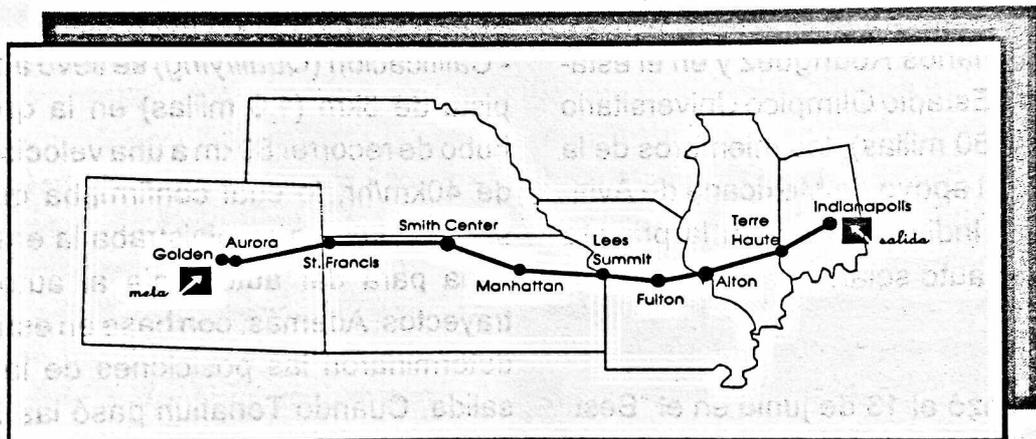


# TONATIUH EN SUNRAYCE '95

El primer auto solar de carreras mexicano culminó exitosamente su participación en Sunrayce '95. Obtuvo dos importantes premios: "The Composite Award" otorgado por la empresa DuPont y el "Max King Award" otorgado por los organizadores. Finalizó en el lugar 29 y causó gran sorpresa entre todos los participantes y organizadores del evento.



## SUNRAYCE '95

Organizada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos y General Motors Co., Sunrayce'95 es la carrera de autos solares más importante en América. Tiene como objetivo promover la innovación y creatividad científica, desafiando a estudiantes universitarios de diversas áreas para diseñar, construir y administrar proyectos que involucren tecnología de vanguardia con la finalidad de capacitarlos para el campo laboral-industrial. Sunrayce'95, en su tercera edición, fue planeada para recorrer 1850 km. (1150 millas), durante nueve jorna-

das, iniciando el 20 de junio en el "Monument Circle" en Indinópolis, IN; con un día de descanso en "Longview Community College" en Lee's Summit, MO (aproximadamente a la mitad del recorrido) y finalizando en el "National Renewable Energy Laboratory" en Golden, CO.

## TONATIUH EN SUNRAYCE '95

Sunrayce'95 fue mucho más que un recorrido por el corazón de los Estados Unidos, la competencia realmente inició desde que sesenta y cinco universidades se inscribieron al evento,

incluyendo siete de Canadá, una de Puerto Rico y por primera vez una de México. Todas las escuderías enviaron sus propuestas de participación y sobre ellas los organizadores seleccionaron a treinta, las cuales recibieron un apoyo de \$ 3,000 dls., siendo Tonatiuh una de las escuderías elegidas. Las propuestas consistían en hacer una descripción profesional de las características mecánicas, eléctricas y estructurales del auto, basadas en el, hasta entonces, reglamento actualizado. Posteriormente, la escudería tuvo que hacer los cambios pertinentes para que Tonatiuh cumpliera con las modificaciones que se efectuaron al reglamento.

Después de largas jornadas de trabajo, así como pruebas de rodamiento en el Autódromo Hermanos Rodríguez y en el estacionamiento del Estadio Olímpico Universitario (con un total de 50 millas), los miembros de la escudería, con el apoyo de Mexicana de Aviación, viajaron a Indianápolis para la primera gran prueba del auto solar.

### **Competencia**

El evento comenzó el 13 de junio en el "Best Western Hotel", lugar donde los equipos fueron registrados, siendo 46 universidades las contabilizadas al término de dicho día. La competencia consistió en dos etapas: las pruebas de calificación y el recorrido de 1150 millas hasta Golden, Colorado.

*Primera etapa.* Se llevó a cabo del 14 al 18 de junio en el "Indianapolis Raceway Park" y estuvo formada por las siguientes pruebas:

- Escrutino (*Scrutineering*). Revisión de dimensiones y peso del auto (*Sizing*), luces de frenado y direccionales, salida del piloto de la cabina -en menos de siete segundos-, radio de giro, así como los números y logotipos reglamenta-

rios (*Body*); sobre el sistema eléctrico: capacidad de baterías, cableado, aislamiento y ventilación adecuada; y del sistema mecánico: elementos de seguridad en todos los tornillos y construcción confiable para desempeñarse en carretera y pista. La prueba de frenado (*Braking test*) fue de las más emocionantes, ya que se tenía que hacer alto total desde una velocidad de 35mph. en menos de 4 segundos y sobre una distancia menor a 12m., en la que varios autos sufrieron problemas mecánicos. Por último la prueba de maniobrabilidad (*Stability test*) consistió en librar una serie de obstáculos a una velocidad de 15 mph. Todo con el fin de comprobar que los autos eran confiables, seguros y que se encontraban dentro del reglamento establecido.

- Calificación (*Qualifying*) se llevó a cabo en una pista de 3km (1.6 millas) en la que Tonatiuh hubo de recorrer 80km a una velocidad superior de 40km/hr, lo cual confirmaba que el panel solar realmente suministraba la energía necesaria para dar autonomía al auto en largos trayectos. Además, con base en esta prueba se determinaron las posiciones de la parrilla de salida. Cuando Tonatiuh pasó las pruebas de calificación y fue anunciado como uno de los 38 seguros competidores de la carrera, los abrazos y la ola se hicieron presentes.

Para cerrar la primera etapa del evento, los organizadores ofrecieron una cena en donde otorgaron la primera ronda de premios; en ella Tonatiuh recibió el codiciado "Composite Award" por el mejor uso de materiales compuestos, superando a universidades como MIT, Michigan, Cal. Poly. Pomona, Minnesota y George Washington - todas ellas con una amplia trayectoria en diseño y construcción de autos solares-.

*Segunda etapa.* El día 20 de junio desde temprana hora las escuderías arribaron al

"Monument Circle", en donde la inauguración tuvo lugar. En ella el desfile de escuderías, el discurso de la Secretaria del Departamento de Energía y los himnos de los países participantes atrajeron la atención de espectadores y cadenas televisivas. Con gran organización y puntualidad la carrera inició a las 10:00 am. , saliendo los autos en intervalos de un minuto, lo cual fue el sistema de arranque en las jornadas posteriores. Todos los autos tenían ocho y media horas para concluir su recorrido y en caso de que no fuera así, debían remolcar sus autos, obteniendo una penalización de tres minutos por milla remolcada. También se contaba con un descanso de 15 min. a mitad del recorrido, el cual no era contabilizable en el tiempo global.

Tonatiuh inició en el lugar treinta y tres y al finalizar su primer recorrido logró avanzar más de diez posiciones. Durante toda la carrera los lugares en los que arribó fueron desde el diecinueve hasta el treinta, pero esto no significó lo más importante para los miembros de la escudería. Cada día fue de invaluable conocimiento acerca del comportamiento mecánico y eléctrico del auto, además de un gran aprendizaje sobre estrategias de competencia y organización en eventos de ese tipo.

Durante la carrera se recorrieron ciudades y carreteras con tráfico normal, se respetaron reglas y señalizaciones cotidianas y cientos de personas saludaron y fotografiaron con entusiasmo a la caravana de autos solares. También el mal tiempo hizo su aparición, ya que desde el primer día, lluvias y cielos nublados impidieron a los autos recargar completamente sus baterías, disminuyendo así la velocidad promedio de la carrera. Este clima se hizo más crítico el último día y, sumado a las pendientes del ascenso a Golden, dificultó e impidió la llegada de la mayoría de las

escuderías a la meta. Tonatiuh con gran esfuerzo y perseverancia logró concluir el recorrido y fue recibido con gran júbilo en la meta.

Al día siguiente se llevó a cabo la ceremonia de clausura en el "Broadmoor Hotel" de Colorado Springs, CO. y con una exclusiva cena los organizadores otorgaron la segunda ronda de premios. En ella, la Escudería Tonatiuh recibió el "Max King Award" al equipo más entusiasta y se entregaron las preseas al primer lugar (Massachusetts Institute of Technology), segundo lugar (University of Minnesota) y tercer lugar (California Polytechnic University, Pomona).

En un ambiente de compañerismo la clausura se celebró recordando los tres pilares que justifican la existencia de este tipo de eventos: el primero, la educación de jóvenes universitarios que pongan en práctica sus conocimientos y aprendan a trabajar en equipo bajo el seguimiento de rutas críticas con fechas fijas, tal como lo harán en el futuro laboral de su país; el segundo, el impulso de nuevas tecnologías sometiendo a prueba los componentes de los autos solares con el fin de detectar sus fallas bajo condiciones críticas de operación; y, el tercero, el desarrollo de diseños eficientes para el aprovechamiento máximo de energía, lo cual es de vital importancia ante la actual crisis energética.

### **Premios**

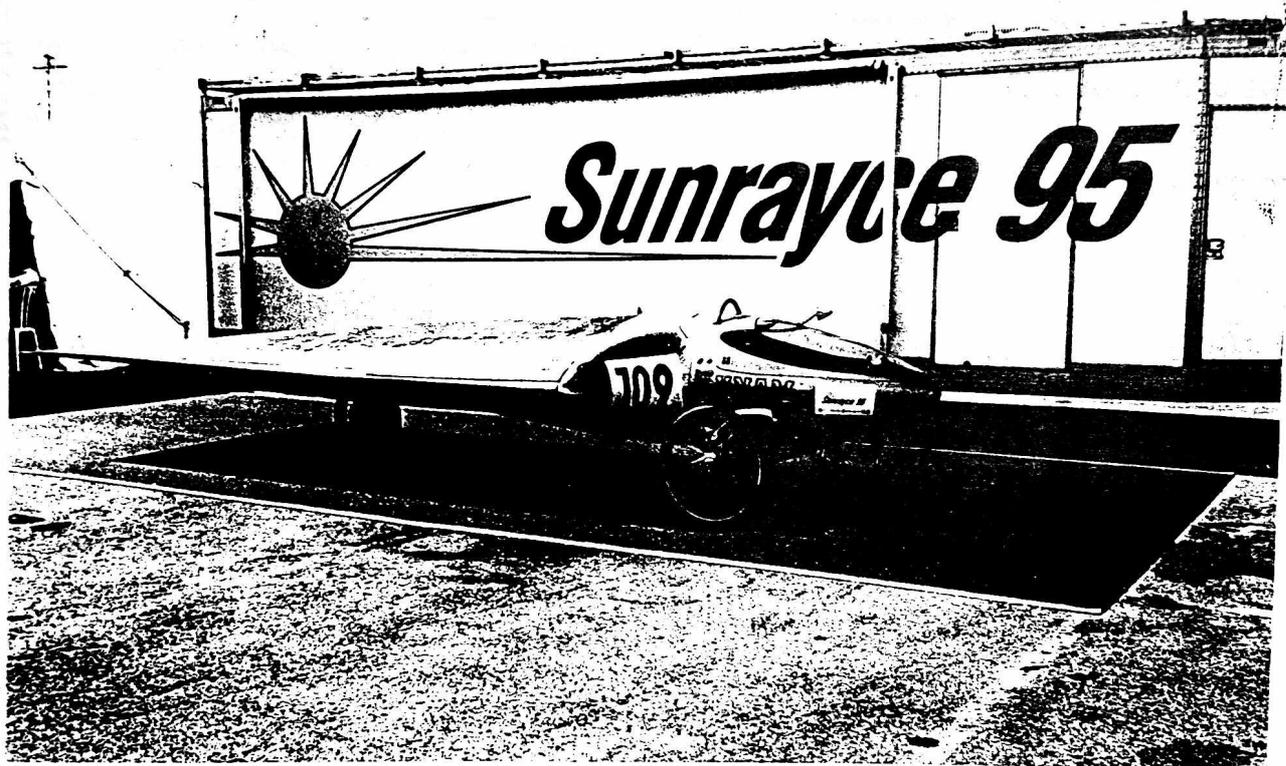
*"The Composite Award"*. Premio de \$ 5,000 dls. que la empresa DuPont entregó al auto solar con el mejor uso de materiales compuestos (kevlar, fibra de carbono y panal de abeja de aramida), el cual fue otorgado a Tonatiuh por el mejor diseño estructural, la limpieza y orden en su construcción, la calidad en las soluciones de detalle y su diseño innovador de panel orientable.

**"Max King Award"**. Premio otorgado a la Escudería Tonatiuh por su integridad, perseverancia y actitud positiva, el cual fue entregado por los organizadores, pero seleccionado a manera de votación por todos los participantes del evento.

### **Más allá de Sunrayce '95.**

Durante el día de descanso, la Escudería Tonatiuh recibió la visita de Takahiro Iwata

quien es el diseñador del auto solar "Dream" de Honda (actual campeón del "World Solar Challenge"). El motivo de su visita fue la búsqueda de equipos que, en representación de sus países, participen en el "Grand Solar Challenge" que tendrá lugar el próximo año en Japón. Tonatiuh, al ser el único equipo mexicano aseguró su participación, siendo que otras escuderías tendrán que concursar para asistir al evento.



Los miembros de la Escudería agradecen a todas las personas que hicieron posible la participación de Tonatiuh en Sunrayce '95 y, en especial forma, a los patrocinadores que depositaron su confianza en este proyecto, ya que con su apoyo México fue representado por primera vez en esta clase de eventos. Además, ante tan enriquecedora experiencia, el equipo tiene firmes propuestas para mejorar y hacer más eficiente al auto, con el fin de prepararse para la carrera en Japón y con la meta de participar en la carrera más importante de autos solares en el mundo: el "World Solar Challenge".

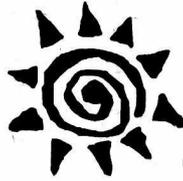


**ESCUDERÍA TONATIUH**

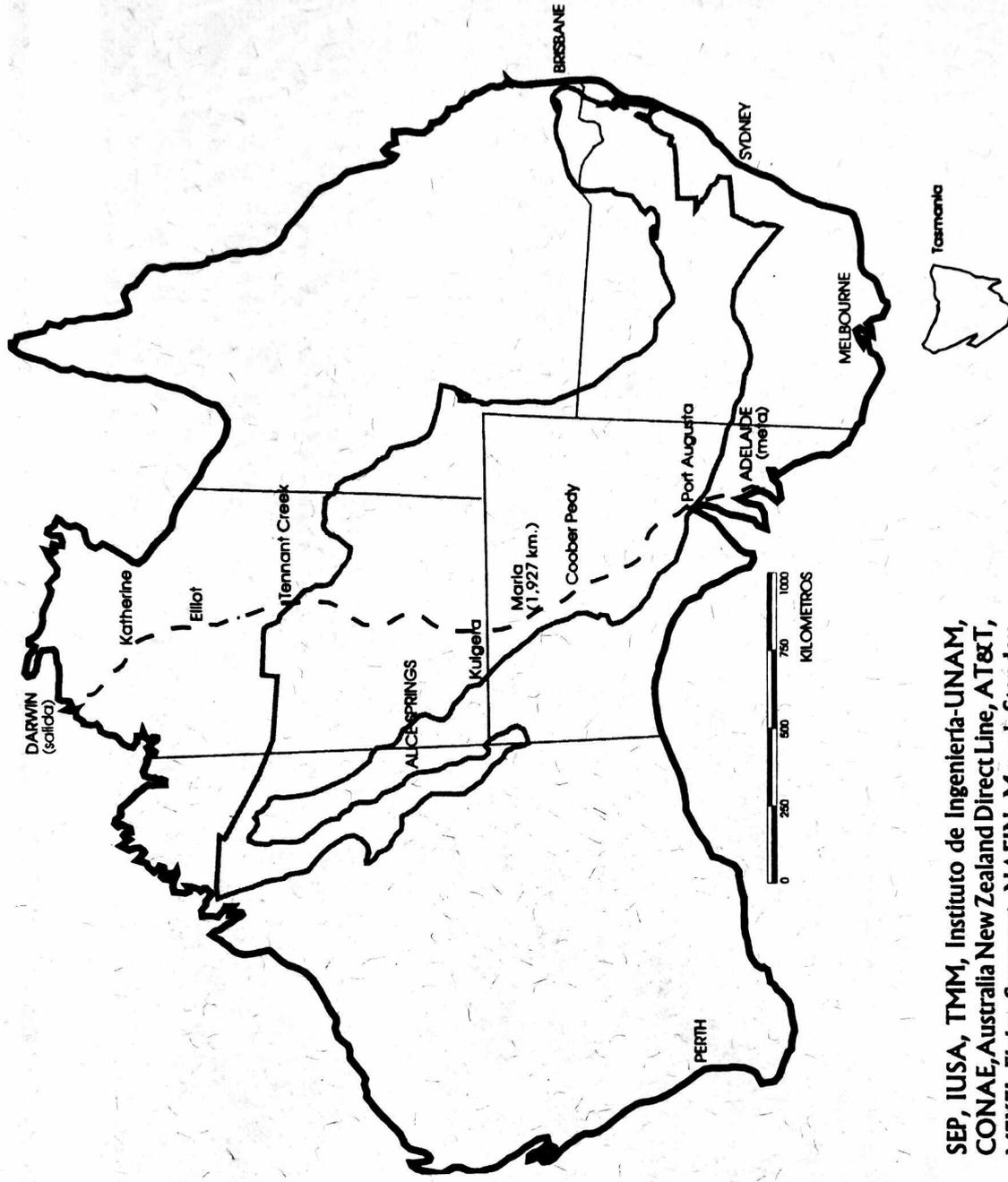
Rubén Darío 267-6, Col. Polanco, 11250, México, D.F. / Tel. y fax: 281 06 55 / 672 84 86 / 659 21 32

# PRESENCIA DE MÉXICO EN AUSTRALIA

## Tonatiuh, Primer Auto Solar de Carreras Mexicano en el World Solar Challenge '96



**Tonatiuh**  
México



SEP, IUSA, TMM, Instituto de Ingeniería-UNAM, CONAE, Australia New Zealand Direct Line, AT&T, MEXEL-Fluke, Supermet, NAFIN, Murrel, Standox, Automotores de Satélite, Daesa, Spectrol, Radio Surtidora, UNUM, Velox, Dayama Tupperware, Signum Autouboutique, Malaysia Airlines, Mexicana de Aviación, Tame Composite Division.



## EL WORLD SOLAR CHALLENGE



En 1982, propulsado únicamente por luz solar, el *Quiet Achiever*, primer auto solar diseñado para largas distancias, atravesó Australia desde Perth en la costa oeste hasta Sidney en la costa este; recorrido de 4,000 km realizado a 23 km/h. Respaldo por este logro histórico, Hans Tholstrup ideó el máximo reto en automovilismo deportivo solar, el *World Solar Challenge*, cuya primera edición, en 1987, contó con la participación de 25 autos solares provenientes de ocho países: Australia, Estados Unidos, Japón, Dinamarca, Alemania, Suiza, Pakistán e Inglaterra.

En el *World Solar Challenge (WSC)* se atraviesa el continente australiano desde Darwin hasta Adelaida, en un recorrido de 3,005 kilómetros. El ganador de la carrera de 1987 fue el auto *Sunracer* de General Motors, mismo que alcanzó una velocidad promedio de 66.92 km/h llegando a la meta dos días y medio antes que el segundo lugar.

La segunda edición del *World Solar Challenge* se realizó en 1990. Participaron 37 autos de 9 países. El ganador de esta justa fue el auto suizo de la Escuela de Ingeniería de Blej, que realizó el recorrido a una velocidad promedio de 65.18 km/h.

El tercer WSC fue organizado en 1993, contando con la participación de 55 vehículos solares de 15 países. El ganador fue el auto japonés de *Honda Motor Corporation* cuya velocidad promedio de 84.96 km/h finalmente rompió el récord establecido seis años antes por el *Sunracer*.

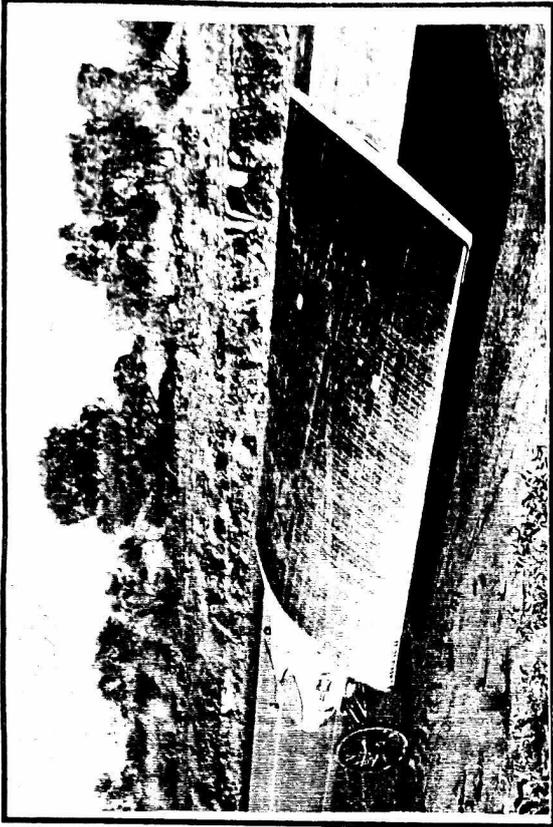
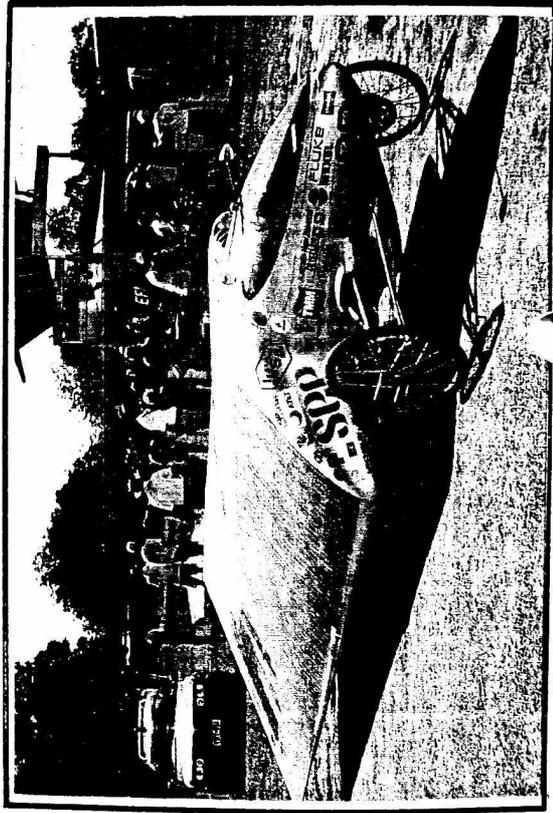
La cuarta edición del *World Solar Challenge* se celebró del 27 de octubre al 5 de noviembre de 1996, participando más de 50 autos de los siguientes países: Japón, Malasia, Australia, Nueva Zelanda, Brasil, Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Francia, Dinamarca, Alemania, Suiza, Italia y, por primera vez, México, representado por la Escuela Tonatiuh.

## EXPECTATIVAS Y OBJETIVOS DE LA ESCUDERÍA TONATIUH

Participar en el *World Solar Challenge '96* fue uno de los objetivos planteados desde el inicio del proyecto. Esta meta fue quizá el factor que más motivó a los integrantes de la escudería para perseverar y superar las dificultades que se presentaron a lo largo de los tres años que tomó el desarrollo del auto.

Prioridad entre nuestros propósitos al participar en el WSC '96 era mejorar el desempeño del auto en comparación con el de la carrera *Sunracer '95* de EUA. Para ello, a lo largo de catorce meses los integrantes de la escudería hicimos significativas modificaciones en los sistemas eléctrico, mecánico, y en la carrocería de Tonatiuh.

Otro importante objetivo de la participación mexicana en el WSC '96 era aprovechar al máximo el importante aprendizaje que representa un evento de este tipo, en donde se encuentran presentes los últimos avances tecnológicos de las potencias económicas y científicas del mundo. Participar habría de permitir a la escudería



mexicana establecer vínculos con universidades, grupos y empresas involucradas en el desarrollo de tecnología sustentable.

El hecho de que México tuviera representación, con un muy buen vehículo, en el máximo reto mundial de automovilismo deportivo solar, se consideraba importante también porque, además de ostentar una de las ciudades más contaminadas del planeta debido en gran medida al transporte, México, por su ubicación geográfica y por sus condiciones climáticas, se encuentra entre los lugares óptimos para el aprovechamiento de la energía solar.

## ESCRUTINIOS

Para tener derecho a competir en el WSC '96, cada vehículo tuvo que pasar las pruebas de calificación y escrutinio las cuales garantizaban el cumplimiento de las reglas de diseño y de seguridad exigidas por el reglamento de la carrera.

Primero se llevaron a cabo las pruebas estáticas, mediante las cuales se verificó el peso de las baterías, la adecuada visibilidad del piloto, las dimensiones del auto, el funcionamiento de las luces direccionales y de freno, etc.

Las pruebas dinámicas fueron de estabilidad, velocidad y frenado. Cada auto, circulando a 30 km/h debía pasar

en dirección opuesta al lado de un *road train* (camiones de 52 ruedas que remolcan tres cajas y que circulan a 80 km/h por las autopistas de Australia). La amenazante ola de viento que genera un *road train* es capaz de enviar a un auto solar de regreso a su lugar de origen, sin competir. Después de esto, el auto debía acelerar para registrar su velocidad máxima y, finalmente, frenar en un espacio de 10 metros. El adecuado desempeño del auto Tonatuh durante las pruebas dinámicas, lo colocó en el vigésimo noveno lugar en la parrilla de arranque.

Si bien Tonatuh pasó todas las pruebas estáticas, los jueces dictaminaron que era necesario eliminar una de las 8 baterías de nuestro banco original. Esta reducción en la potencia disponible implicó operar el motor en parámetros que no eran los óptimos para nuestra estrategia mecánica y eléctrica de competencia, lo cual repercutió en un mayor consumo de energía para el desplazamiento del auto solar mexicano.

## LA CARRERA A TRAVÉS DEL DESIERTO

La carrera inició en la ciudad de Darwin, Territorio del Norte, entre madrugadoras multitudes. El auto solar *Honda Dream*, literalmente tecnología de punta, ocupó el primer lugar en la parrilla de arranque, saliendo con la bandera verde a las 08:00 horas.

La bandera de arranque para el auto solar mexicano ondeó a las 08:01:30 h y en aquellas primeras horas de la competencia el desempeño de Tonatuh superó las expectativas de la escudería. Sin embargo, tres horas y media después del arranque y anunciándose con espesa nube negra, se quemó uno de los devanados del motor.

Cuando asimilamos lo ocurrido, nos dimos cuenta de que esto podía significar el abandonar definitivamente la carrera, ya que, por los limitados recursos económicos con los que contábamos y por el elevado costo, la escudería mexicana no tenía uno de repuesto.

Desmoralizados, mas sin darnos por vencidos, analizamos las especificaciones técnicas de los motores de los demás participantes e identificamos algunas escuderías que utilizaban algunos motores similares al nuestro. Gracias a la amistosa disposición y al espíritu deportivo del equipo de la Universidad Tecnológica de Malasia, quienes no dudaron en prestarnos el suyo de repuesto, el auto solar mexicano pudo continuar su participación en la competencia.

Sin embargo, fue necesario maquinar un cope para adaptar el nuevo motor a nuestro sistema de transmisión. Para esto un contingente de la escudería tuvo que regresar a Darwin pero, puesto que era domingo, fue necesario esperar hasta el día siguiente para maquinar las adaptaciones. Finalmente el lunes por la noche instalamos exitosamente. El percance significó perder en total quince horas de competencia.

Las características del nuevo motor no lo hacían totalmente compatible con nuestro sistema eléctrico: demandaba un mayor voltaje nominal de operación, el freno regenerativo permanecía constantemente activado, el motor era más pesado y no estaba diseñado específicamente para nuestro controlador, lo cual repercutió en disminuir considerablemente la eficiencia del sistema eléctrico y nuestras expectativas de desempeño se vieron reducidas.

La Escudería Tonatuh se reintegró al ritmo normal de la carrera. Cada día el arranque era a las 08:00 h (+ - 5 minutos) y se debía de correr a las 5:00 pm, acampando *in situ*. Para recargar baterías, en las horas previas y posteriores a las de carrera (amanecer y atardecer), las escuderías inclinaban sus paneles solares de tal manera que quedaban perpendiculares a los oblicuos rayos del sol. Cierta mañana, de súbito cambió la dirección del viento y, cual papalote, arastró por cuatro metros a nuestro panel solar con todo y su soporte. Desayuno en una mano y en la otra el alma, corrimos a recuperar nuestra fuente de energía, logrando evitar daño alguno a las celdas solares.

El cuarto día de carrera, circulando por un tramo de carretera ligeramente elevado por encima del desierto para evitar las inundaciones en la época de lluvia, la muelle se safó de su acoplamiento con las horquillas de la suspensión porque el tornillo que la sujetaba se aflojó debido a las vibraciones propias del desplazamiento del vehículo. La panza del auto solar se arrastró por el suelo y sólo la habilidad del piloto logró impedir que el auto se precipitara por el acantilado de tres metros que flanqueaba a la carretera.

Los únicos otros percances que tuvo la participación mexicana en el WSC'96 fueron tres ponchaduras de llantas, mismas que rápidamente fueron cambiadas para continuar el recorrido. La agilidad desplegada para cambiar las llantas, se debía tanto al entrenamiento propio de la escudería, como a la urgencia de ponerse al abrigo del calor y de las hordas de moscas características del desierto australiano.

Desquiciantes, las moscas australianas poseen también cierto instinto suicida que las propulsa hacia certeras hacia las fauces de los integrantes de la escudería cuando éstos, hambrientos o sedientos, aventuraban un sandwich o un vaso de agua hacia su estómago. Además del exquisito sabor de las moscas, recordaremos por siempre la grandeza que se aspira en las planicies de Australia: los amplísimos pastizales y la tierra tan roja de los parajes desérticos, los poderosos canguros que cruzan veloces la carretera, los atardeceres incandescentes, la extraña sensa-





## Tonatiuh en la Ruta Maya

Del 2 al 6 de mayo de 1997

Después del viaje por Australia, Tonatiuh llevó a cabo su segundo recorrido por tierras mexicanas. En diciembre de 1995 el auto solar fue invitado a participar en el Rally México-Acapulco y sobre la Autopista del Sol alcanzó los 115 km/h. En mayo de este año, realizó la Ruta Maya por la hermosa Península de Yucatán.

Nuestro objetivo era y continúa siendo sensibilizar a la población sobre las posibilidades de que la tecnología eléctrica, generada por fuentes renovables y gratuitas, solucionen eficientemente los problemas que aquejan a las principales ciudades de nuestro país. Además, para el equipo era de suma importancia dar a conocer en un contexto nacional a las empresas e instituciones que contribuyeron a que este proyecto llevara a buen fin todos sus objetivos.

En este recorrido se probaron carreteras de Campeche, Yucatán y Quintana Roo con miras a organizar para 1999 una carrera internacional de autos solares que, además de promover turísticamente los atractivos arqueológicos, culinarios, arquitectónicos, ecológicos y la hospitalidad de la zona, pretende

compartir las experiencias aprendidas en los citados circuitos con todas las universidades, institutos y empresas que se interesen en desarrollar este tipo de tecnología.

El itinerario de la ruta comenzó el día 2 de mayo a las 10:45 de la mañana al salir del Hotel Ramada Campeche cuyo presidente, Arq. José Elías Selem Ferrer, amablemente patrocinó a la escudería las habitaciones y los alimentos, y organizó una rueda de prensa en sus instalaciones. Con una velocidad promedio de 40 km/h al auto superó los 185 km. que existen de distancia entre Campeche y Mérida, arribando a esta última a las 4:00 pm entre espectacular recibimiento hasta la Plaza Grande donde se expuso al público el resto de la tarde.

Al día siguiente el auto partió del centro de la ciudad de Mérida escoltado por la policía de tránsito local entre un gran tumulto de coches humeantes, pero eso sí, provocando ese eterno rostro de sorpresa y desconcierto entre todos los transeúntes que lo admiraban a su paso. En esta ocasión un nuevo piloto, Rafael Carmona, condujo el vehículo hasta la teodoresca entrada a las ruinas de Chichen Itzá. Allí, el equi-

po deseaba simbólicamente poner en contacto su trabajo con el hecho que hace miles de años por nuestros ancestros.

Para el domingo 4 nuestra caravana emprendió el recorrido más largo de la ruta. Durante los 205 km. entre rebases para fotos y la selva tropical, el auto solar siguió su trayecto, hasta que ya muy cerca de Cancún sufrió su única ponchadura. Sin que ésto causara gran demora, la cual aprovechó el policía federal de caminos que nos acompañaba para tomarse unas buenas fotos, Tonatiuh entró por el Boulevard Kukulcán y gran número de personas, turistas y locales, se acercaron a preguntar acerca de su historia y funcionamiento.

Partiendo de la estación de camiones de Xcaret en Cancún, Tonatiuh inició la última de las etapas. Como la carretera que va a Xcaret es parte del nuevo corredor turístico que se está construyendo, el auto tuvo que recorrer varios kilómetros por terracería. Temerosos de que sus delgadas llantas no aguantaran y con su nuevo apodo: "Tonatiuh Off Road", el auto llegó hasta la plaza principal de Xcaret. Allí se llevó a cabo una rueda de

prensa en donde se dio a conocer la posibilidad de organizar una carrera internacional de autos solares.

Para finalizar, el martes 6, el auto fue expuesto durante todo el día en la plaza más nueva e importante de la zona hotelera de Cancún: la Plaza Kukulcán. En ella, otros medios y un programa de Cablevisión local hicieron entrevistas a los miembros del equipo, mientras éstos se morían por ir un rato a la playa.

En fin, para este recorrido el equipo constató que las carreteras de Campeche, Yucatán y Quintana Roo están en buenas condiciones para un circuito internacional. Nosotros creemos que un evento de esta

magnitud se establece como una excelente oportunidad para ver los frutos del trabajo, el esfuerzo y el dinero invertidos en el proyecto del auto solar.

Dado que los objetivos del proyecto han sido alcanzados exitosamente y que el auto solar como todo prototipo experimental ya no se encuentra en condiciones de participar en próximos eventos, los integrantes de la Escudería Tonatiuh dan por concluidas las actividades del proyecto. Toda aquélla participación del auto o de la escudería en exposiciones, muestras o conferencias será parte de lo estipulado en el contrato de patrocinio con cualquier empresa o institución.

Lo anterior no significa que la investigación y el desarrollo que hemos promovido hasta ahora sean interrumpidos, es simplemente que los nuevos proyectos que se gestionen a partir de éste, entrarán dentro de nuevos contratos.

Si alguien como patrocinador o inversionista desea seguir trabajando con nosotros será alegremente bienvenido.

Para todos, antiguos y nuevos patrocinadores, así como a todas las personas involucradas en este proyecto, les damos las gracias por su invaluable apoyo.

Escudería Tonatiuh



RECORRIDO	DISTANCIA	VELOCIDAD	TIEMPO
Campeche-Mérida	170 Kms	40 Kms/hr.	4 hrs.
Mérida-Chichén Itzá	130 Kms	50 Kms/hr.	3 hrs.
Chichén Itzá-Cancún	205 Kms	40 Kms/hr.	5 hrs.
Cancún-Xcaret	74 Kms	33 Kms/hr.	2.5 hrs.

