros.

## 8.5 Puntos de acción para recaudación

Creación dentro de AIMA de una fuerza de tarea para la recaudación de fondos.

Inicialmente puede trabajar con la reasignación de actividades de algunas personas dentro del *staff* existente del GTM pero ultimadamente esto llegaría a ser un departamento nuevo con su propio *staff*.

Incluiría la creación del puesto de Coordinador de recaudación, una dirección de ventas y mercadotecnia/relaciones públicas.

(NOTA IMPORTANTE, Cabría la posibilidad en el futuro que esta misma área recaude para el INAOE así aprovechando y maximizando su impacto.)

Formación de una 501©3 y creación de patronato en EEUU así como la formación de una fundación A.C. mexicana (AIMA).

Con estas dos asociaciones no lucrativas se podrán hacer convenios estratégicos en México y EEUU, facilitando las donaciones al poder extender recibos deducibles, se tendrá una figura legal con credibilidad y será el vehículo para la firma de convenios múltiples con instituciones de toda índole manteniendo el control del proceso de recaudación y el uso de

dineros, cosa que se perdería si se recauda mediante o a través de otras A.C.s o instituciones que tienen sus propios intereses creados y agenda y que además retendrían cantidades por gastos administrativos.

Urge lo anterior pues una 501 tarda meses en lograr la certificación por el IRS (fisco) americano. Sin la 501 nos podemos olvidar del 99% del universo donante importante ya que México tiene una reputación muy mala desafortunadamente en el manejo de donaciones y además los donantes grandes tienen normatividades que les facilitan donativos a 501s y prácticamente imposibilitan el donativo a otros.

Vale la pena recalcar que los donativos grandes vendrán en general de fuera de México por lo que nuestra estrategia deberá concentrarse en esto aunque no se desdeña el mercado Mexicano de donantes.

Se crearía un plan de incentivos para recaudadores externos, sean individuos o instituciones con intereses y sinergias similares. Esto es muy común y práctico pues extiende la red de recaudación mediante el pago de un incentivo (comisión en el mundo comercial.)

Se establecería un calendario a 1 y 2 años para cubrir los periodos presupuestales de los grandes donantes, gobiernos y fundaciones que se programan por año fiscal anticipado y tienen que trabajarse desde ahora.

Contar con una auditoría externa continuada. Esto es crítico y *sine qua non* para la recaudación. Validaría al GTM y debe ser de alguna institución internacional como KPMG, Price Waterhouse, etc., que si logramos lo que se pretende pudiera “donar” su auditoría en forma altruista. No puede ser una auditora Mexicana. Para AIMA A.C. sería lo mismo.

### 8.6 Acciones y fases por desarrollar

- Definición de Área de Recaudación y tareas
- Constitución AIMA A.C. en México y de la Fundación GTM USA, 501 c3.
- Firma de Convenios de Colaboración
- Fondeo de Hacienda emergente
- Visitas de vinculación e Información
- Página Web Nueva
- Inicio Publicaciones Clave –coordinador pro-bono (libro mesa de café)
- Estructuración de contabilidad y auditoria para rendición de cuentas al público
- Visitas de vinculación e Información
- Firma de convenios universitarios de tiempo aire-participación
- Entrega plan maestro de Negocios
- Primera Luz Inauguración y Eventos Varios

### 8.7 Estrategia ante CONACyT y gobierno

El apoyo continuado del proyecto GTM hasta que funcione debe continuarse por:

- El impacto que tendría el fracaso ante la comunidad internacional académica, gobiernos y público. Sería negativo y demostraría con creces la incapacidad mexicana de organizarse, competir en el primer mundo no solo en lo científico sino también en lo comercial y educativo.
- Esto limitaría no sólo el CONACYT y GTM sino cualquier proyecto futuro nacional.
- Relegaría con causa justificada al país como consumidor de tecnología y no productor o participante.

### 8.8 Acciones a tomar sine qua non

- Replantear el proyecto a estándares internacionales de administración.
- Reclasificar el proyecto en términos de presupuesto continuado por el periodo que sea necesario.
- Apoyar el proyecto con el empuje final para terminarlo y operar a estándares internacionales.
- Formar 501 y AIMA A.C.

- Dentro de la 501 y AIMA A.C., crear una administración conjunta capaz de hacer el trabajo y generar confianza en forma institucional y blindada en contra de cambios políticos.
- Instituir un patronato de primer nivel.

### 8.9 Formación de las unidades administrativas del GTM en México y EEUU

Sin lugar a duda una de las labores más trascendentales para el proyecto GTM es la conformación de las formas, vehículos legales y mecanismos administrativos a mediano y largo plazo que puedan tener la capacidad de llevar al proyecto al futuro dentro de un ambiente de credibilidad y viabilidad.

Para este efecto se debe crear la estructura que sea apolítica pero a la vez profesional y blindada contra los cambios sexenales o de personalidades. Se deberá proteger el seguimiento e implementación de un plan de negocios a mediano y largo plazo donde no pueda haber giros inesperados por decisiones supuestamente “pragmáticas” momentáneas que responden a la política o estrategias financieras de corto plazo presupuestarias.

Afortunadamente, la solución es relativamente sencilla requiriendo más que nada voluntad política y es mediante la creación de un sistema de INSTITUCIONALIDAD vía la constitución de dos vehículos: Una organización sin fines de lucro constituida en Estados Unidos y una imagen espejo constituida en México de una asociación civil sin fines de lucro, AIMA.

Es necesario crear una 501 en EU por varias razones contundentes. Sin rodeos y para efectos de este documento debe recalcar que en Estados Unidos no existe confianza en México ni en la rendición de cuentas por instituciones, universidades o gobiernos Mexicanos. Además, la mayoría de donativos y apoyos por experiencia vendrán de, o a través de, Estados Unidos. El tratar de lograr credibilidad y apoyos importantes sin sortear esta dificultad sería imposible.

Esta 501 tendría el control de los recursos donados y conseguidos a nivel nacional EU e internacional y rendiría cuentas con estándares internacionales del IRS a la comunidad que otorga no sólo de los donativos sino del presupuesto general y los avances y patentes del GTM.

A la vez se deberá contar con una asociación civil, constituida en México con una imagen de la 501 y en ella se llevaría la ejecución del presupuesto y la aplicación local México de los donativos así como el rastreo y rendición de cuentas a la 501.

Las dos asociaciones tendrían un organigrama normal de fundadores y (ver tabla anexa) con ejecutivos responsables de la operación día a día de las mismas en cada país en algunos casos y compartiría algunos. Se crearían los patronatos de primer nivel para ambas instituciones que apuntalarían con personas de prestigio la credibilidad del proyecto y garantizarían la atracción de recursos privados, institucionales y públicos. Para envolver esto dentro de un vehículo filosófico de suficiente categoría se sugiere que el proyecto sea elevado al de un "OBSERVATORIO NACIONAL" que inclusive puede ser promovido como Latino Americano.

Los tiempos son críticos pues para la constitución de ambas se requieren un par de meses más el presupuesto adecuado así como la certificación en cada país de su status “sin fines de lucro / non profit” de la Secretaría de Hacienda México y el IRS E.U.

## 9 ANEXO I.- INDICADORES RELEVANTES PARA EL INAOE- CONACYT

### 9.1 Generación de conocimiento

Este proceso permite resaltar la importancia de la generación y administración del conocimiento científico y tecnológico que se desarrolla en los CPI's como valiosa contribución en la búsqueda de soluciones a los problemas y necesidades de la sociedad. Destacando su interrelación con otras instituciones nacionales e internacionales como resultado e impulso de la globalización. La formalización de los procesos para el registro, otorgamiento y comercialización de patentes y/o derechos de autor, es una importante aportación para el desarrollo económico y social a través de la innovación.

Eje	Indicador	Unidad de medida
Generación de Conocimiento	Generación de conocimiento	Número de publicaciones arbitradas/Total de publicaciones generadas por el Centro
	Divulgación de conocimiento	Número de acciones de acercamiento de la CyT a la sociedad en el año T1/Acciones de acercamiento de la CyT a la sociedad en el año
	Desarrollo de Inventiva	Número de patentes otorgadas y/o derechos de autor / total de patentes y/o derechos solicitados.
	Transferencia de conocimiento	Número de patentes licenciadas y/o derechos de autor transferidos/Total de investigaciones realizadas por el Centro

## 9.2 Formación de recursos humanos

Mediante este proceso se destaca la importancia de los CPI's en la formación de recursos humanos de excelencia y su alta capacidad de respuesta a las necesidades que plantea el desarrollo económico y social a nivel local, regional y nacional.

Eje	Indicador	Unidad de medida
Formación de Recursos Humanos	Excelencia de investigadores	Número de SNI / total de investigadores
	Excelencia de los postgrado	Número de postgrados en el PNP / Total de postgrados
	Generación de RH especializados	Número de maestros y doctores graduados / total de investigadores
	Eficiencia Terminal	Alumnos Graduados por cohorte / Alumnos Matriculados por cohorte
	Inserción en el mercado laboral	Alumnos Graduados Insertados en el mercado laboral /Alumnos Graduados

### 9.3 Apoyo al desarrollo económico, social y regional

Con este proceso se busca ubicar aquellos proyectos y acciones resultantes de una robusta y madura vinculación de los CPI con los distintos actores del desarrollo económico y social. Estas acciones y resultados son las que le brindan una amplia visibilidad al quehacer de los CPI, a través de sus aportaciones científicas y tecnológicas al bienestar de la comunidad.

Eje	Indicador	Unidad de medida
Apoyo al Desarrollo socio económico regional	Cobertura de servicios	Número de usuarios de los servicios / total de investigadores
	Contribución a la solución de demandas regionales	a) Número de proyectos aprobados en fondos mixtos / total de proyectos b) Número de investigadores dedicados al desarrollo local/Total de investigadores.
	Contribución de conocimiento para el bienestar social	Número de proyectos que atienden necesidades de sectores vulnerables de la población / total de proyectos
	Contribución de impacto poblacional	Población atendida o beneficiada a través de proyectos para el bienestar social/Total de la población de la localidad o comunidad.

#### 9.4 Fortalecimiento de la competitividad

Mediante este proceso se pretende estimar la aportación de los CPI's a los índices de competitividad local, regional y nacional, destacando los esfuerzos realizados en la generación y/o fortalecimiento de empresas y empleos y la reciprocidad económica y social resultante hacia los CPI's

Eje	Indicador	Unidad de medida
Fortalecimiento de la Competitividad	Contribución de conocimiento a la competitividad	Número de tesis del postgrado concluidas orientadas al desarrollo socio-económico / total de tesis concluidas
	Contribución del conocimiento al desarrollo de empresas	Número de empresas apoyadas/Total de proyectos de investigación
	Índice de innovación	Número de patentes licenciadas / Total de patentes otorgadas
	Transferencia social del conocimiento	Proyectos de transferencia de conocimiento/total de proyectos desarrollados
	Índice de sostenibilidad económica	Monto de recursos autogenerados / Monto de presupuesto total

---

## INDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	2
1.1	Servicio.....	3
1.2	Mercado.....	4
1.3	Inversión requerida y finanzas.....	4
1.4	Conclusión .....	5
1.5	Recomendaciones.....	5
2	INTRODUCCIÓN, DIAGNÓSTICO Y PORVENIR DEL PROYECTO GTM.....	7
2.1	Antecedentes .....	7
2.2	Investigación estratégica.....	7
2.3	Puntos de acción recomendados .....	9
2.4	Beneficios del proyecto .....	10
3	HISTORIA Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO .....	11
3.1	Descripción general del proyecto .....	11
3.2	Historia del proyecto.....	13
3.2.1	Etapas de planeación .....	14
3.2.2	Etapas de construcción.....	19
3.2.2.1	Obra civil: 1998-2006. ....	19
3.2.2.2	Estructura de acero.....	23
3.2.3	Etapas de Verificación y Pruebas ( <i>Commissioning</i> ).....	29
3.3	MISIÓN.....	30
3.4	VISIÓN .....	30
3.5	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	31
3.5.1	Metas técnicas a lograr .....	32
3.5.2	Metas Operativas .....	34
3.5.3	Meta estratégica administrativa.....	34
3.5.4	Meta estratégica financiera.....	35

---

3.5.5	Objetivos estratégicos de mediano y largo plazo.....	35
3.5.5.1	Elevarlo a ser un observatorio global con aportaciones públicas y privadas de EEUU y México.....	35
3.5.5.2	Desarrollar capacidad tecnológica en México.....	35
3.5.5.3	Inicio de la actividad científica del GTM.....	36
3.5.5.4	Creación de centro de investigación y desarrollo en tecnologías emergentes de microondas.....	37
3.5.5.5	Desarrollo en Puebla de una ciudad de la innovación basada en las tecnologías derivadas del GTM.....	44
3.5.5.6	Incrementar el aprecio a la CyT y mejorar la educación en CyT de la región	46
3.5.5.7	Aumentar la autoestima y la apropiación del GTM en la región..	50
3.5.5.8	Mejorar la educación en CyT de la región.....	50
3.5.6	Tácticas.....	51
3.6	Valores.....	52
3.7	Factores claves de éxito.....	52
3.8	Análisis FODA.....	54
4	MERCADOTECNIA.....	61
4.1	MERCADO POTENCIAL.....	61
4.1.1	Mercado Meta.....	63
4.2	COMPETENCIA.....	64
4.2.1	Competencia directa.....	64
4.2.1.1	Cornell Caltech Atacama Telescope.....	65
4.2.1.2	Atacama Large Millimeter Array (ALMA).....	66
4.2.1.3	Arecibo.....	68
4.2.1.4	Gran Telescopio Canarias (GTC).....	71
4.2.1.5	Green Bank (GBT).....	72
4.2.2	Competencia Indirecta.....	74

---

4.2.2.1 Universidad Autónoma de México (UNAM), (Morelia, México) Centro de Radioastronomía y Astrofísica.....	75
4.2.2.2 Universidad Católica del Perú, (Perú) Instituto de Radioastronomía Pontificia .....	77
4.2.2.3 Universidad de Valencia, (España) Grupo de Radioastronomía, .	78
4.2.2.4 Universidad de Chile, (Chile) Departamento de Astronomía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas .....	79
4.2.2.5 Universidad Católica del Norte, (Chile) Instituto de Astronomía.	80
4.2.2.6 Arizona State University, Arizona (EEUU) School of Earth & Space Exploration (SESE) .....	81
4.2.2.7 Instituto Tecnológico de California, (Caltech), California EEUU ..	82
4.2.2.8 Instituto Tecnológico de Massachusetts, (MIT), EEUU .....	82
4.2.2.9 Otras Universidades con Institutos o departamentos de Astronomía	84
4.1.1.10 Proyecto de la NASA Carl Sagan para el estudio de mundos extraterrestres .....	90
4.2 SERVICIO .....	91
4.3 Promoción y publicidad .....	93
4.3.1 Pagina Web .....	97
4.3.2 Promociones de Ventas.-.....	98
4.3.3 Publicidad. ....	101
4.3.4 Ventas Personales.....	103
4.3.5 Relaciones Públicas.....	104
5 OPERACIÓN DEL GTM.....	108
5.1 JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA	108
5.2 Control de calidad .....	109
5.3 ESQUEMA DE OPERACIÓN.....	110
5.3.1 Esquema Público .....	112

---

5.3.1.1 Estructura organizacional del GTM en el INAOE.....	112
5.3.1.2 Estructura funcional actual .....	116
5.3.1.3 Estructura propuesta .....	121
5.3.1.4 Descripción de la estructura.....	125
5.3.2 Esquema Privado .....	130
5.3.3 Operación de AIMA A.C .....	132
5.3.4 Presupuesto Anual .....	134
5.3.5 Auditoría externa continuada .....	135
5.3.6 Creación de mecanismos de recepción de donativos e inversión.....	136
6 ADMINISTRACION DE RECURSOS HUMANO .....	137
6.1 Definición de funciones y responsabilidades.....	137
6.2 ORGANIZACIÓN.....	139
6.3 Tabuladores de sueldos.....	141
7 CONTABILIDAD Y FINANZAS.....	142
7.1 Proyecciones financieras.....	142
7.1.1 Modelo financiero basado en la valorización del tiempo.....	145
7.1.2 Estimación del costo total por año.....	145
7.1.3 Estimación del tiempo telescopio medido en horas.....	145
7.1.4 Estimación del costo por hora.....	146
7.1.5 Política de pagos.....	146
7.2 Plan de financiamiento e ingresos para la operación del GTM.....	150
7.2.1 Venta de "horas telescopio" a terceros.....	152
7.2.2 Otras posibles fuentes de ingreso.....	155
7.2.3 Calendario.....	156
7.2.4 Comentarios al Flujo Proforma.....	157
7.2.5 Estrategias para recaudación de fondos .....	159
7.2.6 Puntos relativos a la recaudación.....	161

---

---

7.3	Controles financieros administrativos .....	165
7.4	Puntos clave para donantes .....	166
7.5	Contribución de la UMASS .....	168
8	CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES.....	170
8.1	Consecuencias de no concretar el proyecto.....	171
8.2	Antecedentes por área de la situación actual.....	173
8.2.1	Administrativamente .....	173
8.2.2	Financieramente.....	174
8.2.3	Operativamente .....	174
8.3	Recomendaciones por área .....	175
8.3.1	Administrativamente .....	175
8.3.2	Financieramente.....	175
8.3.3	Operativamente .....	176
8.3.4	Académicamente.....	176
8.4	Componentes del plan de acción.....	177
8.5	Puntos de acción para recaudación .....	178
8.6	Acciones y fases por desarrollar.....	180
8.7	Estrategia ante CONACyT y gobierno.....	181
8.8	Acciones a tomar sine qua non .....	181
8.9	Formación de las unidades administrativas del GTM en México y EEUU 182	
9	ANEXO I.- INDICADORES RELEVANTES PARA EL INAOE-CONACYT.....	185
9.1	Generación de conocimiento.....	185
9.2	Formación de recursos humanos .....	186
9.3	Apoyo al desarrollo económico, social y regional .....	187
9.4	Fortalecimiento de la competitividad.....	188

---