

## Capítulo 9

# El Gran Telescopio Milimétrico y su relación con la sociedad

El Gran Telescopio Milimétrico se está construyendo en la cima del volcán Sierra Negra, conocido también como Tliltépetl, en el estado de Puebla. El sitio está ubicado dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba, a  $18^{\circ} 59' 06''$  latitud norte, a  $97^{\circ} 28' 53''$  longitud oeste y a 4580 m sobre el nivel del mar (msnm). Se encuentra a una distancia de aproximadamente 100 km de la costa del Golfo de México y a unos 300 km de la costa del Océano Pacífico. Desde la ciudad de Puebla se puede llegar fácilmente después de recorrer 100 km en la autopista a Veracruz y 20 km en un camino de acceso.



Figura 9.1: Vista aérea de Sierra Negra o Tlitépetl, el sitio del Gran Telescopio Milimétrico. En la parte posterior se aprecia el volcán Pico de Orizaba o Citlaltépetl.

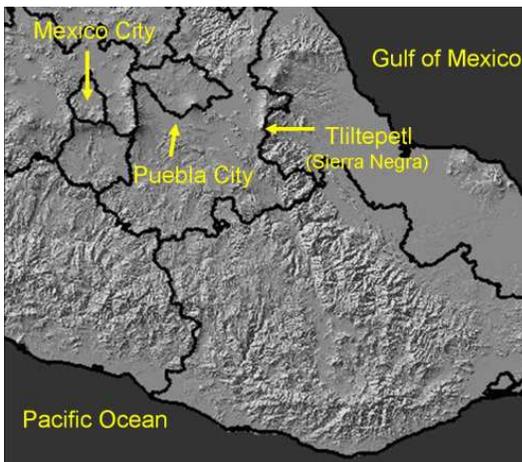


Figura 9.2: Mapa de la región. El Tlitépetl se ubica a aproximadamente 100 km de la Cd. de Puebla y de la costa del Golfo de México.

## 9.1. El Parque Nacional

Sierra Negra está a sólo 7.3 km del Pico de Orizaba, el volcán más alto de México. El área adquirió el estatus de Parque Nacional en 1937 vía un decreto presidencial elaborado por el Gral. Lázaro Cárdenas<sup>[1]</sup>, del que citamos un extracto:

*“Considerando que entre las montañas majestuosas que forman el relieve del Territorio Nacional el Pico de Orizaba que es Volcán y Nevado, es a la vez uno de los más portentosos y elevados del sistema volcánico del Territorio Nacional, que se admira cual majestuoso faro por los navegantes del Golfo Mexicano y en cuyos bosques se encuentran ejemplares de árboles de gran desarrollo y especies arbóreas indígenas de la región que es indispensable evitar que desaparezcan ya que con ello se causaría un perjuicio irreparable al adelanto de las ciencias naturales de nuestro país; bosques que por otra parte convienen a los intereses de la Nación en general conservar, como una medida de protección local contra los efectos de la erosión, así como para mantener el buen clima de la región, asegurando el abastecimiento constante de agua necesaria para la agricultura y la industria. Considerando, finalmente que la misma belleza natural de esta montaña y la de su flora y fauna, forman un atractivo poderoso para el desarrollo del turismo, mejorar los senderos existentes para hacerla accesible por diversos puntos los que, constituirán una gran ventaja económica para los pueblos”.*

El Parque Nacional Pico de Orizaba cubre un área de 19750 ha en los estados de Puebla y Veracruz. Su vegetación se compone de zacatonales,



Figura 9.3: El Citlaltépetl, o Pico de Orizaba, a 5700 m sobre el nivel del mar, es el volcán más alto de México. En la parte derecha se ve el Tliltépetl, el sitio del GTM.

bosque mixto de pino, abeto, ciprés, encino y bosque mesófilo de montaña. La fauna consiste de venado cola blanca, mapaches, conejos, y zorra gris, entre otras especies. El clima es templado y frío. Desde la cara norte del Pico de Orizaba, o Citlaltépetl, se observa el glaciar Jamapa, con una extensión de 11 km aproximadamente. Varias cuencas y ríos nacen en el Citlaltépetl, como el Papaloapan, Jamapa y Oriental, entre otros. Diversas corriente internas y externas que se originan ahí bajan a ciudades cercanas.

Una de las peculiaridades del Parque Nacional Pico de Orizaba es la vegetación que se da a grandes alturas. Los bosques que se desarrollan a altitudes mayores que 3200 msnm son de importancia primordial para la protección de la tierra y la estabilidad de la pendiente, porque ayudan a la preservación de la biodiversidad natural de las plantas, animales, hongos y microbios que existen en estos sistemas. Los bosques dominados por *Pinus*

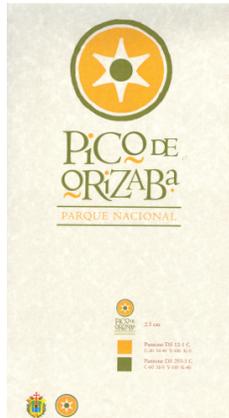


Figura 9.4: Logotipo del Parque Nacional Pico de Orizaba.

*hartwegii* y *Pinus rudis* son naturalmente raros, ya que sólo crecen en la región volcánica del centro de México, y llegan a desarrollarse hasta 4000 m de altitud. Algunos de los árboles más viejos tienen más de 300 años, lo que sugiere que el bosque jamás ha sido clareado para agricultura o pastoreo y que pertenece a la importante categoría de bosque primario. No obstante, la presencia de asentamientos irregulares aislados, incendios y producción de semillas poco frecuentes, debido a que hay muchos árboles maduros, han contribuido a disminuir la habilidad del bosque para automantenerse. Entre los 3200 y 3600 m hay bosques de *Abies religiosa*. Los bosques de menor altura, de 2000 a 3000 m, están dominados por *Pinus pseudostrobus*, *Abies religiosa* y *A. hikeli* en áreas más protegidas y fértiles, pero también hay otras especies menos comunes<sup>[2]</sup>.

La ubicación del GTM dentro de un parque nacional obliga a que el proyecto satisfaga La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como otras leyes. El proyecto llevó a cabo los estudios de im-



Figura 9.5: Campaña de reforestación del GTM en el Parque Nacional en la que trabajaron pobladores de las comunidades aledañas.

pacto ambiental requeridos para la aprobación de la construcción del camino de acceso del telescopio y demás infraestructura de apoyo, como es la línea eléctrica. Una de las condiciones del permiso para construir el telescopio en el área cedida al INAOE, fue que el instituto llevara a cabo restauración ambiental del bosque en el área donde se construyó el camino de acceso a la cima. Específicamente se requirió reforestar con especies nativas 100 ha de tierra en el Tlitépetl. El proceso de reforestación motivó la interacción y cooperación con la gente del pueblo de Texmalaquilla, ya que se crearon empleos temporales para la gente de la localidad, con el apoyo de las autoridades estatales.

En México existen muchas áreas protegidas sujetas a programas especiales, llamados Programas de Manejo para la Conservación (PMC), que definen las actividades permitidas, tales como la explotación forestal, el ecoturismo, la educación ambiental y las actividades de investigación, entre otras. Los PMC establecen las normas y la subdivisión geográfica para estas activi-



Figura 9.6: Vista aérea del camino de acceso al GTM.

dades con el objetivo de garantizar la conservación ambiental del área. El Parque Nacional Pico de Orizaba todavía no está dentro de ningún programa especial de protección.

El proyecto GTM ha estado colaborando estrechamente con las autoridades ambientales y, en un esfuerzo conjunto, ha sido la fuerza motriz para el desarrollo del PMC. El programa debe incluir la reforestación, la restauración y la conservación de las especies nativas del lugar, así como el establecimiento de los criterios de regulación, operación y manejo dentro del parque. Por ejemplo, uno de los objetivos es desarrollar un manejo sustentable del bosque en las tierras ejidales. Otro objetivo es salvaguardar las extraordinarias condiciones de observación en Sierra Negra. Para garantizar el éxito de un programa tan ambicioso, es fundamental la participación de las comunidades aledañas, las dependencias gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales y empresas, tanto en Puebla como en Veracruz.

De forma independiente, se está trabajando en la protección de las fre-



Figura 9.7: Condiciones de observación privilegiadas. La imagen fue tomada desde la cima de Sierra Negra. Las nubes se forman abajo de la cima dejando el cielo despejado para llevar a cabo las observaciones astronómicas.

cuencias de operación del GTM, de 70 a 350 GHz, siguiendo las recomendaciones de la Unión Astronómica Internacional<sup>[3]</sup> a través de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, con sede en Génova, Italia, y la Comisión Federal de Telecomunicaciones de México.

Algunos científicos de los Departamentos de Conservación de Recursos Naturales y de Antropología de la Universidad de Massachusetts han colaborado con científicos de instituciones mexicanas, como el Colegio de Posgraduados de Chapingo, en la especialidad forestal, y el Instituto de Ecología, para asesorar al proyecto GTM a alcanzar las metas ambientales. Se propone trabajar dentro del marco de un Proyecto de Desarrollo y Conservación Integral<sup>[2]</sup>, que garantice una sólida investigación ecológica y antropológica bien documentada. La idea es generalizar los resultados y desarrollar el proyecto como un modelo que incorpore las preocupaciones sociales, económicas

y ambientales del área en futuros proyectos de tecnología avanzada.

Muchos programas de conservación se inician por preocupaciones sobre un problema particular de conservación, como puede ser alguna especie animal en peligro de extinción o un área natural única. No obstante, en el caso del GTM, la preocupación por la rehabilitación del parque nacional es una consecuencia directa de los planes de construcción y operación del telescopio. En la actualidad, el parque es una fuente de recreación y conservación ambiental subexplotada. Estando tan cerca de la capital del país y de otros centros urbanos importantes, representa un lugar excepcional, con un gran potencial. El compromiso del GTM de participar activamente en la elaboración y ejecución del Plan de Manejo para la Conservación ofrece una oportunidad importante de interactuar con y servir a las necesidades de un espectro de gente muy amplio.

## **9.2. El GTM y las comunidades aledañas**

La localidad más cercana al telescopio es Texmalaquilla, una pequeña comunidad de alrededor de 1300 habitantes<sup>[4]</sup>. Está a 5.3 km del sitio del GTM, a una altitud de 3100 msnm. Cuenta con muy pocos servicios. El proyecto ha proporcionado apoyo legal en problemas de tenencia de tierras, por medio de la agilización de trámites ante dependencias del gobierno estatal o federal. Por ejemplo, ha sido el enlace entre la comunidad de Texmalaquilla y la Secretaría de Desarrollo Social, en la organización de pláticas informativas de programas de apoyo a comunidades rurales.



Figura 9.8: Mapa del INEGI<sup>[4]</sup> de la región más cercana al GTM/LMT. El norte está hacia arriba. Texmalaquilla está a 5.3 km de la cima, Atzitzintla a 9 km y Cd. Serdán a 14 km.

Se han desarrollado distintas actividades relacionadas con la educación. A través del JPL, la Dra. Clarice Lolich, ha impartido cursos de verano sobre el Sistema Solar y el uso de telescopios a alumnos de la primaria. En el rubro de la educación para adultos, el proyecto GTM ha gestionado diversas actividades entre las que se encuentra una campaña de alfabetización, en el marco de las campañas anuales que organiza la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Por otro lado, se tiene programado llevar a cabo campañas de reforestación de forma periódica, en un esquema similar al de la primera realizada.

Atzitzintla es un poco más grande que Texmalaquilla, con una población de casi 3 mil habitantes<sup>[4]</sup>. Está localizada a aproximadamente 9 km del telescopio, a una altitud de 2680 msnm. Atzitzintla es cabecera municipal.



Figura 9.9: Niños de Texmalaquilla que tomaron el curso sobre el Sistema Solar impartido por la Dra. Clarice Lolitch.

El proyecto GTM ha brindado apoyo a la comunidad funcionando como enlace entre las autoridades locales, estatales y federales. Otra aportación del proyecto ha sido el préstamo de maquinaria para realizar pequeños trabajos, como la limpieza de caminos de acceso o la compactación de caminos dañados por fuertes lluvias. Por otro lado, se han creado nuevas fuentes de empleo e ingresos extra a través de la renta de casas y algunos otros servicios, requeridos por empleados y contratistas del proyecto así como por el personal de la colaboración GTM que visita el sitio.

Cd. Serdán, con una población de casi 34 mil habitantes<sup>[4]</sup>, está ubicada a cerca de 14 km del telescopio, a una altitud de 2540 msnm. Es la cabecera distrital y localmente es la población con más servicios.

Las autoridades de Cd. Serdán están concientes de la importancia del proyecto GTM. Se han organizado pláticas públicas para los empleados del gobierno local y estudiantes, con el propósito específico de explicar qué es el

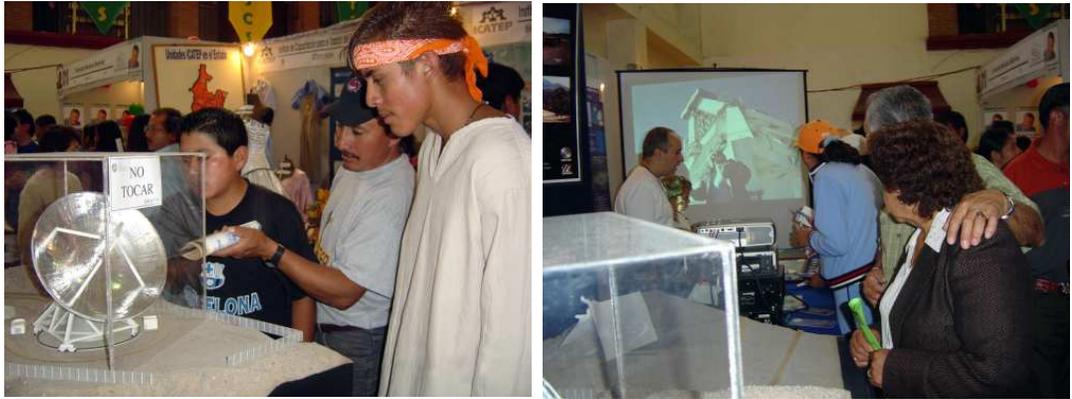


Figura 9.10: Las exposiciones sobre el GEM en la ferias de Cd. Serdán han sido visitadas por miles de personas.

GEM, cuáles son sus propósitos y aportaciones. El proyecto ha participado en las ferias anuales de la ciudad presentando exposiciones sobre el telescopio, que han atraído la atención de miles de visitantes. Las exposiciones han consistido en imágenes de la construcción del telescopio, carteles, vídeos, animaciones científicas y una maqueta del telescopio. Ha habido secciones dedicadas exclusivamente a los niños donde se han incluido rompecabezas imantados, transbordadores de la NASA para armar y experimentos de física, entre otras actividades. El interés y aceptación de la población ha sido extraordinario. La percepción general es que el GEM resultará en un beneficio cultural y educativo para sus comunidades.



Figura 9.11: Niños recortando el transbordador espacial Atlantis de la NASA y armando un rompecabezas de los planetas, durante una de las ferias de Cd. Serdán.

### 9.3. El GTM y el público amplio

El proyecto GTM ha sido muy activo en sus actividades de divulgación, tanto en México como en Estados Unidos. Ha producido mucho material impreso como trípticos, folletos y carteles, que se han exhibido en diversas ferias y actividades de divulgación. La mayoría de los miembros de la colaboración ha dado pláticas públicas sobre el proyecto. También se han escrito numerosos artículos en periódicos y revistas de circulación nacional y regional. El proyecto también cuenta con una página web muy completa ([www.lmtgtm.org](http://www.lmtgtm.org)).

Tanto los astrónomos del INAOE como de UMass Amherst han sido entrevistados por diferentes medios a nivel regional, nacional e internacional. Ha habido reportajes y entrevistas en prácticamente todos los periódicos de circulación nacional de México y en periódicos importantes de Estados Unidos como el Washington Post y Los Angeles Times. Agencias internacionales

de noticias como Reuters y la Agencia Alemana de Prensa (DPA) han escrito reportajes sobre el telescopio que se han publicado en una variedad de países de América y Europa. También revistas como National Geographic y Cambio, en sus respectivas ediciones lationamericanas, han publicado artículos sobre el GTM. El proyecto ha estado presente en los canales de televisión locales y nacionales más importantes de México como son Canal 11, Televisa y TV Azteca. Ha tenido también una presencia importante en las cadenas de televisión hispana de Estados Unidos, Univisión y Telemundo.

A largo plazo, se planea tener una oficina de noticias del proyecto. Asimismo, el proyecto GTM tiene planeado tener un museo pequeño o centro de información, en alguna de las localidades más cercanas a la cima del Tliltépetl, similar a los centros de información que han sido tan exitosos en telescopios como el de Arecibo, en Puerto Rico, o los de Green Bank en Estados Unidos. El objetivo es enseñar a la gente cuál es la función científica del telescopio, cuáles son los problemas que se quieren abordar, la importancia del proyecto tanto en México como en Estados Unidos y a nivel internacional, los retos involucrados en el diseño y construcción, así como los resultados científicos esperados.

Anticipamos que habrá exposiciones y eventos especiales. Una vez que el telescopio esté en operación se realizará divulgación de los descubrimientos que tendrán lugar. Se organizarán visitas al centro de información donde se planea desarrollar programas educativos que involucren a una comunidad más amplia. En estas actividades, el proyecto GTM se beneficiará de la rica experiencia que tanto el INAOE como UMass Amherst han ganado a lo largo



Figura 9.12: Niños de una escuela primaria durante una visita al INAOE donde aprenden a observar el Sol.

de los años en las actividades de divulgación en sus observatorios y campus. El proyecto GTM también está muy interesado en establecer colaboraciones con otras universidades, para contribuir al éxito de tales actividades.



Figura 9.13: Un grupo de primaria durante una visita al círculo solar en la Universidad de Massachusetts para aprender cómo es el movimiento aparente del Sol a lo largo del año y el cambio de estaciones.

# Referencias

- [1] Diario Oficial de la Federación. Lunes 4 de enero de 1937, Folio real No. 45663 del Registro Público de la Propiedad. Decreto que declara Parque Nacional el Pico de Orizaba y sus alrededores.
- [2] Kelty, M.J., Hernández de la Rosa, P. y Nava, J. 2002, “Proposal for an Integrated Conservation and Development Project Related to GTM/LMT project, Cerro La Negra and Texmalaquilla”.
- [3] McNally, D. ed. 1994, “Report and Recommendations of the IAU Commission 50 (Identification and Protection of Existing and Potential Observatory Sites)”, en “The Vanishing Universe: Adverse Environmental Impacts on Astronomy”, Cambridge University Press.
- [4] Información extraída de la página del INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

