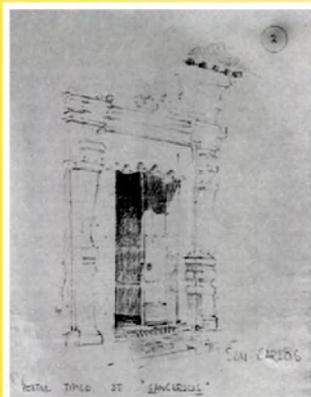
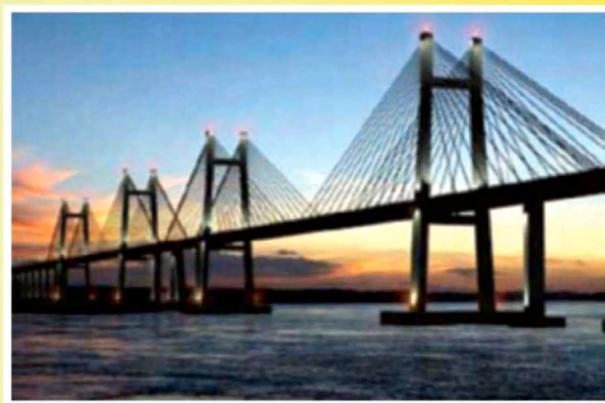




Academia Nacional de la  
Ingeniería y el Hábitat



# ENTRE SIGLO Y SIGLO



Caracas, 2009

**DÉCIMO  
ANIVERSARIO**



Academia Nacional  
de la Ingeniería y el Hábitat

DÉCIMO ANIVERSARIO

# *Entre siglo y siglo*

Fondo Editorial  
de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat  
Caracas, 2009

## PORTADA

De un siglo, la reurbanización de El Silencio en Caracas cambió radicalmente el hábitat e hizo escuela. Ordenadas todas las demoliciones, en dos años se completó la obra del arquitecto Carlos Raúl Villanueva (agosto 1944), con siete bloques y dos plazas. Bien de interés cultural desde 1999. El estudiante de Ingeniería Tomás Sanabria (académico de la ANIH) ejecutó dibujos de portales típicos de San Carlos, estado Cojedes, que luego se tomaron para los decorados centrales.

Del otro siglo, el puente Orinoquia, segundo sobre el río Orinoco, une a los estados Bolívar y Anzoátegui en Ciudad Guayana (noviembre 2006). Es tipo puente atirantado, de hormigón armado y acero. Tiene una extensión de 3156 m y cuatro torres principales de 120 m de altura, altura libre sobre el nivel de aguas máxima de 40 m y un ancho total del tablero de 24,7 m, con cuatro canales de circulación más una trocha ferroviaria. Fue diseñado por el ingeniero guayanés Paul Lustgarten. La obra fue coordinada por la Corporación Venezolana de Guayana.

**Negación de responsabilidad.** La Academia no es responsable ni necesariamente comparte las informaciones, interpretaciones, descripciones y conclusiones presentadas por los autores de las contribuciones, que por otra parte pudiesen diferir de las informaciones, interpretaciones, descripciones y contribuciones de otros cuerpos colegiados o investigadores.

Reservados todos los derechos.

© ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT

Diseño de Portada: Dilia Pestana

Diagramación, corrección de estilo e impresión: Editorial Ateproca.

e-mail: [ateproca@gmail.com](mailto:ateproca@gmail.com) • [www.ateproca.com](http://www.ateproca.com)

Printed in Venezuela

Impreso en Venezuela

Setiembre 2009

Caracas-Venezuela

Depósito Legal: lf16120099002605

ISBN: 978-980-7106-04-7

# CONTENIDO

•	Introducción .....	v
•	Acad. Heinz G. Henneberg G. <i>Destrucción y reconstrucción del puente “Rafael Urdaneta” sobre el lago Maracaibo</i> .....	1
•	Acad. José Grases. <i>Ingeniería Sismorresistente en Venezuela: Cronología de una Nueva Disciplina</i> .....	15
•	Acad. Manuel Torres Parra. <i>Aporte de la ingeniería a la higiene y seguridad del trabajo</i> .....	45
•	Acad. Nagib Callaos. <i>La noción de ingeniería e ingeniería para desarrollo</i> .....	79
•	Acad. Luis E. Giusti L. <i>La apertura petrolera en perspectiva histórica</i> .....	99
•	Acad. Aníbal R Martínez. <i>Entre faja bituminosa y campo Faja del Orinoco</i> .....	111
•	Acad. Rubén A. Caro. <i>Política petrolera de Juan Pablo Pérez Alfonzo y la utilización del gas natural asociado en Venezuela</i> .....	125

- Acad. Alberto Urdaneta. *Los estudios del desarrollo y la Sociedad Venezolana de Planificación*..... 135
- Acad. Arnoldo José Gabaldon. *El Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos y su Instrumentación*..... 145
- Acad. Gonzalo J. Morales. *El despertar de una nación, la industria siderúrgica venezolana: su impacto en la economía nacional: 1953-2007*..... 169
- Acad. Asdrúbal Romero Mujica. *Reflexiones sobre la formación de nuevos ingenieros en Venezuela (un punto de vista estrictamente docente)*..... 215
- Acad. Vladimir Yackovlev. *La formación de ingenieros para el Siglo XXI*..... 235
- Acad. Eli S. Puchi Cabrera. *Comportamiento a la fatiga de la aleación de aluminio AA7075-T6 recubierta con nitruro de circonio (ZrN) vía deposición física en fase vapor (PVD)*..... 243
- Acad. Eduardo Mendoza Goiticoa. *Bases para el programa de un desarrollo agrícola*..... 269
- Acad. César Quintini Rosales. *Intentando inventar el futuro...* 299

# INTRODUCCIÓN

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat fue creada por Ley sancionada por el Congreso de la República de Venezuela el 3 de setiembre de 1998. El Ejecutivo promulgó la Ley de Creación el 17 de setiembre y ese mismo día salió en Gaceta. El 21 de enero de 1999 se firmó el decreto del nombramiento de los treinta y cinco Individuos de Número del Cuerpo, quienes nos reunimos de inmediato en sesión solemne para darle vida, cada uno con sus recuerdos y sus vivencias, como nos correspondía ante la novedad, a lo largo de los más recientes años de historia del Palacio.

Con ocasión del DÉCIMO ANIVERSARIO de la ANIH, decidimos publicar un libro que recogiera experiencias relevantes en actividades afines con los objetivos de la Institución, en la que los Individuos de Número hubiesen participado como actores, promotores, actores u observadores.

Puesto que los temas que pudieran surgir probablemente habrían de referirse a hechos ocurridos el pasado siglo 20, pero que podrían tener influencia determinante en la vida nacional del siglo 21, el acad César Quintini presidente de la Comisión Editora propuso titular el libro *Entre Siglo y Siglo*.

El artículo inicial se refiere a la reconstrucción del Puente sobre el Lago luego del incidente de 1964, en tanto el ensayo final es un serio intento de construir el futuro. Las contribuciones académicas se refieren a muy diversas incumbencias de la ingeniería, como ser la sismorresistencia, la educación, la siderurgia, el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, la industria de los hidrocarburos, higiene y seguridad, un programa de desarrollo agrícola y la planificación.

La Academia reconoce que estamos viviendo de los tiempos más difíciles de nuestra historia republicana. Algunas de las instituciones emblemáticas del país, aún las más fundamentales, enfrentan situaciones inestables. Sin embargo, todos queremos una nación sana y fuerte, con iguales oportunidades para sus ciudadanos, fundada y afirmada en valores sociales indiscutibles. Reiteramos que estamos obligados a convertir promesas en realizaciones. Todos nos necesitamos para avanzar, enfrentando los obstáculos con la multiplicidad de las tesis posibles.

Cada uno de los temas expuestos en este libro ofrece ejemplos de constancia y fe en los principios morales de trabajo y dedicación a la ingeniería y el hábitat, entre siglo y siglo.

*Aníbal R Martínez*



Academia Nacional  
de la Ingeniería y el Hábitat

DÉCIMO ANIVERSARIO

# *Entre siglo y siglo*

Fondo Editorial  
de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat  
Caracas, 2009

# DESTRUCCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE “RAFAEL URDANETA” SOBRE EL LAGO DE MARACAIBO

Acad. Heinz G. Henneberg G.<sup>(\*)</sup>  
Sillón XXII

El reloj marcaba las 23 horas 55 minutos del 6 de abril de 1964 cuando lo insólito sucedió: El “Eso Maracaibo”, barco petrolero norteamericano derrumba las pilas 31 y 32, del Puente sobre el Lago de Maracaibo (Figura 1), dejando un espacio abierto entre las pilas 30 y la 33 de 255 m, o sea, 3 tramos de 85 m cada uno. (Nota: oficialmente el momento del choque fue publicado con fecha de 7 de abril 1964).



Figura 1. Puente Rafael Urdaneta. Vista del puente desde Punta Piedras. Fuente: Ésta y las demás figuras de este capítulo pertenecen al archivo fotográfico del autor.

<sup>(\*)</sup> Facultad de Ingeniería – Universidad del Zulia - [hghenneberg@yahoo.es](mailto:hghenneberg@yahoo.es)

De la parte trágica humana se conoce poco: un vehículo que iba en dirección a Maracaibo con una persona, falleció en la caída, y varios vehículos que se dirigían en dirección contraria también cayeron (Figura 2). Los vigilantes en Punta Piedras (lado oeste de la entrada al puente por parte de Maracaibo) hablaron de unos vehículos caídos después, pero no se encontraron evidencias de ellos. Cayeron al agua, quedaron un cierto tiempo flotando, fueron arrastrados por la corriente de agua y desaparecieron. A pesar de una búsqueda de varios días con una lancha equipada con ecosonda no fueron encontrados y tampoco se conocieron reclamos algunos.



Figura 2. Carro caído. Se estima que la cantidad de vehículos caídos fueron de alrededor 8 carros. No hubo sobrevivientes.

Al final de este día, 7 de abril, a las 21 horas, en el Hotel del Lago, Maracaibo fue celebrada una primera reunión con las siguientes personas: Ingenieros Otaola, Benedetti, Boulton, Puell, Starke por el Consorcio Puente Maracaibo, Ing. Vásquez Zamora por el Ministerio de Obras Públicas y el Ing. Henneberg de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, por la comisión establecida después de la construcción de la obra para el control permanente del comportamiento del Puente del Lago.

En esta reunión con los directivos del Consorcio Puente Maracaibo se solicitó al autor de este artículo, que era sumamente urgente elaborar un levantamiento geodésico-topográfico de la posición del barco que chocó con respecto a su posición dentro de la parte del puente destruido. El 8 de abril se realizó la primera inspección del Esso Maracaibo y los escombros visibles ubicados en el puente destruido. La realización de esta tarea de levantamiento topográfico resultaba bastante complicada por medio de los métodos de medición convencionales, por lo que se tuvo que tomar una solución totalmente diferente, de tipo casi instantánea. Usar un helicóptero, instalar fuera de la ventanilla de éste, un pequeño soporte donde ubicar una cámara fotográfica *Roley-flex* convencional, agregar al soporte un nivel de mano para garantizar la verticalidad de la toma de fotografías y realizar esta operación desde una altura suficiente para que apareciera todo el escenario en la foto, o sea, el tanquero en toda su longitud, todos los escombros causados por el choque, y las pilas adyacentes que no fueron afectadas por el choque (Figura 3 y Figura 4).

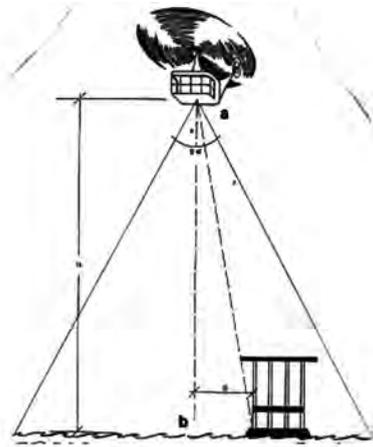


Figura 3. Esquema de posicionamiento de cámara en el helicóptero. Esquema del helicóptero con la línea vertical a- b como referencia.

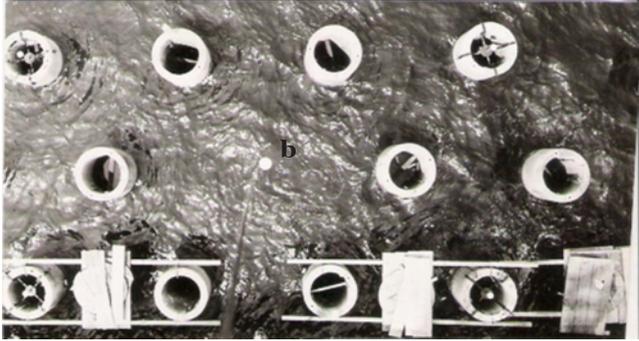


Figura 4. Vista del helicóptero del escenario desde 280 m y del peso blanco (b).

La verticalidad de la toma se obtuvo, mediante una tabla redonda blanca de peso (b), bajada del helicóptero con un alambre y manteniendo el helicóptero en posición estática. Con esto se pudo obtener una escala exacta y así conocer la posición de los pilotes.

El 10 de abril se realizó este levantamiento fotogramétrico a una altura de 220 m. Se tomó una serie de fotografías, de las cuales, después de revelado fue escogido el negativo más adecuado y posteriormente fue proyectado con precisión sobre una pantalla blanca, con una distancia escogida, para que el escenario del barco, los escombros, y la parte adyacente del puente intacto aparecieran en la toma. Conocida la longitud del barco, se tenía a disposición la escala del escenario y se obtuvo una restitución en planimetría con una exactitud de 5 cm. Este proceso se realizó independientemente en varias mediciones (Figura 5).

El 11 de abril se entregó el foto-plano: derrumbe con tanquero completo y escombros, y el día 12 se redactó el protocolo con todos los detalles importantes, el cual fue deliberado el día 13 con el Ministerio de Obras Públicas.

*Destrucción y reconstrucción del Puente "Rafael Urdaneta"  
sobre el Lago de Maracaibo*



Figuras 5. Tanquero entre pilas. Fotografía vertical del tanquero entre las pilas 30 y 33 tomada desde 280 m de altura con un helicóptero en posición estable.

El 17 de abril se publicó por televisión la reunión con el Señor Ministro de Obras Públicas. Estuvieron presentes los Sres. Sperber, Lustgarten, Gómez Fuentes, Vásquez Zamora, Puell, Benedetti, Otaola, Ramírez Castellano y Henneberg.

La localización de los escombros comenzó el 20 de abril, y un día después fue clavado el primer pilote de prueba con ecosonda directamente alrededor de las pilas destruidas 31 y 32. Hasta el 26 de abril fueron sacados 135 toneladas de escombros. Tres días

después, el equipo de la empresa Raymond sacó un escombro de 125 toneladas, una parte de un fuste. Hasta ese momento habían sido sacados 405 toneladas de escombros, mediante el uso de la grúa Puerto Cabello (Figura 6).



Figura 6. Grúa Puerto Cabello. Esta grúa fue usada para sacar los escombros.

El 8 de mayo fueron clavados 3 pilotes de prueba en el sitio 31. Este momento puede considerarse histórico, fue el “Inicio de la reconstrucción del puente”.

La gran reunión de la comisión Puente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, con el Ministerio de Obras Públicas, se efectuó el 21 de mayo, para tratar los siguientes puntos:

1. tener una oficina como centro de operaciones,
2. arreglar el transporte terrestre (ciudad-puente),
3. las lanchas necesarias para los trabajos en el Lago,
4. el instrumental a disposición, y
5. ajustar todos los instrumentos a utilizar.

El avance de la obra de la reconstrucción es destacable. El 24 de mayo realizamos sondeos en el sitio de la pila 31. El 28 de

mayo fue un día importante; por la presencia del Señor Presidente de la República Raúl Leoni quien llegó a las 10 de la mañana acompañado por miembros de la Guardia Nacional. El 29 de mayo, en el Ministerio de Obras Públicas (MOP)- Caracas, se firmó el contrato referente a la reconstrucción del Puente Maracaibo.

El 25 de ese mismo mes fue un día sumamente triste; por un lamentable accidente falleció uno de los buzos marinos, un hombre con una dedicación ejemplar, quien buceó por horas enteras y realizó una gran labor como la visualización de los pilotes destruidos que se habían amontonado y parcialmente enterrado en la proa del barco (Figura 7). ¡La pérdida del buzo fue un alto precio que se pagó!



Figura 7. Tramo caído. Una mesa de la pila caída y apoyada en la proa del banquero.

Un gran día conmemorable fue el 8 de julio de 1964: se clavó el primer pilote definitivo en la pila 31 y se terminó el pilotaje completo el 20 de julio.

La terminación del pilotaje con la hincada en la pila 32 se produjo el día 30 de julio.

El 26 de agosto se puso la primera canasta y el 25 de setiembre se realizó el vaciado de concreto en la mesa 31. Se notó un avance enorme en todos los procesos. A continuación se muestran una serie de fotografías que evidencian estos procesos: (Figuras 8 a 14).



Figura 8. Armadura. Vista en detalle de la armadura de una viga.



Figura 9. Tensado de cables de viga. Tensado de los cables antes de la colocación en su sitio en el puente.

*Dstrucción y reconstrucción del Puente “Rafael Urdaneta”  
sobre el Lago de Maracaibo*



Figura 10. Vista de la pila. Pila 33, durante la reconstrucción.



Figura 11. Colocación de vigas. Nuevas vigas colocadas con la grúa principal “El Ajax”.



Figura 12. Viga apoyada. Momento en que se está colocando la viga sobre el apoyo.



Figura 13. Apoyando la viga. Con extremo cuidado y exactitud se apoya la viga.



Figura 14. Reconstrucción de tramos. Vista de viga colocada durante la reconstrucción.

El 9 de octubre se colocaron 4 vigas Gerber nuevas entre las pilas 30 y 31: esta operación fue la última para terminar la reconstrucción del Puente sobre el Lago de Maracaibo.

### **Observación importante**

Las nuevas fundaciones en ambas pilas reconstruidas son diferentes entre sí y también diferentes de las anteriores, debido a que se dejó una gran cantidad de los escombros en su sitio de derrumbe. Los escombros sumergidos fueron localizados por ecosonda y además por servicios de buzos, todo después de la eliminación y destrucción de los escombros sobre el barco.

Se omiten en este artículo, las reparaciones realizadas al barco, aunque fue observado que no tenía mucha avería, a pesar de la caída de tanto peso sobre la proa. La parte de escombros caídos sobre el barco fueron fraccionados y eliminados por trabajadores de la Creole y compañías contratistas.

La reconstrucción del puente fue realizada exclusivamente por instituciones venezolanas: Ministerio de Obras Públicas y la Compañía Heerema de Maracaibo, la cual realizó el pilotaje y

que era una subcontratista del Consorcio Puente Maracaibo para el clavado de pilotes en algunas pilas. Realizó la aplicación del “Pilote Maracaibo” de 1,35 m de diámetro, que era el más grande que había desde entonces en el mundo entero.

Se ve que el Puente Maracaibo en muchos sentidos fue un “original” y además un puente realizado con muchas primicias durante el tiempo de construcción. Siendo la más destacada, el ser un puente de casi 9 km de longitud con 135 pilas, con algunas fundaciones de pilotes de 60 m de longitud. En ese tiempo, no existía en el mundo entero una grúa que pudiese levantar un pilote de este tipo y ponerlo en vertical, por lo que fue necesario construir con urgencia una grúa en EE.UU con una pluma de más de 60 m de largo. La grúa después de construida fue traída a flote desde Nueva Orleans. Con esta grúa se podían colocar los pilotes de 60 m en las camisas (tubos) en los sitios perforados para ciertas fundaciones.

Cuando se colocó el primer pilote de este largo se celebró con champán esta maravilla de ingeniería. El 30 de octubre de 1964 fue inaugurado de nuevo el Puente sobre el Lago de Maracaibo (Figura 15).



Figura 15. Re-inauguración del puente. Visita del Presidente de la República Raúl Leoni para la re-inauguración del puente.

## **Curiosidad**

Del 7 de abril 1964 hasta la reinauguración 6 meses después, en la parte oriental del puente, en la junta de la pila 62-63 creció un arbolito hasta una altura de 2 m por no haberse usado la vía. La foto quedó en el archivo del autor (Figura 16).



Figura 16. Árbol en medio del puente. Árbol que creció en una junta entre dos vigas durante la reconstrucción.



# **INGENIERÍA SISMORRESISTENTE EN VENEZUELA: CRONOLOGÍA DE UNA NUEVA DISCIPLINA**

Acad. José Grases Galofre  
Sillón VIII

## **1. INTRODUCCIÓN**

A primeras horas de la tarde del 9 de julio de 1997, el área de Cariaco y alrededores es sacudida por un fuerte sismo de magnitud 6,9, con un balance trágico de una escuela y un liceo derrumbados que ocasionaron víctimas, además de daños en viviendas y obras de infraestructura. También se desplomó el edificio Miramar en Cumaná, situado unos 75 km al oeste de la zona epicentral, que causó la irreparable pérdida de 32 vidas.

Una mejor comprensión de los efectos catastróficos de este evento sísmico, así como de las razones por las cuales unas 300 personas perdieron la vida en el terremoto cuatricentenario de Caracas en 1967, puede facilitarse si se revisa la cronología de algunas decisiones. Conviene también que esa secuencia de decisiones sea conocida, pues inevitables eventos futuros así lo requerirán.

Para facilitar la lectura e identificar lagunas de información, hemos seguido un orden cronológico de eventos y decisiones desde las primeras recomendaciones de diseño sismorresistente del año 1939, hasta el fuerte temblor registrado por la red de EDELCA en noviembre de 2007, con fuente a unos 770 km de distancia. Se ha prescindido de la cita de referencias para reducir la extensión de este texto.

Concluido el trabajo, se constata un entreverado de cuatro historias a lo largo de las últimas siete décadas que abarca esta

crónica. Estas son: (I) los eventos sísmicos y sus lecciones; (II) las normativas empleadas y sus actualizaciones; (III) la toma de conciencia y profesionalización de esa nueva disciplina; (IV) la influencia de la ingeniería sísmica forense a nivel mundial. Tomando en consideración que el objetivo de esta nota es un recuento de hechos y vivencias venezolanas, la última de las historias sólo será mencionada tangencialmente.

Si bien una narración o recolección de hechos tiene sus ventajas, escapan a los mismos aspectos relevantes que no se llegan a reflejar. Mencionaremos aquí tres:

1. Los efectos del sismo de 1967 en la capital y el litoral central, movilizó toda la comunidad profesional; no fue solo solidaridad gremial, sino también por una legítima preocupación sobre una amenaza de la naturaleza a la cual se le había prestado muy poca atención. Esa inquietud despertó interés inmediato especialmente entre aquellos que nos habíamos dedicado a la vida universitaria. A pocos años de ese sismo, se propuso a las autoridades de la Universidad Central de Venezuela la organización de una Maestría sobre la materia, a ser dictada en la Facultad de Ingeniería. Ya para esos momentos, había decaído la inquietud sobre un fenómeno cuya eventual repetición se veía muy lejana. Al punto que, el Dr. Antonio Quesada, representante en ese momento de la OEA y empeñado en apoyar esa iniciativa, en reunión celebrada en la mañana del 23 de julio de 1972, en la dirección del IMME, expresó: “Ideal sería que hubiese un nuevo temblor para que los autoridades se motiven una vez más”. No habían pasado 24 horas cuando en Caracas sentimos un fuerte temblor, luego bautizado como sismo de La Tortuga por haber sido esa su zona epicentral. Al mes, ya teníamos aprobada nuestra propuesta, los profesores habían sido asignados, la oferta de becas de OEA circulando por los países vecinos y, en agosto de 1973, en acto solemne, se dio comienzo a la Maestría en Ingeniería Sismorresistencia, con

participación de profesionales provenientes de Colombia, República Dominicana, Ecuador y Venezuela. Otras iniciativas en esa dirección también vieron su comienzo en la Universidad de Los Andes y en la Universidad Simón Bolívar, sea a nivel de posgrado o de pregrado. El hecho es que el tema ‘sismo’ se fue incorporando progresivamente en la enseñanza universitaria. Éste es un aspecto que consideramos fundamental en la formación de una conciencia preventiva que, vista a distancia, ha arraigado entre nuestros profesionales.

2. Ligado y como consecuencia de (1), la toma de conciencia a nivel gerencial del ‘problema sismo’, como una variable a considerar en los grandes proyectos de Ingeniería, fue manifiesta desde fines de los años 70. Sin duda hace 30 ó 40 años las consideraciones asociadas a posibles acciones debidas a los sismos eran generalmente ignoradas. Recuerdo muy bien al Dr. Gerov de la Electricidad de Caracas, cuando el año 1975 se presentó espontáneamente al IMME a manifestar su inquietud debido a que, en el proyecto de ampliación de la planta de Tocoa, se tenía prevista la construcción de chimeneas de cierta altura y: ‘...esa es una zona sísmica’. De la conversa, el instituto terminó ejecutando un servicio técnico que contemplaba: la evaluación de las acciones sísmicas a considerar y el análisis dinámico de las chimeneas ya dimensionadas. La primera parte fue responsabilidad de Yolanda Molina y el suscrito, y la segunda de Redescal Uzcátegui, todos profesores de la Facultad de Ingeniería. También es de esa época la consulta de un Ministerio sobre el sitio que fuese menos problemático desde el punto de vista sísmico, para la construcción de un astillero; los sitios a considerar eran: el Golfo de Cariaco, un sitio entre Patanemo y Puerto Cabello, y Los Taques. Consideraciones hechas por Celso Tulio Ugas, Yolanda Molina y el suscrito, señalaron como área menos problemática desde el punto de vista sísmico, Los Taques en el Estado Falcón.

3. Probablemente influenciados por campañas de divulgación hechas vía televisión y radio por parte de FUNVISIS, no son infrecuentes acciones de naturaleza preventiva para adecuar o reforzar edificaciones privadas, sean viviendas, comercios o industrias; programas de asesoramiento han sido adoptados por algunas alcaldías. De modo que aun cuando no en forma sistemática, la evaluación de edificaciones empleando las normativas vigentes ha reducido la vulnerabilidad de edificaciones diseñadas y construidas con el sustento de normas ya obsoletas. Este tipo de intervenciones se inició en la industria petrolera a finales de los años 80. Entre las primeras destaca el reforzamiento de instalaciones en el área de alquiler, Refinería de Puerto La Cruz, gracias al interés y empeño que puso el Ing. Orlando López, gerente para ese momento. Esa intervención dio pie para que se elaborara en el seno de INTEVEP, y gracias al interés personal de los ingenieros Elai Schwarck y Milton Contreras, las Especificaciones PDVSA para el diseño sismorresistente JA-221, JA-222, FJ-251 y, posteriormente, la JA-224, todas ellas incorporadas al Manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA.

Finalmente, en esta relación cronológica que sigue, se omite: talleres, seminarios, textos publicados, cursos de mejoramiento profesional y otras reuniones técnicas, que complementan los tres aspectos citados más arriba. Todo ello ha contribuido a la consolidación en Venezuela de esa nueva disciplina que es la ingeniería sismorresistente.

## **2. RELACIÓN CRONOLÓGICA**

### **Pre-1939**

- Con anterioridad al siglo XX la ingeniería estructural tenía un desarrollo muy limitado. La seguridad de las edificaciones se confiaba a la calidad de las técnicas constructivas. Es digno de

mención el interés del Prof. Adolfo Ernst por los problemas sísmicos. Su inquietud por el tema, lo llevó a realizar trabajos de campo en áreas afectadas por el sismo del 12 de abril de 1878 que arruinó Cúa; las observaciones que recabó a lo largo de ese trabajo pionero en nuestro país, fueron publicadas aquí y en el exterior. Igualmente, no puede ignorarse en esta relación, la publicación el año 1898 en México, de un mapa de zonificación sísmica de la región de Venezuela; éste se vino a conocer casi un siglo después de publicado, razón por la cual no alcanzó a tener influencia alguna en la toma de decisiones entre nosotros. Sin embargo, sí ha sido trascendente en la sismología venezolana el hecho de que el sismo del 29 de octubre de 1900, con epicentro frente a Cabo Codera, quedase registrado en la primera red sismográfica de cobertura global, instalada por John Milne en los últimos años del siglo XIX. Con base a esos registros, ese terremoto, destructor en Guarenas-Guatire y áreas de Barlovento, figuró durante más de medio siglo con magnitud 8,4 en diversos catálogos; Fiedler lo reevaluó en 1988 y redujo su magnitud a 7,6. Aparte de catálogos contentivos de la descripción de los efectos de sismos, así como de recomendaciones generales, no se puede hablar de ingeniería sismorresistente en el sentido preventivo, hasta las iniciativas del Dr. Alberto Eladio Olivares y sus colegas en el MOP. La inquietud por uniformar los criterios de cálculo y construcción por parte de los profesionales activos en un Ministerio, cuya área de acción se fue ampliando a todo el país, dio pie a las primeras Normas del MOP: en 1938 el Proyecto de Normas para la construcción de edificios y en 1939 las Normas para el cálculo de edificios. El primero de esos documentos, revisado, aumentado y corregido, se publica en 1945 bajo el título: Normas para la Construcción de Edificios.

### **1939**

- Este año, el MOP publicó las primeras normas para el cálculo de edificios. En su Capítulo 2, Art. 7, N° 31, establece lo siguiente:  
*Es necesario estudiar la estabilidad de las edificaciones*

*contra los movimientos sísmicos, debiéndose comprobar dicha estabilidad en aquellos edificios de más de tres pisos en todo el país y, en particular para las regiones montañosas de los Andes y la Costa, se hará en todos los casos.* Aun cuando esta normativa no tuvo mayor aplicación hasta mediados de los años 40, debido a que las construcciones que se realizaban eran en su mayoría de baja altura, revela la percepción que se tenía sobre la peligrosidad sísmica en el país.

### 1940

- Primera edición del libro *Estudios Sismológicos* del Dr. Melchor Centeno Graü. Como capítulo X de ese texto, el autor incluyó el más acucioso y extenso catálogo de sismos sentidos o destructores de Venezuela desde 1530 hasta noviembre de 1939. Éste fue la base de un mapa donde se señalaban las localidades afectadas por sismos, mapa éste que parece no haber sido del conocimiento de los ingenieros del MOP.

De los diez capítulos, es en el séptimo donde el autor revela su especial interés por encontrar posibles secuencias temporales en diferentes áreas sísmicas del país; lo que él denominó: *Ley de coincidencias sísmicas*. Ese capítulo, enriquecido en la segunda edición (véase año 1969) con una Tabla N° 0 en la cual se recogen eventos sísmicos posteriores a 1939, contiene una extensa discusión sobre las ‘coincidencias’ encontradas. Anota allí Centeno: *No habiendo acaecido ningún sismo desastroso en 1937 en la Cordillera Central de la Costa, ¿corresponderá al /lapso/ de 1968 a 1971 calculado en la Nota (P) del Cuadro 2?*. El sismo destructor ocurrió el 29 de julio de 1967. Esta ‘predicción’, no conocida para la fecha del terremoto de Caracas de 1967, es del mismo tenor que la conclusión de Fiedler publicada en 1962, basada en las estadísticas sobre la sismicidad del área, cuando afirmó: *Únicamente en la región de Caracas casi se ha sobrepasado el período sin ocurrir un sismo de importancia...*; el período al cual hacía referencia el autor se extendía hasta 1969.5, resultado de la siguiente operación:  $1900 + 60 \pm 9,5$  años.

## **1942**

- Junio. Primera edición del Manual para el Cálculo de Edificios editado por el MOP. Elaborado por los miembros de la Dirección de Edificios de ese Ministerio, fue una muy útil herramienta de trabajo para los profesionales de la Ingeniería Estructural.

## **1947**

- Agosto. Primera Norma MOP. El primer código para la ciudad de Los Ángeles promulgado en 1933, fue modificado en 1943; se incorporó allí un coeficiente sísmico variable (C) función del número de pisos (N) por encima del considerado; la fórmula empleada era:  $C = 60/(N + 45)$ . De este modo y por vez primera, la flexibilidad de la estructura es considerada de alguna manera, limitando su validez hasta 150 pies de altura, aproximadamente 15 niveles. Éste fue el esquema que se adoptó como novedad en la Norma MOP de 1947. Por resolución N° 2, del 23 de agosto de 1947, ese ministerio declara oficial las: *Normas para el Cálculo de Edificios*; éstas se promulgan por disposición de la Junta Revolucionaria de Gobierno, como: ... *la práctica usual del Ministerio*. Es en este documento donde se establece la acción de los movimientos sísmicos, conjuntamente con el primer mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería que tuvo el país.

## **1950**

- Agosto-03, 4:55 am. Con magnitud estimada en 5 y epicentro cercano a Cúcuta, donde se reportan daños, este sismo agrietó casi todas las viviendas de Colón y muchas en Ureña y San Antonio. Este sismo fue precedido el 7 de julio de ese año, por un fuerte terremoto de magnitud 7, que afectó la región de Arboledas-Cucutilla-Salazar de Las Palmas, en territorio Colombiano; su zona epicentral estuvo ubicada unos 44 km al SW del que afectó Cúcuta y Colón.
- Agosto-03, 5:50 PM. Sismo de magnitud 6,2–6,4, con epicentro a unos 340 km al NE del temblor que esa mañana afectó Cúcuta y Colón. Ocasiónó daños en El Tocuyo donde se reportan 8

víctimas y 60 heridos. Los daños también fueron importantes en localidades predominantemente ubicadas hacia el sur-oeste de El Tocuyo. Sus efectos fueron estudiados por comisiones de profesionales enviadas desde Caracas. Según los informes de los trabajos de campo no se logró identificar trazas visibles de fallas activas. Se expresaron críticas sobre demoliciones de construcciones consideradas como patrimonio histórico, aparentemente con posibilidades de haber sido reparadas.

### **1953**

- Marzo-19. Sismo fuertemente sentido en Ciudad Bolívar; foco a unos 135 km de profundidad, al poniente de la isla de Martinica, magnitud Ms 7,8. Distancia focal a Ciudad Bolívar: 700 km aproximadamente.
- En los números 206, 207 y 208 de la Revista del CIV, los ingenieros Julián De La Rosa y Oscar Urreiztieta, motivados por los efectos del terremoto de El Tocuyo, publican un muy amplio y bien sustentado documento para el diseño de estructuras de concreto reforzado, con especial atención en el diseño sismorresistente. Su ponencia está fundamentada en la nueva normativa establecida el año 1952, por el Comité Conjunto ASCE-SEAONC, Sección San Francisco; en ésta se incorporan los espectros de respuesta y, por tanto, el período fundamental de la estructura. La rama descendente del espectro quedaba definida por:  $0.015/T$ . En comunicaciones no publicadas sobre esta propuesta divulgada en la Revista del CIV, se emitieron opiniones no favorables y, simplemente, fue ignorada.

### **1954**

- Basado en el modelo de la estructura equivalente, el profesor Blas Lamberti publicó en la Revista del Colegio de Ingenieros un procedimiento para la distribución de las 'cargas' sísmicas. Denominado Método de Lamberti, fue de enseñanza prácticamente obligada en los cursos de estructuras pues no se conocían otras alternativas prácticas.

## **1955**

- Conocidas como Normas de 1955, fueron publicadas en noviembre de 1959. Contiene cambios en las Normas del año 1947 de ese Ministerio. Nuevo mapa de zonificación sísmica y pocos cambios conceptuales. Este documento cubría normas para el diseño en concreto armado, acero, viento, fundaciones y otros.
- Llegada de Günter Fiedler al país, para encargarse de la interpretación de los registros de instrumentos instalados en el Observatorio Cajigal. Buen instrumentista, su tesis de grado en la Technische Hochschule de Stuttgart versó sobre la sismicidad histórica del sud-oeste de Alemania. Esto explica que pocos años después y salvando limitaciones idiomáticas, Fiedler presenta un novedoso trabajo sobre los grandes sismos destructores de Venezuela.

## **1957**

- Julio-28. Sismo de magnitud 7,9, con fuente en la zona de subducción del Pacífico, ocasiona daños en edificaciones altas ubicadas en un área limitada de Ciudad de México, posteriormente identificada como parte del antiguo lago Texcoco. Dada la distancia focal, cercana a los 380 km, estos efectos representaban una situación novedosa que exigió la atención de sismólogos e ingenieros. Esto dio pie a los primeros espectros de período largo con fines de diseño, incorporados en las Normas venezolanas años después.
- Octubre-04. Sismo de magnitud 6,7 en el oriente de Venezuela. Daños en Irapa, Río Caribe, Carúpano y localidades cercanas. Múltiples réplicas sentidas. Este sismo no tuvo repercusiones en el ámbito profesional.

## **1959**

- Enero. Primeros Boletines Sismológicos del Observatorio Cajigal.
- Si bien Centeno fue pionero en la tarea de catalogar y describir los sismos pasados, Fiedler lo fue en lo que puede denominarse

la evaluación de los grandes sismos históricos, con base en la información de la primera edición del libro de Centeno. Sus trabajos, presentados en el III Congreso Venezolano de Geología, memorias publicadas en 1961, fueron elementos de referencia durante años en los estudios de peligrosidad sísmica en el país. Con toda seguridad Fiedler compartió información e inquietudes con el Padre Jesús E. Ramírez (S.J.), Director del Observatorio Geofísico de Los Andes Colombianos, situado en terrenos de la Universidad Javeriana de Bogotá, quien evaluó sismos de interés en áreas fronterizas como el de Cúcuta de 1875. Los trabajos de Fiedler le permitieron ir preparando un mapa de zonificación sísmica más realista que el de la norma MOP de 1955; para ello contó con la información histórica desde 1766 y el respaldo de focos locales determinados instrumentalmente por él, así como con las primeras evaluaciones de fallas activas en el país que le fueron señaladas por el Dr. Carlos Schubert. Fue así como inmediatamente después del sismo de 1967, se contó con un mapa de zonificación sísmica con un sustento más amplio, el cual fue incorporado a la Norma Provisional del MOP.

- Noviembre. La Dirección de Edificios del MOP, publica la tercera edición, totalmente corregida y adicionada con un suplemento, del Manual para el Cálculo de Edificios, publicado por vez primera en 1942.

## **1960**

- Febrero-28. Terremoto destructor en Agadir, Marruecos. 12 mil víctimas de un total de 36 mil habitantes. La American Iron and Steel Institute, envía una misión de campo cuyos resultados se publican en un muy cuidado texto que describe la geología de la región, así como el desempeño de diferentes tipos de edificaciones.
- Mayo-22. Se registra el mayor sismo del siglo XX en la costa de Concepción Chile: magnitud 9,6. Gran maremoto en el Pacífico.

## **1962**

- Primer Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas. El Dr. Fiedler presenta allí su trabajo titulado: Resultados de estudios sísmicos en Venezuela y precauciones preventivas, en el cual deja constancia de su percepción sobre la recurrencia de sismos fuertes en la capital del país (véase año 1940).

## **1963**

- Marzo. Se publica el primer número del Boletín Técnico IMME, por iniciativa del Profesor Fernando Delfino Mera. Epígrafe: “nunca mucho costó poco”. Publicado sin interrupción durante los últimos 45 años.
- Julio-26. Terremoto destructor de magnitud 6,0 afecta Skopje, capital del actual Macedonia, donde se reportan 1 000 víctimas. Se estimó que el 80 % de las edificaciones sufrieron daños. UNESCO envía una Misión de expertos para estudiar este evento, iniciativa esta que marca el inicio de la cooperación internacional en la Ingeniería Sísmica Forense.

## **1965**

- Marzo-05. Terremoto destructor en San Salvador de magnitud 6,3. Por recomendaciones de la misión técnica, se adoptan las normas sísmicas vigentes para Acapulco, México. Este sismo es citado, pues 21 años después, el 10 de octubre de 1986, un nuevo sismo de magnitud comparable, echó por tierra el edificio Rubén Darío, que aparentemente había quedado afectado por el primero de los sismos; por las dimensiones de esta edificación, tipo de ocupación y hora del día del evento, el número de víctimas en esta única ruina fue elevado.

## **1967**

- Junio-20. Por resolución del Ministro de Obras Públicas, Ing. Leopoldo Sucre Figarella, la Comisión de Normas del MOP publica: “...sin carácter preceptivo obligatorio”, nuevas Normas para el Cálculo de Estructuras de Concreto Armado para Edificios. Teoría Clásica (página 2 de la Introducción). En la Nota Explicativa que precede la Introducción, se aclara:

*Esta resolución no deroga las normas vigentes ‘Normas para el Cálculo de Edificios, 1955’ /del MOP/, por cuanto es la intención de este Despacho que la presente Norma tenga carácter de provisionalidad por un período de dos años /esta ‘provisionalidad’ se extendió a 18 años/.*

- Julio 3 al 7. Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural y Simposio Panamericano de Estructuras, Caracas. El Profesor Luis Esteva M. presenta una ponencia sobre el empleo de los espectros de respuesta.
- Julio-29, 6:24 am. Sismo destructor en San Cristóbal.
- Julio-29, 8 pm. Terremoto Cuatricentenario de Caracas. La misma noche del sismo, el Ministro de Obras Públicas, ingeniero Leopoldo Sucre Figarella comisiona al director general de ese Ministerio, León Arocha Carvajal, la coordinación de actividades de auxilio e inspección de edificaciones. Además de la Comisión Presidencial para el estudio del sismo, se crea la Oficina Técnica Especial del Sismo (OTES) integrada por destacados profesionales de la ingeniería venezolana: José Sanabria, Blas Lamberti, Edgard Pardo Stolk, Andrés Sucre, Paúl Lustgarten, Pedro Pablo Azpúrua, Hugo Pérez La Salvia, Alberto Eladio Olivares, Félix Briceño E., Silvestre Castellanos y Manuel Antonio Planchart. Conocida como ‘la OTES’, se evaluaron edificaciones afectadas por el sismo, así como los proyectos de reparación o reforzamiento. Luego de la creación de FUNVISIS, en julio de 1972, su director el Ing. Luis Urbina L. y el suscrito, adelantamos múltiples diligencias buscando el archivo de OTES, pues allí quedó constancia de los criterios de reforzamiento adoptados; éste nunca pudo ser encontrado en los depósitos del MOP.
- Agosto. Nueva tarifa para pólizas de seguros contra terremoto, Superintendencia de Seguros
- Noviembre. Se publica la Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas, Caracas. Elaborada por la Comisión de Normas del MOP con carácter provisional, en la Introducción

se anuncia que: *...en un futuro próximo se elaborarán nuevas normas antisísmicas que sustituirán la hoy promulgada* (31 de octubre de 1967). Se establecen esas normas con carácter: *...de aplicación obligatoria no solo para las obras de sus dependencias /MOP/ sino para todas las que se proyecten y ejecuten en Venezuela.* En la citada Introducción a ese documento, que sustituye la Norma MOP que estuvo en vigencia desde el año 1955, destaca la siguiente advertencia: *“...el cálculo antisísmico en la forma aquí recomendada, o en la de otras normas extranjeras, no constituye ni puede constituir garantía absoluta contra los graves daños de los terremotos, que envuelven factores muy diversos y cuyos efectos sólo se logran conocer por el análisis de las observaciones obtenidas con la repetición de tan peligrosos elementos destructivos de la naturaleza.* Presidida por el Ing. J. Sanabria, los miembros de la Comisión fueron: Ing. J. Bergeret De Cock, Ing. L.E. Hurtado Vélez, Ing. E. Gómez Escobar, Ing. N. Colmenares, Ing. G. Bourgeot López, Arq. R. Henríquez; los Consultores: Ing. P. Lustgarten, Ing. V. Sardi e Ing. P. Tortosa Rodríguez. Importa destacar que en el párrafo 8, Artículo 13 de ese documento, titulado Prescripciones y Recomendaciones Generales, se establece lo siguiente: *En columnas y vigas se recomienda disminuir la separación de ligaduras y estribos, en las zonas adyacentes a los nodos, a la mitad de la calculada para el resto del elemento correspondiente. En las columnas, esta zona abarcará 1/5 de la altura de los pisos. En las vigas, esta zona será, por lo menos, igual a dos veces la altura de ellas.* Si bien esa recomendación puede considerarse acertada para ese momento, no se hace mención a dos aspectos críticos, propios de las ligaduras y estribos empleados hasta esa fecha, destacados en múltiples informes de campo del terremoto de Caracas como agravantes en la vulnerabilidad de nuestras estructuras de concreto reforzado; estos son: (I) la ausencia de ganchos a 135 grados tanto en ligaduras como en estribos;

(II) la ausencia de confinamiento en las uniones de miembros. Con base a las normas hoy vigentes, la eficiencia de las recomendaciones recién citadas, hechas en el citado párrafo número 8, se considera limitada si se omiten estos dos últimos aspectos señalados como (I) y (II).

### **1968**

- Septiembre-20. Sismo de foco intermedio en la zona de Paria, de magnitud 7,2. Daños en Güiria, Río Caribe, Yaguaraparo y zonas aledañas. Sentido en una amplia extensión del país. En Caracas fue registrado por un conjunto de instrumentos que USGS había dispuesto para el registro de réplicas del terremoto de Caracas del año anterior, con el fin de evaluar las posibles amplificaciones del terreno.

### **1969**

- La Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales publica, como volumen 8 de su colección, la segunda edición del libro del Dr. Centeno Graü. Esto se logra gracias a la iniciativa del Dr. Guillermo Zuloaga, individuo de número de esa Academia, quien tenía conocimiento del trabajo inconcluso que dejó el Dr. Centeno Graü cuando llegó el fin de sus días. Esos textos, celosamente guardados por sus herederos, nunca se habían hecho públicos. Se descubre allí y se conoce por vez primera, el mapa de zonificación en el cual venía trabajando el Dr. Centeno; en dicho mapa Caracas estaba incluida entre las zonas de mayor peligro sísmico del país.

### **1972**

- Tesis del ingeniero Celso Tulio Ugas. Trabajo pionero en la caracterización de los espectros de respuesta elástica normalizados; ampliamente citado en la literatura sobre el tema y de uso generalizado en las normativas de muchos países.
- Julio-24. Sismo de magnitud 4,7, con área epicentral cercana a la isla de La Tortuga. Pánico en ciertas zonas de Caracas.
- Julio-27. Entre las consecuencias del sismo cuatricentenario de Caracas, las diferentes comisiones que fueron designadas por

el ejecutivo percibieron la falta de un organismo técnico que efectuase los estudios propios de los riesgos sísmicos. De este modo y por decreto presidencial de N° 1.053, publicado en la Gaceta Oficial N° 29.864, de esa fecha, se crea la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Las consideraciones para constituir: *...una institución ajustada a las necesidades del país en materia sísmica...*, fueron presentados por distinguidos miembros de las comisiones que participaron activamente en las tareas posteriores al sismo: José Sanabria, Enrique Araujo, Pedro Pablo Azpúrua, Carlos Schubert, Günther Fiedler, Félix Briceño, Andrés Fernández, Gonzalo Arreaza, Ángel Arellano y José Adolfo Peña. El primer Presidente fue el Dr. Enrique Lavié, director de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

- Diciembre-23. Terremoto de Managua, con un balance cercano a las 10 mil víctimas. Se reconocen desplazamientos permanentes de secciones meridionales de la falla de Tiscapa en áreas urbanizadas de Managua; estas trazas de fallas activas ya habían sido reportadas con ocasión del terremoto de magnitud 5,5 que afectó esa ciudad del año 1931. Misión técnica enviada por Venezuela colabora en la elaboración de normas locales.

### **1973**

- Agosto. Inauguración del Primer Curso de la Maestría en Ingeniería Sismorresistente, ofrecido por la Facultad de Ingeniería de la UCV. Profesionales de países del área, conjuntamente con jóvenes ingenieros venezolanos, fueron los primeros participantes.

### **1974**

- Junio-06. Fuerte temblor con magnitud 6,1, afecta el nor-oriente del país. En Casanay se reportan daños causantes de 2 víctimas y 11 heridos. Trabajo de campo por parte de los estudiantes de posgrado de la Facultad de Ingeniería, UCV. Fuerte réplica el 28 de octubre que ocasionó daños adicionales.
- Octubre. I Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, CIV, Caracas.

### **1975**

- Marzo-05. Sismo de magnitud 5,6 moderadamente destructor en Guanare y alrededores; no se reportan víctimas. Como resultado de trabajos de campo hechos en esa capital de estado, se evidenciaron efectos locales del subsuelo sintetizados en un mapa de isosistas del área urbana.
- Abril-05. Sismo de magnitud 6,1 con epicentro ubicado a unos 120 km al NE del evento anterior. Ocasionó daños generalizados en el área de San Pablo, Atarigua, y, más al este, hasta Barquisimeto. Se constataron efectos superficiales (hundimientos, grietas y derrumbes). En la presa Dos Cerritos, ubicada cerca de El Tocuyo, se reportan daños menores y la explosión de un tubo matriz en el sector El Carabinero.
- Abril-25. Sismo de magnitud 4,4, con epicentro entre Carora y Atarigua, ocasionó daños menores en esas poblaciones y otras cercanas.

### **1976**

- Febrero-04. Gran terremoto de Guatemala de magnitud 7,6. Desplazamientos visibles a lo largo de 240 km de la falla de Motagua, de tipo transcurrente sinistral. El desplazamiento permanente promedio fue de 1 metro, y localmente hasta de 3 metros. Ésta es considerada como una evidencia confirmatoria del desplazamiento de la placa Caribe. Misión Técnica enviada por Venezuela.
- La Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, en ediciones FONINVES, publica el Mapa geológico-estructural de Venezuela, escala 1:500.000, coordinado por el Dr. Alirio Bellizia.

### **1977**

- Octubre. II Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, ULA, Mérida.

### **1978**

- Publicación de las recomendaciones del Applied Technology Council (ATC-3), contentivas de los resultados de una exhaustiva

investigación hecha por la comunidad de profesionales de Estados Unidos de Norteamérica, sobre los fundamentos del diseño en zonas sísmicas. Este documento, bautizado en nuestro país como ‘mamá de normas’, influyó en la modernización de nuestras normas así como en las de otros países.

### **1979**

- Primeras versiones de la futura norma COVENIN, dirigida a sustituir la Norma Provisional del MOP de 1967. La comisión que redactó las primeras ponencias estuvo constituida por los ingenieros: Celso Tulio Ugas, Oscar A. López, Julio J. Hernández, Alfonso Malaver y José Grases.

### **1981**

- Marzo. III Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, AVIE, Caracas. Se presenta una versión preliminar de la futura Norma COVENIN 1756 así como de los requerimientos de diseño.
- Junio-30. La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), en su reunión N° 46, adopta con carácter provisional, la norma COVENIN-MINDUR 1753-81 titulada: Estructuras de Concreto Armado para Edificios. Análisis y Diseño, Parte I, Articulado y Parte II, Comentario. En su Introducción aclara: *Hasta tanto las presentes Normas no sean de uso obligatorio, la utilización de las Normas MOP Teoría Clásica /del año 1967/ es permitida....* No se hace mención, ni se deroga, el Artículo 13 de la Norma Provisional del MOP (véase: noviembre 1967).
- Julio. Se da inicio a una larga tarea de concertación para aprobar la nueva Norma COVENIN 1756, Edificaciones Antisísmicas, que habría de sustituir la provisional del MOP vigente desde 1967. A lo largo de ese año de trabajo, participaron como miembros de la Comisión los siguientes profesionales de la ingeniería: J. Arcia, J. Bergeret De Cock, E. Beyer, P. Carrillo, E. Castilla, R. Centeno, C. Chacón, A. De Fries, J.A. Delgado, J. Grases, A. Gutiérrez, C. Hernández, J.J. Hernández, O.A.

López, A. Malaver, R. Pérez, A. Pesti, O. Romero, C. T. Ugas y J.M. Velásquez. Las reuniones terminaron siendo un ritual, los viernes por la tarde en la sede de FUNVISIS, ubicada en San Bernardino en esa época. Todo ello gracias al interés del Ing. Luís Urbina L., Director de esa fundación. Este trabajo de concertación culminó ya muy entrado el año 1982.

- Octubre-18. Sismo de magnitud 5,5, a media noche, con epicentro en las cercanías de San Antonio, Táchira. Deslizamiento en el Palmar de La Copé, ubicado entre San Josesito y Pueblo Nuevo, sepulta el pueblo; el área era conocida debido a que se encontraba amenazada por un talud de estabilidad precaria. A 25 años de distancia, sobre ese camposanto hay un nuevo desarrollo de viviendas marginales.

## **1982**

- A finales de 1982, el documento COVENIN 1756 Edificaciones Antisísmicas aprobado por todas las instancias, fue bautizado en La Casona por el Presidente Luis Herrera y la Dra. María Cristina Maldonado, Ministro de MINDUR.

En este documento se incorpora por vez primera en las normas venezolanas, formas espectrales que diferencian claramente suelos tipo roca (espectros S1), de los suelos blandos o sedimentos recientes (espectros S3); situaciones intermedias quedaron caracterizadas por formas espectrales diferentes (espectros S2).

En su Presentación se indica: *...tanto en el diseño de miembros como en la evaluación de la seguridad...se deben seguir criterios congruentes con...las Normas COVENIN-MINDUR 1753-81. Hasta tanto las Normas recién citadas no contengan el Capítulo 18 en el cual se establecen las prescripciones especiales para el diseño bajo acciones sísmicas, se podrá utilizar el Apéndice A de las recomendaciones ACI 318-77...* No se hace aquí mención a las Prescripciones y Recomendaciones Generales, establecidas en el Artículo 13 de la Norma MOP provisional del año 1967 (véase: noviembre 1967).

**1983**

- Enero. Inicio de la publicación de los Boletines Sismológicos de FUNVISIS.
- Elaboración de especificaciones técnicas para la evaluación de equipos de extra-alto voltaje, EDELCA.

**1984**

- Mayo. Elaboración de especificaciones técnicas para la calificación de equipos de alto voltaje, CADAPE, S-P-420.
- Noviembre. IV Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, UCLA-AVIE, Barquisimeto.

**1985**

- Enero. Publicación de la versión revisada de la Norma COVENIN 1753, Edificaciones de Concreto Armado. Análisis y Diseño, con inclusión del nuevo Capítulo 18 cuyo contenido reconcilia este documento con la Norma COVENIN 1756 Edificaciones Antisísmicas aprobado en 1982. Ese mismo año, el citado Capítulo se incluyó en una nueva versión de la Norma COVENIN 1753. Por tanto, no es sino hasta ese momento, cuando se reconcilian los requerimientos propios de los Niveles de Diseño establecidos en la Norma sísmica de 1982, con la Norma para el diseño de obras de concreto reforzado.

**1986**

- Elaboración de especificaciones para el diseño y evaluación de equipos y dispositivos de apoyo para equipos de subestaciones de alto voltaje. Electricidad de Caracas.

**1988**

- Octubre. V Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, AVIE, Cumaná.

**1989**

- Abril-30. Sismo de magnitud 6 afectó el área de Tocuyo de la Costa. Daños en esta población, en Boca del Tocuyo y Tucacas. Múltiples manifestaciones de licuefacción en riberas del río Tocuyo y en zonas saturadas cerca de la línea de costa.

**1991**

- Aprobación de las primeras especificaciones para el diseño y evaluación sismorresistente de instalaciones petroleras, PDVSA: JA-221, JA-222, FJ-251. Pocos años después se promulgará la JA-224.

**1990**

- Por iniciativa del Ing. César Hernández A., Presidente de FUNVISIS, se comienza la revisión de la Norma COVENIN 1756 vigente; esta tarea es interrumpida por la prematura desaparición del Ing. Hernández en fatal accidente de aviación.

**1991**

- Julio-08. Sismo fuertemente sentido, de magnitud 5, cercano a Carora sin daños conocidos. Es citado como evento, aparentemente premonitor del siguiente, pues su epicentro se ubica cerca, al suroeste de los que siguen.
- Agosto-17. Sismos sentidos en una amplia región del centro-occidente del país, con epicentro cercano a Curarigua y moderadamente destructor en localidades del estado Lara: Curarigua, Carora, Aregue, Los Arangues y otras localidades. En Barquisimeto se reportan 100 viviendas dañadas. El primero de magnitud 5,0, ocurre a las 02:18:21 hora local. El segundo 13 segundos más tarde, 02:18:34 hora local, con magnitud 5,4, con epicentro unos 22 km al NE. Esta es la última secuencia citada de parejas de eventos sísmicos ruinosos en el occidente-centro del país, las cuales se sintetizan en la Tabla que sigue.

SECUENCIA DE PAREJAS DE EVENTOS SÍSMICOS RUINOSOS EN EL OCCIDENTE - CENTRO DE VENEZUELA CITADOS EN ESTA RELACIÓN

FECHA	HORA LOCAL	ÁREA EPICENTRAL	M	DISTANCIA Y AZIMUT
1950-08-03	4:55	8.0N - 72.34W	5	--
1950-08-03	17:50	9.74N - 69.83W	6,4	336 km N55°E
1967-07-29	6:24	6.84N - 73.09W	6,6	--
1967-07-29	20:00	10.60N - 67.30W	6,5	759 km N57°E
1975-03-05	9:55	9.13N - 69.87W	5,5	--
1975-04-05	5:35	10.08N - 69.65W	5,5	107 km N77°E
1991-08-17	02:18:21	9.98N -70.14W	5,0	--
1991-08-17	02:18:34	10.04N - 69.95W	5,4	22 km N72°E

### **1993**

- FUNVISIS publica el Mapa Neotectónico de Venezuela (escala 1:2.000.000). Compilación de Carlos Beltrán. Recoge la información, sobre fallas activas en el país conocidas hasta esa fecha; se distinguen las inferidas, de las reconocidas en trabajos de campo. En trabajos que sustentan ese mapa, así como en otras investigaciones posteriores, se conoce con mayor precisión (escalas 1:10 000) la ubicación de muchas de esas fallas, especialmente en la región norte-central del país.

### **1994**

- Norma para diseño sismorresistente de sistemas eléctricos. Norma DNI ND-C-B-01-94, Electricidad de Caracas.

### **1997**

- Julio-09. Terremoto de Cariaco de magnitud 6,9. Múltiples trabajos de campo, permiten estudiar con información confiable el mecanismo focal, efectos locales del subsuelo, la longitud de rotura de la falla de El Pilar. Los desplazamientos permanentes

visibles, asociados a esa falla, se extienden por más de 60 km, con saltos de hasta 60 cm. A 75 km de distancia y cerca de la costa occidental de Cumaná se derrumbó el edificio Miramar, con trágico balance de 32 víctimas. Este edificio fue proyectado hacia 1978 con las normas vigentes en ese momento. Para establecer responsabilidades se contrató la elaboración de una evaluación exhaustiva del proyecto, con datos basados en levantamientos hechos en el sitio. Este caso es tratado con más detalle en la Sección 3 de esta nota.

### **1998**

- Se retoma la revisión de la Norma COVENIN 1756, la cual culmina al año siguiente. Se publica una versión de estudio que es distribuida entre 50 profesionales de la ingeniería estructural para sus comentarios.

### **1999**

- Mayo. VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, ULA-CONICIT, Mérida.

### **2001**

- Marzo. Promulgación de la nueva Norma COVENIN 1756, año 2001, con el nuevo título *Edificaciones sismorresistentes*, en dos volúmenes: Articulado y Comentarios. Las observaciones a la versión de estudio del año 1998, fueron consideradas y se elaboró la versión definitiva de este documento. La Comisión encargada de esta tarea estuvo constituida por los ingenieros: Arnaldo Gutiérrez, Denis Rodríguez, Heriberto Echezuría, Jorge González, José Grases, José Parra, Julio Hernández, Manuel Pagá y Oscar López.

Evidencias de amplificaciones locales, propias de sismos con fuente distante, se dan en suelos con muy baja velocidad de propagación de ondas de corte. Confirmados por vía analítica, las medidas preventivas contra este efecto se incorporaron en esa nueva versión de la Norma COVENIN 1756, para las zonas sísmicas distantes de grandes sismos, como lo son las zonas sísmicas 1 y 2 de baja peligrosidad ( $A_0 \leq 0,15 g$ ). En esos casos

se establece explícitamente que el espectro normalizado de los suelos tipo S3, debe modificarse por el tipo S4 específicamente elaborado para este particular tipo de condición.

### **2003**

- Abril. Culminada la elaboración de la nueva ponencia para sustituir la Norma COVENIN 1756 para el Análisis y Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado, el organismo que financió ese proyecto, FONACIT, designó una comisión ad-hoc que presentó observaciones esencialmente de forma, las cuales se incorporaron a la versión definitiva en el mes de agosto de ese año, antes de ser reemitida a FONDONORMA. En 2006 fue aprobada como documento FONDONORMA y remitido a SENCAMER.
- Noviembre, VII Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, UCLA, Barquisimeto.

### **2005 (¿)**

- Nueva red de registro sismográfico a nivel nacional

### **2006**

- Mayo. VIII Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, UC, Valencia.

### **2007**

- Noviembre-29. Sismo de magnitud 7,4, de fuente distante, fuertemente sentido en la región de Guayana-Ciudad Bolívar y percibido durante más de dos minutos en sectores como Guri, Caruachi, Macagua y Altavista. El foco de este evento es intermedio (143 km), y está ubicado entre Martinica y Dominica, a unos 750 km de Puerto Ordaz. La red acelerográfica que opera EDELCA en el bajo Caroní, registró este evento con los siguientes máximos de aceleración horizontal a las distancias focales R indicadas: 36,6 gal (estación Los Olivos, campo libre, Macagua, R = 752 km); 180,3 gal (estación CAR 0, ¿cuerpo de la presa de concreto?, Caruachi, R = 770 km); 67,6 gal (estación GUR 6, tramo 5 Presa Derecha, Guri, R = 817 km).

Un evento de características similares –foco y magnitud-

sucedió el 19 de marzo del año 1953. Este fue reportado como ‘fuertemente sentido’ en Ciudad Bolívar durante al menos dos minutos.

### **3. UN CASO DE INGENIERÍA FORENSE**

Tal como se indica en la Sección 1 de esta nota, la secuencia de eventos sísmicos, sus efectos y lecciones, así como los sucesivos cambios de las normativas, son elementos de juicio fundamentales para una mejor comprensión de eventuales desempeños catastróficos de algunas estructuras. En esta sección lo anterior se ilustra con el análisis del colapso que sufriera el edificio Miramar, ubicado en Cumaná, como consecuencia del terremoto de Cariaco (ver Sección 2, año 1997).

Por las implicaciones penales que ha tenido el caso, antes de proceder a su descripción es preciso dejar muy claro que, a juicio del suscrito, la estrategia de evaluación que se presenta en el informe técnico elaborado por la institución que fue seleccionada para esa tarea, cubre los extremos requeridos con el fin de evaluar el desempeño esperado de la edificación. Quedan fuera del alcance de esta nota eventuales discrepancias sobre los procedimientos empleados y presentación de conclusiones en el informe final.

#### **3.1. Descripción general y normativa vigente**

Se trata aquí el caso del edificio Miramar, el cual colapsó como consecuencia del terremoto del 9 de julio de 1979, caso brevemente descrito en el año 1997 de la Sección 2. Tal como se indica allí, para establecer responsabilidades se contrató la elaboración de una evaluación exhaustiva del proyecto, con datos basados en levantamientos hechos en el sitio y en los documentos disponibles.

El edificio constaba de: sótano, planta baja, mezanine y seis plantas tipo. Fue diseñado en 1978, año para el cual la normativa vigente en el país era la siguiente:

I. la Norma Provisional para Edificaciones Antisísmicas del MOP,

cuyo alcance se comenta brevemente en la Sección 2, noviembre del año 1967;

- II. las Normas para el Cálculo de Estructuras de Concreto Armado para Edificios. Teoría Clásica, según resolución del MOP, en la cual aparte de que no ser de carácter obligatorio, tampoco: *...deroga las normas vigentes 'Normas para el Cálculo de Edificios, 1955' /del MOP/, por cuanto es la intención de este Despacho que la presente Norma tenga carácter de provisionalidad por un período de dos años. Esta 'provisionalidad' se extendió legalmente a 18 años, cuando COVENIN aprueba y publica el Capítulo 18 de la norma COVENIN 1753 en 1985. La validez de las Normas basadas en la Teoría Clásica, fue ratificada en junio-30 de 1981, según se acota en el correspondiente año de la Sección 2.*

El movimiento del terreno en el área de Cumaná quedó registrado en la estación UDO, ubicada en un rumbo casi oeste y a una distancia del epicentro, similares al sitio donde se arruinó el edificio Miramar. Tomando en consideración las características del terreno en el cual se encontraba la estación UDO, este movimiento se consideró representativo del movimiento en roca. Fue empleado para determinar la respuesta dinámica del subsuelo en el sitio de ubicación del edificio.

### **3.2. Limitaciones de la normativa vigente para 1978**

#### **I. Configuración estructural**

Dos agravantes destacan en la configuración estructural de esta edificación: (a) las columnas de doble altura que genera la mezanine, y; (b) el rígido núcleo de circulación ubicado hacia el extremo opuesto, en planta, de las columnas de doble altura mencionadas. Esta disposición generó desfavorables efectos de torsión, ambos penalizados en las dos versiones de las Normas COVENIN 1756: la del año 1982 que sustituyó la Provisional del MOP del año 1967, así como en la subsiguiente COVENIN del año 2001, en la cual se establecen estrictas limitaciones para configuraciones reconocidamente vulnerables.

## II. Acciones de diseño

En la Norma Provisional MOP, vigente para la fecha del proyecto, las acciones de diseño se establecían en términos de un coeficiente sísmico ( $C$ ). Para la región de Cumaná, sitios donde se fundara en suelos aluvionales, se establecía  $C = 0,06$ ; este coeficiente suponía el diseño de los miembros portantes de la estructura, según la denominada Teoría Clásica (es decir diseño según esfuerzos admisibles). La Norma COVENIN 1756 del año 1982, tiene dos grandes diferencias con relación a la anterior: (a) incorpora los espectros de respuesta, reducidos por ductilidad; en ellos está implícita la respuesta en el rango inelástico de las estructuras (es decir diseño según estados últimos o de agotamiento) con lo cual el coeficiente sísmico de diseño está referido al nivel cedente ( $C_y$ ) y; (b) establece los movimientos máximos del terreno en términos de porcentajes de la aceleración de la gravedad (percepción más realista de la peligrosidad sísmica del sitio) la cual para Cumaná, en esa nueva norma, es igual a  $0,30\text{ g}$ . La reconciliación entre los dos documentos debe tomar en consideración lo señalado en (a), con lo cual el coeficiente sísmico exigido en la Norma MOP pasa de  $C = 0,06$  a  $C_y = 0,10$ . Además, si se considera lo anotado en (b), con la norma de 1982 el coeficiente sísmico de diseño alcanzaría un valor del orden de  $C_y = 0,20$ . En otras palabras con los métodos modernos de diseño, la Norma Provisional del MOP exigía un valor  $C_y = 0,10$ , y con la Norma COVENIN 1756 del año 1982, el diseño del mismo edificio, para el tipo de armado exigido, debería haber sido diseñado para fuerzas laterales dos veces mayor. Esta diferencia es aún más marcada si se aplica la versión 2001 de la Norma COVENIN, pues en ese documento las acciones sísmicas para Cumaná pasaron a valer  $0,40\text{ g}$ ; es decir, fuerzas de diseño unas  $2,7$  veces mayores que las exigidas en la Norma Provisional del MOP.

### III. Condiciones locales del subsuelo

Los efectos del subsuelo local se han constatado según diferentes tipos de evidencias: (a) incrementos anómalos del grado de intensidad de Mercalli, en áreas reducidas y atribuibles a amplificaciones debidas al tipo de subsuelo local, donde la asignación generalizada de intensidad es dos o más grados inferior; (b) comparación de registros instrumentales (acelerogramas) simultáneos, de un mismo evento, en estaciones dispuestas en condiciones locales diversas, donde al menos una de ellas es roca o similar; (c) simultaneidad de evidencias pertenecientes a los dos tipos recién anotados (anomalías en el grado de intensidad de Mercalli y registros instrumentales). Sobre estos fenómenos, tratados en forma sobre-simplificada en la Norma Provisional del MOP y cuya cabal comprensión es relativamente reciente, hay múltiples evidencias en diferentes sismos que han afectado zonas urbanizadas del planeta y que ha costado la vida a varios miles de personas. Tales evidencias han conducido a marcadas modificaciones desde inicios de los años 80, en las normativas de la mayoría de los países que actualizan regularmente estos documentos, entre los cuales el nuestro.

### **3.3. Estudios hechos**

#### **3.3.1. Condiciones locales del subsuelo**

Los estudios de suelos hechos en el sitio, revelaron que el perfil estratigráfico estaba constituido esencialmente por aluviones de origen fluvio-marino, muy reciente, con espesores mayores de 45 m; ésta fue la máxima profundidad que alcanzaron los equipos de toma de muestras. Modelado el depósito con base a los estudios de suelos, se evaluó la respuesta dinámica en el tope de ese depósito aluvional, suponiendo su espesor iguala 45 m.

De los análisis hechos se desprende que allí ocurrieron desfavorables fenómenos de amplificación del movimiento registrado en la estación UDO, de por lo menos un 30 %.

### **3.3.2. Verificación de la resistencia de los materiales**

### **3.3.3. Levantamiento detallado de las barras de refuerzo en la estructura colapsada**

### **3.3.4. Elaboración de dos modelos de la estructura portante**

### **3.3.5. Determinación del ángulo crítico de ataque del sismo**

### **3.3.6. Cálculo de los coeficientes sísmicos a nivel cedente**

## **3.4. Conclusiones generales**

### **3.4.1.- Limitaciones de la normativa vigente para la fecha del proyecto**

- a. La normativa vigente para la fecha del proyecto, explícitamente aprobada con carácter provisional en 1967 por un lapso de dos años, se mantuvo sin modificación durante 15 años.
- b. Debe tenerse presente la advertencia hecha por la inobjetable Comisión de expertos que redactó la Norma provisional del MOP del año 1967, vigente para la fecha del Proyecto del edificio Miramar, según la cual: ... *el cálculo antisísmico en la forma aquí recomendada, o en la de otras normas extranjeras, no constituye ni puede constituir garantía absoluta contra los graves daños de los terremotos, que envuelven factores muy diversos y cuyos efectos solo se logran conocer por el análisis de las observaciones obtenidas con la repetición de tan peligrosos elementos destructivos de la naturaleza.*

### **3.4.2.- Cumplimiento de los requerimientos normativos**

- a. En el Modelo 1 analizado y calificado en el informe técnico como más representativo de la estructura, se adoptó como resistencia media del concreto la obtenida experimentalmente en miembros dañados de la estructura derrumbada según se describe en el citado Informe. Este valor es igual a 130 kgf/cm<sup>2</sup>.
- b. Ensayos adicionales del concreto en el sótano, área no afectada de la estructura, empleando procedimientos similares a los que se emplearon en el citado informe técnico, alcanzó un valor

medio de 257 kgf/cm<sup>2</sup>. Este valor excede el mínimo de 210 kgf/cm<sup>2</sup> exigido en el proyecto.

- c. No se compararon las composiciones químicas de esos concretos para dilucidar si eran similares en sus contenidos de cemento y relaciones agua/cemento.
- d. Exhaustivos análisis presentados en el citado informe técnico revelan, sin lugar a duda, que la capacidad resistente del edificio Miramar excedió la resistencia requerida por las Normas vigentes en Venezuela para la fecha del proyecto.
- e. Dado que el edificio Miramar alcanzó el estado límite de ruina, se concluye que la acción sísmica que actuó en su base excedió la de la norma vigente para la fecha del proyecto.

### **3.4.3. Causas del derrumbe**

- a. Con base en las evidencias de sismos registrados en sitios con características similares a las del sitio en el cual fue construido el edificio Miramar, tales características dieron lugar a efectos de amplificación de las acciones sísmicas.
- b. De acuerdo con los resultados de análisis presentados en el citado informe técnico, tales acciones excedieron los requerimientos de la norma vigente para la fecha del Proyecto, lo cual es concordante con la conclusión 3.4.2 apartes (d) y (e).
- c. Por las razones anteriores, no es correcto afirmar que la causa del derrumbe del edificio Miramar haya sido consecuencia del incumplimiento de las normas vigentes en Venezuela para la fecha de su proyecto. Aun cumpliendo con todos los requerimientos de las normas vigentes para aquel momento, la acción sísmica establecida en las normas de 1967, se encuentra asociada a una probabilidad de excedencia unas 40 a 70 veces mayor que la misma probabilidad establecida en la norma hoy vigente.

### **3.4.4. Cambios de normativa**

- a. Nuevas normas aprobadas a partir de 1981, no guardan relación

- con los que mantuvieron vigencia hasta esa fecha por ser considerados obsoletos.
- b. Las condiciones del subsuelo existente bajo las fundaciones del edificio Miramar y la particular configuración estructural del mismo, son consideradas como desfavorables por su mayor vulnerabilidad a los sismos; así lo establecen actuales Normas COVENIN 1756 vigentes desde 2001. Tales condiciones de subsuelo y configuración de las estructuras, así como otras muchas lecciones dejadas por sismos sucedidos en las últimas décadas, hoy en día son objeto de penalizaciones en las normas modernas de diseño como lo es la Norma COVENIN 1756 del año 2001.
  - c. La aplicación de las Normas COVENIN vigentes en nuestro país desde 2001, al diseño de la misma edificación, en la misma localidad y sitio de fundación, con el mismo tipo de armado y resistencia de los materiales, exigiría fuerzas de diseño por lo menos 2,7 veces mayores que las exigidas por la norma que tuvo vigencia en Venezuela para la fecha del proyecto. Esto reduce sustancialmente las probabilidades de ruina.
  - d. Finalmente, lo anterior ha ilustrado como: *...el análisis de las observaciones obtenidas con la repetición de tan peligrosos elementos destructivos de la naturaleza*, según frase de la presentación de la Norma Provisional del MOP vigente para la fecha del proyecto, ha guiado la modernización de normativas que conducen a una más confiable acción preventiva contra inevitables sismos futuros. Esa acertada advertencia hecha por la Comisión que redactó la Norma Provisional del MOP, año 1967, aplicada al caso que nos ocupa y atendida por los especialistas en la materia, es la que a fin de cuentas ha permitido una exhaustiva evaluación del doloroso e irreparable desempeño del edificio Miramar, empleando para ello técnicas de análisis totalmente desconocidas para la fecha en la cual se realizó el proyecto.

# **APORTE DE LA INGENIERÍA A LA HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO**

Acad. Manuel Torres Parra  
Sillón III

El haber contribuido desde 1958 al estudio y desarrollo de la Higiene y la Seguridad Industrial en nuestro país, me obliga a desarrollar el tema del aporte de la ingeniería en esas especialidades.

No cabe duda que los profesionales de la ingeniería tienen responsabilidad en que las obras, sistemas, equipos, dispositivos y herramientas sean seguras y sanas para el uso público y para los trabajadores encargados de operarlos para la prestación de servicio y producción de bienes.

Se exponen algunas definiciones, la evolución de la prevención de riesgos, la legislación correspondiente en nuestro país y la contribución de la ingeniería en el reconocimiento, evaluación y control de los riesgos de salud en los ambientes de trabajo, se hace más énfasis en el diseño y al final se ofrecen algunas recomendaciones sobre la formación y la promoción de la prevención.

## **1. Principios fundamentales y definiciones**

Los países en vías de desarrollo ven en la industrialización una vía eficaz para mejorar su nivel de vida. Al plantearse la industrialización como meta es importante enfatizar en los problemas que ésta genera con relación al medio ambiente laboral, es decir, aquellos que pueden atribuírseles a los materiales utilizados, operaciones y procesos industriales y a productos y subproductos

de la industria, tales como: los riesgos ocupacionales de accidente y enfermedad profesional, los riesgos de incendio y explosión, los de polución atmosférica, los de contaminación de cursos de agua y los de disposición de residuos sólidos; todos ellos de gran implicación social. Para su reconocimiento, ponderación y solución se requiere de personal especializado y en especial de la ingeniería. Nos referiremos, en más detalle, a los problemas de riesgos ocupacionales, tanto de accidentes de trabajo como de enfermedades profesionales y no a los de saneamiento, los cuales son de mayor reconocimiento en el aporte que la ingeniería brinda.

Asociado con todo trabajo está presente el riesgo de accidente y el de enfermedad profesional. El desarrollo industrial, principalmente, el representado por la industria de procesos, ha cambiado en forma tal el ambiente laboral, que es menester aplicar una metodología científica para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores. Por otro lado, la destreza y la experiencia de los trabajadores y los costos de mano de obra justifican cada vez más la protección de estos, pues además del costo directo de un accidente o una enfermedad hay que aumentarle el costo social indirecto por ausencia, reemplazo y aprendizaje y por supuesto las pérdidas en instalaciones, equipos y materiales.

Además, puesto que la finalidad de la industrialización es el bienestar de una comunidad; la salud y el bienestar de los trabajadores merece importancia primordial. El reconocimiento de esto es la razón fundamental de la legislación en materia de higiene y seguridad industrial y exige la instauración de programas o procedimientos de esa índole.

La prevención de accidentes se extiende además a controlar los riesgos de desastres, como son los de incendio y explosión, que tienen una magnitud y consecuencias que exceden los límites industriales y afectan a la comunidad. Los factores de prevención deben tomarse muy en cuenta cuando se diseñan y especifican los procedimientos, equipos y maquinarias industriales, y se instalan y operan estos últimos.

Debido a que la prevención efectiva de estos desastres radica en la aplicación de principios expresados severamente en códigos y normas y en la supervisión de su cumplimiento en la industria, mayor es la responsabilidad que tienen los profesionales encargados de las plantas, pues deberán tener un firme conocimiento de estos códigos e instaurar planes de educación, adiestramiento y convencimiento para el personal a su cargo.

### **1.1 Definiciones**

Según la Academia de la Lengua, se denomina accidente a tres conceptos semejantes: en general, “un suceso eventual que altera el orden regular de las cosas”; como ocurrencia biológica: “indisposición o enfermedad que sobreviene repentinamente y priva de sentido, de movimiento o de ambas cosas” y finalmente en el trabajo: “lesión corporal que sufre el operario con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena”.

Trabajo es según el diccionario “toda obra como producción del entendimiento”. También “la operación de máquinas o herramientas que se empleen para algún fin y el esfuerzo humano aplicado a producción de riqueza”.

Según nuestra Constitución (1999), el trabajo es un derecho y un deber. Según la Ley Orgánica del Trabajo (1990) “el trabajo es un hecho social” y priva el respeto a la persona humana por sus valores superiores. En su contenido se impone que es un servicio que presta (el trabajador) a otra persona natural o jurídica (patrono) y que realiza a cambio de una remuneración.

La Ley Orgánica del Trabajo de Venezuela define al accidente de trabajo en su artículo 561 así: “todas las lesiones funcionales o corporales, permanentes o temporales, inmediatas o posteriores, o la muerte, resultantes de la acción violenta de una fuerza exterior que pueda ser determinada o sobrevenida en el curso del trabajo, por el hecho o con ocasión del mismo. Será igualmente considerada como accidente de trabajo toda lesión interna determinada por un esfuerzo violento, sobrevenida en las mismas circunstancias”.

Desde el punto de vista de la Prevención de Accidentes o de la Seguridad Industrial, accidente es diferente a lesión. Se entiende por accidente de trabajo a un suceso eventual que altere el orden regular del trabajo. De esta forma la consecuencia de un accidente puede ser el daño de maquinaria, equipo, materiales o solamente la pérdida de tiempo sin producir lesión alguna a trabajadores.

El riesgo, según la Academia de la lengua es una “contingencia o posibilidad de que suceda un daño, desgracia o contratiempo. Cada una de las contingencias que puede ser objeto de un contrato o seguro”.

El riesgo puede cuantificarse como la probabilidad de daño que depende de la probabilidad de ocurrencia, de la magnitud del daño y de la probabilidad de exposición.

La Seguridad Industrial o Prevención de Accidentes de trabajo se puede definir como la ciencia, el arte y la técnica que se ocupa de reconocer, evaluar y controlar los riesgos de accidentes de trabajo.

Por otra parte tenemos a las enfermedades. Enfermedad es la alteración más o menos grave de la salud. Se caracteriza por signos y síntomas; los primeros demostrables y medibles y los últimos subjetivos. Sobre enfermedad profesional, la Ley Orgánica del Trabajo dice (Art. 562): “Se entiende por enfermedad profesional el estado patológico contraído con ocasión del trabajo o por exposición al ambiente en que el trabajador se encuentre obligado a trabajar; y el que pueda ser originado por la acción de agentes físicos, químicos o biológicos, condiciones ergonómicas o meteorológicas, factores psicológicos o emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, temporales o permanentes”.

El término Higiene significa prevención de enfermedades. Podemos definir a la Higiene Industrial como “Arte, ciencia y técnica que se ocupa de reconocer, evaluar y controlar los riesgos que producen enfermedades profesionales”.

Para expresar la magnitud que accidentes y enfermedades significan con relación a la población, se utilizan varios índices.

Estos son los de morbilidad y mortalidad, cuando se refieren a grandes poblaciones, y porcentajes de casos, frecuencia y severidad cuando se refiere a una industria en particular o al conjunto de ellas.

En Venezuela las principales causas de morbilidad con sus tasas por 100 000 habitantes son para 1991: diarrea 2497, virosis 2219, faringoamigdalitis 2169. Las principales causas de mortalidad por enfermedades específicas con sus tasas para 100 000 habitantes son para 2001: enfermedades del corazón 95,6, cáncer 64,7 y accidentes 36,2, siendo la mortalidad total de 455.

Los índices de frecuencia y de gravedad son utilizados para medir: el primero, la cantidad relativa de accidentes que ocurren en una industria determinada o en un conjunto de ellas; y el segundo, el daño relativo causado por los accidentes ocurridos. Sirven para comparar a una industria con otra o la misma en épocas distintas.

El índice de frecuencia  $I_f$  se define como el número de accidentes ocurridos por millón de horas hombre-trabajadas. Es decir, que si en una empresa ocurren durante un período analizado (un mes o un año)  $a$  accidentes y trabajaron  $N$  trabajadores durante un promedio de  $h$  horas, el índice de frecuencia será:  $I_f = (a/Nh) 10^6$ .

Algunas veces para incluir en el análisis todos los accidentes, aunque no hayan producido pérdida de tiempo, se calcula el índice correspondiente y se le denomina índice de frecuencia bruta.

Por índice de gravedad o severidad  $I_g$  se entiende el número de días perdidos por accidentes al trabajar un millón de horas hombre. De la misma manera, llamando  $d$  los días perdidos o cargados por tal concepto:  $I_g = (d/Nh) 10^6$ .

Para las incapacidades permanentes hay que adoptar una tabla guía. La norma COVENIN 474-89 sobre registro, clasificación y estadísticas de lesiones de trabajo contiene tal tabla. Allí se establece que los días cargados son los siguientes: muerte o incapacidad total (6000), pérdida de brazo (4500), pierna (4500), mano (3000) y ojo (1800).

Con el fin de utilizar un índice combinado de frecuencia y gravedad, pueden utilizarse los siguientes:

- El promedio de tiempo perdido (PTP), como el total de días perdidos o cargados por las lesiones con pérdida de tiempo:  $PTP = I_g/I_f$
- El índice combinado (Ifg), como el producto de ambos índices y dividido por mil para obtener un número bajo:  $I_{fg} = I_f \cdot I_g / 10^3$ .

Un índice mayor de 40 es alto. Para el año 1970 en Venezuela las industrias metálicas arrojaban el valor más alto: 66,6, y las de servicio el más bajo: 6,6. La industria petrolera se enorgullecía de que su índice era inferior a 10. En un estudio realizado en 33 empresas importantes del área metropolitana con 25 032 trabajadores en 1966 las cifras fueron de 58,2. Cifras de Brasil (São Paulo) ha variado entre 1959 y 1970 tuvo un índice de 38. Los índices de frecuencia pueden considerarse bajos si están por debajo de 20.

El índice de gravedad para las mismas empresas del área metropolitana fue de 652, las cifras de Brasil<sup>1</sup> han tenido en el mismo período señalado ante una medida de 878, y la industria petrolera tenía índices inferiores a 100. Puede considerarse este valor como muy bueno y si es mayor de 1 000 como muy malo.

### **Magnitud del problema**

El problema que representan los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales ha sido estimada a nivel mundial por la Organización Internacional del Trabajo<sup>2</sup>, para una población mundial de 6 millones de habitantes, hubo 1,1 millones de fallecidos ( $I_m = 18,3$ ) y por accidentes de trabajo o enfermedad profesional 250 millones de accidentes de trabajo ( $I_f = 62,5$  acc/10<sup>6</sup>h) y 160 millones de enfermedades profesionales (2,7 %) y el costo es del 4 % del producto interno bruto.

Para el año 2005 la quinta causa de muerte en Venezuela

---

<sup>1</sup> Ramírez, César. *Seguridad Industrial*. Ed Limisa, México, 1998.

<sup>2</sup> Discurso inaugural del 15° Congreso Mundial sobre Salud y Seguridad en el Trabajo, 1999.

fueron accidentes (8471 casos, 7,19 %)³. En el año 2002 según el MT hubo unos 150 000 accidentes de trabajo, con 1500 muertos y 15 000 discapacitados. El 55 % en menores de 3 años de edad.

Estas cifras muestran la magnitud del problema en el país. Hay que agregar que el personal ocupado es el afectado y es quien produce bienes y servicios y sostiene a otros estratos de la población.

### **Evolución de la prevención de riesgo**

Desde la antigüedad ha sido reconocida la existencia del riesgo concomitante al trabajo, y a la aplicación de un medio preventivo. Los cazadores de mamuts tenían muy claro el riesgo al que estaban expuestos en su trabajo. Cabe citar la rotación de la mano de obra en Egipto durante la construcción de las pirámides para disminuir el riesgo en los trabajadores expuestos al polvo, como una muestra del conocimiento de un método preventivo.

Durante el siglo XVI los gremios artesanales fueron los que se preocuparon por el bienestar físico de sus miembros. Al adquirir la maestría, los artesanos adquirirían también el conocimiento y la destreza de evitar y prevenir los riesgos inherentes al trabajo.

La revolución industrial ocurrida en Inglaterra, Francia y Alemania a fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX tuvo influencias notables en la relación oficio-trabajo. En las grandes fábricas se precisó de una gran población laboral. Se aumentó el salario y como era la costumbre acudieron mujeres y niños al trabajo. Los horarios eran de sol a sol, la iluminación y ventilación deficientes y los obreros no eran adiestrados. En el ambiente de trabajo lo importante no era el hombre sino la máquina, que estaba en plena evolución y el afán de producir tanto de los patronos como de los obreros. Este sistema deficiente se convirtió en la causa de muerte de muchos, lo que se llamó "matanzas de inocentes".

Este impacto de la producción en la Revolución Industrial puede comprobarse al comparar las diferentes características

---

3 Ministerio de Salud, Estadísticas, 2006.

existentes entre la producción artesanal y la industrial: el volumen de producción, los medios de producción, la propiedad de dichos medios, el aprendizaje, la seguridad social y los riesgos ocupacionales. Tal impacto aún se da en muchos países y en diferentes regiones de un mismo país.

El volumen de producción es reducido en la producción artesanal en comparación con lo masivo de la industria; en aquella, los medios son las herramientas y la energía humana, en ésta, las maquinarias, energía hidráulica, calor y luego la eléctrica. Las herramientas pueden ser hechas y adquiridas por el artesano, las maquinarias no, y exigen de un capital mayor. El aprendizaje artesanal fue desarrollado por los gremios, en cambio en la industria evolucionaba más rápidamente la producción que el adiestramiento. Finalmente, mientras la seguridad social se cubrió en el régimen artesanal con las mutuales y los fondos solidarios gremiales, en la industria comenzó la lucha sindical que tardaría años en desarrollarse y lograr resultados.

Los riesgos aumentaron con la industria como consecuencia del aumento del volumen de producción, el pase de herramientas a maquinarias, el crecimiento exponencial del uso de la energía, y las fallas de adiestramiento adecuado. Encontramos un claro ejemplo al comparar el bajo riesgo en el uso de un serrucho con el alto de una sierra.

Llegó un momento en que el Estado tuvo que intervenir mediante una legislación para controlar la situación. Desde ese momento se inicia una acción legal que aparecerá unida a la evolución de la higiene y seguridad industrial en todo el mundo. En 1833 se promulga la Ley de Fábricas en Inglaterra, en la cual se establece el sistema de inspección, y la limitación de los horarios de trabajo. En 1867 se incluyen otras enfermedades en la ley anterior, se establece la protección de los accidentes de trabajo y se exige la ventilación mecánica para eliminar el polvo así como la prohibición de comer en los ambientes nocivos de ciertas fábricas.

En 1869 en Alemania se da un gran paso en la protección

del trabajador, se promulga la ley de indemnización, en la cual se hace responsable al patrón de los accidentes y enfermedades profesionales ocurridos en su empresa.

En el siglo XX se da un gran paso en materia de legislación laboral, se funda la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que promueve la reglamentación en materia de higiene y seguridad en el trabajo, y la mayoría de los países promulgan la suya. En varios países se implanta la investigación y el estudio de los riesgos, se establecen metodologías de evaluación y métodos de control y se aplican programas preventivos.

La legislación tanto en materia laboral como en salud y seguridad social avanza en la mayoría de los países.

### **Evolución de la legislación en higiene y seguridad industrial en Venezuela**

En Venezuela podemos citar algunos datos históricos referentes al reconocimiento de riesgo de ocupaciones y a la acción tendiente a corregirlos.

Desde el tiempo de la conquista, Bartolomé de las Casas destaca algunas enfermedades padecidas por el indio esclavo, por ejemplo, la dermatitis en los buscadores de perlas.

En las Leyes de Indias se establecía la jornada de trabajo para algunas ocupaciones. Para los buzos era de 3 a 4 horas; para los mineros de 6 horas y para obreros, de 8 horas.

En 1909 se promulgó el código de minas, el cual establecía en su articulado algunas disposiciones de prevención de riesgos. Esto no es de extrañar, puesto que desde la antigüedad se ha reconocido a la minería como una actividad de alto riesgo ocupacional.

En 1915 en la ley de minas se consagra la teoría del riesgo profesional en materia de accidentes de trabajo y se establece un régimen de indemnizaciones.

En 1916, un proyecto de ley de protección a los obreros, fue rechazado. En 1917 se promulgó una ley de talleres que establecía normas de higiene y seguridad industrial, y en 1928 la ley del trabajo

lo contempla también por compromiso con la OIT, pero nunca se llegó a cumplir. En 1936 se promulgó la primera ley del trabajo que finalmente comenzó a cumplirse. Esta fue modificada en 1945 y promulgada con su reglamento en 1947. En esa Ley del Trabajo y su Reglamento se incluyen por primera vez capítulos referentes a la protección contra accidentes y enfermedades profesionales

En 1941 fue creado por decreto el Instituto Venezolano de Seguros Sociales aunque sólo funcionó en fecha posterior. La finalidad de ese organismo fue la de cubrir los riesgos profesionales mediante la atención médica y otros beneficios sociales para proteger la salud del trabajador y su familia inmediata. En 1967 fue promulgada la ley de Seguro Social y su Reglamento donde se incluyen además otros beneficios sociales como son la protección contra la muerte, la invalidez y la vejez. En 1976 se promulga un nuevo reglamento. En 1991 se reformarán varios artículos.

En 1958 se crea la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN con el fin de fomentar, coordinar y generar normas. Muchas han sido las normas en materia de higiene y seguridad industrial que ese organismo ha generado a través del comité CT-6 dedicado a esta área.

En 1959 se crea una organización privada: el Consejo Venezolano de Prevención de Accidentes que ha contribuido en gran medida al fomento de la higiene y seguridad industrial.

En 1962 fueron aprobadas las normas sanitarias para construcción, modificación y reforma de edificios, las cuales contienen artículos que exigen un ambiente sano en los locales de trabajo, y sobre todo las máximas concentraciones ambientales permisibles necesarias para el control de los riesgos químicos de enfermedades profesionales.

En 1968, a raíz de la ocurrencia de numerosos accidentes fatales por la introducción masiva en el país de los insecticidas fosforados, se promulga el Reglamento de Pesticidas que contiene estrictas medidas para prevenir accidentes en la fabricación, comercio, transporte, y uso de esas sustancias tóxicas.

En 1969 se promulgó el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, mediante un esfuerzo colectivo con la activa participación del Consejo de Prevención de Accidentes, de ingenieros de la industria petrolera y de expertos en higiene y seguridad industrial del país. Este reglamento fue modificado en 1973. Contiene más de 800 artículos técnicos de naturaleza preventiva.

En 1984 se promulga la ley aprobatoria del Convenio N° 155 y la recomendación N° 164 de la OIT sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo.

En 1986 se aprueba la Ley Orgánica de Prevención y Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT), específica de prevención de riesgos.

En 1999 se aprueba la Ley Orgánica de Seguridad Social Integral y la nueva Constitución de la República. Ésta establece en su artículo 85 que el patrono garantizará a sus trabajadores condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuados; y que el Estado adoptará medidas y creará instituciones que permitan el control y la promoción de esas condiciones.

En 2005 se modifica sustancialmente la LOPCYMAT en cuyo texto se incluye la obligatoriedad de los servicios de seguridad y salud en el trabajo en las empresas, los comités de seguridad y salud laboral, los consejos estatales, municipales y por rama de actividad económica de seguridad y salud laboral y costosas multas.

En 2006 se aprobó el Reglamento a la LOPCYMAT en el cual se define ambiente de trabajo (Art. 10), condiciones de trabajo (Art. 11) y condiciones inseguras e insalubres (Art. 12). Además se definen y se establecen las funciones de los servicios de seguridad y salud en el trabajo (capítulo II).

### **Reconocimiento de riesgos**

Tanto los accidentes de trabajo como las enfermedades profesionales tienen sus causas y sus efectos.

### 1. Causas de los accidentes de trabajo

En la Figura 1, se muestra el encadenamiento del evento cuando ocurre un accidente de trabajo. Las fallas gerenciales de no controlar los factores de trabajo y los personales de inseguridad permiten que existan condiciones de inseguridad y que el trabajador cometa acciones inseguras que causan accidentes de trabajo. Estos eventos traen diversas consecuencias: daños a los sistemas, instalaciones, equipos, herramientas y materiales, y lesiones al trabajador. Tanto los daños como las lesiones son pérdidas con costos cuantificables.

Figura 1



El accidente como suceso inesperado y súbito se compone de un evento iniciador y varios eventos intermedios que devienen en lesión o daño. El evento iniciador es el que da origen al accidente (evento total) a menos que se proteja (impida) o mitigue (atenúe). Puede darse el caso que sea el único evento, tal ocurre cuando no existe protección alguna o es tan severo que sobrepasa la protección.

Los eventos intermedios son la respuesta de los sistemas de seguridad y mitigación, técnicos o administrativos contra el evento

iniciador. Si son exitosos, el accidente se evita o se mitiga; si fallan o existen circunstancias propagadoras, el accidente continúa o se propaga.

Los eventos iniciadores pueden ser inherentes al proceso productivo: falla de insumos o servicios (electricidad, gas, etc.), fallas de confinamiento, mal funcionamiento, desviaciones o reacciones químicas espontáneas, errores humanos de diseño, operación o mantenimiento; fallas gerenciales (coordinación de recursos) y eventos externos.

Los eventos reductores pueden ser la respuesta operativa o de control, la respuesta del sistema de seguridad, la respuesta del sistema de mitigación, la respuesta del plan de emergencia y también externos.

Los eventos propagadores pueden ser fallas del equipo, fuentes de ignición, fallas gerenciales, errores humanos, el efecto encadenador o dominó y condiciones externas.

### **Causas inmediatas**

Las causas inmediatas del accidente son las condiciones inseguras y las acciones inseguras<sup>4</sup>.

Se denomina condición insegura a cualquier situación o característica física o ambiental previsible que se derive de una norma de seguridad y que puede producir un accidente de trabajo. En los puestos de trabajo existen herramientas, equipos, maquinarias, materiales, a los cuales para nominarlos se les llama agentes. Ejemplo de condiciones inseguras son un agente defectuoso, inadecuadamente protegido o resguardado, vestimenta inadecuada y la ausencia del equipo de protección personal o este equipo defectuoso. Se denomina equipo de protección personal a la vestimenta o dispositivo que se usa en el cuerpo para protegerlo: casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes, mascarillas y orejeras.

Las condiciones inseguras más frecuentes<sup>5</sup> son los

---

<sup>4</sup> Heinrich H, W. *Industrial Accident Prevention*, McGrawHill, New York, 1959, pag.15.

<sup>5</sup> Estadísticas del Ministerio del Trabajo (1987).

procedimientos inseguros (25 %), riesgo ambiental (20 %), agentes defectuosos (12 %) y falta de equipo de protección personal (9 %).

Se denomina actividad insegura toda acción voluntaria por acción de omisión que conlleva la violación de un procedimiento, norma, reglamento o práctica segura establecida que puede producir un accidente de trabajo. Son ejemplos de acciones inseguras: efectuar trabajos de mantenimiento estando el equipo en operación, encendido o en movimiento, no usar el equipo de protección personal, el uso de un equipo o herramienta defectuosos, el uso inadecuado o inapropiado de equipos, no usar la vestimenta apropiada, inhabilitar o hacer ineficaz un dispositivo de seguridad, no proteger o prevenir y distraer, molestar o asustar a otros trabajadores.

En Venezuela, según las estadísticas citadas del Ministerio del Trabajo, el uso inadecuado de las manos u otra parte del cuerpo constituye el 20 % de los accidentes, no prestar atención al caminar 17 %; no proteger o prevenir el 14 % y no usar el equipo de protección el 8 %.

### **Causas básicas<sup>6</sup>**

Aunque las condiciones y acciones inseguras son las causas inmediatas de los accidentes, aquellas son originadas por razones o factores de trabajo o personales de inseguridad que podrían considerarse las causas básicas.

Las razones o factores de trabajo inseguros son la explicación de porqué existe una condición insegura. Son ejemplos de razón insegura una norma inadecuada o el diseño, en última instancia mantenimiento inapropiado y la falta de inspección. Todas estas causas son responsabilidad de ingenieros.

Las razones o factores personales inseguros son: una actitud inapropiada (desobediencia, distracción, intención de causar daño o nerviosismo) y no prestar atención a las instrucciones y la falta de

<sup>6</sup> Heinrich, opus cit, cap. IV.

motivación para cumplir con las normas); la falta de conocimiento o habilidad, o defectos físicos (visión o condición defectuosa, debilidad muscular, fatiga y embriaguez) o la ausencia o ineficacia de la supervisión; las causas del comportamiento: psicológico y sociológico y educación, son las que más contribuyen al control efectivo del accidente.

### **Causa principal<sup>7</sup>**

Finalmente, la causa principal de los accidentes de trabajo en una empresa está en las fallas gerenciales o de controles administrativos. Es decir, no tener o aplicar mal las acciones preventivas siguientes: políticas, planes, programas, normas, reglas, procedimientos y técnicas de prevención de accidentes.

Las políticas son las directrices de todas las actividades preventivas. Los planes son el conjunto de programas relacionados con la higiene y la seguridad industrial. Los programas son el conjunto de actividades preventivas.

Son normas internas, las instrucciones de higiene y seguridad industrial con basamento técnico de cumplimiento obligatorio; son reglas, las instrucciones con respaldo técnico y científico para aumentar la seguridad y la higiene laboral, y por consiguiente constituyen recomendaciones; y los procedimientos son un conjunto de tareas o actividades en forma secuencial aplicando reglas y normas, que son también obligatorios.

Las técnicas preventivas son el conjunto de conocimientos útiles para prevenir los accidentes de trabajo, son las que atacan las causas principales: gerenciales, normativas, de estadísticas e investigación y las que controlan las causas básicas, es decir, los factores inseguros de trabajo: diseño, construcción, instalación, operación, inspección y mantenimiento y los factores personales de inseguridad: selección, adiestramiento, motivación y supervisión.

---

<sup>7</sup> Bird, Frank. *Management Guide to Loss Control*, Cap. 2, Institute Press, Atlanta, EUA, 1974.

## 2. Causas de las enfermedades profesionales

Las causas de las enfermedades profesionales se esquematizan en la Figura 2, bastante similar al gráfico anterior de los accidentes de trabajo.

Figura 2

### CAUSAS DE LAS ENFERMEDADES PROFESIONALES



Las condiciones y las acciones antihigiénicas o insalubres son la causa inmediata de las enfermedades profesionales. Hay que destacar que las enfermedades tienen un período de incubación y no son instantáneas como los accidentes. Existen en ambos casos factores de trabajo y factores personales como causas inmediatas.

Las condiciones insalubres son aquellas que constituyen los riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.

Los factores de trabajo insalubres que constituyen las causas inmediatas de las enfermedades, son similares a las de accidente: fallas de diseño, de construcción, instalación y montaje, falta de revisión técnica o inspección y falta de mantenimiento preventivo. Adicionalmente una muy importante es la falta de evaluación y control del riesgo. Por supuesto de responsabilidad ingenieril.

Al igual que los accidentes de trabajo la causa principal de las enfermedades profesionales es las faltas administrativas y gerenciales.

## **Evaluación de riesgos**

Los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales son caracterizados y evaluados con métodos ingenieriles.

### **1. Evaluación del riesgo de accidentes de trabajo**

Los riesgos de accidentes se evalúan con técnicas de ingeniería: cualitativas y cuantitativas. Todos fueron desarrollados en las industrias de proceso: química, petroquímica y petrolera<sup>8</sup>, varios de ellos han sido llevados a programas informáticos (Primatexh, Segn Consult, S.A., etc.)<sup>9</sup>

Los primeros: ¿qué pasa si?, lista de chequeo, análisis de modos de fallas y efectos, análisis de fallas operacionales, análisis de árbol de fallas, análisis de árbol de sucesos y análisis cualitativos combinado.

La evaluación del riesgo cualitativo consiste en calificar la probabilidad de ocurrencia, la probabilidad de exposición y la seriedad o gravedad del daño o lesión. El producto de los tres es una medida del riesgo. Puede graduarse cada componente de manera cualitativa (alto, medio y bajo) o aplicarse una matriz de valoración<sup>10</sup>.

La evaluación cuantitativa incluye estructuras y cálculos para establecer la probabilidad de sucesos complejos a partir de los valores individuales de la probabilidad de falla que corresponde a los elementos (equipos y humanos) implicados en los procesos. Lo clave es estimar el valor de la frecuencia probabilística en el origen del riesgo, para ello la fuente son los datos estadísticos de la propia instalación, instalaciones similares y bancos de datos<sup>11</sup> (Wash-1400, Bandasff, etc.).

### **2. Evaluación de riesgos de enfermedades profesionales**

La evaluación en higiene industrial es en esencia cuantitativa.

---

<sup>8</sup> AICHE. *Guidelines for Hazard evaluations proceeding*. AICHE, N.J. 1985.

<sup>9</sup> Storch de Gracia J.M. *Manual de Seguridad Industrial Vol II*, pag. 217, McGraw Hill, Madrid, 1998.

<sup>10</sup> Torres, M. *Prevención de Desastres*. Boletín 10 ANIH, 2005.

<sup>11</sup> Starch, opus cit, pag. 325.

Fueron establecidas con métodos de las ciencias básicas de la ingeniería: físicas y químicas y corroborados con métodos epidemiológicos de las ciencias médicas. Una vez reconocido un riesgo: ruido, calor, radiación ionizante, vapores de algún solvente, humos de plomo o partículas de sílice, por ejemplo, hay que medirlo y compararlo con algún patrón referencial.

Para los riesgos físicos hay que caracterizarlos y medir los componentes necesarios. Para el ruido, la intensidad y la frecuencia; para el calor, las variables temperatura, humedad, velocidad del aire y temperatura de radiación; para las radiaciones ionizantes la dosis de exposición en rems por unidad de tiempo.

Por ejemplo, para la evaluación del calor y valorar la sobrecarga térmica se desarrollaron tres índices de efectos del calor: la temperatura efectiva, de sobrecarga calórica de Belding y Hatch y el de temperatura de globo y de bulbo húmedo; el primero incluida en el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo (1968), el segundo recomendado por la Oficina Sanitaria Panamericana y el último incluido en la norma COVENIN correspondiente. Todos estos métodos están basados en ecuaciones muy utilizadas en cálculos de transferencia de calor<sup>12</sup>. Los valores obtenidos en la medición se comparan con los valores establecidos en la norma correspondiente.

Para los riesgos químicos, puesto que la mayoría de las sustancias ingresen al organismo del trabajador por vía respiratoria, la concentración del contaminante en el aire ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) es el parámetro fundamental a evaluar. Esto se hace mediante técnicas de medición y muestreo con análisis de laboratorio ulterior y de esa manera es posible determinar la magnitud del riesgo en el ambiente laboral. Una vez medido el riesgo de exposición se compara con el patrón referencial. Hay normas venezolanas para la mayoría de los contaminantes habituales en las industrias<sup>13</sup>, y las complementarias elaboradas por el Comité CT-6 de Covenin.

<sup>12</sup> Torres Parra, Manuel. *Evaluación del Riesgo de Calor*, trabajo de ascenso UCV, Setiembre 1997.

<sup>13</sup> Normas Sanitarias, 1962.

Mediante ese método ambiental se evalúa si un ambiente de trabajo existe para el trabajador el riesgo de enfermarse. En las industrias de alto riesgo los trabajadores deben ser evaluados en su salud (exámenes médicos) para comprobar que no están siendo afectados.

## **Control de riesgo**

Los riesgos de accidentes de trabajo y enfermedad profesional son controladas fundamentalmente con técnicas ingenieriles. Estas están dirigidas a controlar las causas básicas de esos riesgos.

### **1. Control de riesgos de accidentes de trabajo**

Mencionamos como causas básicas de los accidentes de trabajo, el diseño inseguro de instalaciones, sistemas y equipos y la falta de mantenimiento preventivo. Por consiguiente el diseño además de efectivo y eficaz, debe ser seguro y el mantenimiento preventivo de sistemas y equipos debe ser periódico y frecuente. La inspección constituye la actividad más importante para velar que durante la operación de sistemas y equipos se cumplan las normas de seguridad.

Para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad en las nuevas instalaciones el Estado estableció el régimen de permiso y la revisión de proyectos para asegurar que en los planos se contemplaran las técnicas preventivas según las normas de seguridad recomendadas por la OIT y que fueron eficientemente establecidas en el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo (1968), obra de centenares de ingenieros, muchos de ellos que laboraban en la industria petrolera nutrida por la tecnología de prevención de la industrias de los hidrocarburos transnacionales.

#### **1.1. Diseño seguro**

Una condición insegura frecuente es una herramienta, equipo o máquina dañada sin protección. La razón de inseguridad puede

ser un mal diseño. Por ello el diseño se considera una poderosa estrategia preventiva.

El diseño de un agente (herramienta, equipo, etc.) es en sentido estricto un dibujo o bosquejo de ese agente y su descripción en palabras. Cuando se refiere a una fábrica, como conjunto de sistemas y procesos que es, al diseño se le denomina proyecto.

Un proyecto de una gran instalación en el sentido más amplio, como uno de desarrollo económico y social debe contener estudios de mercado, de tecnología, del tamaño, de la localización, de ingeniería, de organización, de financiamiento y de evaluación. Todo proyecto de ingeniería contiene la memoria explicativa, cálculos, planos y especificaciones.

## **Principios**

Existe una doctrina de proyecto basada en unos principios generales de diseño, en proyectos y obras parecidas anteriores. Según los éxitos y fracasos de proyectos anteriores y la trascendencia de su impacto ha dado origen a normas legales y técnicas. Todo ello ha permitido desarrollar una metodología que posibilita aplicarla con éxito en nuevas situaciones mediante la retroalimentación.

Al hacer un proyecto de una gran obra, de una instalación, de una máquina, dispositivo o un producto hay que pensar en su duración, es decir, en su ciclo de vida. Un equipo debe ser seguro cuando se usa, pero debe serlo también cuando se traslada, instala, cuando se mantiene y aun cuando se desecha. Lo mismo debe ocurrir con un producto, no importa lo tóxico o radiactivo que sea. Debe diseñarse no sólo su fabricación y su uso, sino también cuando se transporta, almacena y desecha. Por cierto, la disposición de desechos muy tóxicos o radiactivos representa aún un gran problema mundial. De manera ideal cualquier producto o dispositivo debe tener un ciclo de vida que al final pueda reciclarse, reusarse o transformarse en otra cosa útil, sin causar daño al ser humano ni a su ambiente.

Un diseño para ser seguro, como hemos dicho, debe serlo para cada etapa de la vida de lo diseñado: construcción, instalación, montaje, operación, mantenimiento, reparación, reemplazo y disposición final.

Un diseño seguro incluye mecanismos y acciones preventivas y otras de mitigación. Entre las preventivas se encuentran la disposición y distancia de la fuente de riesgo, las normas de construcción y montaje, bloqueo y paradas de emergencia, redundancia en control de procesos y cierres de válvulas, duplicación de equipos vitales y suministros duplicados. También instalación de dispositivos o equipos denominados de seguridad como alarmas, disparos de sistemas de control, avisos, tanques para descargas, etc.

Entre los sistemas para mitigación de accidentes están los de detección y los de protección. Entre los primeros se encuentran: los detectores de humos, gases y radiación, las pinturas sensibles a temperaturas altas o a fugas de gases o vapores de algunos productos químicos, las rondas de vigilancia y los sistemas audiovisuales de supervisión.

Entre los de protección se encuentran las pasivas y las activas. Entre las primeras están: las vallas y muros, las zanjas de retención, pavimentación para eliminar material combustible, pendientes y drenajes hacia estanques para dilución o neutralización.

Entre las protecciones activas están los dispositivos que se activan manual o automáticamente como válvulas, cortinas de agua, rociadores, y la red contra incendio.

Para el diseño seguro del puesto de trabajo hay una buena referencia; la norma COVENIN 2273-91. Ella se refiere al diseño ergonómico. Es decir, las consideraciones para hacer el puesto de trabajo más confortable y por supuesto con menor riesgo para el trabajador. Para ello hay que considerar: los espacios, los medios, la postura y esfuerzos, la señalización, el ambiente de trabajo y los procesos de trabajo.

En cuanto a los espacios y medios de trabajo, estos deben ser concebidos teniendo en cuenta las medidas del cuerpo humano y el proceso de trabajo, por ejemplo: la altura, el asiento, el espacio, los instrumentos al alcance de la mano y los agarres (asas, mangos, perillas, botones, etc.) adaptados a la mano o al dedo.

Con relación a la postura, esfuerzo y movimiento, el trabajo debe concebirse evitando el trabajo inútil o excesivo para los músculos, articulaciones, ligamentos o el aparato respiratorio o circulatorio.

La señalización y representación deben ser concebidas y dispuestas de un modo compatible con las características de la percepción humana.

Los instrumentos de mando deben ser concebidos y dispuestos de modo compatible con las características de la parte del cuerpo encargada de accionarlos.

El ambiente de trabajo debe ser concebido de tal forma que las condiciones físicas, químicas y biológicas no afectan al trabajador.

Finalmente los procesos de trabajo deben ser concebidos de modo que garanticen la seguridad y la salud evitando esfuerzos extremos y excesiva especialización o repetición; pues un esfuerzo excesivo produce cansancio, fatiga y estrés, y un esfuerzo débil monotonía y fastidio.

### **Pasos, fases y etapas del proyecto**

El diseño o proyecto es un proceso similar al de resolver un problema. Los pasos son: definición, investigación, evaluación y revisión. El primero es de preparación, de análisis situacional, de diagnóstico y pronóstico para definir con claridad el ámbito del diseño y sus implicaciones. El segundo paso de la investigación es la creatividad, de concepción de soluciones, es lo que en arte se denomina la iluminación y en los inventos la chispa.

El tercer paso es el de evaluación, el de selección de soluciones y la escogencia que satisfaga en forma óptima los criterios establecidos.

El cuarto paso es el de revisión, cuando se verifica, en lo posible, la decisión tomada y mediante los modelos que se tengan para comprobar los resultados, que deben ser eficaces y eficientes.

Las fases esenciales del proyecto son: el estudio de la factibilidad, el proyecto preliminar y el proyecto detallado y las correspondientes al ciclo de vida: planeación de la producción, de la distribución, del consumo y del retiro o disposición final.

La fase de producción es la que a menudo representa mayores riesgos de higiene y seguridad. Por ello nos referimos a las etapas de esta fase.

Las etapas de la fase de producción son: localización, diseño de planta, diseño de equipo, montaje, puesta en marcha, operación, mantenimiento y emergencias. En todas se requiere la prevención.

### **Localización**

En la etapa de localización del proyecto son muchos los factores a tomar en consideración para hacer una selección adecuada como: materias primas, mercado, energía, transporte y mano de obra; sin embargo, algunos factores son más importantes desde el punto de vista de la seguridad. Estos son la disponibilidad de agua, la calidad del suelo, la sismicidad, la posibilidad de inundación y la proximidad de otras instalaciones o centros poblados.

El agua además de ser imprescindible para los procesos de muchas industrias es esencial para la prevención de incendio, el mantenimiento de la infraestructura y para la higiene personal. El estudio de la calidad del suelo es fundamental para el diseño seguro de las edificaciones e instalaciones. El conocimiento de la sismicidad del lugar es también importante para el diseño de las instalaciones. La cercanía a ríos y mares exige que se tomen precauciones contra las inundaciones. La proximidad de otras instalaciones con riesgo de incendio o explosión, exige tomar precauciones y la cercanía de poblados aumenta la magnitud del daño si en las instalaciones propias existe el riesgo de explosión, incendio o fugas de productos nocivos, para lo cual hay que tomar previsiones.

## **Diseño de planta**

El diseño de planta comprende varios componentes: fundaciones, drenaje, servicios, edificación, procesos, distribución de equipos y estimación de costos. La mayoría tiene un componente de seguridad que debe señalarse. Las fundaciones deben ser bien diseñadas para garantizar la estabilidad de las edificaciones e instalaciones industriales. Los drenajes son importantes para evitar el estancamiento de aguas de lluvia y de limpieza. Todos los servicios deben ser diseñados de acuerdo a normas que contemplan la seguridad de las redes e instalaciones de agua, gas y electricidad. Las edificaciones deben ser bien construidas, ventiladas e iluminadas.

Los procesos están constituidos por el conjunto de equipos y maquinarias que realizan la producción. El diseño de estos se expresa en diagramas de bloques y en balance de materiales que cuantifican las relaciones entre la cantidad de los productos y de las materias primas.

Este componente es el más exigente en requisitos de seguridad. Hay que hacer el reconocimiento, la evaluación y el control de los riesgos. El componente de evaluación es el más importante, pues permite tomar decisiones de los controles justificados. La aplicación de los métodos cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos es excelente para justificar los controles de seguridad. Entre estos están los dispositivos de alivio y venteo, los dobles anillos de protección para la indicación, el control y la alarma, la detección y contención de fugas, las distancias necesarias, las paradas de emergencia, la inspección y las pruebas periódicas, entre otras.

El principio de simplificación del proceso al hacerlo más sencillo lo hace menos propicio a fallas del equipo y del operador. Los principios de reducción, sustitución y disminución de la concentración de productos peligrosos o de requerimientos menores de temperatura y presión hacen al proceso menos riesgoso.

La distribución de equipos es otro componente del diseño de planta que es importante considerar para hacerlo más seguro.

Hay que considerar la incompatibilidad de equipos, el espacio, el acceso, el mantenimiento seguro, y tener una previsión para expansiones. La localización de los equipos debe contemplar la incompatibilidad con otros (reactividad e inflamabilidad). También el espacio necesario alrededor de los equipos y maquinaria para el trabajo, y para el almacenamiento del material a procesar, en proceso y procesado. Igualmente importante es el espacio necesario para el transporte interno del material utilizado y para el traslado de personal.

El acceso al puesto de trabajo es importante, pues sus fallas pueden ser causa de caídas, porque el piso o la escalera de acceso no estén adecuadamente diseñados.

Las previsiones en cuanto a espacio, disponibilidad, equipos, etc. deben ser tomadas en cuenta para que el mantenimiento pueda hacerse en forma segura en el diseño de ventanas (que deben ser reparadas y limpiadas), grúas internas de gran altura, maquinarias en huecos, túneles, sótanos o elevadores. Finalmente hay que tomar previsiones para futuras expansiones que evite un congestionamiento futuro.

Puesto que la estimación de costos es importante en el diseño de planta, hay que hacer las estimaciones de costos de los sistemas de control y protección de las maquinarias y equipos, los de alarma y los de prevención y combate de incendios, pues estos son vitales para la seguridad de la planta.

### **Diseño de equipos**

Un equipo procesa sustancias y una máquina procesa materiales o genera fuerza. El diseño de equipo y de máquina se ocupa del correspondiente al conjunto de dispositivos, utensilios y mecanismos necesarios para realizar un trabajo en las industrias. Consta de las especificaciones, cálculos y planos necesarios para su fabricación o adquisición.

Las especificaciones incluyen la identificación, función, materiales a procesar, tipo de operación (continuo, por carga,

durante 8 h/d, etc.) datos básicos de diseño, (tamaño, capacidad y variables), controles esenciales, aislamientos, tolerancias e información especial.

Desde el punto de vista de seguridad los materiales a procesar, los materiales del equipo y la maquinaria, los datos básicos del diseño y los controles esenciales son los más vulnerables.

Los elementos componentes que se utilizan en un andamio, una grúa o una pieza de una máquina se acostumbran a diseñar con un factor denominado de seguridad. Se dice que el factor de seguridad es cinco: (cinco: uno) cuando soportan cinco veces la carga que se indica como su límite de capacidad. Es costumbre que los componentes de andamios sea diseñado con un factor de 4, para componentes de grúa 5 y para las cuerdas de un andamio 6. La selección de un factor de seguridad depende de la evaluación del grado de riesgo.

Los principios de seguridad contra fallas de equipos y máquinas son: la interrupción, el sobre diseño y considerar el peor caso.

La interrupción ocurre cuando al fallar cualquier componente de un equipo o máquina se desactiva. En la mayoría de ellos cuando están desactivados son más seguros. Sin embargo, algunas veces hay que garantizar energía auxiliar o de respaldo para no desactivar algunos mecanismos de seguridad con la falla eléctrica principal.

El sobre diseño o redundancia consiste en diseñar unidades alternas o de reserva. Tal es el caso utilizado en prensas mecánicas de potencia.

El diseño según el peor caso es una manera de asegurarse contra la posible situación más desfavorable. Tal es el caso cuando se utiliza un motor a prueba de explosión en un sistema de ventilación donde haya líquidos inflamables, pues aunque es remota la posibilidad de explosión, ésta puede ocurrir.

Los equipos comunes de las industrias de procesos, como la química, petrolera y de alimentos son: tanques y envases; de transferencia de materiales, como bombas y tuberías; los de

transferencia de calor como intercambiadores, acondicionadores de aire y calderas, los de transferencia de masa como las columnas de destilación, absorción y adsorción; los de separación como filtros, colectores, secadores y separadores; y los de reacciones como reactores y hornos. Para todos hay normas de construcción en los países desarrollados que se utilizan como referencia.

- Los tanques deben utilizar un material resistente al peso y a la corrosión, tener boca de visita que permita inspeccionarlos por dentro, tener control automático de nivel y tener válvulas de alivio. Los metálicos deben tener conexión a tierra.
- Las bombas deben ser automáticas contra sobrecarga y sobre velocidad.
- Los equipos de alta presión o temperatura deben tener válvulas de alivio y purga. Estos últimos deben tener aislamientos.
- Todo equipo móvil debe tener guardas de las partes móviles, disponer de espacio para operar y tener indicada la capacidad máxima de operación.
- Todos los equipos eléctricos deben tener sus cables en tubería, control remoto adicional y tener conexión a tierra.
- Hay equipos diseñados específicamente para la prevención y mitigación como alarmas, sistemas de detección y extinción de incendios que deben ser efectivos y satisfacer lo que las normas prescriban.

Las máquinas son dispositivos utilizados en la industria para el trabajo productivo. Procesan diversos materiales: minerales, madera, metales y plásticos. Los puntos de operación (donde convergen los materiales a procesar y la parte activa de la maquinaria) y las partes móviles representan condiciones inseguras que requieren dispositivos de protección que se les ha denominado guardas o resguardos.

Los principios de diseño seguro aplicado a las máquinas son los siguientes: 1. Encerrar las partes peligrosas antes señaladas, 2. Hacer accesibles las partes a usar, lubricar o ajustar, 3. Lubricar automáticamente o de manera continua cuando está en operación, 4.

El manejo debe ser individual en la medida de lo posible para evitar la necesaria coordinación cuando no lo es, 5. Localización segura y aislamiento de máquinas desprotegidas, 6. Alimentación mecánica de materiales a procesar, 7. Contornos externos redondeados, 8. Permitir la instalación de accesorios protectores, 9. Contrastes sin encandilamiento ni resplandor. 10. Evitar la visión de partes móviles (cansan los ojos).

Las partes móviles de las máquinas (ejes, poleas, volantes, bielas, acoplamientos, cigüeñales, embragues, correas y engranajes, al alcance de la mano deben estar resguardadas. Deben además ser construidas con factores de seguridad, encerradas, cubiertas o con barrera, en un lugar seguro y preferiblemente aisladas.

Para los puntos de operación hay varios tipos de control: 1. Diseño y construcción que no requiera guardas, 2. Encierro, tapa y barreras, 3. Alimentación mecánica, automática o semiautomática, 4. Operación a control remoto, y 5. Mecanismos que quitan la mano de zonas peligrosas.

Las guardas para ser efectivas deben tener varias características: ser enteras y sin partes desmontables, formar parte integral de la máquina, bien construidas y resistentes, rígidas y bien sujetas ante vibraciones, fáciles de inspeccionar y mantener y cómodas para lubricar y reparar la máquina.

Los encierros, tapas y barreras deben de ser cajas o cajetines de hierro o bien con mallas resistentes.

## **1.2. Mantenimiento preventivo**

Las edificaciones en mal estado, la maquinaria o equipos deteriorados y herramientas desgastadas pueden ser condiciones inseguras en los ambientes de trabajo. La razón de inseguridad de ese deterioro puede ser la falta de mantenimiento o conservación, por ello el mantenimiento preventivo se considera una técnica preventiva imprescindible en las instalaciones y sistemas productivos.

El mantenimiento es el conjunto de actividades que se realizan

para asegurar el paro mínimo y el máximo funcionamiento. Entre las actividades están: la inspección, el cuidado, la limpieza, la reparación y el reemplazo de componentes. El mantenimiento aumenta la confiabilidad, disponibilidad y seguridad y aumenta la vida útil de las maquinarias y equipos.

Son numerosos los ejemplos de que la falta de mantenimiento conduce a una condición insegura:

- La falta de mantenimiento de pisos puede originar que tenga salientes, agujeros o que esté muy liso, lo cual puede hacer resbalar, tropezar y caer.
- Las fallas de conservación a los equipos portátiles de subir (escaleras, andamios y bancos) originan equipos en malas condiciones que pueden causar caídas, algunas mortales.
- El desgaste de las herramientas manuales, eléctricas y neumáticas, si no se mantienen en buen estado pueden causar lesiones.

Las máquinas y equipos con mayor riesgo exigen un mantenimiento más riguroso. Asimismo, los dispositivos de seguridad, los sistemas de seguridad y los equipos de protección personal. De lo contrario tarde o temprano constituirán condiciones inseguras.

Como hemos señalado, las actividades del mantenimiento son: la inspección, el cuidado, la limpieza, la reparación y el reemplazo.

La inspección debe ser sistemática y está relacionada con el uso del equipo o el desgaste, el mayor esfuerzo a que estén sometidas las sustancias químicas, agresivas envueltas, y la energía, presión o temperatura involucrada. La frecuencia de inspección y revisión dependerá de la edad del equipo, el uso, los riesgos, la importancia y la configuración.

El cuidado o vigilancia significa especificar lo que debe estar bajo vigilancia continua para evitar su deterioro, y velar porque esté en óptimas condiciones. Los pisos deben mantenerse sin obstáculos, sin material grasoso y sin desperdicios, los pasillos debidamente marcados y con iluminación aceptable. El mismo principio de orden se aplica al puesto de trabajo que se menciona

en el diseño, aunque en este caso se trata de vigilar que siempre haya orden.

La principal responsabilidad de la gerencia es por el diseño y luego por el programa de vigilancia, en segundo lugar del supervisor quien debe adiestrar al trabajador en el procedimiento adecuado y preservar el orden. Al orden es muy fácil definirlo: “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

Un componente importante de la vigilancia es la constancia de actuación del mantenimiento. Cualquier actividad realizada: inspección, vigilancia, limpieza, reparación o reemplazo debe dejar una constancia, bien en el mismo equipo (placa de metal, tarjeta, etc.) o en el expediente de ese equipo en las oficinas de mantenimiento. Ello permite llevar el historial de mantenimiento del equipo o del sistema. Pueden llevarse estas anotaciones también en el libro diario que lleve el operador del equipo.

La limpieza es otra actividad importante del mantenimiento. Limpieza es eliminar un desperdicio, sustancia o material innecesario. Ese desperdicio o material innecesario puede representar una condición insegura como ocurre con un material aceitoso o virutas de metal en el piso. Cuando el material tiene riesgos intrínsecos como los tóxicos, inflamables, explosivos, radiactivos o biológicamente patógenos la limpieza constituye una eliminación de fuente secundaria de riesgo. Los métodos de limpieza pueden ser con el barrido simple, pero en la mayoría de los casos se requiere el uso de un solvente, el agua por ejemplo o la aspiración como método más seguro.

La reparación consiste en solucionar el desperfecto o el conato de desperfecto. Para esta actividad deben establecerse normas en función del uso o edad del equipo o sistema a preparar.

El reemplazo de piezas, partes o componentes se hace de manera preventiva según la historia de los equipos y las recomendaciones de los fabricantes. Debe haber normas para esta actividad también.

La seguridad de un equipo se mide por la menor probabilidad

de accidente o casi accidente y si es posible, por la menor probabilidad de condiciones inseguras presentes. La media de los tiempos entre accidentes es una medida de seguridad.

Las actividades que se realizan se miden por los programas, la organización y la participación del personal.

En la empresa, taller o unidad debe haber un programa anual de mantenimiento e informes periódicos de cumplimiento y evaluación.

Los trabajos de mantenimiento representan un mayor riesgo que los trabajos operativos. En industrias de mayor riesgo como la química y la de maquinaria pesada, el índice de frecuencia puede ser hasta cinco veces mayor entre los trabajadores que se ocupan del mantenimiento. Por ello el programa de prevención debe tener mayor énfasis entre esos trabajadores.

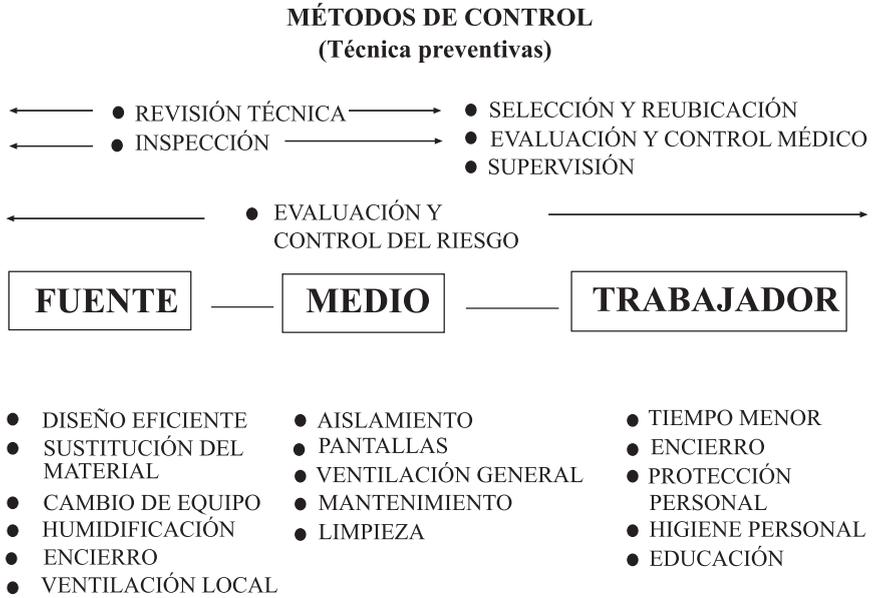
La prevención en el caso de trabajadores de mantenimiento va desde la preparación meticulosa de cada tarea y uso de los métodos probados, usar el equipo y las herramientas apropiadas, mantener cuidadosamente estos equipos, herramientas y el equipo de protección personal, supervisión efectiva, selección y capacitación adecuada para el tipo de trabajo a realizar.

## **2. Control de riesgos de enfermedades profesionales**

La evaluación del riesgo dicta la pauta de necesidad de disminuir el riesgo. En la Figura 3 se resumen las técnicas aplicadas a la fuente del riesgo, al medio de dispersión y al trabajador expuesto, y todas son ingenieriles, con excepción de la evaluación y control médico, la protección personal, la higiene personal y la educación y supervisión en la cual intervienen otras profesiones.

La técnica de mayor aplicación y efectividad es la ventilación tanto general como local y constituye una especialización del área de ingeniería. La ventilación es eficaz contra los contaminantes químicos en los ambientes laborales. La Asociación de Higienistas Gubernamentales de Estados Unidos, periódicamente edita un Manual de Ventilación Industrial que muestra diseños eficaces

Figura 3



para procesos contaminantes, el cual constituye la referencia fundamental para aplicar esta técnica preventiva.

La ventilación local está basada en los principios básicos siguientes: las partículas menores de 10 $\mu$  de diámetros son las que tienen importancia higiénica<sup>14</sup>; que estas partículas se comportan como que siempre estuvieran suspendidas y se desplazan en el aire con el movimiento de éste, y que una velocidad de captura mayor de 0,25 m/s es suficiente para captar aire contaminado. La captación en un campana circular de un sistema de ventilación satisface la ecuación siguiente<sup>15</sup>;  $Q = V(10x^2 + A)$ , siendo Q el caudal de aire (m<sup>3</sup>/s), V la velocidad del aire (m/s) a una distancia x de la campana

<sup>14</sup>Drinker y Hatch. *Industrial Dust*. McGrawHill, New York, 1954, pag. 82.

y A el área de la campana (m<sup>2</sup>). Con base a esta relación se han determinado expresiones para otros tipos de campana<sup>16,17,18</sup>.

Con la exigencia de la legislación mundial del control de la contaminación atmosférica, como también lo exige la nuestra<sup>19</sup> los sistemas de ventilación de procesos contaminantes deben tener dispositivos de captación de estos contaminantes antes de ser arrojados a la atmósfera. El diseño, montaje y sistemas operativos son actividades exigentes de la ingeniería especializadas: ciclones, filtros, precipitadores electrostáticos y columnas de absorción<sup>20,21</sup>.

### **Formación de ingenieros en higiene y seguridad del trabajo**

La formación de los ingenieros en higiene y seguridad del trabajo ocurre en las especialidades de industrial, química, mecánica y petróleo y solo en la primera especialidad de manera obligatoria. Este hecho exige que en el contenido de las materias profesionales se incluya los aspectos de prevención de riesgos, porque la responsabilidad profesional es ineludible para todas las especialidades.

Así lo establece uno de los criterios de competencia para acreditar una carrera de ingeniería cuando indica que la formación debe dar “competencia para diseñar sistemas, componentes o procesos dentro de límites racionales de seguridad” entre otras áreas y consideraciones<sup>22</sup>.

---

<sup>15</sup> Dallavale, J.M. *Velocity Characteristic of Hoods Under Suction*, ASVAE transactions, 38:387, 1932.

<sup>16</sup> Brandt, Allen. *Industrial Health Engineering*. Cap. V y VI, John Wiley & Sons, New York, 1947.

<sup>17</sup> AGGIH. *Industrial Ventilation*, 13h ed, 1974.

<sup>18</sup> Hemeon, W.C.L. *Plant and Process Ventilation*, The industrial Press, Pittsburgh, 1954.

<sup>19</sup> Reglamento de Contaminantes Atmosféricos.

<sup>20</sup> Boudicore A. J. y Thedose L. *Air Pollution Control Equipment*, Prentice Hall England, 1982.

<sup>21</sup> Braüer H, y Varma Y.B.G. *Air Pollution Control Equipment*, Springer-Verlag, Berlín, 1981.

<sup>22</sup> ABET, Accreditation Criteria, New York, 2001.

Las sociedades profesionales deben propiciar esta materia en cursos de mejoramiento y realización de foros y seminarios para promocionar el tema.

Con lo exigente de las autoridades en el cumplimiento de la Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT), ha aumentado la necesidad de recursos humanos especialistas en el área de prevención de riesgos.

### **Conclusiones**

1. La salud de los trabajadores es importante para el bienestar de un país.
2. Los trabajadores están expuestos a riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que se estiman según la OIT, en una frecuencia media de 62,5 y representan un costo estimado en el 4 % del PIB.
3. La ingeniería contribuye eficazmente en el reconocimiento, evaluación y control de los riesgos profesionales.
4. Los ingenieros tienen la responsabilidad profesional de disminuir los riesgos profesionales en el diseño, operación y mantenimiento de obras, sistemas, equipos y maquinarias.

### **Recomendaciones**

1. Es necesaria la formación de los ingenieros en los principios y técnicas preventivas de los riesgos profesionales.
2. La Academia y las Sociedades Profesionales deben promover a través de publicaciones y eventos la prevención de los riesgos profesionales.

# LA NOCIÓN DE INGENIERÍA E INGENIERÍA PARA DESARROLLO<sup>1</sup>

Acad. Nagib Callaos, PhD  
Sillón IV

## La noción de ingeniería

Cuando se trata de aprehender la esencia de la noción de Ingeniería<sup>2</sup> sucede algo parecido a lo que San Agustín decía del tiempo, a saber: *si nadie me lo pregunta, lo sé; pero si quiero explicarlo a quien me lo pregunte, lo ignoro*. Todo el mundo cree saber lo que es el tiempo hasta que tratan de explicar lo que es. Algo parecido pasa con la noción de ingeniería. Igor Alexander, Fellow de la Royal Academy of Engineering, dirigiéndose a audiencia de ingeniería afirmó que “la mayoría de nosotros aquí hacemos ingeniería, pero cuando alguien nos pregunta explicar lo que es, nos encontramos con que es muy difícil hacerlo (*Most of us here do engineering, but if anybody asks us to explain what it is, we find it very difficult*).<sup>3</sup>)

En consecuencia, es bueno detenerse brevemente en la noción de ingeniería<sup>4</sup>. Atendiendo a su significado etimológico; “ingeniería” e “ingeniero” derivan de “ingeniar” que a su vez deriva de “genio” y éste del término latino “genius”, el cual deriva de “gignere” que significa “engendrar”. De este último término derivaron también los términos “generador”, “general”, “generalizar”, “generar”, “genitor”, “progenitor” y “genital”<sup>5</sup>.

En consecuencia, ingeniería es una actividad del ingenio humano. A esta conclusión se le puede hacer la objeción de que si bien ello es cierto, también es cierto que el término

inglés “engineering” deriva de “engine” que significa “motor” o “máquina”, por lo cual se podría concluir que la ingeniería, en su sentido etimológico se refiere a una actividad circunscrita al ámbito de las máquinas. Esto es un error generado por una derivación etimológica incompleta, el término inglés “engine” deriva a su vez de “ingenuity”, y éste de “genius”, términos que a su vez derivan del latín “ingenius” y “genius”, respectivamente, y cuyo significado en inglés es ‘natural quality or disposition, talents, genius, clever device’<sup>6</sup>. Luego se puede hacer la misma conclusión en inglés. El significado etimológico que asocia la ingeniería a la máquina es, en nuestra opinión, consecuencia del mecanicismo que imperó junto con la concepción cartesiana de la ciencia.

Pero, antes de intentar una definición más completa de ingeniería, basada en su significado etimológico, es bueno indicar el sentido que tuvo “genius”. Este significó “deidad que según los antiguos velaba por cada persona y se identificaba con su suerte”<sup>7</sup>. Con ello “genius” también significó “la persona misma, su personalidad”<sup>8</sup>. Ya para el siglo XIX, “genio” empezó a tener aceptación de “grande ingenio, hombre de fuerza intelectual extraordinaria”<sup>9</sup>. Mientras que el término “ingeniero” ya existía en 1490, y los de “ingeniosidad”, “ingenioso” e “ingeniar” ya existían para 1490, que se referían a las “ciudades innatas de alguien”<sup>10</sup>.

Podemos concluir que desde sus orígenes semánticos “genio” e “ingeniería” estuvieron asociados entre sí y con la dimensión humana de la persona humana, con sus cualidades intelectuales y con su suerte. Sólo en el siglo XIX, “genio” llegó a tener el significado superlativo de “capacidad intelectual extraordinaria”. La ingeniería no requiere de personas extraordinarias (aunque éstas puedan ejercer la ingeniería como cualquier otra profesión, ciencia o arte), pero sí requiere de personas interesadas en poner sus aptitudes al servicio de su propia persona y de la de los demás. En consecuencia, la ingeniería es una actividad mediante la cual el intelecto humano opera en función del ser humano, de su bien-estar y de su bien-ser. Con base en ello y a otros elementos etimológicos

que hemos visto al principio de esta sección, podemos decir que ingeniero es quien usa su ingenio para engendrar soluciones a problemas humanos, es el progenitor, el productor de soluciones materiales y/o espirituales que mejoren el bien-estar y/o el bien-ser de la existencia humana. Con el enfoque mecanicista cartesiano-newtoniano la ingeniería se orientó a las máquinas, que es un tipo de solución, una de sus especies, con lo cual la ingeniería entra en una primera fase de especialización, y con el soporte del conocimiento científico que cada vez se fragmentaba más, la ingeniería se fue especializando cada vez más y más. Ello la fue haciendo más eficiente en la solución de problemas específicos, pero menos efectiva en la solución de problemas más generales y, por ende, más complejos. De esta manera la ingeniería se fue alejando de su origen etimológico, del que también derivó la palabra “general”, “género”, “generalista”. Si a esto agregamos lo que hemos planteado en otro trabajo en cuanto al científicismo que invadió el ámbito de la ingeniería<sup>11</sup>, podríamos concluir que en muchas ocasiones la ingeniería en el mundo académico entró en un proceso de desnaturalización y ha venido perdiendo su esencia, y su origen semántico-conceptual, tanto en cuanto a su función de generación de soluciones a problemas humanos, más que de descubrimiento de verdades científicas, como en cuanto a su contenido general y cohesionado, más que especializado y fragmentado. Entrar en mayores detalles al respecto nos llevaría, quizás, fuera de los objetivos del presente trabajo. Baste, por ahora indicar que la ingeniería es la actividad intelectual en función de la creación de soluciones integrales, de problemas humanos, los que pueden ser generales y complejos, mientras que la ciencia se orienta por la creación de conocimiento, descubrimiento de verdades, que pueden ser de utilidad a la ingeniería, o no. Por eso, algunos filósofos (como Aristóteles y Santo Tomás de Aquino) han concebido a la Ciencia como un fin en sí mismo, mientras que la ingeniería se nos muestra desde sus orígenes como medio. Siendo la ingeniería generadora de soluciones integrales se vuelve

prácticamente imprescindible para el desarrollo integral de los países en vías de desarrollo. Detengámonos brevemente en este aspecto.

## **Ingeniería para el desarrollo**

Es evidente que nuestro país, al igual que el resto de países en vías de desarrollo, requiere ahora más que nunca, de sus recursos humanos para salir exitosamente de la crisis en la que nos encontramos. Es también evidente que los llamados a jugar un rol fundamental son aquellas personas en las que el país ha venido haciendo grandes inversiones en su formación y consolidación. Pareciera, pues, claro que nuestros científicos, técnicos, ingenieros y demás profesionales tengan un papel protagónico en el momento histórico actual. El terreno se encuentra suficiente y adecuadamente abonado para que puedan desarrollar su potencial a través del trabajo creador y del esfuerzo productivo que cree las riquezas que estamos dejando de percibir por la caída de los precios del petróleo.

Frente a estos hechos evidentes, resulta paradójico el alto índice de desempleo entre nuestros profesionales, especialmente entre los ingenieros, quienes lejos de servir de ingrediente básico para la generación de fuentes de trabajo, no logran muchas veces ni generar su propio trabajo. No logran “velar por su propia persona” (lo que está en la raíz etimológico-conceptual del término que los “define”), menos pueden velar por los demás. No pueden solucionar sus propios problemas, menos pueden contribuir a solucionar problemas industriales o sociales. Es paradójico que el desempleo entre nuestros profesionales haya sido mayor que el índice de desempleo de los recursos humanos no profesionales. Es paradójico que nuestras universidades se hayan transformado en generadores de desempleo, que el profesional que egresa tenga menos probabilidades de conseguir trabajo que las que tenía cuando ingresó. Es más paradójico aún que esto esté sucediendo también en el campo de la ingeniería.

Hay dos posibles explicaciones frente a esta paradoja: o el país no necesita más ingenieros, explicación que a todas luces no tiene ningún asidero real, o los egresados de las universidades con el título de ingeniero no son realmente ingenieros, o, en forma más optimista, no son aún ingenieros.

Si examinamos de cerca y detenidamente las actividades de docencia, investigación y extensión con las que nuestras universidades deberían ir formando a los que al final del camino reciben el título de ingeniero, vemos que la componente de extensión es casi inexistente, la de investigación y desarrollo se reduce a prácticas de laboratorios en las que reproducen experimentos para que el estudiante observe pasivamente la validación empírica de las leyes que le han enseñado en las clases teóricas. Montar un experimento en base a unas guías de laboratorio no requiere del estudiante los esfuerzos mentales característicos de la obra creadora, no requiere de los esfuerzos que conducen a la producción o a la generación de algo aún no existente. Requiere más bien de los esfuerzos necesarios para reproducir, para imitar métodos, procedimientos y experimentos que, por su esterotipia repetitiva, se han ido transformando en ritualismos aburridos tanto para el estudiante como para el profesor. Esto no es investigar. Esto no es desarrollar. Mucho menos es adquirir la formación necesaria para la investigación y el desarrollo.

Esta situación es producto del prurito existente en nuestras universidades relativo a que la investigación debe ser siempre investigación de punta, investigación en la frontera de conocimientos. Peor aún: esta frontera ha de ser la demarcada por el avance científico y tecnológico de los países desarrollados. Esta actitud, este sistema de valores epistemológicos es, a nuestro entender, origen de una serie de males que entran nuestro desarrollo integral. Los profesores universitarios, con una gran vocación a ser útiles a su país, y a formar profesionales también útiles y en sintonía con nuestras necesidades nacionales, tienen que nadar contra la corriente que a veces tratan de imponer aquéllos

cuya vocación es incrementar su prestigio personal mediante investigaciones cuyos resultados terminan por ser absorbidos por las industrias preparadas para ello, las cuales evidentemente son las de los países desarrollados. Así, nuestro país que se encuentra en vías de desarrollo viene financiando investigaciones que terminan contribuyendo al desarrollo de los países ya desarrollados. Más que paradójico, este escenario es triste y quizás inmoral.

Al ubicarnos en una perspectiva universal, en lugar de nacional, el planteamiento cambia. Pero, aún así nuestro país no tiene obligación, ni legal ni moral, de financiar contribuciones al desarrollo científico universal. Pero, ubicándonos en tal perspectiva creemos que el investigador debe tener toda la libertad de escoger su tema de trabajo. Ello es condición “sine qua non” para la creatividad. Debe fomentarse tanto la ciencia básica orientada, como la básica libre, así como la ciencia aplicada y el desarrollo tecnológico. Lo que no se debe permitir es que quienes han optado por la investigación básica libre traten de imponer, consciente o inconscientemente, su modelo intelectual, su escuela epistemológica y sus valores científicos al resto de la comunidad universitaria. Por lo mismo que se debe respetar su vocación de prestigio científico, ellos deben respetar la vocación de los demás de ser útiles a la sociedad. Ambas vocaciones son necesarias, se complementan y se refuerzan. Nuestro país tiene su función en la civilización actual, y ésta requiere ambas actividades investigativas: requiere de la ciencia de lo abstracto en la que la imaginación una vez que levanta vuelo, nada debe impedirle su elevación, y requiere de la ciencia de lo concreto en la que la imaginación se encuentra constreñida por las restricciones y los imperativos de la vida cotidiana, con lo cual su movimiento se parecería mucho a la “Danza del Encadenado” de Nietzsche.

Por ello debe fomentarse entre el profesorado universitario la investigación conducente a la creación de soluciones, además de aquella conducente al descubrimiento de verdades y a la creación de conocimiento, a la investigación ingenieril, además

de la investigación científica. El estudiante, por otro lado, debe hacer esfuerzos de investigación y desarrollo desde los primeros años de su carrera. La única forma en que esto último se pueda llevar a cabo es que se vea con claridad que la investigación no tenga que darse necesariamente en la frontera de conocimiento, que los esfuerzos que haga el estudiante para “re-inventar la rueda” son necesarios para su formación tanto científica como ingenieril, que la investigación conducente a la creación de las soluciones no tiene por qué darse en la frontera establecida por el sistema científico-tecnológico de los países desarrollados, y por ello sus resultados no tienen por qué ser válidos. Esta concepción de la investigación y desarrollo engranaría no sólo en una formación más adecuada para el tipo de profesionales que requiere nuestro país, sino que posibilitaría actividades de extensión universitaria en las que el estudiante podría tener una mayor participación en situaciones que le permitirían ir retribuyendo al país la inversión que se está haciendo en él.

En cuanto a la docencia universitaria para la formación de profesionales, en general, y de ingenieros en particular, se presenta una situación similar, sólo que en este caso ello también está sucediendo en las universidades de los países desarrollados, y así ha sido denunciado por varios autores de gran talla intelectual, profesional y moral. Especialmente interesante es lo que plantea al respecto Herbert Simon, quien ha logrado destacar tanto en la teoría como en la práctica: además de Premio Nobel, ha sido uno de los consultores mejor pagados en Estados Unidos, uno de los padres de la teoría administrativa contemporánea, así como de la economía, la investigación de operaciones y la inteligencia artificial. Simon ha hecho un profundo análisis respecto a la inadecuada formación que adquieren los estudiantes de ingeniería en las universidades americanas. En una de sus conclusiones afirma: “El diseño...constituye la esencia de toda preparación profesional, es la marca distintiva que separa las profesiones de las ciencias. Las escuelas de ingeniería, al igual que las de arquitectura, comercio,

cultura, leyes y medicina, se centran sobre todo en el proceso de diseño o proyecto... visto el papel clave que desempeña el diseño en la actividad profesional, resulta irónico que en este siglo las ciencias naturales hayan barrido a las ciencias de lo artificial de los programas de las escuelas profesionales. Las escuelas de ingenieros se han convertido en escuelas de física y matemática; las escuelas de medicina, en escuelas de ciencias biológicas; las escuelas de enseñanzas comerciales, en escuelas de matemática finita... Un fenómeno tan universal debe tener una causa básica. Y la tiene muy obvia. A medida que las escuelas profesionales, contando entre ellas las de ingeniería, se ven más absorbidas por la cultura general de la universidad, más ambicionan la respetabilidad académica. De acuerdo a las normas vigentes, la respetabilidad académica exige aquellas materias que son, intelectualmente arduas, analíticas, susceptibles de formalizarse”<sup>12</sup>. A nuestras universidades, que no pocas veces se han apoyado en el modelo americano, les está sucediendo lo mismo. Sólo que en el caso nuestro la situación es grave porque nuestras industrias no están lo suficientemente desarrolladas como para llenar el vacío dejado por las universidades.

Es así, a nuestro entender, como los esfuerzos tras un prestigio y una excelencia mal concebidos han ido transformando nuestras carreras profesionales en una especie de “juego de abalorios” Hessiano, y nuestras universidades en generadores de desempleo. Por ello, requerimos un “golpe de timón” en nuestra educación superior, especialmente en el ámbito de la ingeniería. Nuestros estudiantes, además de conocer los aspectos básicos de la ciencia y de todo aquello que los coloque a la altura de los tiempos, deben saber conocer para saber hacer, deben saber producir además de reproducir lo enseñado. Deben desarrollar no sólo las capacidades intelectuales requeridas para las exigencias universitarias, sino también las facultades psíquicas requeridas por el ejercicio profesional y por la vida. La universidad debe prepararlos para la profesión y para la vida. Por ello debe ir pensando muy seriamente

en ir complementando su formación intelectual con la preparación psicológica, volitiva y moral requeridas para producir, crear soluciones, y especialmente, innovar y emprender.

Es bueno que en nuestras universidades superemos ese candor con el que hemos venido confundiendo y, a veces incluso, identificando la innovación y la originalidad. Es de perogrullo, pero también de importancia, hacer notar que “innovar” deriva de “nuevo” y “original” de “origen”. Es muy triste a alarmante observar la creciente frecuencia con la que en nuestras universidades confundimos el concepto de innovación (tecnológica) con el de originalidad (científica). Se puede innovar sin ser original. La hoja de cálculo fue una de las más grandes innovaciones, que incluso originó los primeros sistemas de soporte de decisiones, pero la primera hoja de cálculo (el VisiCalc) no tuvo nada de original. Se trató de copiar exactamente lo que se hace en hoja de papel de manera que se haga en una hoja electrónica. La hoja de cálculo es apenas un ejemplo de las tantas innovaciones que han ayudado a desarrollar nuevos mercados y que no están basados en nada original.

La noción de “nuevo” es muy diferente a la de “original”. Un traje nuevo no es necesariamente un traje original. Un casado nuevo, un novio, no es un casado original. Novedad, en uno de sus sentidos, significa mercancía adecuada a la moda, no necesariamente un invento, u otra cosa original. El concepto de originalidad excluye el de copia, el de innovación no lo excluye necesariamente. Ser innovador, en el sentido de producir una mercancía nueva en nuestro país a partir de la copia de productos fabricados en un país desarrollado no le quita originalidad al innovador. Más bien, puede requerir de mucha imaginación y, por ello, conducir a fabricar el mismo producto pero por una vía, un proceso, totalmente diferente. La copia del producto puede requerir, y de hecho en el desarrollo tecnológico requiere, de originalidad en el proceso. Pero, incluso, aun cuando no se requiere de originalidad para innovar, producir la innovación no degrada la originalidad de nadie, ni es insulto a

la creatividad y al intelecto de nadie. Ponerse un traje nuevo en lugar de uno original, no afecta la originalidad de nadie. Casarse como otros lo han hecho, ser novio, no disminuye la respetabilidad intelectual de nadie. Innovar puede requerir de la originalidad, y cuando no la requiere no la insulta. Quien piense lo contrario tiene una mente definitivamente “enguayucada”, está culturalmente subdesarrollado, no importa cuan “original” pueda ser.

Es irónico y triste ver cómo en los países desarrollados se han percatado de esta cuestión desde hace ya tiempo; cómo Japón, en base a ello, ha ido agigantando su desarrollo industrial y tecnológico, y aumentado significativamente su respetabilidad al punto de que la industria japonesa se ha transformado en centro de atracción para la investigación de las razones de la alta productividad, diversificación y flexibilidad alcanzadas por las empresas niponas. Los japoneses, empezaron copiando productos, empezaron desarmando máquinas, desagregando tecnologías; empezaron analizando el mundo artificial creado por los grandes centros científicos, tecnológicos e industriales de los países desarrollados, para luego recomponer, resintetizar, recrear ese mundo con componentes nipones, diseños nipones y cultura nipona. Fueron muy originales al tomar como punto de partida el mundo artificial creado por la civilización occidental en lugar de tomar al mundo natural que sirvió de punto de partida de dicha civilización. En lugar de hacer grandes esfuerzos económicos, sociales e intelectuales para desarrollar las ciencias naturales, pusieron más bien el énfasis en el desarrollo de lo que Herbert Simon llama la ciencia de lo artificial. En lugar de poner el acento en las ciencias de lo abstracto, lo pusieron en las ciencias de lo concreto. Partieron de las cosas artificiales y, a través de una ingeniería de copia, que luego de formalizaría con el nombre de ingeniería de reverso, descompusieron el mundo artificial para luego recrearlo en forma más idónea, más eficiente y más efectiva. Partieron copiando y son ahora objeto de copia.

Hechos, como el japonés, no pueden escapar al escrutinio de la ciencia. Un número creciente de investigadores de países

desarrollados está estudiando el fenómeno. Un ejemplo de ello lo encontramos en la Universidad de Sussex, con la figura, ya patriarcal de Freeman, quien ha producido más de 200 publicaciones al respecto. En Latinoamérica, a pesar de que aún quedan algunos científicos que, dedicados a un “juego de abalorios”, no han tenido tiempo, voluntad e interés en observar ese hecho objetiva y científicamente, otros, en número cada vez más creciente, han venido dando los virajes y los “golpes de timón”, aconsejados por las conclusiones que han sacado de las observaciones objetivas que han hecho. En el caso de estos últimos, la ciencia se les ha vuelto conciencia, conciencia social, y conciencia ética.

Jorge Sábato, patriarca latinoamericano y de reconocimiento internacional al respecto, trató de distinguir durante toda su vida entre originalidad e innovación tecnológica. En múltiples oportunidades ha afirmado que “la originalidad, en el sentido epistemológico, es crucial en el quehacer científico, pero resulta irrelevante en el paquete tecnológico”. La relación puede ser incluso inversa: la innovación tecnológica israelí en materia de equipos electrónico-médicos mantiene una correlación estadística negativa con la originalidad incorporada a tales equipos.

Un número, cada vez creciente de autores, se ha venido percatando de este hecho. Por ello son cada vez más numerosas las concepciones de desarrollo tecnológico e investigación ingenieril que tratan de zafarse de la “camisa de fuerza” que intentan imponer algunas escuelas epistemológicas en métodos y actividades que escapan a su frontera. Por ello, y en forma determinante, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, se afirma que “la tecnología—en palabras de Sábato—es un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico, etc.) proveniente de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.), a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, expertos, etc.)”

Los políticos de nuestros países también se han percatado de

la necesidad de la innovación tecnológica para nuestro desarrollo integral. La cláusula 84 del Acuerdo de Cartagena, que se hizo Ley en nuestro país por el decreto respectivo, es fiel reflejo de ello. En ambos sitios se define la innovación tecnológica en términos similares a los planteados aquí.

Existe pues, tanto el clima intelectual como los mecanismos jurídicos para una renovación de los estudios de ingeniería en nuestras universidades, para ponerlos al servicio de un desarrollo integral. Ya en 1973 lo habíamos planteado en el *Primer Congreso Nacional de la Enseñanza de la Ingeniería*, organizado por el Colegio de Ingenieros de Venezuela. Lo que entonces era deseable se ha vuelto hoy necesario. La Reforma de la educación en ingeniería, que entonces era posible, es en el presente un imperativo que cuenta con los recursos legales necesarios para su implantación. El desarrollo integral del país requiere de sus universidades una mayor adecuación de sus carreras de ingeniería, requiere de una docencia más orientada al diseño creativo y de una investigación más orientada a la solución de problemas nacionales, más cercana al estudiantado y más relacionada con el sector productivo, tanto de bienes materiales como de bienes espirituales. Requiere asimismo de una mayor integración entre las actividades de docencia, investigación y extensión.

Es necesario, pues, una educación de ingenieros más cónsona con nuestras necesidades materiales y espirituales. Una educación para crear, para producir. Una educación sin complejos infantiles. Una educación madura que ayude a preparar ingenieros de mentes desarrolladas para un país, como el nuestro, en vías de desarrollo. Ingenieros dueños de sí mismos, seguros de su capacidad creativa, intelectualmente maduros, y aptos psíquicamente. Ingenieros sin complejos, sin guayucos mentales, con valor intelectual para enfrentar el candor paralizante, y a veces amenazante, de quienes aún consideran la innovación sólo como sinónimo de originalidad; de quienes no han logrado entender que si bien la originalidad puede conducir a la innovación, esta última no requiere necesariamente de

aquélla; de quienes cometiendo el craso error de lógica elemental siguen trastocando géneros con especies, siguen confundiendo A es B con B es A. El país requiere ingenieros que pongan su imaginación y su creatividad no sólo al servicio de la generación de ideas originales, sino también al de la creación de procesos conducentes a la copia de productos importados de alta demanda nacional; ingenieros con reciedumbre psíquica para enfrentar los sarcasmos de quienes por incapacidad, indolencia o ingenuidad prefieren ver como inferiores y sin respetabilidad académica a las actividades útiles para el desarrollo del país; ingenieros con suficiente iniciativa, audacia, voluntad, persistencia y demás características fundamentales del espíritu emprendedor que el país está pidiendo a gritos tanto de sus ingenieros como de sus empresarios.

### **Importancia de la “trivialidad” en ingeniería de sistemas**

El desarrollo integral de nuestros países requiere no sólo de la preparación de nuestros ingenieros para generar soluciones y producir innovaciones, sino también aptitud para **comunicarse** con los usuarios de sus productos. Esto es especialmente importante en ingeniería de sistemas, carrera que además de reunir las características comunes a las otras ingenierías, las cuales ya hemos mencionado en la sección anterior, debe cumplir con especificaciones propias, las cuales son motivo de esta sección.

Los gerentes, y especialmente los ejecutivos, prefieren convivir con sus problemas, que aceptar soluciones que ellos no entienden. La validez de esta afirmación, que Bandeen, expresidente de la “Canadian National Railways”, hiciera en la plenaria de un Congreso de la Sociedad Canadiense de Investigación de Operaciones, se hace, día tras día, más evidente. Por ello, debe ser seriamente considerada tanto en los diseños curriculares que se hacen en las universidades como por los ingenieros de sistemas preocupados por continuar su formación posuniversitaria, así como

por aquellos consultores que ponen especial atención en desarrollar las facultades intelectuales y psíquicas que se requieren para ser útiles en la solución de problemas gerenciales.

Cada vez un mayor número de autores, de las diversas áreas de la ingeniería de sistemas y de la consultoría gerencial, están intensificando el énfasis en la necesidad de “aterrizar”, de hacer “contacto” con la realidad, de “conectar” lo cotidiano con el arsenal conceptual e instrumental de que se dispone. Para ello, el analista de sistemas cuya misión fundamental es hacer esa conexión, debe desarrollar al máximo sus facultades de comunicación, de “traductor” entre el ámbito científico-tecnológico que le es familiar y el ámbito organizacional donde intenta aportar soluciones.

Para comunicar estos dos ámbitos, es condición necesaria que el analista esté familiarizado con los “lenguajes” respectivos. No es suficiente tener los conocimientos necesarios para resolver un problema gerencial determinado, es necesario que el gerente a cargo de la toma de decisiones respectivas entienda la solución propuesta. Caso contrario, es muy probable que evite y “engavete” dicha solución.

No podemos pedirle a la gente un “acto de fe” en su consultor. Tampoco podemos exigirle que conozca el lenguaje técnico-científico requerido para entender nuestra solución. De conocer él ese lenguaje, habría sido su propio consultor. De desconocerlo no es factible pedirle que adquiera, en pocos días o pocas semanas la infraestructura conceptual e instrumental que tantos años de preparación universitaria y de experiencia profesional nos ha requerido. Y aunque ello sea posible, el gerente no dispone necesariamente de ese tiempo para adquirir los conocimientos necesarios para entendernos.

En resumen: si queremos que nuestra solución no se “engavete”, ésta debe ser entendida por el gerente, por lo cual el ingeniero, y especialmente el de sistemas, debe servir de traductor entre el ámbito organizacional y el técnico-científico. En consecuencia: debe conocer ambos lenguajes.

En la medida en que ascendemos en la pirámide organizacional, el lenguaje gerencial se va haciendo menos técnico, es decir: el lenguaje se va haciendo cada vez más de “sentido común”, más cotidiano. Simultáneamente, en la medida en que ascendemos en dicha pirámide el tiempo del gerente se hace más costoso, y él se va haciendo cada vez más refractario a las cosas que no entiende y, asimismo, menos dispuesto a hacer esfuerzos mentales para entender cualquier “jerga técnica” no familiarizado con ella. Por ello, en la medida en que se asciende en la pirámide organizacional el ingeniero de sistemas debe simultáneamente: (1) condensar más su lenguaje y, en consecuencia, generalizarlo cada vez más, y (2) acercarlo más al sentido común.

Pero generalizar cada vez más significa elevar cada vez más los niveles de abstracción, lo cual tiene como consecuencia un alejamiento del sentido común. En consecuencia: pareciera, a primera vista, que es infactible la misión del ingeniero de sistemas. Y de hecho es así si pretendemos conservar el rigor en el planteamiento que el ingeniero le pueda hacer al gerente. Pero, otro es el panorama si el ingeniero toma una actitud más pragmática (el pragmatismo también puede ser una ciencia, de hecho la verdad de la ciencia de sistemas es la pragmático-teleológica, es decir: orientada a la efectividad, a los objetivos, al “telos” de la acción).

Una actitud más pragmática de parte del ingeniero consiste en darle la primera prioridad a la efectividad de la comunicación con el gerente, pagando el precio de la necesaria disminución en el nivel de rigor. Ello le permitirá simultáneamente generalizar y acercarse al sentido común.

Y aquí es donde algunos academicistas pegan el grito en el cielo: ¡Epa! ¡Epa! –me llamarían la atención ceremoniosa e indignadamente– °Cuidado con el camino que llevas! °Cuidado con generalizar en base al sentido común! ¡Puedes caer en la trivialidad! que por definición es lo común, lo sabido por todos, lo vulgar.

Mi respuesta a esta reacción de academia mal entendida

y encopetada sería —y de hecho ha sido— a través de varias interrogantes: ¿Qué hay de malo con las cosas triviales?, ¿Qué, son fáciles?; y ¿Qué hay de malo con las cosas fáciles?, ¿Qué son vulgares?, y ¿Qué hay de malo con la divulgación?, ¿Qué son cosas comunes?; y ¿Qué hay de malo con ello?, ¿Qué hay de malo con facilitar lo que se creía difícil?, ¿Qué hay de malo con “comunicar” el conocimiento, con divulgarlo, con traducirlo a términos accesibles a los no iniciados?, ¿Acaso no radica en ello el arte de la pedagogía?... Y, en definitiva, ¿Quién ha dicho que es fácil trivializar? Una cosa es que las cosas triviales sean fáciles de entender y otra cosa totalmente diferente es el acto de trivializar, que en muchas ocasiones no tiene nada de fácil, nada de trivial.

Una de las fallas de nuestros egresados universitarios, al menos en el campo de ingeniería de sistemas, es que no están suficientemente formados para la labor de “trivialización”, para la labor de traducción con los usuarios de los sistemas que ellos diseñarán, sean estos de información o de cualquier otro tipo. Una falla peor aún, porque es más profunda y más intangible, es el sistema de valores epistemológicos que adquieren y que los lleva a valorar poco lo fácilmente entendible. No hay sino que preguntar a algunos profesores encopetados de nuestras universidades la opinión que tienen sobre los libros de James Martin, Weinberg, Ackoff, etc., para entender el sentimiento de culpa que tienen algunos estudiantes al comprar algún volumen de dichos autores, quienes —les disguste a quien le disguste— son los *Best Sellers* en computación y en consultoría. Decir las cosas difíciles en términos fáciles no es tan fácil, y en ello radica el éxito de autores como los mencionados y la envidia de quienes no logran imitarlos.

Y si al rigor vamos, notamos que quienes confunden los objetivos de una comunicación efectiva con el usuario, con los objetivos de una actividad científica, cometen el más craso error en el contexto de la más elemental lógica deóntica o de la lógica de medios y fines, las cuales, en definitiva, son las lógicas que subyacen al pensamiento de ingeniería, y especialmente al de

ingeniería de sistemas. La lógica requerida en la ciencia es la lógica de los-que-es, de la lógica de predicados, de silogismos, etc. El pensamiento ingenieril, y especialmente el sistémico, está orientado por la lógica de lo-que-puede-ser. La lógica de lo-que-es da soporte a la ciencia, y esta da soporte y necesario insumo a la ingeniería. Pero, la ingeniería debe también regirse por una combinación de lógica deóntica y de fines-y-medios. La ingeniería, además del conocimiento científico o del “conocer-que” (“*know-that*”), requiere del “conocer-como” (“*know-how*”). La lógica de “lo-que-es” y el “conocer-que” son necesarios en la actividad del ingeniero, pero no son suficientes. Se requiere también de otras lógicas (deóntica y de medios/fines) y del “conocer-como”<sup>13</sup>. La lógica que es fin para el científico es uno de los medios del ingeniero. Quienes se orientan por la lógica clásica como fin último y se indignan con quienes utilizan otras lógicas de pensamiento, demuestran la intolerancia intelectual típica de las actitudes más anticientíficas. Si aceptamos la hipótesis de que la actividad científica implica una actitud abierta y tolerante, es de lógica elemental concluir que la intolerancia es prueba de anti-ciencia Si  $p \rightarrow q$ , entonces  $\sim q \rightarrow \sim p$ . Así de elemental es. Así de fácil es notar que es muy poco riguroso, de acuerdo, a la lógica de medios y fines, quien antepone el rigor formal a la utilidad del ejercicio profesional. Es también anticientífico quien además protesta indignado porque otros si están dispuestos a bajar el nivel de rigor formal, como precio que hay que pagar necesariamente para aumentar la probabilidad de que se haga efectivo el aporte del ingeniero a la solución de problemas organizacionales.

Es necesario, pues, que el ingeniero de sistemas tenga la capacidad de trivializar. De ahí que su formación debe tener una buena dosis del Trivium que se enseñó durante tanto tiempo en la Edad Media por lo que llegó a ser algo trivial. De ahí el origen histórico del término, pero, paradójicamente, el Trivium que ya era cosa Trivial en la Edad Media, está casi ausente en nuestros días. Con el Trivium se enseñaba de acuerdo a Thierry de Charles

(s.XII), las técnicas del decir. “Tres vías” confluyen en estas técnicas, a saber:

1. La dialéctica o la técnica del diálogo y la argumentación válida, nos provee de los métodos y las reglas para relacionar adecuada y congruentemente nuestras ideas. De ahí que la dialéctica sea tan importante para pensar bien, por lo cual diversos autores medievales la incluyeron en el campo de la lógica, como es el caso de Santo Tomás de Aquino, que la denominó “lógica disertiva”.
2. La gramática con la que se logra la buena expresión, es la técnica que nos permite relacionar adecuadamente las palabras más apropiadas para expresar lo más aproximadamente posible a nuestro pensamiento. Ello corresponde a niveles sintáctico y semántico de la semiología que actualmente se encuentran en pleno desarrollo en el área de lenguajes naturales en inteligencia artificial.
3. La retórica, es la técnica que posibilita una expresión efectiva, es decir: una expresión que logre en el interlocutor los efectos buscados por quien comunica sus ideas. Por ello, se han planteado muchas veces que la retórica es el arte de la persuasión o de la refutación. Muy relacionada podemos encontrar a la retórica con el nivel pragmático de la semiótica contemporánea.

Pensar bien, expresarse bien y expresarse efectivamente es lo que nos daría el conocimiento y una preparación adecuada en el Trivium medieval. Y una preparación de este tipo, adecuada a nuestros tiempos, es una de las cosas que más requiere el ingeniero, y especialmente el de sistemas, en su formación. Razón tuvo Gerarld Weinberg (prestigioso consultor en sistemas de información, que ha prestado sus servicios en empresas de las más grandes, en los cinco continentes, y autor de diversos libros) cuando planteó en su libro: *Rethinking Systems Analysis and Design*, que uno de los dos aspectos más importantes en la información de un analista de sistemas bueno y maduro, es un conocimiento cabal, comprensivo

y completo de su idioma materno y por lo menos de otro idioma. Y mejor aún –agregó– si conoce griego clásico y/o latín.

Se hace pues cada vez más necesario que el ingeniero de sistemas adquiera una formación en el Trivium Medieval, en aquello que fue trivial y que ahora dejó de serlo. A menos que el ejercicio profesional no se limite a la actividad de programación o de venta de equipos, se hará cada vez más importante para el analista de sistemas formarse trivialmente para pensar bien, expresarse bien y expresarse efectivamente. Estas “tres vías” confluyen en lo que hoy podemos denominar las lógicas de lo posible como diferenciadas de las tradicionales lógicas de lo necesario (las lógicas de lo-que-es). En base a hipótesis posibles se pueden hacer, y de hecho se hacen, razonamientos y argumentaciones plausibles. Esto es lo que caracteriza la forma como piensa un experto; y esto - el Trivium - y especialmente la dialéctica, es lo que está en los mismos fundamentos de los sistemas expertos. Por ello, nuestra opinión es que mucho ganaría un ingeniero, o un experto o un consultor que se prepare cada vez más en el pensamiento de lo posible y en las formas de razonamiento plausible.

## Notas

1. Este trabajo está basado en dos secciones del trabajo presentado por el mismo autor para su ascenso al escalafón académico de Profesor Titular de la Universidad Simón Bolívar: *Metodología Sistémica de Sistemas: Conceptos y Aplicaciones*; julio 1995, 687 páginas. Las secciones en cuestión se encuentran en las pp. 521-529.
2. Para un tratamiento bastante completo de los principios de la ingeniería, vea J.J. Duderstadt, et. al., *Principles of Engineering*; New York: Wiley, 1982. Asimismo, vea M. Finniston: *Engineering our Future: Report of the Committee of Inquiry into the Engineering Profession*, HMSO, London: 1980. Vea también nuestro trabajo la noción de Ingeniería y Meta-ingeniería: “*The Essence of Engineering and Meta-Engineering: A Work in Progres*”.. Este trabajo se puede acceder en la página Web <http://www.iiis.org/Nagib-Callaos/Engineering-and-Meta-Engineering/>

3. Aleksander I, 2006, *What Is Engineering?* The Royal Academy of Engineering, Philosophy of Engineering, Monday, 27 March 2006; pp. 2-6. Disponible [http://www.raeng.org.uk/policy/philosophy/pdf/Transcript\\_of\\_Presentations\\_on\\_27\\_March.pdf](http://www.raeng.org.uk/policy/philosophy/pdf/Transcript_of_Presentations_on_27_March.pdf) (Accedido el 8 de marzo 2009)
4. Para un tratamiento más completo sobre la noción de Ingeniería y Meta-ingeniería vea nuestro trabajo *The Essence of Engineering and Meta-Engineering: A Work in Progress*. Este trabajo se puede acceder en la página Web <http://www.iiis.org/Nagib-Callaos/Engineering-and-Meta-Engineering/>
5. J. Corominas: *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*; Madrid: Editorial Gredos, 1990, p.296.
6. T.F. Hoad: *The Concise Oxford Dictionary of English Etymology*; Oxford: Oxford University Press, 1993, p. 149.
7. Corominas, *ob. cit.*, p. 296.
8. *Ibid.*
9. *Ibid.*
10. *Ibid.*
11. Nagib Callaos, 2005, *Metodología Sistemática de Sistemas: Conceptos y Aplicaciones*; trabajo de ascenso a la categoría de Profesor Titular de la Universidad Simón Bolívar.
12. Herbert Simon, *Ciencia de lo Artificial*.
13. Un tratamiento más detallado de este punto se puede encontrar en nuestro trabajo mencionado en la nota 4.

# LA APERTURA PETROLERA EN PERSPECTIVA HISTÓRICA

Acad. Luis E. Giusti L.  
Sillón XIII

## **Introducción**

Nadie podría discutir la inmensa importancia que para Venezuela tiene su industria petrolera. Desde el reventón del pozo “Los Barrosos 2” en el campo La Rosa, Estado Zulia en 1922, el oro negro ha sido la base fundamental de nuestro crecimiento económico y de nuestro desarrollo integral. A pesar de las naturales diferencias y discusiones que caracterizan al sistema democrático, el común denominador de todos los ciclos políticos desde 1958, ha sido el consensual respeto por el bienestar del negocio petrolero nacional. Además, dado el carácter global del mencionado negocio, es imperativo preservar la imagen de profesionalismo y seriedad de nuestras instituciones petroleras en el plano internacional. Una de las etapas más trascendentes de nuestra historia petrolera, ha sido la apertura petrolera llevada a cabo a mediados de la década de los años '90, la cual ha sido objeto de una campaña tendenciosa de desprestigio durante años por parte del actual gobierno nacional y sus aliados.

## **Nacionalización, importante antecedente**

Casi todas las nacionalizaciones en los países productores de petróleo, se llevaron a cabo a partir del inicio de la década de los años '70. Esos países hubieran podido continuar sin cambiar

el esquema que había prevalecido durante décadas. Bajo dicho esquema, las empresas petroleras internacionales producían en sus territorios batallando para ser rentables con márgenes cada vez más estrechos, mientras que los gobiernos capturaban la mayor parte del beneficio mediante regalías e impuesto sobre la renta. Pero los miembros de la OPEP estaban sometidos a gran presión de la opinión pública y eran prisioneros de su propia historia. Habían transcurrido ya muchos años de explotación y pobreza. La expulsión de las compañías fue un momento de júbilo, aunque durante años hubo de pagarse un precio alto. Pero esa nacionalización era imperativa. En nuestro país donde el petróleo juega un papel predominante, hubiera sido imposible tener un sistema estable a largo plazo basado en un vínculo puramente fiscal país-industria petrolera, con el país mayormente ignorante en asuntos petroleros. El país tenía que aprender de petróleo. Tenía que hacer el tránsito de “un país con petróleo a un país integralmente petrolero”. Ese proceso se inició con la nacionalización, y la creación de PDVSA en 1975-1976. La apertura petrolera a mediados de los años '90, se pudo adelantar con éxito por tener una PDVSA con fortaleza financiera, amplia presencia internacional, excelente capacidad técnica, y manejada por profesionales de primera línea, interlocutores calificados en todo el mundo. En este sucinto escrito se relatan, explican y aclaran hechos, motivos y resultados del mencionado proceso, el cual marcó una importante etapa en la historia petrolera de Venezuela.

### **La apertura petrolera**

La apertura petrolera se llevó a cabo con estricto apego a la Ley Orgánica que Reserva al Estado la Industria y el Comercio de los Hidrocarburos (LOREICH), promulgada en agosto de 1975 y vigente para la época. Bajo la mencionada ley se nacionalizó la industria petrolera y se creó PDVSA como casa matriz de las nuevas empresas nacionales, derivadas de las empresas privadas que operaron hasta el 31 de diciembre de ese año. En su artículo 5º,

el cual había sido intensamente discutido en 1975, la ley previó la asociación de PDVSA con entes privados bajo dos posibles figuras, convenios operativos y asociaciones. Los convenios operativos se han utilizado desde los primeros tiempos de vigencia de la ley, para cumplir una multitud de actividades de perforación, producción, transporte, registros de subsuelo, registros sísmicos, suministro de equipos y materiales y muchas cosas más. Las asociaciones estratégicas, por su parte, nunca se habían utilizado. Establecía la ley que para su implantación debían cumplirse tres condiciones: que fueran por tiempo determinado, que se asegurara su control por parte del Estado Venezolano y que fueran aprobadas por el Congreso de la República en sesión bicameral.

A principios de la década de los años '90, ante la conveniencia de planificar una expansión petrolera destinada a aprovechar las crecientes oportunidades que deparaba el futuro, se planteó el uso del artículo 5° como instrumento para complementar las actividades de PDVSA. El bloque fundamental de la expansión sería acometido por la corporación nacional, reservándose para ella los proyectos más atractivos, tanto por su elevada rentabilidad como por ser menos exigentes en cuanto a necesidades de inversión, y haciéndose cargo además de las actividades de exploración con mejores expectativas y menores riesgos. Para la apertura se seleccionaron tres segmentos de actividad: asociaciones estratégicas para proyectos integrados en la Faja del Orinoco, convenios de exploración y producción de alto riesgo, bajo el esquema de ganancias compartidas, y convenios operativos en campos declinantes. En otras palabras, los proyectos más complejos, de mayores inversiones, de menor atractivo y menor rentabilidad, y la exploración de alto riesgo. No debe olvidarse que las empresas privadas participantes habrían de ser socias de PDVSA en, no sus rivales. Así, al brindarle viabilidad a los proyectos, se les brindaba a todos sus socios, incluida PDVSA. Sin embargo, los riesgos se le dejan totalmente a los socios privados, así como también la responsabilidad integral por el proyecto, su financiamiento y

sus tecnologías. También es de destacar, que todos los proyectos de asociación cumplieron enteramente con las tres condiciones impuestas por el artículo 5°. Todos eran por tiempo determinado, contemplaban figuras de control que fueron intensamente discutidas en el Congreso de la República, y fueron aprobados en sesiones bicamerales de dicho congreso. A continuación se describe cada uno de los tres mencionados segmentos.

### **Asociaciones en la Faja del Orinoco**

Conviene comenzar por decir que los crudos de la Faja como tales, no tienen acceso al mercado petrolero, excepto en pequeñas cantidades para algunos usos especializados. Es imposible concebir el desarrollo en gran escala de la Faja, pretendiendo que la producción pueda acceder a los mercados tal cual sale de los pozos. Ese crudo ni siquiera tiene cabida en refinerías internacionales que cuentan con unidades de conversión profunda en sus trenes secundarios. Esas unidades están dimensionadas para el manejo de dietas pesadas, pero jamás para una carga-base de crudos de 8 a 12 grados API. Por eso aunque la existencia de la Faja se conocía desde los años '40 y se dio a conocer internacionalmente a principios de los años '60, nadie mostraba interés en ella, simplemente porque durante décadas no era rentable y ni siquiera técnicamente viable. En consecuencia, se determinó que los proyectos de apertura debían ser integrados, es decir, que tenían que incluir plantas de mejoramiento, pero aun así quedaba por superar la barrera de la rentabilidad. Fue así como eventualmente nacieron el parque industrial y el terminal de José, lugar hacia donde fluyen los crudos de la Faja para ser procesados en las plantas de mejoramiento que allí se construyeron, y luego de mejorados son embarcados hacia los mercados internacionales. ¿Pero bajo qué condiciones económicas pudieron hacerse realidad esos proyectos? (Conviene recordar que en esos tiempos el precio del crudo marcador WTI rondaba los 18 \$/baril). Entendiendo esas particularidades, entre

1990-1991 el Congreso de la República había aprobado una reforma del impuesto sobre la renta para proyectos integrados de crudo extrapesado y de gas natural, fijándoles la tasa industrial de 30 % (actualmente 34 %), en lugar de la tasa de 67,7 % que a la sazón prevalecía para proyectos convencionales de hidrocarburos. Un proyecto integrado típico de la Faja, requería una inversión que podía variar entre 3 y 5 millardos de dólares y debía enfrentar un flujo de caja negativo durante 5 a 6 años. La tasa de impuesto industrial fue crucial para la factibilidad de esos desarrollos, pero no fue suficiente. Por esa razón el Ministerio de Energía y Minas (MEM) utilizó la provisión legal contenida en el artículo 41° de la Ley de Hidrocarburos de 1943, vigente para la época. En dicho artículo la regalía se fijaba en 16,67 %, pero se facultaba discrecionalmente al MEM a reducirla mediante resolución hasta 1 %, cuando así conviniera a los intereses nacionales. Aunque la motivación inicial en 1943 fue la de extender el límite económico de la producción en campos en agotamiento, lo cual se hizo muchas veces, esa provisión encajaba perfectamente con el desarrollo-mejoramiento de los crudos de la Faja, el cual de otra manera no hubiera sido económicamente viable. Con los niveles de precios petroleros que se proyectaban en aquel entonces, los convenios de regalía eran necesarios para asegurar una modesta tasa interna de retorno del orden de 10 %. El MEM no requería aprobación especial alguna para emitir las correspondientes resoluciones, pero todas ellas se presentaron al Congreso de la República para su visto-bueno. Sin embargo, es conveniente subrayar que esos convenios habrían de tener carácter transitorio y la regalía subiría a su nivel máximo una vez recuperada la inversión inicial. Los proyectos fueron llevados de nuevo al Congreso Nacional, para la aprobación de los contratos correspondientes.

Hoy en día, cuando la Faja es una inmensa realidad socio-económica, cuando se han invertido allí más de 25 millardos de dólares, cuando se aprecia la dimensión industrial de las

instalaciones en los campos y en el parque industrial de José, y cuando de aquella remota llanura, otrora carente de infraestructura, y de aquella acumulación durmiente durante décadas, se han llegado a producir 600 mil barriles por día, es de una irresponsabilidad monumental hacer acusaciones alegres, ignorantes e infundadas contra el esfuerzo profesional y honesto de miles de venezolanos de la industria petrolera, del Ejecutivo Nacional, de los partidos políticos, del Congreso de la República y del sector privado nacional, además de los socios internacionales, esfuerzo que permitió cristalizar un desarrollo sin precedentes en nuestro país y sin parangón en el mundo.

### **Convenios operativos**

Como parte de la apertura se utilizó la figura de convenios operativos, contemplada en el artículo 5° de la LOREICH. Dicha figura nunca se había utilizado para la operación integral de campos petroleros. Por esa razón, aunque los convenios operativos no requerían aprobaciones especiales, se consideró imperativa su consideración y visto-bueno por el Congreso de la República. Los campos seleccionados no tenían ninguna inversión prevista y se mantendrían declinando hasta el límite económico. A fin de hacer rentables las nuevas inversiones planteadas en los programas mínimos impuestos a las empresas operadoras, se utilizó la misma provisión de regalía del artículo 41° antes descrita. Pero aquí el convenio de regalía era con PDVSA y no con el operador privado, ya que la corporación nacional era la única dueña del petróleo que se produce. El operador recobraría sus costos operativos y en 20 años sus costos de capital, y tendría una ganancia razonable. La acusación a los operadores de dichos campos de no pagar la regalía, puede ser únicamente atribuible a ignorancia y/o mala intención. Por otra parte, es de mencionar que por diseño los barriles en esos campos son más costosos, pues los menos costosos fueron reservados para PDVSA. Pero dado el inmenso descenso de la

producción de la empresa nacional, se fue haciendo más conspicua la producción de los barriles más costosos de los convenios. Ello llevó al actual gobierno a construir una acusación en contra del esquema utilizado, y más adelante a medidas arbitrarias en la modificación de los convenios. Es bueno destacar que las áreas sometidas a convenios operativos llegaron en un momento dado a producir más de 600 mil barriles por día, cifra que representa un incremento de 500 mil barriles por día con respecto a su producción inicial. Todos los referidos convenios fueron respaldados por el Congreso de la República en sesión bicameral, y su legalidad, al igual que la de las asociaciones de la Faja, es incuestionable. También se acusó a los operadores de los convenios de no pagar los impuestos correspondientes. En la ocasión en que se planteó la escandalosa discusión pública acerca de los convenios operativos, el entonces jefe del SENIAT afirmó “le estamos mostrando a las empresas operadoras, que la recuperación del ISLR se hizo con una simulación planteada en la Cuarta República, con un manejo inadecuado de los convenios operativos”. Evidentemente, a criterio del SENIAT la tasa de ISLR que debían pagar esas empresas era de 50 %, porque alegaba que se trataría de una actividad petrolera, y no del 34 % que fue la alícuota que se fijó cuando se firmaron los acuerdos. Hubo en ese planteamiento un grave error de concepto. La aplicación de la tasa de ISLR para la explotación de hidrocarburos, que para el momento de la suscripción de los convenios operativos era de 67,7 % (actualmente es de 50 %), se refiere a las empresas dedicadas al negocio de explotación y comercialización, en el cual dichas empresas adquieren la propiedad del total o de una parte del petróleo producido, y lo comercializan ya sea mediante venta directa o vendiendo los productos después de procesar el crudo. Ese tratamiento separado, aplicando un impuesto sobre la renta más elevado, es de muy vieja data y tiene su origen en la alta rentabilidad relativa resultante del alto valor rentista del petróleo. Fue así como el impuesto especial para actividades de hidrocarburos se aplicaba a las empresas privadas antes de 1976

y después de esa fecha a PDVSA. También se aplicaría a toda empresa que entrare en sociedad con PDVSA en el negocio del petróleo y el gas. Los proyectos integrados de la Faja, no obstante ser asociaciones, son excepciones y se pechaban en 34 %, la ley establecía para ellos un régimen especial. Pero en el caso de los convenios operativos la empresa contratada prestaba un servicio para producir barriles a ser entregados a PDVSA, quien retenía la propiedad del crudo y del negocio. Por esa razón la regalía y el ISLR petrolero le correspondían a PDVSA y no a la empresa operadora. Dicha empresa obtenía una ganancia después de costos, sobre la cual debía pagar el mismo impuesto de 34 % que paga cualquier empresa de servicios. Aplicarle el impuesto de 50 % en este caso a las operadoras, hubiera sido idéntico a endilgárselo a las empresas de perforación, de cementación de pozos, de transporte de fluidos, equipos y materiales, etc. Se trata de actividades conexas, cumplidas al servicio del propietario del negocio petrolero. En todo caso, cualquier cuestionamiento debería haberse cumplido a través de canales institucionales y en última instancia a través de los tribunales, y no arrollando a las empresas con acusaciones de evasión de impuestos para modificar los contratos arbitrariamente y coercitivamente.

Por último vale la pena mencionar que la asignación de los convenios se realizó en actos públicos con asistencia masiva de representantes de todas las instituciones del país, incluyendo el Ejecutivo Nacional, el Congreso de la República, la Contraloría General, la Procuraduría y la Fiscalía, actos que fueron televisados con cobertura nacional. Las ofertas fueron presentadas de manera transparente, los ganadores se anunciaron de inmediato en tiempo real, y todas las ofertas se publicaron enseguida en una gran pizarra electrónica. Conviene apuntar que en las licitaciones se recaudaron para la República de Venezuela más de 2 200 millones de dólares en bonos. El caso ha sido calificado mundialmente como único en la historia de las empresas petroleras estatales, por su excelencia profesional y su transparencia.

## **Convenios de exploración y producción bajo el esquema de ganancias compartidas**

Estos convenios de asociación, apoyados igualmente en el artículo 5° de la LOREICH, fueron utilizados para abordar proyectos de exploración de alto riesgo. Las diez áreas ofrecidas fueron seleccionadas de aquella parte del portafolio de exploración, que por su mayor riesgo geológico y su menor prioridad, solamente sería considerada en un horizonte de más de diez años. El esquema se basó en la exigencia de un programa mínimo a ser cumplido por la empresa seleccionada. Ese programa fue determinado por nuestros geólogos de exploración, como aquel que una vez concluido, aclarara en forma definitiva las posibilidades del área en cuestión. En otras palabras, que con o sin descubrimientos, una vez cumplido dicho programa se hubiera despejado la normal incertidumbre que acarrea la exploración. Al despejar el riesgo exploratorio, el esquema le aseguraba al Estado venezolano no tener que gastar ni un solo centavo en determinar las posibilidades de esas áreas.

La fórmula numérica utilizada consistió en que las empresas seleccionadas asumirían enteramente el riesgo exploratorio, y así, de no encontrar hidrocarburos simplemente se retirarían del área sin ninguna compensación. En caso de un descubrimiento con potencial comercial (la comercialidad a ser determinada por PDVSA), se diseñaría un plan de desarrollo convenido entre los dos socios. Al iniciarse la producción, el proyecto pagaría regalía, impuesto sobre la renta y un porcentaje adicional denominado “PEG”, siglas de “Participación del Estado en las ganancias”. En el proceso de selección de los eventuales operadores, una vez calificados técnica y financieramente para abordar los proyectos, el número a ofrecer habría de ser el PEG, y en caso de empate la oferta de un bono resolvería la asignación.

De las diez áreas ofrecidas, ocho recibieron ofertas y fueron asignadas. El resultado final le garantizaba a Venezuela una

participación en los beneficios de un eventual descubrimiento, variando entre 85 % y 93 % en las diferentes áreas. Cabe señalar que además de los beneficios inherentes a los programas de exploración y producción, se recibieron bonos por 240 millones de dólares, en un proceso público de transparencia idéntica a la de los convenios operativos. Actualmente se ha cumplido la mayor parte de la exploración convenida, y se han dado un par de descubrimientos de importancia.

## **Conclusiones**

La apertura petrolera fue un proceso ejemplar y transparente, cumplido con estricto apego a la legislación vigente. El riguroso escrutinio exigido por la LOREICH, nos impuso a todos aquellos que participamos activamente en su diseño y eventual aprobación, intensas discusiones en el Congreso de la República, en el seno del Ejecutivo Nacional, en foros abiertos en todos los rincones del país y en el seno de todas las instituciones con incumbencia directa o indirecta en el asunto. Además de los muchos procesos formales cumplidos en las comisiones y las plenarias parlamentarias, se realizaron cabildos abiertos destinados a escuchar otras voces y enriquecer los proyectos. Los documentos que regulan los proyectos son prolijos y llevan la rúbrica de todas las autoridades que para aquel momento representaban los diferentes poderes del Estado. Independientemente de sus opiniones y posiciones, se recuerdan los nombres de Virgilio Ávila Vivas, Juan Páez Ávila, Gustavo Márquez, Ramón José Medina, Alí Rodríguez Araque, Leonardo Montiel Ortega, Carmelo Lauría, Pastora Medina, Humberto Calderón Berti, Andrés Velásquez y Gustavo Tarre, entre muchos otros congresistas, como participantes activos en el proceso. El sello final de la legitimidad de la apertura petrolera vino un poco después de su aprobación, cuando un grupo de venezolanos en ejercicio de sus derechos constitucionales, intentó una demanda de nulidad del proceso de apertura por ante la Corte Suprema de

Justicia, calificándola de inconstitucional e ilegal, demanda que fue contundentemente rechazada por la máxima instancia judicial. Finalmente, y en otro orden de ideas, es conveniente decir que el proceso de apertura catapultó a PDVSA, y en definitiva a Venezuela, hacia una nueva dimensión como actor e interlocutor de primera línea en el mundo petrolero internacional, ya no solamente por la posesión de abundantes reservas de hidrocarburos, sino por su capacidad profesional, técnica, financiera y de negocios. Las irresponsables y calumniosas acusaciones de fraude, ilegalidad y saqueo en torno a un proceso ejemplar y transparente, han perjudicado en definitiva a Venezuela. El negocio petrolero tiene que ser manejado con seriedad. Ninguna contienda o agenda política, por importante que sea, puede justificar campañas que atenten contra el patrimonio de Venezuela y contra la seriedad de nuestra posición petrolera internacional.



## **ENTRE FAJA BITUMINOSA Y CAMPO FAJA DEL ORINOCO**

Acad. Aníbal R. Martínez  
Sillón XXXIII

Ningún indicio en la superficie, fuese manchas aceitosas, olor a nafta, rezumaderos como los que tan profusamente se manifestaban de un extremo a otro de la geografía, gases estrepitosos escapando de una fisura en las rocas, impregnaciones, iridiscencias. Nada que pudiese servir de estímulo en la búsqueda incesante. Ni un aviso que sirviera de interpretación inicial, que indicara el hallazgo.

Sin embargo, a muy poca profundidad, en mantos ya reconocidos petrolíferos en ubicaciones discretamente cercanas, escondida de los imaginativos exploradores en cantidades inimaginables, guardada en un depósito inmenso, allí estaba la riqueza, por doquier.

Las decepciones de los sondeos iniciales no quebrantaron el ánimo. Se conformó una relación particular en los intentos, para abatir las distancias que en la bravura de la prospección simulaban ser metas distintas. La forma geográfica obedecía a un oculto avatar geológico, lo que hizo pensar en un cinturón mágico, problema de ser puro bitumen, una faja bituminosa.

Tenía que resolverse el desafío, confiando en la maravillosa capacidad de los investigadores de cada faceta del trabajo, la seguridad de encontrar las respuestas a lo que parecía enigma, el reconocimiento profesional multifacético de las soluciones. Todo al final se pudo circunscribir con una línea precisa, un campo de petróleo por cientos de kilómetros siguiendo la corriente bravía del Río de las Siete Estrellas. Campo, faja y del Orinoco.

## **Descubrimiento y desarrollo**

El primer pozo exploratorio de La Faja, de la Standard Oil (Venezuela), se terminó en La Canoa, el 7 de enero de 1936, en el tope de la anomalía gravimétrica más prominente de la línea de levantamientos que interrumpían la superficie bastante regular del basamento granítico del tercio sur de la cuenca de Maturín, región de los llanos de Anzoátegui, a menos de mil metros de profundidad. Las pruebas de producción no pudieron rendir más que cabezadas de un petróleo de muy alto peso específico y viscosidad extrema, lo cual causó desaliento y confusión.

Se insistió dos veces más en la cercanía, con idénticos resultados, de manera que el sondeo del éxito vino a ser el cuarto. El 14 de noviembre de 1938, la Socony terminó el pozo exploratorio descubridor de La Faja, Suata N° 1. Tres otras áreas principales de producción importantes se agregaron el año 1939, de un extremo al otro, Cerro Negro-1 al este el 24 de enero, Iguana-1 y El Machete-1 el 15 de mayo y el 31 de julio, respectivamente. Hamaca-1 se terminó el 18 de julio del año 1941 y Pao-1X mucho más tarde, el 18 de julio de 1975.

Los geólogos José Antonio Galavís del Ministerio de Minas e Hidrocarburos y Hugo Velarde de la Corporación Venezolana del Petróleo, al cabo de un año terminaron para el Congreso Geológico de 1967 el trabajo clásico<sup>1</sup>, suscitándose por causa del tamaño increíble de las cuantías mencionadas, el debate enconado que duró década y media, hasta que el Ministerio y la CVP comenzaron los trabajos de evaluación total en firme. Petróleos de Venezuela y sus filiales operadoras los terminaron el año 1982. Este programa, de 2500 años/hombre de trabajo y costo USD 615 millones, completó 120 000 km de líneas sísmicas, perforó de 660 pozos, realizó 373 análisis de petróleo crudo, 129 de gas natural y 206 de agua connata, tomó 5 millones de metros de registros de pozos y cortó 3200 m de núcleos.

---

<sup>1</sup> J A GALAVÍS y H VELARDE, 1967, *Estudio geológico y de evaluación preliminar de reservas potenciales de petróleo pesado en la Faja Bituminosa del Orinoco, cuenca Oriental de Venezuela*. Pr. IV Venezuelan Geol Cong, **IV**, 2527-2537.

Así, la “faja bituminosa” de los años 60 del siglo 20 se convirtió en la “faja petrolífera” de los setenta, correlativamente al muy rápido avance tecnológico en la producción, el manejo y el procesamiento de petróleo crudo extrapesado y el bitumen natural, el incremento de la producción, la toma de conciencia de Venezuela en cuanto exportador sustancial tradicional de petróleo crudo y productos, más los aumentos significativos del precio del petróleo. La denominación de “campo” Faja del Orinoco es precisa, pues se trata de un depósito sin interrupciones, con una línea única envolvente de todos los yacimientos en el subsuelo.

El trabajo técnico que publiqué en abril 1987, en cuanto ensayo introductorio básico del primer número monográfico de la Revista de Geología del Petróleo de Londres, sirvió de “presentación” al campo Faja del Orinoco<sup>2</sup> (Figura 1). Quedó claro que se trataba de una realidad para el futuro, si se resolvían los problemas de la explotación y utilización, en base a ser un reto inmenso de investigación y grandeza por ganar.

La explotación del campo Faja del Orinoco comenzó el 10 de agosto de 1993, al constituirse la primera asociación estratégica de Petróleos de Venezuela, PetroZuata. El año 1995 comenzó a operar Sincor y en 1997, Ameriven y Cerro Negro. El procesamiento del petróleo, para llevarlo a menor densidad que incremente el mercadeo, se hace en los mejoradores de José, al oeste de Puerto La Cruz.

El 26 de julio de 2007 terminó el régimen de asociaciones estratégicas, al convertirse en empresas mixtas, con capital mayoritario de Petróleos de Venezuela.

El campo Faja del Orinoco mide 460 km E-O, hasta 40 km N-S y cubre 13 600 km<sup>2</sup>. Las seis áreas principales de producción, mencionadas antes, definidas en base a los volúmenes de hidrocarburos en el sitio y la productividad, fueron delineadas conforme al mapa *Distribución de las reservas en las acumulaciones*

---

<sup>2</sup> AR MARTINEZ, 1987, *The Orinoco oil belt, Venezuela*, J Petr G (London), **10**,2 125-134.

de 1er y 2do orden, Anexo II-1 de la documentación privada sobre la *Evaluación exploratoria de la Faja Petrolífera del Orinoco*, por la Coordinación de la Faja Petrolífera del Orinoco, Petróleos de Venezuela, diciembre 1983.

La principal roca-recipiente del campo es la Unidad I de la Formación Oficina, que en buena parte se conforma de depósitos de deltas de ríos antiguos con flujo hacia el norte, con canales angostos en los que se encuentran los mejores yacimientos, como en el área principal de producción Cerro Negro y en las áreas principales de producción San Diego y Zuata.

La estructura regional es la de un monoclinal de bajo buzamiento, sin plegamientos importantes, cortado por fallas



Figura 1. El campo Faja del Orinoco, Martínez, 1987.

menores con caída al norte, de rumbo E-O. La Faja es como una cuña de sedimentos del Terciario, contra el Escudo de Guayana, una trampa inmensa de petróleo que migró del norte desde el centro de la cuenca y se acumuló por causas de naturaleza estratigráfica.

### **Reservas y Recursos en el sitio<sup>3</sup>**

Fundamentalmente, los hidrocarburos del campo Faja del Orinoco son petróleo crudo de peso específico extrapesado y bitumen natural, en proporción de dos tercios a un tercio, con cantidades menores de petróleo crudo pesado y gas natural asociado o libre en bolsones aislados. El petróleo crudo extrapesado inicialmente en el sitio es  $95,2 \times 10^9 \text{ m}^3$  y el bitumen natural inicialmente en el sitio es  $50,4 \times 10^9 \text{ t}$ . El total de los volúmenes correspondientes a reservas y recursos se muestran en el Cuadro 1, en tanto que el Cuadro 2 presenta las estimaciones volumétricas detalladas, por áreas principales de producción, para petróleo crudo y para bitumen natural.

Es evidente que, con sólo cuatro asociaciones estratégicas en operación desde los años 90 del siglo 20, para comenzar el año 2009, con tres de ellas convertidas a empresas mixtas y la otra PetroAnzoátegui, antes PetroZuata, parte de PDVSA Exploración y Producción, la mitad de las cantidades de petróleo crudo extrapesado del campo son reservas, de las cuales sólo una cuarta parte probadas,

---

<sup>3</sup> El término petróleo se usa conforme a la definición del Consejo Mundial del Petróleo WPC, 1987 (A R MARTINEZ et alii *Classification and Nomenclature Systems for Petroleum and Petroleum Reserves*, Pr, WPC12, 5, 253-276, Houston) de *sustancias compuestas exclusivamente de hidrógeno y carbono, que existen en la naturaleza como gas natural, petróleo crudo y bitumen natural*. El criterio fue aceptado por la Sociedad de Ingenieros de Petróleo SPE, la Asociación Norteamericana de Geólogos Petroleros AAPG y la Sociedad de Ingenieros Evaluadores de Reservas SPEE. Petróleo inicialmente en el sitio y las denominaciones de las clases de Reservas y Recursos (Reservas Probadas, Reservas Probables, Reservas Posibles, Recursos Contingentes y Recursos Prospectivos) se usaron conforme a las definiciones conjuntas SPE/WPC/AAPG/SPEE, ahora la sección fundamental del *Sistema de gerencia de los Recursos de petróleo*, 2007. El Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas aceptó sin modificación el esquema (resolución 2004/233), en cuanto parte de la Clasificación Marco UNFC, que armoniza las nomenclaturas para combustibles sólidos, petróleo y uranio.

y la otra mitad, recursos contingentes. Prácticamente todo el bitumen natural de La Faja es recursos contingentes.

El campo Faja del Orinoco es el mayor del mundo. La cantidad de hidrocarburos inicialmente en el sitio de las seis áreas principales de producción, representa el 80 % de la riqueza total.

**Cuadro 1**  
**Reservas y recursos de petróleo CFO**

Campo Faja del Orinoco		
<b>Petróleo crudo extrapesado</b>		
Reservas probadas	5,4 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	111
Reservas no probadas	16,0 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	123/213
Recursos contingentes	22,4 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	222
Recursos prospectivos	0,7 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	333
<b>Bitumen natural</b>		
Reservas probadas	0,3 x 10 <sup>9</sup> t	111
Reservas no probadas	0,6 x 10 <sup>9</sup> t	123/213
Recursos contingentes	13,8 x 10 <sup>9</sup> t	222

Reservas no probadas = Reservas probables + Reservas posibles

En el campo Faja del Orinoco no hay petróleo por descubrir. Por eso, el volumen de recursos prospectivos es insignificante, 0,7x10<sup>9</sup> t, en la fosa de Espino.

Petróleos de Venezuela presentó el 6 de abril de 2005 la visión del plan estratégico 2005-2010. El Ministerio de Energía y Petróleo reinstuyó, sin cambio alguno, el área de evaluación marcada fortuitamente 30 años atrás para PDVSA. Los segmentos idénticos entregados a las filiales Lagoven, Meneven, Maraven y Corpoven fueron renombrados Carabobo, Ayacucho, Junín y Boyacá, respectivamente. Dentro del área se marcaron 27 bloques con una superficie total de 18 220 kilómetros cuadrados; la forma del contorno correlaciona bien con el de las áreas principales de producción.

**Cuadro 2**

**Reservas y recursos de petróleo en el campo Faja del Orinoco por clases de hidrocarburos y áreas principales de producción al 31.12.2008**

Petróleo crudo						
Áreas	Inicialmente -en-el-sitio	Reservas + recursos	Reservas probadas	Recursos contingentes	Recursos no probadas	Recursos prospectivos
Cerro Negro	19 200	9 600	1 600	3 200	4 800	-
Pao	10 400	5 600	800	2 400	2 400	-
Hamaca	8 000	5 600	800	2 400	2 400	-
San Diego	22 400	10 200	1 400	3 200	5 600	-
Zuata	25 600	10 300	800	3 200	5 600	700
Machete	9 600	3 200	-	1 600	1 600	-
<b>Total</b>	<b>95 200</b>	<b>44 500</b>	<b>5 400</b>	<b>16 000</b>	<b>22 400</b>	<b>700</b>
Bitumen natural						
Áreas	Inicialmente -en-el-sitio	Reservas + recursos	Reservas probadas	Recursos contingentes	Recursos no probadas	Recursos prospectivos
Cerro Negro	12 800	5 900	300	600	5 000	-
Pao	8 000	800	-	-	800	-
Hamaca	1 600	800	-	-	800	-
San Diego	11 200	4 000	-	-	4 000	-
Zuata	12 000	3 200	-	-	3 200	-
Machete	4 800	0	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>50 400</b>	<b>14 700</b>	<b>300</b>	<b>600</b>	<b>13 800</b>	<b>-</b>

Petróleo crudo en millones de metros cúbicos y bitumen natural en millones de toneladas métricas

Fuente: Reservas probadas y Reservas no probadas estimaciones del autor, de las cifras de Petróleos de Venezuela (1984); Recursos contingentes y Recursos prospectivos estimaciones del autor; Hidrocarburos-inicialmente-en-el-sitio Petróleos de Venezuela (sólo totales) y estimaciones del autor.

El 12.8.2005 se ofreció a Brasil un bloque de explotación en el área principal de producción Cerro Negro; una semana más tarde, se presentaron los planes estratégicos de Petróleos de Venezuela 2005-2012 “Siembra Petrolera”, conformado entre otros por el desarrollo de La Faja; el 22 de agosto se entregaron parcelas a petroleras de España y China. Al fin del año 2008, sumaban veinte los bloques otorgados y cinco esperaban turno, todos por asignación directa.

### **Cuantificar y certificar reservas**

El 12 de julio de 2005, Petróleos de Venezuela informó que se adelantaba un proceso para la certificación de las reservas de petróleo del país. El 19.8 se aclaró que la certificación de las reservas del campo Faja del Orinoco la harían empresas estatales de Rusia, China, India, España, Brasil y Uruguay en dos o tres años. En setiembre de 2005, se asignó directamente a Petrobrás cuantificar y certificar el petróleo en el sitio del bloque Carabobo 1, área principal de producción Cerro Negro, campo Faja del Orinoco, como queda dicho, el primero de los veinticinco otorgamientos directos.

### **¿Qué es la cuantificación de las reservas?**

Cuantificación es la estimación de la magnitud de las reservas y los recursos de petróleo en los yacimientos del subsuelo, por lo tanto, un proceso eminentemente técnico que requiere un trabajo preciso, cuidadoso y transparente, pues se trata de volúmenes en el subsuelo con un grado de incertidumbre variable, inherente e irreducible. Por una parte, la cantidad del petróleo originalmente en el sitio es la mejor estimación posible y razonable, conforme al conocimiento que en ese momento se tenga de los reservorios; y por otra, el factor de recuperación, que determina cuánto será el recobro final, tiene que usarse con propiedad científica y bajo ningún respecto debe ser objeto de manipulación alguna.

¿Y qué es la certificación de las reservas? Es la opinión profesional que afirma la exactitud y certeza de la cuantificación,

razón por la cual está íntimamente ligada a valores profesionales y personales inmutables, como son la integridad, la honestidad, la objetividad y la imparcialidad, así como al conocimiento técnico especializado y el respeto debido a las normas de la competencia.

Los factores numéricos requeridos para la cuantificación se van afinando y concretando con el desarrollo de las operaciones propias de la industria petrolera. Específicamente, la determinación de campo utiliza factores bien definidos, que son 1) la superficie del yacimiento, 2) el espesor de los mantos hidrocarburíferos, 3) la porosidad, o sea la capacidad de almacenamiento de las rocas, 4) la saturación de petróleo en los mantos, 5) la merma que sufre el volumen de petróleo en el subsuelo respecto al que tiene en la superficie a una presión y temperatura diferente y 6) el factor de recuperación. Para determinar el volumen de petróleo en el sitio, los cinco primeros factores se multiplican entre sí. La operación aritmética final, para obtener las reservas probadas, es multiplicar esta cifra por el factor de recuperación.

El Ministerio de Energía y Petróleo reveló el 13 de noviembre de 2006 que para determinar las reservas del bloque Carabobo 1 del campo Faja del Orinoco aplicaría, a la cantidad cuantificada y certificada de petróleo en el sitio, el factor de recuperación 0,2, o sea, el 20 %. Esta operación aritmética final, utilizada en todos y cada uno de los casos, es atrevida e impropia. Es preciso considerar que el factor de recobro usado en La Faja los años 80 del siglo 20 fue 4,3 %, incrementándose a 8,4 % para final del año 2007, en base a la experiencia de la explotación del campo por las asociaciones estratégicas y a las mejoras tecnológicas.

El Cuadro 3 muestra las cuantificaciones y certificaciones del campo Faja del Orinoco, por bloques y por cantidades de reservas probadas y petróleo inicialmente en el sitio, así como algunas otras circunstancias de interés, si fuese el caso. La falta de profesionalismo informativo en los boletines de prensa y el discurso general de intención impropia en el ámbito de la industria internacional del petróleo, produce con frecuencia confusiones innecesarias.

### Cuadro 3

#### Cuantificaciones y certificaciones en el campo Faja del Orinoco

<b>CARABOBO 1</b>	
Petróleo inicialmente en el sitio	7,2 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas petróleo crudo	1,4 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas gas natural	76 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a PETROBRAS BRASIL	
<b>Proyecto de selección de socios</b>	
Licitación internacional (30.10.2008) 2.12.2008	
(4) 7 parcelas, (2) 3 mejoradores en Soledad	
19 empresas compran paquete informativo técnico	
<b>CARABOBO 2</b>	
Petróleo inicialmente en el sitio	4,9 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas petróleo crudo	1,0 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas gas natural	5 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
<b>CARABOBO 3</b>	
Petróleo inicialmente en el sitio	4,6 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas petróleo crudo	0,9 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas gas natural	28 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
<b>CARABOBO 4</b>	
Petróleo inicialmente en el sitio	3,9 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas petróleo crudo	0,8 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas gas natural	38 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
<b>Cerro Negro PetroMonagas</b>	
Petróleo inicialmente en el sitio	4,6 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas petróleo crudo	0,6 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Factor de recuperación 12%	
<b>TODO CARABOBO</b>	
Petróleo crudo	20,5 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Gas natural	147 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas	4,2 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>

**Cuadro 3 (Continuación)**

**Cuantificaciones y certificaciones en el campo Faja del Orinoco**

AYACUCHO 1 y AYACUCHO 2 y EL CENTRO DE LA PARCELA CARABOBO 1	
Petróleo inicialmente en el sitio	8,3 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas	1,6 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa "SURAMERICANO"	
AYACUCHO 2	
Bloque entregado por asignación directa a TNK-BP RUSIA-REINO UNIDO	
AYACUCHO 3	
Bloque entregado por asignación directa a GAZPROM RUSIA	
AYACUCHO 4	
AYACUCHO 5	
Bloque entregado por asignación directa a ENAP CHILE y PETROECUADOR ¿? , PETROPARS IRAN ¿?	
AYACUCHO 6	
Petróleo inicialmente en el sitio	3,2 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas petróleo crudo	0,6 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a PETROPARS IRÁN ¿?	
AYACUCHO 7	
Bloque entregado por asignación directa a PETROPARS IRÁN	
JUNIN 1	
Petróleo inicialmente en el sitio	4,1 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> ó 4,9, ó 3,3
Bloque entregado por asignación directa a BELARUSNEFT	
JUNIN 2	
Bloque entregado por asignación directa a PETROVIETNAM	
JUNIN 3	
Reservas probadas petróleo crudo	0,9 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a LUKOIL RUSIA	

**Cuadro 3 (Continuación)**

**Cuantificaciones y certificaciones en el campo Faja del Orinoco**

JUNÍN 4	
Reservas probadas petróleo crudo	2,0 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a CNPC CHINA	
JUNÍN 5	
Petróleo inicialmente en el sitio	5,3 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a ENI ITALIA	
JUNÍN 6	
Reservas probadas petróleo crudo	0,3 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a PDVSA-ENARSA ARGENTINA	
JUNÍN 7	
Reservas probadas petróleo crudo	2,9 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a REPSOL YPF ESPAÑA	
JUNÍN 8	
Reservas	al menos 6,3 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
JUNÍN 9	
JUNÍN 10	
Bloque entregado por asignación directa a TOTAL	
JUNÍN SAN CRISTÓBAL ¿?	
Bloque entregado por asignación directa a ONGC INDIA	
BOYACÁ 1	
BOYACÁ 2	
Bloque entregado por asignación directa a PETROPAR PARAGUAY	
BOYACÁ 3	
Bloque entregado por asignación directa a PETROCARIBE	
BOYACÁ 4	

**Cuadro 3 (Continuación)**

**Cuantificaciones y certificaciones en el campo Faja del Orinoco**

BOYACÁ 5	
Bloque entregado por asignación directa a PETRONAS MALASIA	
BOYACÁ 6	
Petróleo inicialmente en el sitio	13,5 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Reservas probadas	2,7 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
Bloque entregado por asignación directa a GALP PORTUGAL	
PetroCedeño, PetroPiar, PetroMonagas	
Reservas probadas petróleo crudo	1,7 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
CAMPO FAJA DEL ORINOCO	
Petróleo inicialmente en el sitio	206,3x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> (1,36 billones b) (1,36 x 0,2 = 272)
Reservas	41,2 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> (316 millardos b) (316 x 5 = 1580)
(Factor de recuperación 20 %)	
*** Cada bloque tiene en el sitio de 1,6 a 3,2 x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	

## Búsqueda de socios

El 30 de octubre de 2008 el Ministerio de Energía y Petróleo abrió el proyecto de selección de socios, mediante licitación pública internacional, para el desarrollo de cuatro parcelas en el bloque Carabobo 1 y construir en Soledad dos proyectos integrados con mejoradores de 38 100 metros cúbicos por día. El 2 de diciembre de manera inusitada se informó que se había agregado una tercera operación integrada con tres parcelas y un mejorador, en tanto diecinueve empresas adquirieron el paquete informativo técnico del proyecto

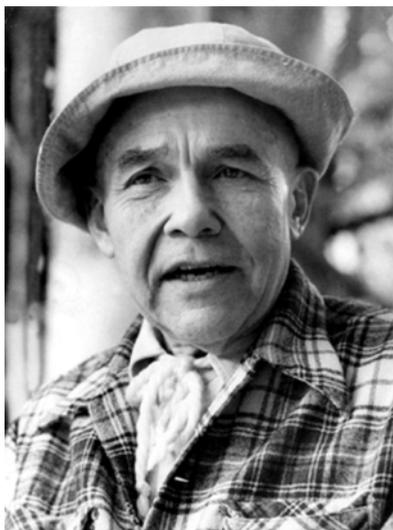
El proceso como es costumbre prosiguió con sesiones de trabajo en la oficina de datos, la oportunidad de hacer observaciones y solicitar aclaratorias del modelo de empresa mixta anunciado, la emisión de la versión revisada del modelo de licencia y de las bases del modelo de selección y la presentación de los documentos básicos. La apertura de las ofertas se fijó para el 16 de abril del año 2009, el anuncio de los ganadores el 7 de mayo y la firma de los contratos con los socios ganadores 4 de junio de 2009.

La participación de Petróleos de Venezuela en las empresas mixtas a constituir podría llegar al 70 %. Otras condiciones son el pago de un bono inicial a la República Bolivariana de Venezuela, cumplir con un esquema de financiamiento, presentar un esquema seguro de comercialización y participar en la ejecución de proyectos agroindustriales y de agroproducción.

Es de notar que para fin de junio 2009 se habían aumentado demoras en los plazos iniciales y que la selección de socios y otorgamientos serían cumplidos en su oportunidad. En julio 2009, Petróleos de Venezuela y la estatal de Bielorrusia acordaron estudiar la explotación conjunta del bloque Junín 6 (antes entregado a Enarsa de Argentina) y se convino con Repsol de España determinar los detalles finales para poner el bloque Junín 7 en producción. En agosto 2009, se inició por el bloque Junín 6 el análisis de la viabilidad de su desarrollo con un consorcio ruso.

# **POLÍTICA PETROLERA DE JUAN PABLO PÉREZ ALFONZO Y LA UTILIZACIÓN DEL GAS NATURAL ASOCIADO EN VENEZUELA\***

Acad. Rubén A. Caro  
Sillón XXVIII



Juan Pablo Pérez Alfonzo (1903-1979), Ministro de Fomento en la Junta Revolucionaria de Gobierno, 1945, y Ministro de Minas e Hidrocarburos, 1959-1964, en el gobierno de Rómulo Betancourt, diseñó y puso en práctica políticas petroleras de aplicación nacional e internacional que permitieron a Venezuela lograr una mayor participación fiscal en el período de las concesiones y durante la estatización de la industria de los hidrocarburos a partir de 1976. Dicha participación estuvo siempre enmarcada o regida por principios sanos de conservación de los hidrocarburos tanto en los yacimientos como en la superficie una vez producidos y con la meta de su industrialización, especialmente para el desarrollo petroquímico. Uno de los logros fue un mayor aprovechamiento de los hidrocarburos gaseosos producidos conjuntamente con el petróleo.

\*Primer Foro Petrolero Internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo, Caracas 5 de diciembre de 1990.

El escrito que se presenta en esta obra, “Entre Siglo y Siglo” se refiere a una de sus gestiones más sólidas en el uso de la energía fósil: la utilización del gas natural asociado. En el décimo aniversario de su muerte (1979) la Academia Nacional de Ciencias Económicas realizó el Foro “Vigencia del Pensamiento de Juan Pérez Alfonzo” en el cual se destacó su preocupación sobre la energía en general y en especial la del petróleo. Uno de los participantes, Oscar Pérez Castillo, en su intervención se refirió a la entrevista-conversación hecha a Pérez Alfonzo por Ivan Loscher, publicada en la obra *Alternativas*, en 1976. Dos respuestas en la entrevista, resumen su pensamiento en materia energética con especial referencia al petróleo. En la primera: *El petróleo es energía, y aunque uno no quiera y no sea especialista en el tema, tiene que tocarlo siempre. De manera que yo he dicho no interesarme más por el petróleo, pero, de una u otra forma caigo en él. Muchos ven en eso una contradicción, pero, no hay tal. Es lo mismo que sucede al tratar cualquier materia, siempre tendrán que usarse ciertas expresiones. Hasta que se agote, el petróleo forma parte de la vida actual. Por lo tanto, siempre se llega a él por una y otra vía*<sup>1</sup>.

En la segunda respuesta de la entrevista y refiriéndose a su profesión de abogado (título obtenido en 1931), explica: *“Trabajando particularmente como abogado, me llegó a interesar el petróleo debido a que los primeros problemas que se pudieron discutir a raíz de la muerte de Gómez, fueron precisamente los de la situación jurídica de la materia. Se discutían en torno a muchos de los derechos y acciones de los concesionarios que estaban abusando y hasta se llevaban petróleo fuera de las concesiones, apropiándose muchas veces también de terrenos que era del propio gobierno.*

*Es a través del derecho, y por un sentimiento innato de justicia, que me violenta el hecho de que nos exploten de esa forma,*

---

<sup>1</sup> Alternativas, Caracas, 1976, p.13.

*y comienzo a buscar la manera de crear algo por el propósito de enfrentar esa expoliación. Tiempo después es cuando llego a la necesidad de agrupar a los países que estamos siendo explotados”<sup>2</sup>.*

La materialización del pensamiento de Pérez Alfonzo se tradujo en la creación de la Corporación Venezolana del Petróleo, en la creación en la OPEP y en la estatización de la Industria Petrolera, y posteriormente a su retiro de la actividad política, en las advertencias hechas en sus libros sobre el despilfarro de los gobiernos de turno de los dineros generados por el petróleo.

Los principios generales de la política petrolera aplicada en el trienio 1945-1947, por el gobierno revolucionario presidido por Rómulo Betancourt, fueron expuestos en forma detallada por el Dr. Juan Pablo Pérez Alfonzo en la Introducción de la Memoria y Cuenta del Ministerio de Fomento de 1947. Son cinco y uno de ellos, el N° 3: cuidar de la conservación de los yacimientos y mejorar el aprovechamiento del gas producido, ha servido de soporte para todo lo realizado desde entonces en materia de utilización e industrialización del gas natural. Al referirse a la primera parte del principio, a la materia de conservación, establece dos guías: 1) la necesidad de producir los campos (yacimientos) a la “rata de máxima eficiencia de producción”, (MER), lo cual conduce implícitamente, en los casos apropiados, a la inyección de gas para aumentar la recuperación de petróleo y 2) la necesidad de la “unitización” (unificación); en los casos de un campo (yacimiento) operado por varias concesionarias, también con el propósito de una mayor recuperación de hidrocarburos.

En cuanto, a la segunda parte del principio N° 3, *mejorar el aprovechamiento del gas producido* señala en forma angustiosa: *es verdaderamente lamentable que el valor calórico y energía que representa esta sustancia no encuentre todavía una utilización más completa y adecuada. Estimamos que en unidades de calor de gas no utilizado en 1947 alcanzó a una cantidad equivalente*

---

<sup>2</sup> Alternativas, Caracas, 1976, p.14

a  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$  de petróleo, más del doble de la producción de un país como Colombia. Éste es un problema de primera clase; un problema de técnica e iniciativa que es preciso mantener presente hasta darle una solución razonable. Más adelante expresa, después de comparar cifras, que en 1947 la utilización aumentó casi 20 % sobre el año 1946. Pero referido el gas utilizado a todo el gas producido durante el respectivo año, la relación de 1946 es de 13,3 %, mientras que la relación de 1947 sólo alcanza a 13,1 %: en este año se utilizó más gas, pero también se perdió más gas. Evidentemente la producción de gas atada a la del petróleo y el aumento (en los casos justificados) de la relación gas-petróleo harían cada vez más difícil solucionar el problema del desperdicio.

Para entonces, el Dr. Juan Pablo Pérez Alfonzo, también señalaba que se habían estudiado varios proyectos para la utilización del gas en la producción de abonos y la posibilidad de utilizar el gas en la reducción del mineral de hierro, así como los esfuerzos del Ministerio de Fomento y de la propia industria en estudios de medidas de conservación (plantas de inyección y de refinación del gas natural) para disminuir el desperdicio, y adelanta como posible medida extrema, que lamentablemente no llegó a aplicarse, la siguiente: *es posible que se llegue hasta hacer necesario depositar simplemente el gas en el subsuelo, en aquellos casos en que su reinyección no resulte aconsejable y su industrialización esté fuera de lo irrealizable*. Después acota *estamos decididos a que dentro de un término razonable se ponga cese a la acción contra natura de quemar una sustancia irreemplazable*. El Dr. Juan Pablo Pérez Alfonzo reconocía, por otra parte, que *si apartamos la cuestión económica podríamos utilizar el gas en alguna forma; pero semejante utilización sería un engaño o una apariencia*. El Estado, aún obligando a la industria a dicha utilización, perdería un equivalente al 50 % de la pérdida pagada por las empresas.

El Dr. Pérez Alfonzo entendió muy claramente el problema del desperdicio del gas natural pero era consecuente con el primer principio de su Política Petrolera: Mantener la ley de 1943.

Pérez Alfonzo continuó aplicando su política petrolera como Ministro de Fomento del Gobierno Constitucional de Rómulo Gallegos. Después se abre un compás forzado de diez años (1948-1958) en el cual se abandonó la aplicación integral de su Política Petrolera. Sin embargo, es bueno señalar que su principio número tres, cuidar de la conservación de los yacimientos y mejorar el aprovechamiento del gas producido, se aplica intensivamente, y nace lo que podrá decirse, dentro del sistema concesionario, la “época de oro” de la conservación física de los yacimientos de hidrocarburos: se instalan grandes plantas de inyección de gas y se inicia la construcción de una red de gasductos, privados y estatales, que han sido el apoyo fundamental para la industrialización del país, incrementándose significativamente la utilización e industrialización del gas natural. Así, puede decirse que el pensamiento de Pérez Alfonzo se proyectó en parte, durante el período señalado. Vale la pena destacar, además de lo dicho, que el 15 de agosto de 1951 se firmó el primer convenio para la explotación unificada de yacimientos. Una de sus metas.

Todo esto es importante, porque al caer la dictadura e instalarse el régimen democrático constitucional de Rómulo Betancourt, el Dr. Pérez Alfonzo es designado Ministro de Minas y Hidrocarburos y procede entonces a reestructurar su política petrolera, haciendo más participativo al Estado, indirecta y directamente, en el campo de los hidrocarburos, y ocupándose, por supuesto, con más ímpetu del problema del desperdicio del gas natural en el país.

Con fecha 23 de mayo de 1959, la Cámara de Diputados, presidida por el Dr. Rafael Caldera, ofició al Ministro de Minas e Hidrocarburos, para una interpelación a realizarse el 27-05-59, señalándole los puntos sobre los cuales versaría la misma. Uno de los puntos, coincidentalmente el número tres rezaba así: *política del Gobierno Nacional sobre la Industrialización del gas, concretando: a) situación actual de la industria en el país, b) posible nacionalización de la misma*. El Dr. Pérez Alfonzo prepara entonces una exposición, explicando, entre otros, el punto: Industrialización

del Gas. Tuve la oportunidad, entonces, de colaborar con él desde la subgerencia de gas del Instituto Venezolano de Petroquímica, en la elaboración del documento para dicha exposición, la cual fue didáctica, detallada y aleccionadora. En gas, cubrió los aspectos de producción, utilización e industrialización y de soluciones al desperdicio, así como las posibles nacionalizaciones de la industria. En su exposición el Ministro señala que en la actualidad *por cada barril más de petróleo que producimos perdemos en energía equivalente a más de una quinta parte de un barril, y como sólo aprovechamos un 43,67 % del gas producido en 1958, la más alta cifra de aprovechamiento alcanzada, mientras exista un margen de gas no aprovechado cada barril de aumento de la producción determina la consiguiente pérdida antes señalada.* Luego hace un análisis del presente y futuro de la producción y utilización del gas como fuente de energía en el Mundo y en Venezuela y enuncia las metas para el desarrollo de la industria del gas en el país. Ellas son 1) sustituir al límite posible por gas fuentes de energía utilizables: principalmente el fuel oil, 2) crear nuevas industrias que usen gas como energía, 3) exportar los excedentes de la producción en forma de metano líquido y 4) regular mejor la producción de petróleo para que la producción de gas asociado se adapte mejor al mercado, evitando el despilfarro de energía.

Continúa el Ministro con el análisis de las reservas de gas natural, de la producción y utilización del mismo y de sus estimaciones futuras y señala *la red de gasductos y la posibilidad de nuevas industrias consumidoras, así como la exportación de gas, parecen la solución del problema del desperdicio. Pero el almacenamiento de gas, con carácter obligatorio para las empresas que lo producen y no lo utilizan y una política de producción más racional que se estudia, ofrecen alternativas. Una nación puede producir y exportar energía sin alcanzar prosperidad. Debe encontrar el secreto de poner a trabajar su energía en su propia casa.*

Finalmente señala *El Ministro de Minas, tan pronto sea*

*posible, hará conocer los detalles del plan general que tiene en estudio, de conservación de los hidrocarburos. No obstante se puede adelantar que, entre otras medidas, se hará un control selectivo de la producción de petróleo de los yacimientos con el objeto de reducir al mínimo el desperdicio del gas y se procurará el almacenamiento del gas para usos futuros.*

Veremos más adelante que como consecuencia de la creación de la Comisión para la Conservación y Comercio de los Hidrocarburos, y la OPEP, dos de las vértices de su famoso Pentágono Petrolero, el Dr. Juan Pablo Pérez Alfonzo verá solucionado finalmente el problema del desperdicio del gas natural en Venezuela.

En cuanto a la nacionalización de la industria del gas natural, en su exposición el Ministro expresa que podría hacerse por áreas, especialmente en el transporte (gasductos) por su carácter de servicio público. En relación con la distribución y expendio establece que no conviene sostener un principio absoluto general. Se deben estudiar los casos concretos. A pesar de su buen juicio, pienso que el Dr. Juan Pablo Pérez Alfonzo se mostró conservador: tenía la oportunidad de nacionalizar el transporte, la distribución y el expendio del gas natural y de sus productos refinados.

En la Memoria del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, correspondiente al mismo año, al cual nos referimos, 1959, Pérez Alfonzo señala en la introducción: *Quise relacionar lo que actualmente se hace con aquello que se puso en marcha en 1946 y 1947, cuando también tuve la responsabilidad de intervenir en la administración de los asuntos que competen hoy al Ministro de Minas. Lo que entonces se hizo no fue todo destruido en los años de la dictadura. Buena parte de las informaciones continuaron acopiándose y con ellos se facilitó seguir hasta de lejos lo que sucedía.* Evidentemente el Dr. Pérez Alfonzo era un hombre justo. Por otra parte, al reconocer la continuidad debió sentirse satisfecho porque eso representaba la proyección de su pensamiento.

Durante el resto de su período como Ministro de Minas

e Hidrocarburos, hasta el 18 de diciembre de 1963, cuando es nombrado como titular el Dr. Manuel Pérez Guerrero, Pérez Alfonzo continúa vigilante en la aplicación de su política petrolera, pero no llega a aplicarse la medida de almacenamiento del gas para evitar el desperdicio, a pesar de que en Estados Unidos de Norteamérica, tal práctica se ejercía desde 1919, y para fines de 1959 se almacenaba en 209 yacimientos agotados esparcidos en 20 estados, con una capacidad de 2,5 billones de pies cúbicos. Es más, Pérez Alfonzo, consecuente, con la Ley de 1943, justifica por limitaciones económicas y naturales la no utilización total del gas natural.

Después de su retiro del Ministerio, Pérez Alfonzo continuó su vigilancia en materia de conservación y utilización de los hidrocarburos y promueve, por otra parte, con pasión, el control del despilfarro de los recursos provenientes de los ingresos de los hidrocarburos, cada día más crecientes por el aumento continuo de la producción y precios del petróleo. Aboga por una reducción en la producción y se opone a la exportación del gas natural en forma de metano líquido, sobre todo por el hecho de incorporarse para ello el gas natural no asociado (gas libre). Evidentemente no entendía, o no quería hacerlo, que un programa de exportación no puede basarse solamente en gas asociado, gas que depende de la producción de petróleo y por lo tanto, en el caso de Venezuela de mercados externos. Lo ideal era ir solucionando el problema del desperdicio con gas asociado, que sabíamos que teníamos en abundancia y desarrollar con ello una industria del gas natural sólida e independiente de la del petróleo.

En su libro *Petróleo y Dependencia*, páginas 140 a 143, habla de la desnacionalización de los gasductos, pues consideraba que en la interpelación de que fuera objeto en el Congreso Nacional en 1959, se habría establecido que todo nuevo gasducto era nacional (CVP), quizás por el principio de no más concesiones. Se opone así a la construcción por parte de la Creole de un gasducto desde la zona del lago de Maracaibo hasta la refinería de Amuay para

transportar el gas necesario para la planta de desulfuración, pues ello suponía la desnacionalización de los gasductos y se opone también, por otras razones, a la prolongación del mismo gasducto hasta Aruba. En este último caso logró el triunfo total.

En su libro *Hundiéndonos en el Excremento del Diablo*, Pérez Alfonzo describe el desbarajuste de la relación gas petróleo, el aumento del 6 % en la producción de petróleo para el año 1973 y el intento de malbaratar hasta el gas no asociado (gas de compensación para las plantas de gas natural licuado) y expresa que afortunadamente el Congreso Nacional oyó sus razones. Es evidente que se refiere a la Ley que nacionaliza la industria del gas natural, la cual no permite la licuación del gas no asociado para la exportación.

Todo esto, porque la defensa de Pérez Alfonzo sobre la producción y utilización de los hidrocarburos ya no se refiere solamente a la aplicación de sanos principios de conservación tanto en el subsuelo como en la superficie, sino que se refiere al destino ineficiente que se le da a los recursos en dinero que produce la exportación de los mismos y considera que las inversiones no son apropiadas para una independencia económica del petróleo y que por el contrario la dependencia se hace cada vez mayor. Su gran deseo es producir cada vez menos hidrocarburos y diversificar la economía. Para el desperdicio del gas prefería otra solución, la conservacionista pura, la cual vino a partir de 1976, cuando la nacionalización de la industria y el aumento de los precios del petróleo, lo cual determinó que bajara la producción de petróleo de 3,5 a 2,1 millones de barriles diarios, y la disminución selectiva de la producción del gas asociado y en consecuencia la reducción del desperdicio del gas en forma significativa.

## **Bibliografía**

- Juan Pablo Pérez Alfonzo e Iván Loscher, *Alternativas*, Caracas, Garbizu y Todmann Editores, 1976.

- *Vigencia del Pensamiento de Juan Pablo Pérez Alfonzo*, Academia Nacional de Ciencias Económicas, 1990.
- *El Pentágono Petrolero*, Juan Pablo Pérez Alfonzo, Ediciones Revista Política, Caracas, 1967.
- *Petróleo y Dependencia*, Juan Pablo Pérez Alfonzo, Síntesis Dos mil, Tipografía El Sobre, CA, Caracas, 1971.
- *Hundiéndonos en el Excremento del Diablo*, Juan Pérez Alfonzo, Editorial Lisbona, Caracas, 1976.

# LOS ESTUDIOS DEL DESARROLLO Y LA SOCIEDAD VENEZOLANA DE PLANIFICACIÓN

Acad. Alberto Urdaneta  
Sillón XV

## 1. Introducción

A través del acontecer histórico, visto más allá de lo anecdótico y del simple recuento de los hechos, intentamos explicarnos situaciones en el momento de su ocurrencia y también las derivaciones que se han producido.

Los hechos en sí y su razón de ser requieren para entenderlos, el conocimiento del contexto donde se producen, de los elementos que componen ese contexto, de las circunstancias o coyuntura que los rodea y de los actores involucrados. También es preciso hacer una mirada profunda de ese acontecer histórico, identificando todas las derivaciones habidas a través del tiempo. Derivaciones que pueden presentarse hoy con manifestaciones distintas a las originarias. Son transformaciones propias de una evolución, donde ocurre la producción de nuevos conocimientos. Así podremos entender lo existente hoy.

Con frecuencia encontramos planteamientos novedosos que se presentan desligados de sus orígenes, desconociendo sus raíces. Sin restarle méritos a lo de hoy, queremos procurar un mejor entendimiento de lo que ocurre.

Hilvanando hechos, contextos, situaciones y actores, nos proponemos presentar el caso de la Sociedad Venezolana de

Planificación y sus derivaciones, destacando a los principales actores involucrados en su creación, en lo que fue y en lo que hoy existe como prolongación de la misma.

## **2. El contexto**

La preocupación por el desarrollo germina y prospera en la posguerra, hace ya medio siglo. Había crisis económica europea con cambios políticos, una nueva institucionalidad. Había que ordenar las finanzas y el comercio. Todo un nuevo orden orientado al desarrollo económico, social y político. Sobreviene la descolonización y se estimula el desarrollo, la reestructuración con planes especiales. La Organización de Naciones Unidas (ONU) destaca el interés por el desarrollo, que entra como preocupación, para su estudio, en las universidades. Surgen nuevas teorías en sociología y antropología, como elementos que ayudaron a entender el desarrollo que apuntara a una sociedad ideal.

Aparece la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) creada por la ONU. De ella surge un pensamiento propio en cuanto a estudios del desarrollo. Este pensamiento, que recoge y se adapta a las especificidades, contribuye a la formación de Centros de Investigación de la realidad social en varios países de América Latina. Emergen nuevos catedráticos, para la formación de profesionales, dentro de las nuevas concepciones. Son los tiempos de creación del Banco Interamericano de Desarrollo, de la Alianza para el Progreso. También de la firma de la Carta de Punta del Este y de la presencia de la Revolución Cubana, hechos que suscitan el que se introduzcan fuertes ingredientes en la política exterior de Estados Unidos hacia América Latina. El nuevo pensamiento creado por la CEPAL es tomado solo parcialmente. Aparece la concepción de centro periferia, con la demostración del deterioro de los términos de intercambio; el desarrollo hacia afuera y el desarrollo hacia adentro. También los estudios sobre integración y la demostración de que el desarrollo, en los países periféricos, sólo

es posible mediante transformaciones estructurales de la sociedad. Se demuestra la necesidad de crear instrumentos analíticos que fundamenten las políticas sobre economía. Eran temas cruciales para nuestros científicos sociales.

En Venezuela, la caída de la dictadura de Marcos Pérez Jiménez, en enero de 1958 abrió compuertas para un cambio político importante. Se entra en un período de democracia formal, con elección directa de Legisladores, de Presidente de la República y con auge de los partidos políticos. Se instaura la autonomía universitaria y se produce un gran desarrollo de las universidades. Surgen amplias discusiones sobre los problemas del desarrollo y de la planificación como instrumento para enfrentarlos.

En el país había algunos antecedentes de planificación, como el Plan de Urbanismo para Caracas en 1938. Entre 1945 y 1948 antes de la dictadura se creó una Corporación de Fomento, que fue un ente planificador. En 1947 se elaboran el Primer Plan Nacional de Vialidad, el Plan de Irrigación y el Plan Mínimo de Producción Agrícola.

Al caer la dictadura vuelven al poder los mismos que lo detectaron entre 1945 y 1948, quienes dieron muestra de estar en la línea de enfrentar los problemas del desarrollo mediante la planificación. Por ello se apunta a la consolidación de la misma. Se crea el Sistema Nacional de Planificación, con una Oficina Central, órgano Asesor de la Presidencia de la República.

### **3. El actor principal**

En este escenario, hace medio siglo, aparece un actor especial, que entra en acción, con un gran dinamismo, con voluntad, con experiencia, con formación académica, con trayectoria política, capacidad de liderazgo y localizado en las más altas esferas gubernamentales del momento.

Se trata de Luis Lander, excelente amigo, honestísimo ciudadano, visionario, gran luchador social, siempre comprometido

con las más justas causas de su pueblo. Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central de Venezuela, con Maestría en Desarrollo Urbano y Regional en Harvard. Fogoso político, Secretario General de su partido Acción Democrática, Diputado al Congreso Nacional, Presidente de la Cámara de Diputados, Miembro de la Asamblea Constituyente, Ministro de Obras Públicas, despacho desde el cual orientó el Primer Plan de Vialidad de Venezuela, el Plan de Irrigación y creó la Comisión Nacional de Urbanismo, de amplia trayectoria en el país y semillero para la formación de expertos en desarrollo urbano en Venezuela. Miembro del Consejo Supremo Electoral, Concejal por la ciudad de Caracas. Estuvo exilado político y en ese lapso hizo la Maestría, trabajó como asesor en la Junta de Planificación de Puerto Rico y también como asesor por organismo internacional en Costa Rica. Entonces contribuyó a la fundación de la Sociedad Interamericana de Planificación, de la cual fue luego Presidente entre los años 1960 y 1964.

Al regresar a Venezuela en 1958, se dedica, con todo entusiasmo, a impulsar los estudios del desarrollo y a consolidar la planificación como medio para enfrentar los problemas del país. Son notables sus actividades desde la Presidencia del Banco Obrero, organismo encargado de todo lo relativo al manejo del sector vivienda. Allí emprende las transformaciones técnicas que modernizan la institución. Hombre con ideas de avanzada, preconizaba entonces, en medio de severas críticas, la municipalización o toma por parte del Estado de las tierras urbanas, como acto de justicia que garantizara el derecho del hombre a la tierra y un saludable y equitativo desarrollo de las ciudades.

Como refuerzo técnico invitó a consultores internacionales para que lo ayudaran en la tarea de modernizar la institución que le tocaba gerenciar. Entre esos estaban Rodrigo Carazo, José Matos Mar y Eduardo Neira.

#### **4. La Sociedad Venezolana de Planificación**

A pocos meses de su regreso a Venezuela, Lander funda la Sociedad Venezolana de Planificación. La dictadura cae a finales de enero de 1958 y en el mes de marzo, solo dos meses después, se conforma la Comisión Organizadora y en el mes de julio se funda dicha sociedad, con Lander como propulsor y primer Presidente. Lo acompañaban destacadas personalidades del mundo académico y político del país. Entre ellos Arnoldo Gabaldón, Leopoldo Martínez Olavaria, Pedro Lluberes, Manuel Pérez Guerrero, Héctor Hurtado y Enrique Tejera París. La instalación constituyó un acontecimiento nacional. Allí estuvieron altos funcionarios, encabezados por un Miembro de la Junta de Gobierno que mandaba en el país. También asistieron Rafael Picó, Presidente de la Sociedad Interamericana de Planificación, y Rodrigo Carazo, miembro de la Junta Directiva.

Según la convocatoria para la fundación, el “objetivo fundamental era el de propiciar el conocimiento y uso adecuado de las técnicas de la planificación, las cuales día a día cobran importancia como el instrumento más eficaz para lograr la óptima utilización de los recursos humanos y naturales, desterrando el despilfarro, la improvisación y la imprevisión para lograr en consecuencia el desarrollo armonioso de todas las actividades de una zona o región determinada. Se concibe la planificación como un proceso sinóptico, dinámico y flexible, al cual deben concurrir, en armoniosa coordinación, los esfuerzos y conocimientos de profesionales provenientes de los más diversos campos de la ciencia y la tecnología”.

Cuando habla Lander en el acto de instalación, remarca la necesidad de utilizar métodos provenientes de las más variadas disciplinas científicas y así articular esfuerzos para la planificación.

Es la primera vez que en Venezuela se funda una institución que agrupa a profesionales de diversas disciplinas, es la semilla y la instauración formal del uso de la interdisciplinariedad para el tratamiento de los problemas. Es cierto que había antecedentes

puntuales y sectoriales, ahora se trata de la búsqueda de la visión de totalidad.

La Sociedad Venezolana de Planificación tuvo una vida de cuatro décadas, contó con más de 1 200 miembros entre los más distinguidos profesionales del país. Realizó foros, cursos conferencias, dos congresos de la Sociedad Interamericana de Planificación. Tuvo una revista: “Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación” que logró publicar 162 números, todos con excelente material, que provenía en parte, de investigaciones realizadas por el Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES). Esta revista se constituyó en textos de referencia para escuelas en universidades e instituciones públicas y privadas. Fue en gran parte, órgano divulgativo del CENDES durante 21 años, hasta que éste fundó su propia revista. La Sociedad Venezolana de Planificación funcionó en la sede del CENDES durante 38 años.

## **5. El Centro de Estudios del Desarrollo**

Esta institución tiene origen en ideas y gestiones que parten de Luis Lander y responde a la dinámica y propósitos ya enunciados.

Lander al frente del Banco Obrero, ante la necesidad de capacitar personal en planificación, comisionó a Eduardo Neira para plantearle a la Universidad Central de Venezuela la creación de un Centro, Instituto, Escuela u otra figura, que permitiera la formación de personal capaz de enfrentar los estudios del desarrollo y la planificación. Después de intensas gestiones, de largo trabajo, de preparación de informes y propuesta de proyecto, con el apoyo del Decano de la Facultad de Arquitectura, Arq. Julián Ferris, del Rector Dr. Francisco De Venanzi, previa aprobación del Consejo Universitario, se crea CENDES en 1960.

Aparece así en el país el primer centro de estudios interdisciplinarios, el primer organismo universitario interfacultades. Ello crea problemas, para su ubicación en la estructura universitaria. Aparecen celos y reclamos de facultades que argumentan la

invasión de sus campos de acción. Largas y severas discusiones para hacer entender el alcance del proyecto, su trascendencia, la necesidad del conocimiento holístico, fruto de la integración de diversas disciplinas. Este instituto nace dentro de la universidad con financiamiento proveniente del Gobierno y visto dentro del esquema de formador de funcionarios para el Sistema Nacional de Planificación, creado por el mismo Gobierno. Ese financiamiento es retirado ante resultados de investigaciones y propuestas que se hicieron. El centro siempre ha tenido una conducta apegada al producto de los análisis sociales hechos.

Desde la idea inicial, en las gestiones, las propuestas, la consecución del financiamiento, entre los primeros profesores, como segundo director ante la inesperada desaparición de Jorge Ahumada, su primer conductor y en las desavenencias con el gobierno, aparece destacada la figura de Lander.

Centro de importancia en investigación para estudios del desarrollo y en la formación de profesionales de tercero y cuarto nivel, capaces de enfrentar, con una visión interdisciplinaria, con suficiente base técnico científica, los retos de la transformación del país, mediante un desarrollo sostenible, para crear una sociedad con un nivel de vida aceptable para todos.

Una de las posturas orientadoras en el quehacer del CENDES la formula su cuarto Director, José Agustín Silva Michelena, cuando dice: “la preocupación nuestra en el CENDES surge de la idea de que la visión cepalista del cambio es una visión que está agotada y que necesita integrar conocimientos sociológicos, antropológicos, culturales, psicológicos para poder entender el fenómeno del cambio y que el desarrollo no sea aisladamente económico ni que se podría programar solo desde el punto de vista económico”.

CENDES figura entre las instituciones más influyentes en ciencias sociales creada en Venezuela y en América Latina, en el siglo XIX. Siendo la primera en su género en ese ámbito. Son más de cuatro décadas generando conocimientos para el cambio social y formando profesionales en planificación y estudios del desarrollo.

## 6. La Escuela Venezolana de Planificación

Como hecho reciente importante, aparece la Escuela Venezolana de Planificación, creada por el actual gobierno, cuyo actor principal es el Ministro de Planificación y Desarrollo, Dr. Jorge Giordani, egresado de CENDES y Profesor Jubilado del mismo.

Es preciso anotar, que a partir de 1998 se produce un cambio político importante en Venezuela, que ha conducido a la conformación de un nuevo contexto sociopolítico, donde el modelo de desarrollo tiende a separarse cada vez más del neoliberalismo y se acerca al Socialismo. En este nuevo contexto se creó la referida Escuela Venezolana de Planificación.

Según propias palabras de los creadores de esta escuela, *la planificación entendida como una acción transustanciadora es una actividad de carácter esencialmente tecnológica. Por ello la naturaleza del tipo de actividad tecnológica se determina tanto en el nivel teórico como en el práctico.*

*Pero igualmente la determina su sentido de praxis social, esto es como ella se lleva a la práctica como anticipación consciente de los seres humanos.*

*Pero también la planificación viene condicionada por el tipo de conocimiento en que se apoya, así como por la voluntad política que se expresa en la sociedad donde ella se desarrolla.*

*Tenemos así dos tipos de criterios para valorar lo que significa teórica y prácticamente la planificación, aquellos que derivan de los condicionantes de tipo científico y político, como los que la determinan derivados de la naturaleza tecnológica y práctica de la actividad.*

*Postulamos que tanto la razón de utilidad como la intencionalidad, esa especie de anticipación consciente de los seres humanos, solamente vienen a ser los dos factores determinantes de la planificación.*

*La búsqueda de la verdad propia de la actividad científica, así como el espacio del poder como elemento referencial de la política, constituyen los factores condicionantes de la planificación”.*

*La Escuela más que un campo de conocimiento universitario es un campo de educación gubernamental para actuar, para guiar y accionar, para prever deliberada y conscientemente el futuro y para aprender todo esto interactuando respetuosa y dinámicamente, incluyendo las comunidades y con el ambiente.*

*La formación de los líderes y funcionarios se hace obviamente en un ambiente académico pero no exclusiva y esencialmente académico. Este ambiente debe estar y de hecho lo está, concebido y estructurado como un componente de la misión política de democratizar la planificación.*

CENDES está entre los antecedentes.

## **7. Consideración final**

Visto el acontecer histórico, el contexto en el cual se produce, los elementos que lo componen, la coyuntura donde ocurren y los actores que tomaron parte, hemos señalado hechos, así como derivaciones de los mismos. Las instituciones, nacen, crecen, se transforman, se diversifican. Algunas desaparecen como originalmente eran, pero dejan todo un legado con manifestaciones diversas. Se dice que mueren, pero siguen viviendo en otras.

Hemos tratado de referirnos de manera resumida, a un capítulo nacional de la Sociedad Interamericana de Planificación: La Sociedad Venezolana de Planificación.

Nota: El texto anterior corresponde a ponencia presentada, con fecha 1 de marzo de 2007, en el Seminario Internacional Sociedad Interamericana de Planificación, 50 años, realizado en la sede de la Universidad Nacional Autónoma de México, institución patrocinante.

## **Fuentes bibliográficas**

- Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación.
- Escuela Venezolana de Planificación- volumen editado por el Ministerio de Planificación y Desarrollo en octubre de 2006.
- Perfil Institucional del Centro de Estudios del Desarrollo.
- *Pensamientos Plurales. Orígenes de los Estudios del Desarrollo en Venezuela*. Gregorio Darwich Osorio. Libro publicado por CENDES en el año 2005.

# EL PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS Y SU INSTRUMENTACIÓN

Acad. Arnoldo José Gabaldón \*  
Sillón XVIII

## 1. Introducción

La formulación del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos en 1972, luce a casi cuarenta años, como una empresa intelectual de proporciones monumentales. Más allá de la preparación de un documento oficial bien escrito, que reflejaba la realización de numerosos estudios previos y constituía un “plan para planificar” un recurso natural tan importante como el agua, fue una propuesta bien fundamentada y llena de previsiones optimistas sobre el futuro del país. El trabajo efectuado por COPLANARH (Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos), merece destacarse en los anales de la ingeniería venezolana, por un conjunto de razones muy apreciables.

En primer lugar, porque creó escuela. Y escuela significa muchas cosas: establecer una base conceptual homogénea para enfocar los problemas relevantes del país; galvanizar la atención sobre un aspecto de alto interés nacional, como es el del agua, y atraer hacia él a un grupo numeroso de profesionales, que trabajaron directa o indirectamente en su realización; y además, generar optimismo por la posibilidad de adelantar proyectos de gran trascendencia para el desarrollo nacional, entre otras razones.

---

\* Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Asesor del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (1967-1972)

El trabajo de COPLANARH, como veremos más adelante, generó un proceso intelectual que se ha mantenido con altibajos hasta el presente.

En segundo término, por que fue un empeño sistemático y técnicamente fundamentado de avizorar un futuro posible y deseable, para Venezuela, a través de la planificación prospectiva. Fue este, sino el primero, el intento más acabado y de mayor envergadura para adelantar la planificación prospectiva a escala nacional hasta la fecha. Dicha empresa quedó plasmada en un instrumento que definió una imagen-objetivo de lo que debía ser Venezuela a la vuelta de 30 años y formuló las estrategias y directrices para aprovechar sustentablemente los recursos hídricos del país y satisfacer las demandas de este recurso en el mediano y largo plazo, por los diferentes sectores sociales y productivos.

Tercero, por que arrojó resultados concretos y valiosos que sirvieron para orientar la política hidráulica nacional por varias décadas. Pero es más, aportó los criterios técnico-administrativos para justificar y cimentar la moderna organización de gestión ambiental que estableció Venezuela a partir de 1977, cuando se creó el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), el primero del Continente en su tipo.

Cuarto, le planteó al país, con indiscutibles argumentos, una serie de retos que era indispensable abordar para que Venezuela pudiese iniciar el siglo XXI con mejores probabilidades para tramontar el subdesarrollo y asegurar un estándar apropiado de vida a la mayoría de su población. Entre estos retos, algunos de los cuales estamos todavía en mora, están el desarrollo de una agricultura suficiente y competitiva; un sistema de abastecimiento de agua potable y de saneamiento, al cual tengan acceso todos los venezolanos y un ordenamiento territorial en mayor armonía con su entorno y sus asentamientos humanos.

Quinto, por que se llevó a cabo convocando a una amplia pluralidad de actores provenientes de los sectores público y privado y de la academia, los cuales participaron de manera constructiva

a través de múltiples comités asesores y grupos de trabajo, consignando sus recomendaciones e ideas para el éxito del proyecto planificador. Por la calidad de los actores participantes, se generó una atmósfera nacional favorable a los trabajos de COPLANARH que veían en la institución un centro de reflexión nacional sobre aspectos vitales para el país.

Sexto, porque la institución cuya misión era elaborar el Plan, logró méritos suficientes para disfrutar de continuidad administrativa durante sucesivos gobiernos, hasta que se creó una Autoridad de las Aguas con rango ministerial y amplios poderes para darle seguimiento a todo lo concerniente a la administración de los recursos hidráulicos. Este ente es el actual Ministerio del Ambiente.

El trabajo de COPLANARH se adelantó dentro de un país que hacía esfuerzos muy serios para avanzar y consolidar un sistema democrático y social de derecho y que si bien debía afrontar las vicisitudes propias de la fase de desarrollo en que se encontraba, atravesaba por un período de optimismo realista.

## **2. Historia con buen final**

Un emprendimiento de las características generales señaladas, obviamente no surgió en un instante dado, ni su autoría fue individual. Como toda empresa trascendente, se requirió de un prolongado lapso de maduración y aproximaciones sucesivas, hasta que finalmente se perfiló un enfoque acertado. Entre sus antecedentes más relevantes pueden citarse los siguientes:

- Un grupo de profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas y Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas (MOP), los ingenieros Fernando Key Sánchez, Pedro Palacios Herrera, Gustavo Padilla y Alberto Fernández Yépez, dieron a conocer en 1949 un informe titulado: “Consideraciones Básicas para la elaboración de un Plan Nacional de Irrigación para ser desarrollado durante el período 1950-1970”. El citado

informe tenía varios méritos: convocaba a los venezolanos a pensar en la necesidad de poner bajo riego a largo plazo un millón de hectáreas para poder satisfacer los requerimientos de alimentación en un horizonte de 20 años; proponía una lista de proyectos de obras de riego que habían sido estudiadas por esa dependencia, algunas a nivel muy preliminar, para que fuesen construidos y puestos en producción y recomendaba la instalación de una red de mediciones hidrometeorológicas y la realización de una serie de estudios edafológicos, geológicos, y topográficos, entre otros, para verificar la viabilidad de los proyectos propuestos.

- España desde el siglo XIX tenía una larga tradición en la formulación de planes de regadío. El Plan General de Canales de Riego y Pantanos de 1903 o también llamado Plan Gasset y sus sucesivas actualizaciones y el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, entre otros, dirigido este último por el Ing. Manuel Lorenzo Pardo, fueron claros exponentes de una tradición planificadora de infraestructura hidráulica que se ha proyectado hasta el presente (Ministerio de Medio Ambiente, 2000). Algunos profesionales que habían tenido participación protagónica en dichos trabajos, como los Ingenieros Félix de los Ríos y Víctor Martín Elvira vinieron exiliados a Venezuela después de la Guerra Civil. Posteriormente, en la segunda mitad de la década de los años sesenta, en virtud de un acuerdo de colaboración técnica entre los ministerios de obras públicas de ambos países, se obtuvo por vía oficial la asesoría de un grupo de distinguidos profesionales españoles especialistas en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos. Entre estos cabe recordar a Don Florentino Briones, Rafael Couchud Sebastian, José J. Martín Mendiluce, Sebastian Martin Retortillo, Rafael Heras y José Liria Montañez, entre otros. Ellos indudablemente ejercieron influencia profesional destacada para que el aprovechamiento del agua se acometiese con enfoques de planificación nacional similares a los empleados en su país de origen.

- El Plan de Aguas de California y la influencia del U.S. Bureau of Reclamation. La Dirección de Obras Hidráulicas del MOP había iniciado desde mediados de la década de los años cincuenta un programa de estudios de posgrado para sus ingenieros, en Estados Unidos de América. La mayor parte de estos ingenieros fueron a la Universidad de Stanford en California, donde conocieron la importancia atribuida al Plan de Agua del estado, que por su magnitud y rol en el desarrollo económico de una entidad muy rica y de gran extensión, cautivaron su atención. El programa de especialización profesional en ingeniería de obras hidráulicas comprendía posteriormente una pasantía en el US Bureau of Reclamation, institución que se ocupaba de los planes de aprovechamiento hidráulico con propósitos múltiples y especialmente de riego y saneamiento, en los estados del oeste norteamericano. Este grupo de ingenieros entre los cuales cabe recordar a Francisco Aguerrevere (+), Juan José Bolinaga (+), José Curiel, Rafael Martínez Monro (+), Arnoldo José Gabaldón, Aurelio Useche y Eloy Lares Monserrate, entre otros, a su regreso a Venezuela jugaron un activo papel en la institucionalización de la planificación del aprovechamiento del agua.
- El Dr. Pedro Pablo Azpúrua, destacado ingeniero venezolano especializado en ingeniería sanitaria y formado profesionalmente en el equipo de ingenieros del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) y con experiencia en planificación urbanística, fue designado en 1962 Asesor del MOP, donde se integró a los equipos profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas. Azpúrua conocía las experiencias españolas en materia de desarrollo de obras hidráulicas y había estado en contacto con planificadores franceses cuando le correspondió trabajar como estudiante en el equipo del arquitecto Maurice de Rotival, quien asesoró en la elaboración del Plan Rector de Caracas. Desde el

- cargo de asesor, Azpúrua jugó un papel determinante en estimular y orientar las aspiraciones de establecer un sistema de planificación de los recursos hídricos a escala nacional.
- La conciencia de que había que ocuparse continuamente de la superación profesional de los recursos humanos dentro de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, indujo a que se suscribiera un acuerdo entre la Universidad de Oriente, la Universidad de Stanford y el Ministerio de Obras Públicas, en 1967, para establecer un programa de Maestría en Planificación de Recursos Hidráulicos, en Barcelona. A través de esos cursos obtuvieron su título un primer grupo de ingenieros, entre los que recordamos a: Eduardo Buroz Castillo, José Rafael Córdova, Oscar González Pozo, Ramón Guilarte, David Pérez Hernández y Eduardo Martínez, entre otros. El MOP respaldó también por esta época el establecimiento en Mérida, con apoyo de la Organización de Estados Americanos y de la Universidad de Los Andes, del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT) donde se dictaban diversos cursos de especialización en recursos hídricos. A partir de 1972 los cursos de Barcelona se radicaron dentro del CIDIAT y se continuó con la labor de preparar a excelentes profesionales en el ramo, que han nutrido la escuela de planificadores hidráulicos.
  - En 1966 con ocasión de la celebración de las II Jornadas Venezolanas de Riego, la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP presentó un trabajo titulado: Plan Nacional de Obras Hidráulicas. Programa 1965-1968, que significó un nuevo adelanto del enfoque planificador que había venido gestándose. En su Introducción General se exponía que el trabajo presentado por el MOP “sigue una metodología basada en la revisión constante de programas a fin de que algún día pueda disponer el país de un Plan que tome en cuenta los objetivos y metas no sólo de riego, sino también

de la producción de energía hidroeléctrica, saneamiento de tierras, abastecimiento de agua potable a poblaciones, regularización y control de ríos, recreación, conservación de la vida animal y vegetal, etc., es decir, que sea un plan de aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país” (MOP, 1966). Este trabajo visto a posteriori “constituía más que un programa de obras, un estudio preparatorio de un plan de obras hidráulicas” (COPLANARH, 1972).

- No pasó mucho tiempo desde que se formularon las anteriores aspiraciones en el seno de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, cuando las mismas comenzaron a transformarse en realidad. El 18 de agosto de 1967 el Presidente Raúl Leoni, por solicitud del Ministro de Obras Públicas, Ing. Leopoldo Sucre Figarella, hizo aprobar en Consejo de Ministros, el Decreto N° 901 sobre la creación de una Comisión y una Oficina Ejecutiva, con amplios poderes para la elaboración de un Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Al inicio de la administración del Presidente Rafael Caldera, por intercesión del Ministro Ing. José Curiel, se aprobó un nuevo decreto (Decreto N° 47 de mayo de 1969) sobre ampliación de la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos y los Fundamentos sobre la Planificación, Vigilancia y Ordenación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos.
- En 1972, una vez entregado al Ejecutivo Nacional por COPLANARH y aprobado el Plan en referencia, el Presidente Caldera dictó mediante el Decreto N° 1127 el Reglamento sobre Coordinación del Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, el cual legitimó a dicho documento como rector de la política hidráulica nacional e instruyó a los órganos de la administración pública y al sector privado sobre sus obligaciones respecto al Plan. El citado Reglamento le encomendó además a COPLANARH la tarea de preparar un anteproyecto de Ley de Aguas, pues existía el convencimiento

de que el Plan requería de tal instrumento para su plena realización.

Concluía así una etapa muy importante del trabajo planificador y se entraba en otra no menos exigente, la de instrumentar las estrategias y directrices contenidas en el Plan.

En 1976, con motivo de la reorganización que adelantó el Presidente Carlos Andrés Pérez de la Administración Central, se creó el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). La concepción de este nuevo Despacho que inició su gestión en abril de 1977 bajo mi dirección, estuvo plenamente inspirada en las ideas que habían animado desde su inicio la gestión de COPLANARH. El MARNR absorbió a COPLANARH asumiendo la función de Autoridad Nacional de las Aguas, la cual quedó establecida en el texto de la nueva Ley Orgánica de la Administración Central (1976) en los siguientes términos:

*Artículo 36, N° 5°. El ejercicio de la autoridad nacional de las aguas; la planificación, administración, aprovechamiento, regulación y control de los recursos hidráulicos; los proyectos construcción, operación y mantenimiento de las obras de aprovechamiento de los recursos hidráulicos; obras de riego, saneamiento de tierras, abastecimiento de agua en el medio urbano, hidroelectricidad, obras para el control de inundaciones y la erosión; y obras para la conservación del lecho de los ríos, para la navegación en aguas interiores, y para la estabilización de los causes fluviales.*

### **3. Trabajo en múltiples dimensiones**

La planificación hidráulica ha de manejar diferentes dimensiones por su carácter integral y dado la pluralidad de sectores que demandan el recurso. Uno de los rasgos sobresalientes del trabajo de COPLANARH fue por estas razones su carácter multidisciplinario. Desde un principio se conformó un equipo

integrado por ingenieros de variadas especialidades, abogados, economistas, demógrafos y sociólogos, entre otras profesiones. La elaboración del Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos requirió acometer una diversidad de trabajos, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- **Inventario de recursos hídricos superficiales y subterráneos.** Para cada una de las regiones, subregiones y zonas hidrográficas en las cuales fue subdividido el país por COPLANARH, se determinó la magnitud de la escorrentía superficial con base a información hidrológica existente o inferida de la información sobre precipitación y evapotranspiración. Por otra parte los hidrólogos especializados en agua subterránea estimaron el potencial sustentable de los acuíferos del país, en el territorio situado en la margen izquierda del río Orinoco. Estos inventarios permitieron cuantificar el inmenso potencial hídrico con que cuenta Venezuela, pero al mismo tiempo tener una más clara visión de los grandes desequilibrios hidrológicos existentes, especialmente entre las vertientes norte y sur del río Orinoco.
- **Inventario nacional de tierras.** Un equipo especial de edafólogos aprovechando los estudios de suelos realizados por el MOP que cubrían extensiones significativas del país o realizando nuevos estudios con categoría de “gran visión” en aquellas zonas no estudiadas previamente, levantaron un mapa de los suelos agrícolas de Venezuela a escala 1:250 000. En la actualidad, después de casi 40 años, estos estudios todavía son utilizados en las caracterizaciones ecológicas que se hacen en muchos sitios, ya que no existen otros de mayor detalle. Este inventario de tierras mostró por primera vez al país, sus serias limitaciones en cuanto a suelos de buena calidad para la producción agrícola, pues quedó demostrado que existían sólo alrededor de dos millones de hectáreas que pudieran considerarse de buena calidad para sustentar una agricultura moderna. Atrás quedó la leyenda sobre la riqueza

del país en cuanto a tierras agrícolas, con la cual todavía se le crean falsas ilusiones a la población venezolana.

- **Estudios de población.** Como la población constituía una variable fundamental para la estimación de las demandas de agua de los diferentes sectores sociales y económicos, se realizó un estudio demográfico que cubría hasta el año 2000 y el cual estuvo desagregado de acuerdo a la regionalización efectuada para la planificación hidráulica. Dada la naturaleza de los estudios de demanda de agua a los fines de planificación, que buscan más bien establecer los posibles valores máximos, para hacer las reservas del líquido necesarias, que luego se ajustan a lo largo del tiempo, las estimaciones demográficas arrojaron que Venezuela tendría para el año 2000 una población de 28 millones de habitantes. Estas estimaciones efectuadas a treinta años, con información censal de 1970, cumplió bien con sus fines, si tomamos en consideración que el Censo Nacional de Población del año 2001 arrojó una población total para Venezuela de 23,2 millones y que la proyección para el 2008 fue de 27,9 millones.
- **Prospección económica.** COPLANARH realizó un estudio prospectivo de la economía venezolana para el período 1970-2000. Fue este el primer estudio que se realizó a tan largo plazo. Con el modelo económico aplicado y tomando en cuenta las altas tasas históricas de crecimiento que venía registrando Venezuela, se proyectaron varios escenarios de la evolución futura del ingreso per cápita hasta el año 2000. Esos resultados fueron comparados con los de algunas naciones europeas de la fachada atlántica (Bélgica, Francia, Alemania y Holanda) para 1970 y se encontró que era factible aproximarse a esos valores hacia finales del siglo pasado. Como conocemos, ese escenario deseable y posible, no pudo ser concretado por la sociedad venezolana y en la actualidad el país se encuentra sumido en una profunda crisis económica, social y política, que no logra superar.

- Con el estudio en referencia fue posible también obtener una aproximación bastante acabada de la evolución futura de aquellos sectores clave desde la perspectiva de sus demandas de agua. En este contexto recibió elogiosos comentarios el trabajo “La agricultura y los recursos hidráulicos: La Agricultura Deseable” (1970) el cual constituyó una suerte de primer aproximación a un plan agrícola nacional.
- **Estimación de las demandas de agua.** Con las proyecciones económicas y demográficas antes mencionadas, COPLANARH calculó las demandas consuntivas de agua para abastecimiento humano, industrias extraurbanas y riego, para diferentes umbrales de tiempo hasta el año 2000.
- **Balances Demandas-Disponibilidades.** De la confrontación entre las demandas y disponibilidades de agua efectuadas en las regiones, subregiones y zonas hidrográficas, surgieron las estrategias y directrices que deberían instrumentarse a lo largo del tiempo en cada una de ellas para satisfacer las demandas futuras y los conflictos a nivel de cuencas que requerían ser subsanados con obras de transvase.
- **Inventario de sitios de aprovechamiento y del potencial hidroeléctrico bruto.** Aunque a este nivel de planificación no estaba previsto la identificación de obras específicas de aprovechamiento hidráulico, se consideró conveniente hacer un inventario de los sitios de emplazamiento de posibles obras de almacenaje y regulación. A tales efectos COPLANARH se apoyó principalmente en la Dirección General de Recursos Hidráulicos del MOP, que era la entidad que había estudiado la mayor parte de estos sitios. Asimismo, utilizando información contenida en el Plan Nacional de Electrificación que había elaborado para la Corporación Venezolana de Fomento y la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE) la Electricidad de Francia en 1960, y otras investigaciones efectuadas por la Comisión, se elaboró un estudio sobre el potencial hidroeléctrico del país, que arrojó

una estimación aproximada de nuestro considerable potencial bruto hidroeléctrico y determinó que este se localizaba en su mayor parte (76 %) al sur del río Orinoco, distribuyéndose el resto en su margen izquierda, pero principalmente en la zona andina.

- **Conflictos inherentes al aprovechamiento de los recursos hidráulicos.** Tres situaciones derivadas de la gestión de los recursos hidráulicos, recibieron una atención especial de parte de COPLANARH por considerarlos que eran críticos. En primer lugar, el de la contaminación de las aguas por causas antrópicas, para lo cual se efectuó por primera vez una investigación a escala nacional sobre la gravedad de este fenómeno. Segundo, el concerniente a la conservación de las cuencas hidrográficas y la magnitud de los procesos erosivos que requerían de obras y medidas de conservación y en tercer lugar, al problema de las inundaciones ocasionadas por los ríos y quebradas, que tanto daño causan a la población y al aparato productivo, especialmente a la agricultura.
- **Estudios legales.** La legislación de las aguas de Venezuela era muy deficiente para sustentar una moderna política de administración del recurso, como demandaba el Plan. Por esto desde un principio COPLANARH estructuró un competente equipo de abogados especialistas en derecho administrativo para que trabajase en el estudio de las bases jurídicas de la Ley de Agua. Se elaboró el informe “Bases para un estudio sobre el régimen legal de las aguas en Venezuela”. En él se establecieron los principios que debían guiar dicha Ley y de acuerdo con ellos se preparó un primer anteproyecto que quedó concluido en 1976.

A la otra materia legal que se le prestó especial atención fue a la legislación que sirviese de base para la ordenación territorial. En COPLANARH se tuvo siempre muy claro que el aprovechamiento de las aguas constituía un instrumento por excelencia para ordenar el territorio. Por ello se trabajó en

la elaboración de unas bases para la Ley de Ordenación del Territorio. Este trabajo corrió con mejor suerte y constituyó un valioso elemento de juicio para que en 1983, el Congreso de la República le diese su aprobación a la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio.

La realización de esta lista de trabajos someramente reseñados y de muchos otros que por falta de espacio es imposible citar, estuvo a cargo de los equipos multidisciplinarios mencionados arriba que trabajaron con alta mística y competencia y que eran integrantes de la Oficina Ejecutiva de COPLANARH y de otros organismos de la Administración Pública que prestaron su colaboración.

En este proceso debe reconocerse de manera muy especial el importante papel desempeñado por los sucesivos Secretarios Ejecutivos de la Comisión, empezando por el Ing. Juan José Bolinaga, quien fue su primer Secretario (08-1967 a 04-1969) a quien le correspondió preparar el primer plan de trabajo de la Comisión y orientar acertadamente los pasos iniciales de la institución y luego los secretarios siguientes, los ingenieros Luis Franceschi Ayala (04-1969 a 04.1971), Leopoldo Ayala Useche(+) (04-1971 a 12-1971), Juan Azpúrua Marturet (01-1972 a 07-1973), Aurelio Useche (07-1973 a 10-1975) y José Luis Méndez Arocha (10-1975 a 04-1977). A lo largo de todo el período de existencia de la Secretaria Ejecutiva, el Dr. Pedro Pablo Azpúrua actuó como su Asesor Principal y a él se le debe en alto grado la continuidad de su orientación filosófica y la visión trascendente con que fueron abordadas la mayor parte de las tareas realizadas, constituyéndose además en el nervio central de la Comisión y principal difusor de sus trabajos.

#### **4. El plan**

El objetivo principal de la misión del COPLANARH fue elaborar un Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, que tuviese como características (COPLANARH; 1972a) ser:

- Nacional, en cuanto que debía abarcar todo el territorio de Venezuela.
- Transversal, por afectar el desarrollo de prácticamente todos los sectores económicos y sociales.
- Único, ya que era uno solo para toda la nación en el presente y en el futuro.
- Integral, por comprender todos los usos potenciales del agua.
- Prospectivo, pues se fijaba horizontes temporales de mediano y largo plazo para cumplir objetivos que fuesen deseables y posibles.
- De largo plazo porque se establecía un horizonte máximo de treinta años para satisfacer las demandas potenciales de agua.
- Dinámico, porque estaba previsto desde el origen que se iría ajustando a través del tiempo de acuerdo a las nuevas circunstancias que fuesen surgiendo.

El párrafo del Plan que a continuación insertamos expresa de manera muy fiel su espíritu, naturaleza y alcance (COPLANARH, 1972b):

*“El Plan, como instrumento rector del aprovechamiento del agua, tiene como base y propósito fundamental la definición de una política hidráulica nacional, que garantice una más racional inversión en obras hidráulicas; y, por su característica intersectorial, coadyuve en la fijación de otras políticas y planes, entre los cuales merecen destacarse el desarrollo urbano, el agrícola, el energético, el industrial, el turístico y el de saneamiento y protección del ambiente. Al detectar las áreas conflictivas y potencialmente escasas de agua el Plan indica claramente que cualquiera decisión de Estado dirigida hacia el desarrollo de esas áreas, debe tener muy en cuenta este recurso tanto en su cantidad como calidad. El Plan fija además una orientación clara respecto a la acción oportuna en materia de estudios, investigaciones y proyectos; y es un instrumento de jerarquización de los problemas nacionales y regionales en el señalados.”*

Como se infiere de lo anterior, el contenido principal del Plan era un cuerpo de estrategias y directrices para asegurarle a los diferentes sectores demandantes de agua, la satisfacción oportuna de sus necesidades y la solución de los conflictos inherentes al aprovechamiento del recurso. El Plan no identificaba proyectos específicos y tampoco hacía por tanto, estimaciones de índole financiera, lo cual se considero era propio de otras instancias de planificación.

El Profesor Ray K. Linsley Decano de la Facultad de Ingeniería la Universidad de Stanford en Estados Unidos de América y quien actuó como uno de los Consultores Técnicos extranjeros del Plan, lo definió como “un Plan para planificar”. Esto es, era el instrumento rector de la política hidráulica nacional.

La formulación del Plan fue acompañada por la definición de un sistema nacional de planificación de los recursos hidráulicos que operaría en tres niveles diferentes para su instrumentación y un mecanismo permanente de control y vigilancia, responsabilidad de la Administración Pública Nacional a través de COPLANARH.

Los tres niveles de instrumentación serían uno superior, donde se adelantaría la planificación nacional hidráulica a largo plazo y por ende se formularia el Plan y se practicarían sus ajustes, con una periodicidad que se supuso de aproximadamente unos diez años. Un nivel intermedio encuadrado estrechamente dentro del anterior y denominado de programación, encargado de la elaboración de los programas de inversión de corto y mediano plazo. Y un tercer nivel de presupuesto, en el cual se incorporarían las inversiones requeridas anualmente para ejecutar los diferentes proyectos.

## **5. La instrumentación del plan**

Al aprobarse el Plan a finales de 1972, existía un amplio consenso a los niveles apropiados de que se disponía de un instrumento valioso para orientar las inversiones del Estado en un ámbito no controversial, como era el de asegurar el abastecimiento

de agua. En este sentido fue plenamente acogido el Plan por la nueva administración, presidida por Carlos Andrés Pérez (1974-1979), que inició su gestión en marzo de 1974.

De acuerdo a la prioridad que quiso dársele al tema de las obras hidráulicas y en virtud del aumento de la renta petrolera, el Gobierno decidió, a la par que darle continuidad a aquellos proyectos que estaban en ejecución, iniciar un ambicioso programa de inversiones en infraestructura hidráulica.

El Plan le dio primordial importancia a la dotación de agua en el medio urbano. Entre las múltiples estrategias formuladas en este ámbito, además de aumentar con celeridad la población servida con agua potable y cloacas, donde existía un agudo déficit, se proponía la integración en sistemas de numerosos acueductos aislados existentes. En sintonías con esta estrategia del Plan (MARNR, 1979), se aumentaron considerablemente las inversiones a través del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) para la ampliación de redes de acueductos y cloacas y se le dio inicio a un numeroso conjunto de sistemas regionales de acueducto que integraban a diferentes poblaciones o estados. Entre estos sistemas cabe mencionar por su importancia: el acueducto central, para abastecer el eje Tinaquillo-Valencia-Las Tejerías; el Sistema Nororiental o Sistema Turimiquire, para abastecer la zona norte del estado Anzoátegui, parte del estado Sucre y Nueva Esparta; Sistema Falconiano; Triestadal de Mucujepe en los estados Mérida, Táchira y Zulia; Litoral Central; Ciudad Guayana-Upata; Camatagua, San Francisco de Cara y el Sombrero; Regional Costanero de Barlovento; La Guajira; Torondoy y Zona Baja, en los estados Mérida, Trujillo y Zulia; y el Acueducto Regional del Táchira, entre otros.

El MOP acometió el programa más amplio que haya conocido la historia de Venezuela, en construcción de obras de regulación hidráulica, mediante presas y embalses para el abastecimiento de poblaciones, riego y drenaje, control de inundaciones, hidroelectricidad y recreación. En Venezuela existían para 1999,

82 presas calificadas como grandes y medianas (MARNR, 1997). Durante el período 1974-79 se iniciaron 26 de estas presas y se concluyeron 17. Además se hicieron inversiones cuantiosas en los proyectos de saneamiento de tierras de Guanare-Masparro, Turen, Zona Sur del Lago de Maracaibo y Módulos de Apure.

Tal como se ha expuesto anteriormente, el Plan no comprendía los proyectos específicos para desarrollar sus estrategias y directrices. Algunos han criticado que el conjunto de obras anteriormente listadas carecían en ciertos casos de una justificación económica o técnica bien fundamentada y que debería haberse esperado la realización de tales estudios para acometer un programa de obras de esa magnitud en total armonía con los criterios del ente planificador.

Como en muchos otros casos, esta confrontación conceptual entre la opinión de los planificadores y la de los ejecutores debía solucionarse. Este dilema se resolvió con un enfoque técnico, pero a la vez pragmático. Los “decisores” creíamos que no podía perderse la oportunidad en que el país entraba en un período temporal de bonanza fiscal a la que nos tiene acostumbrado la oscilación de los precios del petróleo, para acometer un programa de obras que teníamos la certeza, que más temprano que tarde, daría su retorno económico y social. ¿Cuál sería la situación del abastecimiento de agua potable en el país en la actualidad, sino se hubiesen tomado esas decisiones?

La instrumentación del Plan a lo largo de los años continuó a través de otras múltiples iniciativas, de las cuales haremos sucinta referencia de aquellas que consideramos más importantes:

- En octubre de 1976, tuve la oportunidad de introducir al Congreso de la República a nombre del Ejecutivo Nacional, en mi carácter de Ministro de Obras Públicas, el anteproyecto de Ley de Aguas. La historia posterior de ese instrumento es lamentable y muy larga y refleja el desinterés del país y de sus élites políticas durante sucesivas legislaturas, por su aprobación.

- Como se expuso anteriormente, a partir de 1977 la instrumentación del Plan quedó a cargo del MARNR, a través de su Dirección General de Planificación y Ordenación del Ambiente. Dentro de esta Dirección General, para precisar aspectos abordados muy preliminarmente en el Plan, en 1980 se le dio inicio a un estudio en escala nacional para determinar el potencial hidroeléctrico técnica y económicamente factible. Puede decirse que con este tipo de trabajos se inició la revisión del Plan a un mayor nivel de detalle, de cara a la actualización que debía efectuarse en 1982, a los diez años de su anterior formulación.
- Apenas iniciada la gestión del MARNR en 1977, se vio la necesidad de reestructurar el INOS, que era uno de sus institutos autónomos adscritos, para adecuarlo mejor a las funciones y propósitos del nuevo despacho. Este instituto había sufrido administrativamente como resultado del abrupto proceso de expansión de sus actividades, especialmente las de construcción, en los años inmediatamente precedentes. Por tal motivo designe una Comisión Ministerial (Resolución N° 6 del Despacho) para que estudiase la situación y propusiese al Ejecutivo Nacional recomendaciones para corregirla. La Comisión realizó el trabajo encomendado y propuso efectuar una reestructuración total de la organización, mediante la creación de un ente nacional rector que se encargase de la política del sector de abastecimiento de agua y saneamiento y de la construcción de las obras hidráulicas de mayor envergadura y la constitución de una serie de “empresas locales o confederadas zonalmente, descentralizadas con la participación de la comunidad a través de los Concejos Municipales” (MARNR, 1979a).
- Dentro del proceso de actualización del Plan, en 1982 se le dio inicio a una serie de detallados estudios sobre la situación del suministro de agua para abastecimiento en las principales ciudades del país. El propósito de esta serie de estudios o

*Cuadernos Azules* como se les domino, fue verificar las curvas de demanda e identificar proyectos o medidas que debían instrumentarse oportunamente para continuar con el proceso de incorporación de toda la población urbana a los servicios de agua y cloacas. También se efectuó un estudio sobre Áreas Regables y Saneables del Plan, que era necesario para precisar con mayores elementos de juicio las metas que en materia de desarrollo de sistemas de riego y saneamiento se habían propuesto en 1972.

- En 1982 quedó concluido por parte del MARNR el estudio “Sistemas Ambientales Venezolanos” (MARNR, 1982) que se realizó con la cooperación del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Este estudio constituyó un modelo para otros trabajos similares en América Latina, pues aportó una base de información fisiográfica y socioeconómica indispensable para la planificación ambiental y especialmente para la ordenación del territorio.
- Para 1989 se había hecho muy evidente el estado de franco deterioro institucional en que se encontraba el INOS. Por esas razones el Ejecutivo Nacional decidió dar inicio a un proceso para la eliminación de este organismo y la creación de una nueva institucionalidad. Dentro de los lineamientos generales de la Resolución N° 6 del MARNR de 1977, al inicio de los años noventa se creó HIDROVEN, como entidad holding y un sistema de empresas regionales o hidros, como suelen denominarse actualmente.
- En el año 2001 la Asamblea Nacional aprobó la Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua potable y Saneamiento, que desarrolla con un sentido moderno el concepto de empresas regionales y locales de acueductos y cloacas y creó otra serie de instituciones coadyuvantes al mejoramiento de dichos servicios. No obstante, las tendencias centralizadoras que han prevalecido dentro de la presente administración, han impedido el desarrollo pleno de este instrumento.

- Transcurridos cerca de 20 años de las actualizaciones del Plan, efectuadas por el MARNR entre los años 1980-1987, en el año 2006, el Dr. Pedro Pablo Azpúrua y el Ing. Eduardo Buroz (2007) propusieron las bases para realizar una nueva actualización que comprendiese el período 2005 a 2030. Esta propuesta dirigida al MARN y a otra serie de organismos, no ha tenido todavía acogida.
- Al inicio del año 2007 la Asamblea Nacional aprobó finalmente la esperada Ley de Aguas. Este retraso de más de treinta años, fue un factor sumamente limitante para la instrumentación del Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, especialmente en cuanto a la administración del recurso de acuerdo a sus estrategias y directrices y la elaboración del sistema de planes regionales que deben complementarlo. Dicha Ley fue formulada de acuerdo a los principios generales con que COPLANARH elaboró el anteproyecto de 1976.

## **6. Reflexiones finales**

Considero que el país y los profesionales asociados a la gestión del agua, deben sentirse orgullosos del proceso de planificación e instrumentación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos adelantado durante el medio siglo pasado, sin menospreciar sus importantes antecedentes históricos. Las realizaciones no han tenido la misma intensidad a lo largo de todo el período. En este destaca con carácter indeleble la obra intelectual adelantada desde COPLANARH, que si bien alcanzó su clímax durante la década de los años setenta y ochenta del siglo pasado, todavía en la actualidad puede apreciarse el espíritu y la carga ideológica que generó.

Por eso, para evaluar la instrumentación del proceso de planificación, debemos colocarnos dentro de un contexto y horizonte dilatado y tomar en consideración los altibajos que ha sufrido el país en este período. No es lo mismo la Venezuela de los años sesenta

y setenta, prospera económicamente y convencida que marchaba por un camino de permanente asenso, a los años posteriores de recurrentes retrocesos sociales e institucionales. Pero en caso del agua se formularon unas líneas maestras que por su fuerza y la inercia desatada, han trascendido las diferentes circunstancias dándole continuidad histórica. Esta es la mejor comprobación del principio de la continuidad histórica.

Las experiencias acumuladas a lo largo de este rico proceso deben servirnos de lección en varios sentidos.

En primer lugar, la fuerza del pensamiento creativo comprometido con los mejores intereses de la patria. No ha habido una obra trascendente que no haya sido el producto de un esfuerzo intelectual profundo. Ello implica también por supuesto el compromiso de una serie de hombres que echando al lado sus intereses particulares, se hayan entregado de lleno a estas causas relevantes.

A lo largo de mi vida he tenido inmensa suerte por haberseme dado la oportunidad de presenciar primero, cuando era niño desde mi hogar paterno, como se planificó y realizó la hazaña que representó la erradicación de la malaria en una amplia extensión del territorio nacional. Y posteriormente, como profesional, participar en la concepción e instrumentación del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Mi suerte me permitió más tarde liderizar otro proceso que se emparentaba con los anteriores en el propósito de forjar una Venezuela mejor. Me refiero a la gestión adelantada por la Comisión Presidencial para la Reforma del Estado (COPRE) en la cual confluyeron una serie de distinguidos venezolanos con los cuales soñamos juntos las reformas necesarias para entrar al siglo XXI con una democracia moderna. Tengo la seguridad que de haberse instrumentado esas reformas otra mucho mejor sería la suerte de Venezuela en la actualidad.

Segunda lección. La importancia del agua como recurso natural indispensable para la vida y el desarrollo. Con ese

convencimiento se inició la empresa de COPLANARH. Dentro de las tendencias que han prevalecido, después de aprobado el Plan, la problemática ambiental adquirió en el plano internacional la más alta jerarquía. Esta obviamente subsumía la cuestión concerniente a los recursos naturales individualmente tratados. La crisis ecológica que sufre el planeta es de una inmensa magnitud y condicionara seriamente la vida de la especie humana en el futuro. Pero dentro de esta compleja situación, el recurso agua aparece como conector de la mayor parte de los procesos ecológicos, económicos y sociales y por eso su gestión ha vuelto a adquirir durante los últimos años una altísima prioridad.

En tercer lugar, no podemos abandonar los esfuerzos por conocer cada vez mejor los recursos naturales del país. La planificación para un mejor aprovechamiento de esos recursos y especialmente de las aguas, exige de buena información física territorial. Por eso causa una inmensa angustia saber que durante las dos últimas décadas haya dejado prácticamente de operarse la red hidrometeorológica nacional. También preocupa mucho el que se hayan dejado de hacer en forma sistemática los estudios de clasificación de suelos para la agricultura. El magnífico estudio de los Sistema Ambientales Venezolanos, realizado cuando el país contaba con menores recursos presupuestarios, debe ahora actualizarse con mejor información.

Cuarta lección, lo más importante del trabajo de COPLANARH no fue el Plan, sino el proceso de planificación que generó, del cual hemos ya destacado sus aciertos. El Plan puede haber tenido errores, que ahora naturalmente se ven con más facilidad. En efecto, considero que las demandas de agua que supuso fueron gruesamente sobreestimadas, por haberse pensado que la agricultura futura debería ser en su mayor parte de regadío, quizás menospreciando las condiciones ecológicas del país y las posibilidades de una agricultura moderna de secano. Pero eso no importa, pues se habrían dado posteriormente las oportunidades de ajustar las metas. Pero lo realmente trascendente fue el proceso de

planificación establecido que permitía ir mirando hacia el futuro para fijar metas que después se irían ajustando de manera continua a lo largo del tiempo.

Quinta lección: la necesidad de ajustar los planes a las realidades cambiantes. Durante el Foro: “Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos: 25 años después”, realizado por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales para conmemorar en 1993, los 25 años de creación de COPLANARH, el ing. Juan José Bolinaga, primer Secretario Ejecutivo de la Comisión, fallecido prematuramente, al analizar la situación existente en Venezuela un cuarto de siglo después, expreso en su ponencia que en lugar de un “plan para ordenar el uso de las aguas” como era el originalmente concebido, consideraba que en ese momento con mayores limitaciones financieras, lo prudente era un “plan para administrar el agua”. Con ello deseaba enfatizar la necesidad de aprovechar mejor la infraestructura hidráulica desarrollada, prestar mejores servicios a los usuarios y diferir inversiones en nuevas fuentes lo más posible. Esta visión era también compartida por los entes de financiamiento multilaterales a los cuales tenía que recurrir el país en busca de recursos para sus programas de obras.

Pero resulta que ya han pasado 15 años del Foro citado. Durante este lapso ha continuado expandiéndose la demanda de agua y fuentes hídricas que todavía eran suficientes en aquella época están ahora altamente comprometidas. Han cambiado nuevamente las condiciones, porque así es el desarrollo de los países y ahora vuelve a ser tan importante planificar para “administrar el agua”, lo cual siempre es necesario, como planificar para “ordenar el recurso”. Las nuevas generaciones de ingenieros hidráulicos tienen la palabra para enfrentar todos estos retos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (1993). *Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos: 25 años después*. Glavimar C.A. Caracas p.36.
- Azpúrua, P.P. y E. Buroz (2007) *Actualización del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos*. Boletín 14, Primer Semestre 2007, de La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Caracas.
- COPLANARH (1970) *La agricultura y los Recursos Hidráulicos: La agricultura deseable*. Publicación N°19, Caracas.
- Ministerio de Medio Ambiente (2000). *Libro blanco del agua en España*. Centro de Publicaciones, Madrid p. 571.
- República de Venezuela. Ministerio de Obras Públicas (1966). *Plan Nacional de Obras Hidráulicas. Programa 1965 – 1968* Editorial Arte, Caracas p.11-12.
- República de Venezuela. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (1972) *Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos*. Tomo I y II. Caracas p.14.
- \_\_\_\_\_ (1972a) Op. Cit p.67-68
- \_\_\_\_\_ (1972b) Op. Cit p.7
- República de Venezuela (1976). *Ley Orgánica de la Administración Central*. G.O. 31004 junio/16/76.
- República de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1979) *Memoria y Cuenta Año 1978. Tomo I Exposición General*. p.61.
- \_\_\_\_\_ (1979a) Op. Cit p. 18-19
- República de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1982) *Sistemas Ambientales Venezolanos*. Caracas.
- República de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1998) *El Agua*. Tomo I, II y III Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional. Caracas.

# **El despertar de una nación. LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA VENEZOLANA:**

**SU IMPACTO EN LA ECONOMÍA NACIONAL: 1953- 2007**

Acad. Gonzalo J. Morales  
Sillón X

Es necesario dar a conocer las razones por las que Venezuela, un país sin experiencia en el campo metalúrgico, en pocos años, durante el siglo XX, comenzó a producir y a competir internacionalmente en la producción de acero.

Para el año 2008 la industria siderúrgica venezolana está integrada por un complejo de plantas con capacidad para producir 11,1 millones de t de hierro de reducción directa, SIDOR que produce 4,8 millones de t de acero líquido y Comsigua que produce 1,4 millones de t de acero. Se exportan entre 18-20 millones de t de mineral de hierro.

En contraposición, para el año 1950 Venezuela no producía ningún tipo de acero y a duras penas comenzaba a explotar recursos de mineral de hierro para la exportación.

Aun cuando durante la colonia no hubo producción notable de acero en América, desde principios del siglo XIX Brasil, México y Argentina tenían producción siderúrgica importante, intensificada en el siglo XX desde los años 30, con varios millones de t de exportación de minerales y producción de acero para los años 50.

Entonces cabe preguntar ¿cuáles motivos impulsaron a que en Venezuela, país de menor dimensión, se tomaran decisiones que condujeran a estructurar una industria siderúrgica cuando las condiciones existentes eran menguadas para llevarlo a cabo?

Indudablemente, primero privó el concepto de futuro: el país se desarrollaba y eventualmente necesitaría una industria siderúrgica, tal cual ya existía en otros países americanos. En adición, se habían descubierto importantes recursos de mineral ferroso. En esta etapa, es necesario reconocer los aportes fundamentales de geólogos e ingenieros venezolanos a esta importante industria, así como también el del capital privado.

La dinámica mundial ya señalaba que las necesidades de acero se multiplicarían, por lo cual era de esperar que el crecimiento de la industria nacional también lo exigiera. El motivo principal fue el de impulsar el progreso y el de ejercer la iniciativa individual. Veamos ahora la secuencia de lo ocurrido.

La Segunda Guerra Mundial, con su crisis general de desabastecimiento motivó la creación de proyectos de política económica favorables al fomento del desarrollo industrial y a la sustitución de importaciones, como factores claves para el despegue económico nacional. Tal cual, ocurrió en el resto del Continente Iberoamericano y también en Venezuela.

La industria siderúrgica fue importante beneficiaria de esas políticas de desarrollo en aquellos países con potencialidades y Venezuela fue parte de esas iniciativas, que contribuyeron a conformar los planteamientos pioneros sobre el desarrollo siderúrgico venezolano registrado a partir de 1945.

Posteriormente, hacia la década de los años 60 el país disponía de abundantes recursos fiscales y el Estado decide dar otro gran impulso al desarrollo de la industria siderúrgica. Dentro del marco de lo que se denominó la *vocación siderúrgica venezolana*, para 1975, se propuso quintuplicar la producción de la Planta Siderúrgica del Orinoco y desarrollar nuevos proyectos, para lograr incrementos mayores de capacidad instalada. La realidad económica, en su desenvolvimiento, fue menor a lo esperado.

Desde entonces, el crecimiento siderúrgico venezolano se ha estabilizado y la capacidad instalada se ha reducido, como consecuencia del cierre de la acería Siemens-Martín de Sidor. El

esfuerzo combinado de los sectores público y privado se dirigió en los años ochenta a desarrollar el complejo productor de hierro de reducción directa (HRD) en Guayana, cuya capacidad actual es una de las mayores mundiales.

El Estado venezolano, como dueño de Sidor, se mantuvo como el mayor productor siderúrgico nacional. Esta situación cambia a comienzos del año 1998, cuando esa empresa pasa a manos del sector privado luego de un proceso de privatización, permaneciendo el Estado como propietario de Ferrominera Orinoco, la única empresa productora estatal de mineral de hierro, a través de la cual es socio minoritario en empresas productoras de HRD.

Al concluir el siglo XX, Venezuela se consolidó como cuarto productor de acero en el Continente Suramericano, y mantiene un alto potencial de recursos energéticos y mineros, fundamentales para lograr un desarrollo siderúrgico futuro de amplias y favorables expectativas para el país en los tiempos por venir.

### **Fábrica Nacional de Cabillas**

En 1946, un grupo de inversionistas venezolanos, entre ellos, Leopoldo Baptista, Martín Pérez Matos y Guillermo Machado Morales, fundaron la *Fábrica Nacional de Cabillas*. Intentaron instalar un horno eléctrico, pero al fallar el suministro de energía eléctrica, cambiaron su objetivo hacia la producción de faroles de hierro.

### **Sivensa**

El estadounidense Miles Sherover promovió inicialmente la idea de instalar una fábrica de cabillas de 50 000 t, pero no consiguió apoyo de los inversionistas. Apoyado por la empresa Mc Kee, de Cleveland, proyectó instalar una planta, con capacidad anual de 15 000 t, utilizando equipo de segunda mano.

Así, surgió la compañía Siderúrgica Venezolana S.A. (SIVENSA), con capital inicial de Bs. 2 millones, registrada en octubre de 1948. Sus fundadores fueron Miles Sherover, Robert

T. Brinsmade, Warren Smith, Oscar Augusto Machado y Carlos Morales. Su objetivo era producir cabillas de acero, alambón, perfiles y otros productos de acero. Instalada en Antímáno, estaba dotada de un horno eléctrico. Su primera colada fue en 1950, y su producción anual alcanzó la cantidad de cinco t. Miles Sherover fue nombrado Presidente. Lo sucedió Oscar Machado Zuloaga, hasta 1959. Ángel Cervini lo reemplazó, hasta 1979. Entre sus gerentes generales estuvo Charles Urruela y Vladimir Levicki como planificador.

Para 1957, la Planta de Antímáno estaba produciendo 65 000 t/a de acero, en cabillas, utilizando maquinarias y equipos obsoletos. Ese año, Sivensa emprendió un programa de desarrollo que inició al adquirir el 50 % de participación en Recuperadora General Venezolana C.A. (Regeveca), que compraba y vendía chatarra metálica en el país.

### **Sindicato del Hierro**

Otros inversionistas venezolanos propusieron montar una planta siderúrgica y explotar una mina de hierro en Guayana. Inició su promoción en 1952 y en junio de 1953 se constituyó bajo la denominación de Sindicato Venezolano del Hierro, integrado por 170 accionistas que aportaron un capital inicial de Bs. 1,7 millones. El Presidente fue el empresario Eugenio Mendoza, junto con Alberto y Gustavo Vollmer, Andrés Boulton, Oscar Augusto Machado M., Oscar Machado Zuloaga. También participaron los doctores Luis Alberto Roncayolo, Antonio Alamo Bartolomé y Pedro Ignacio Aguerrevere. Entre los asesores estuvo el ingeniero Argenis Gamboa Marcano.

El proyecto promovido por el sindicato del hierro tuvo buena recepción inicial por parte del gobierno, pero la prensa recogió opiniones adversas que insinuaban la presencia velada de la US Steel Corp., como un *trasfondo imperialista* detrás de la iniciativa empresarial.

Para la reducción del mineral se recomendó usar el horno eléctrico de cuba baja, al concluir que la adopción del proceso sueco Wiberg-Soderfors era desventajoso.

La Krupp anunció en 1953 que estaba dispuesta a otorgar financiamiento y tecnología para el desarrollo de la industria siderúrgica venezolana. Como consecuencia, se produjeron los informes de empresas alemanas Fried Krupp, 1953 y Eisenbau Essen, 1954. Ambas empresas estudiaron las materias primas locales necesarias y las encontraron aceptables, especialmente en lo referente al mineral de hierro. Estudiaron las formaciones en Naricual y Guasare, pero no encontraron carbones con características apropiadas para producir coque metalúrgico.

## **INDUSTRIA SIDERÚRGICA ESTATAL**

La Junta de Gobierno, 1945-1947, concibió una política para la explotación comercial del mineral de hierro, resultado de la existencia comprobada de yacimientos abundantes en el país y de convenios con empresas norteamericanas, visualizando la idea de desarrollar una industria siderúrgica nacional. Rómulo Betancourt en su libro *Venezuela, Política y Petróleo*, expresa que orientó su política con el objetivo de:

*Estimular el arraigo en el país de las empresas que encontramos, ya en el poder, y orientar sus inversiones de capital fijo de acuerdo con las necesidades generales.*

*Vigilar las utilidades de esas compañías y tomar sobre ellas una participación adecuada y justa.*

*Proceder, sin demora, a crear una industria siderúrgica nacional, agenciada directamente por el Estado, para que no se repita la experiencia negativa del petróleo, exportado en bruto del país durante tantos años.*

El proyecto siderúrgico avanzó en la Corporación Venezolana de Fomento (CVF), que realizó un estudio de factibilidad, partiendo de una planta de reducción directa de mineral de hierro que aprovecharía el gas de yacimiento.

En 1952, una delegación venezolana, integrada por delegados oficiales y empresarios vinculados al sindicato del hierro, asistió a la Reunión de Expertos Latinoamericanos en Hierro y Acero, organizada en Bogotá por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Por Venezuela asistieron Eugenio Mendoza Goiticoa, Alberto Vollmer, Antonio Álamo Bartolomé, Luis Alberto Roncayolo, Argenis Gamboa Marcano, David Lobo y Andrés Germán Otero Espinoza.

Allí se presentó un estudio sobre las posibilidades de la industria siderúrgica latinoamericana, según el cual los costos de producción de acero en los países industrializados eran generalmente más bajos que los de plantas latinoamericanas, Perú y Venezuela fueron la excepción. En el caso venezolano, se estudió una planta hipotética de 300 000 t/a de productos terminados, cuyo costo de producción sería de USD 94, inferior al del acero importado. Tal estudio estimuló a los asistentes a esa reunión.

El Sindicato del Hierro contrató dos anteproyectos, uno con la International Construction Co. de Londres para instalar una planta de acero con capacidad de 135 000 t y 20 000 t de fundición, y otro, con la firma norteamericana Ramseyer and Miller para establecer una planta con capacidad anual para 100 000 t de productos de acero y 20 000 t de tubos de fundición. En adición, el sindicato proyectó la instalación de un laminador de productos planos para transformar una parte en tubos soldados; como ubicación se escogió Matanzas, a orillas del río Orinoco.

El sector oficial, a través de la Oficina de Estudios Especiales de la Presidencia, determinó que la industria siderúrgica sería parte del desarrollo estratégico de las empresas básicas del Estado. Así, se imposibilitó el proyecto del sindicato del hierro, que fue disuelto en diciembre de 1954. El sector privado se limitó al proyecto Sivensa, como una pequeña acería en Caracas, con participación en el mercado de cabillas.

## **EL PROYECTO NACIONAL: LA PLANTA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO**

### **El nuevo ideal nacional**

El gobierno instaurado el 2 de diciembre del año 1952, actuó con la doctrina “*El Nuevo Ideal Nacional*”: aprovechamiento de los recursos naturales y la ubicación geográfica para hacer de Venezuela *una patria cada día más digna, próspera y fuerte*, fundamentada en la transformación del medio físico y la realización de grandes obras, principalmente de infraestructura y de servicios. Así, se planteaba la construcción de complejos industriales, de carácter estratégico, que estarían bajo control estatal.

### **La Oficina de Estudios Especiales (OEE)**

El gobierno creó la *Oficina de Estudios Especiales de la Presidencia de la República*, en agosto de 1953, para realizar estudios y soluciones al tema de las Industrias Básicas, y para ejercer la dirección de grandes proyectos públicos, entre ellos, el establecimiento de la industria siderúrgica nacional. El coronel Luis Felipe Llovera Páez fue nombrado Director. El mayor ingeniero Víctor Maldonado Michelena fue designado Subdirector. Posteriormente, las Naciones Unidas enviaron dos asesores, doctor Marcos Gatica y W. Leighton Corb; luego ingresaron los doctores David Lobo y Octaviano Osorio Luzardo. Se escogió a Ramseyer & Miller como empresa asesora.

La Oficina de Estudios Especiales aprovechó la experiencia del sindicato del hierro sobre el proyecto, coincidiendo en sus planteamientos generales y con algunas de sus recomendaciones. La OEE adelantó las bases para la preparación de los anteproyectos, destacando entre otras las siguientes:

El consumo creciente de productos de acero y la existencia de minerales de hierro en el país hacen inaplazable la creación de la industria siderúrgica nacional.

La siderurgia debe abastecerse, en cuanto sea posible, de materias primas nacionales.

La planta debe planearse con flexibilidad para abastecer parcialmente, en su primera etapa, el consumo interno y luego crecer de manera escalonada. Las exportaciones moderadas serán posibles si se justifican.

La instalación del proyecto siderúrgico es fundamental para la defensa nacional, además del autoabastecimiento del mercado permitirá la producción de insumos para las Fuerzas Armadas Nacionales.

El desarrollo por etapas del proyecto siderúrgico permitirá la formación gradual de personal profesional y obrero.

La industria siderúrgica nacional deberá ser en su género superior a todas las plantas similares en cuanto a rendimiento y adelantos modernos.

La Oficina de Estudios Especiales (OEE) estableció los objetivos generales del proyecto, fijó los parámetros relativos a los sistemas de producción, al tamaño y ubicación de la planta y la mezcla de los productos, que constituyen, en el proyecto definitivo, sus definiciones claves.

### **Selección del proceso de producción**

En la producción de acero, la tecnología mundial predominante era el proceso Alto Horno/ Siemens-Martín; sin embargo, tecnologías emergentes se presentaban como alternativas válidas de producción, tales como los procesos de reducción directa para la producción de hierro esponja y los convertidores al oxígeno LD.

Esta situación real colocaba a planificadores y proyectistas ante la disyuntiva de optar por la selección de tecnologías probadas y comercialmente sólidas, o bien decidir la incorporación de tecnologías en ascenso.

En cuanto a la producción de acero, la OEE se inclinó — tal como lo hizo el Sindicato Venezolano del Hierro —, por los tradicionales hornos Siemens-Martín, proceso responsable hasta ese momento del 87 % de la producción mundial de acero.

### **Hornos eléctricos de cuba baja**

Frente a la opción alto horno, como alternativa se estudiaron los hornos eléctricos de cuba baja, noruegos, para producir arrabio.

La empresa *Elektrokemisk* de Noruega presentó esa alternativa, para lo cual se aprobó la adquisición de hornos, modelo Tysland Hole, con electrodos tipo Soderberg.

Una misión integrada por el mayor Víctor Maldonado y asesores viajó a la planta siderúrgica de Mo-i-Rana, para observar pruebas de funcionamiento. Se informó que se requerían carbones menos exigentes y un consumo menor de energía y de electrodos. Ante los resultados positivos, para la planta de arrabio fue incorporada la *Elektrokemisk*.

### **Capacidad de la planta y distribución de productos**

Se utilizaron datos sobre el mercado, que consideraba la producción de perfiles estructurales, de refuerzos para la industria de la construcción y tubería soldada para la industria petrolera. Por tanto, la planta podría estar entre 100 000 y 150 000 t/a de productos, además de unas 20 000 t/a de tubos sin costura.

La OEE planteó inicialmente la construcción de una planta en tres etapas. La primera, para 180 000 t/a de acero; la segunda, para llegar a 360 000 t/a y la tercera, para alcanzar las 500 000 t/a. Luego, se introdujeron cambios, y se decidió construir simultáneamente la primera y segunda etapas, con lo cual la primera producción alcanzaría las 360 000 t/a de productos, distribuidos así:

<b>Productos</b>	<b>Toneladas/Año</b>
Perfiles livianos L, T, I, U	60 000
Rieles	50 000
Barras, cabillas, alambres y clavos	120 000
Durmientes para ferrocarril	100 000
Tubería y productos de hierro fundido	30 000

### **Desarrollo y ampliaciones (1960-1970)**

En junio de 1960 comenzaron las primeras operaciones de prueba, la primera entregada fue la fábrica de tubos sin costura, de 1100; operó con lingotes importados hasta que concluyó la acería. También se iniciaron las operaciones de la trefilería. Fue necesario importar 20 000 t de coque metalúrgico desde Inglaterra.

La represa de Macagua estaba en fase de construcción avanzada en 1961, lo que garantizaba suficiente energía para los hornos eléctricos de reducción y sus instalaciones.

Para 1961, la situación general del resto de las instalaciones es la que a continuación sigue:

- Planta de sinterización. Obras estructurales del edificio, concluidas. Casi todos los equipos han sido instalados y probados.
- Hornos eléctricos: De los 9 hornos, el N° 1 produjo su primera colada en octubre; el N° 2 produjo su primera colada en diciembre; los hornos N° 3, 4, 5 y 6 estaban en fase de preparación para su arranque. El horno N° 9 sería readaptado al proceso experimental Strategic Udy; también se estudiaba hacer lo mismo con los hornos N° 7 y 8.
- Fundición: El edificio estaba terminado en 65 %, y se avanzaba en la instalación de los hornos eléctricos.
- Acería: Las obras civiles estaban terminadas. El primer horno listo para su arranque en julio de 1962, el resto escalonadamente entraría en producción entre agosto y octubre.
- Trenes de laminación 1100, 800, 500 y 300: Casi totalmente concluidos. Se programa el arranque para el segundo semestre de 1962.
- Trefilería: Se inició con la sección de decapado en septiembre de 1961 y progresivamente entraron en operación las secciones de estirado, galvanización, recocido y alambre de púas.
- Taller de mantenimiento, con 245 máquinas instaladas para la producción.

Fue suscrito un contrato de asesoramiento con la Compañía Koppers.

En enero de 1961 el personal de la planta estaba constituido por 140 obreros y 14 empleados, para un total de 154 personas.

La construcción de la Planta Siderúrgica del Orinoco, según contrato, concluyó en 1962, al producir la primera colada de acero, marcando el inicio de la producción integrada de las instalaciones de la planta.

El Presidente de la República, presidió el acto oficial (9 de julio de 1962), informó que la planta dispondría de una capacidad instalada de 750 000 t de acero para finales de año; que las inversiones sobrepasaban los Bs. 1,2 millardos y, con una nueva inversión marginal, se podría alcanzar la capacidad de un millón de t/a de acero según las exigencias del mercado. La planta tendría una capacidad de expansión hasta dos millones de t/a de acero.

El primero de abril de 1964, se constituyó la CVG Siderúrgica del Orinoco, con capital inicial de Bs. 200 millones. Año y medio más tarde, se denominará SIDOR. El ingeniero Argenis Gamboa Marcano fue designado presidente.

### **Primeras ampliaciones**

El proyecto de la planta siderúrgica contemplaba instalar una línea de tubos de hierro dúctil (tubos centrifugados); el contrato con la empresa Innocenti consideraba ampliar la capacidad de producción de acero crudo hasta un millón de t.

La planta de tubos centrifugados, con capacidad anual de 30 000 t, fue contratada con la firma francesa Pont a Mousson. La construcción comenzó en 1969 con una inversión de Bs. 28 millones, e inaugurada en 1970.

El segundo gran proyecto, dentro del programa de ampliaciones, fue el incremento en la capacidad de producción de acero en lingotes, de 750 000 t/a hasta 1 200 000 t/a, modificando el rendimiento de los hornos e incorporando una planta de oxígeno. Las obras concluyeron en 1972.

### **Planta de productos planos**

La planta de productos planos fue el proyecto que confirió a Sidor una dimensión mayor, al agregar nueva capacidad industrial y diversidad, incorporando nuevos procesos productivos y generando nuevos mercados que atender, añadiendo complejidad a la gestión técnica y administrativa.

En diciembre de 1970, Sidor fue autorizada para contratar con el Consorcio Belga Alemán y con la Wean Industries, la construcción de la planta de productos planos y la línea de estañado, respectivamente. Iniciada en 1971, quedó programado para un año más tarde el inicio de algunas operaciones de producción. Las líneas de estañado y de chapas gruesas entraron en operación en 1973, pero la operación total de la planta de productos planos se logró sólo al año siguiente.

Estimada inicialmente en Bs. 658 millones, la inversión fue revisada para quedar en Bs. 783 millones. Programada inicialmente para 400 000 t, la capacidad de producción fue ampliada hasta 700 000 t. El monto de la inversión en este proyecto alcanzó la suma de Bs. 1,5 millardos.

Para 1971, la planta Sidor tenía una plantilla superior a 2500 trabajadores,

Con la construcción y puesta en marcha de la planta de productos planos de Sidor los venezolanos podían afirmar con orgullo: *al fin tenemos una siderúrgica totalmente integrada.*

### **Período 1980-1990**

La década de los ochenta es un tiempo de avances y de progresos siderúrgicos. Comienza la operación de hornos en la Acería Eléctrica; también, entra en operación la instalación de Colada Continua de Palanquillas y las Laminadoras para Barras y Alambrón.

En 1981, comienza la ampliación de la planta de Productos Planos con los procesos siguientes:

- **Laminación en caliente**, integrada principalmente por un tren laminador cuarto reversible para Producción de Chapas; y
- **Laminación en frío**, por las líneas de decapado, tandem, recocido, temple, corte y tajado de bobinas.
- **Líneas de estañado y cromado** electrolítico para terminar la hojalata.

La planta de Productos Planos entró en operación en 1982.

En 1983, Sidor inicia exportaciones de acero a mayor escala.

Para 1985, la producción nacional de acero supera los 3 millones de t, dándose inicio al plan Sivensa para la instalación de una planta de briquetas y una acería en Guayana.

En 1986 el producto interno bruto no-petrolero creció 3,1 % y, al recuperarse la industria de la construcción, las ventas de productos siderúrgicos de Sivensa subieron a 221 000 t. Se expandió la capacidad de Sidetur en Barquisimeto a 287 000 t y Fior exportó 312 000 t de briquetas. La Corporación Venezolana de Guayana (CVG) produjo y exportó la misma cantidad. En ese mismo año, Sivensa incorpora una nueva empresa, Metalanca, ubicada en Guarenas, planta siderúrgica que producía 30 000 t/a.

También fue contratada una nueva planta de briquetas con Kobe Steel.

Para 1985 Fior ya estaba produciendo 350 000 t/a de briquetas y en 1989 llega a 410 000 t/a.

SIDOR ocupaba una extensión de 2 838 hectáreas, 87 de eran techadas; además disponía de un terminal portuario de 1195 m de longitud con capacidad para seis barcos atracados simultáneamente, de 20 000 t cada uno.

Al darse inicio las operaciones de la acería de Sivensa, en 1989, su división siderúrgica alcanzó una capacidad de producción de acero líquido de 800 000 t/a.

Para esta década estaban operando tanto en Puerto Ordaz (Matanzas), como en otros lugares, talleres con la más moderna

dotación de maquinarias y equipos, así como personal adiestrado, todos con control numérico por computadora y con CAMCAD. Entre otros:

- **Acero Fabricantes C. A. (AFCA):** Instalada en Maracaibo 1959, producía tanques y estructuras de acero.
- **Industrias Metálicas Van Dam:** Instalada en Caracas, 1927, en La Victoria y Puerto Ordaz, producían estructuras de acero.
- **Siderúrgica del Turbio:** Instalada en Barquisimeto, 1972, producía palanquillas y vigas.
- **Siderúrgica del Zulia**

En 1986, Corpozulia propuso instalar una planta siderúrgica y contratar un proyecto con las empresas COSA y Tecnoconsult. Se construiría un ferrocarril con longitud de 110 km desde las minas de carbón de Guasare hasta un puerto carbonero a construir en Maracaibo. El proyecto se asoció con la Shell y otras empresas. El mineral de hierro sería transportado desde Guayana. Se realizaron estudios sobre minería de carbón. El coque sería inicialmente importado.

## **Exportaciones**

Durante este período Sidor intensificó su esfuerzo para exportar productos terminados. A tal efecto, se apoyó en las oficinas de negocios que la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) tenía en el exterior: Estados Unidos, Inglaterra y Hong Kong. Se realizaron varios embarques de tubos a la India.

## **PRIVATIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ESTATAL**

Durante el mandato del Presidente Pérez, 1989-93, se plantea la privatización de Sidor, al incluir en el Plan de la Nación, la privatización de algunas empresas del Estado. Correspondió al gobierno del Presidente Caldera, realizarlo en 1997.

El Fondo de Inversiones de Venezuela (FIV) y la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), fueron encargados de conducir el

proceso de privatización. Se aprobó la transferencia de acciones al Fondo de Inversiones de Venezuela. Se seleccionó la banca de inversión que diseñaría la estrategia de ventas y, además, prepararía el avalúo del precio base de la empresa. Se escogió la firma para preparar el estudio de estrategias y esquemas de negocios para el mayor éxito en la privatización. Otros estudios fueron contratados, como los de asesoría legal, auditoría ambiental, valoración de activos y estudios actuariales.

Luego, fue trazado el modus operandi de privatización de Sidor en base al modelo de enajenación de acciones de la empresa, así: 70 % a ofertar a inversionistas privados, 20 % a los trabajadores y 10 % para venta pública.

También, se planteó desincorporar de la venta algunos activos no-operativos del proyecto inconcluso de la planta siderúrgica y el Tren Grande de Laminación de la Fábrica de Tubos, para conformar una nueva empresa, cuyos accionistas serían la Corporación Venezolana de Guayana y un nuevo socio privado inversionista. De esta alternativa surgió, posteriormente, el Grupo Techint de Argentina como socio mayoritario de TAVSA, la nueva empresa.

En julio de 1996, se presentó al Fondo de Inversiones de Venezuela la recomendación sobre la estrategia a seguir. El FIV, según resolución de ese día, aprobó *vender a Sidor en un solo bloque integrado para su adquisición en acto público por parte de un solo comprador o consorcio, exceptuando la planta de tubos la cual será manejada como un proyecto separado.*

Conforme a la Ley de Privatización, los trabajadores de Sidor tienen derecho a la adquisición de un porcentaje de acciones que fluctúa entre el 10 % y el 20 %. En abril de 1997, el Directorio del FIV aprobó negociar con los trabajadores un Programa de Participación Laboral, discutido con el Comité Negociador. Se aprobó reservar el 20 % de las acciones a los trabajadores, junto con las bases para la venta de esas acciones.

En 1996, el FIV abrió el Registro de Interesados a participar en el proceso de privatización y en 1997 el Fondo de Inversiones

aprobó la solicitud de los grupos de inversionistas. Una vez finalizadas las evaluaciones, el FIV calificó tres consorcios:

Consortio Siderurgia Amazonia Ltd., integrado por Sivensa, HYL SAMEX, Siderar, Usiminas, Hylsa Latin LLC, Techint Engineering Co., Tamsider y Siderúrgica Angostura C. A.

Aceros Orinoco S.A., integrado por CSN. Compañía Siderúrgica Nacional, IMSA Acero, Itabira Rio Doce Company Limited, Compañía de Acero del Pacífico, CSN Aceros, S.A. y CSN Venezuela, S.A.

Consortio Ispat Sidven, B.V., integrado por Ispat International N.V. e Ispat Sidbec, Inc.

En diciembre de 1997, el Consortio Siderurgia Amazonia, LTD., ofreció como valor total la cantidad de USD 2,3 millardos. Resultó ser el ganador, cuyo monto a pagar por el 70 % de las acciones sería la cantidad de USD 1,2 millardos.

Las tres ofertas por el valor total de Sidor fueron las siguientes:

- Consortio Siderurgia Amazonia USD 2,3 millardos
- Aceros del Orinoco S.A. USD 2,2 millardos
- Ispat Sidven, B.V. USD 2,1 millardos

El 27 de enero de 1998 se efectuó el cierre del proceso de privatización, mediante el pago por la empresa ganadora, conjuntamente con la entrega y traspaso de las acciones de Sidor a dicha empresa. El Consortio Amazonia comenzó a operar la Planta Siderúrgica, cuyas instalaciones eran las siguientes:

*Una planta con capacidad de 6,6 Mt/a de pellas.*

*Un complejo de reducción directa con capacidad de 3,6 Mt/a de HRD, integrado por dos plantas Midrex y dos plantas HYL.*

*Una acería y colada continua con una capacidad de 2,4 Mt/a de planchones.*

*Una acería y colada continua con una capacidad de 1,2 Mt/a de palanquillas.*

*Un laminador con capacidad de 2,2 Mt/a de bandas en caliente.*

*Un laminador en frío que incorpora dos líneas de decapado, dos laminadores en frío, dos estaciones de recocido estático, una línea de recocido continuo, tres laminadores de temple y dos líneas de recubrimiento con estaño y cromo.*

*Un tren de barras con capacidad de laminación de 750 000 t/a, barras lisas y pletinas en aceros de calidad comercial y de alta resistencia.*

*Un tren de alambroón con capacidad de 450 000 t/a, de diferentes diámetros.*

La planta siderúrgica que recibió el Consorcio Amazonia incluyó el llamado Complejo Innocenti, conformado por las instalaciones originales, sin uso, como son los hornos de arrabio, la acería Siemens-Martin e instalaciones para laminación de tochos, palanquillas, estructurales, cabillas, alambroón y trefilados. La fábrica de tubos sin costura y su proyecto de ampliación, inconcluso, quedó excluida de la venta y fueron objeto de una privatización por separado.

En 1998, se hizo presente la crisis mundial del acero: la crisis de precios en el mercado internacional, junto con una fuerte disminución de productos de acero en el mercado interno venezolano, ocasionó un grave deterioro económico y financiero, lo cual obligó a Sidor a acelerar los programas de reducción de costos y de personal, a decrecer drásticamente los inventarios y a desfasar su programa de inversiones. Para el año 2000, los resultados económicos y financieros fueron adversos y se prolongaron.

Fue necesario negociar un acuerdo con la banca y con el gobierno venezolano para reestructurar la deuda, logrado a mediados del año 2000. Los accionistas aportarían nuevos fondos por un total de USD 300 millones, los bancos acreedores capitalizarían intereses y extenderían los plazos de amortización de la deuda. Se convino que las empresas proveedoras de electricidad, gas y mineral, concederían financiamiento.

Para el año 2007 comenzaron negociaciones con el gobierno venezolano para recomprar a Sidor y se esperaba que para el año 2008 estuviera finiquitado.

## **Descubrimientos mineros**

A inicios del siglo XX hay una incipiente actividad alrededor de la explotación del mineral de hierro. En 1901 un barco británico transportó mineral de hierro (700 t) de Manoa hasta Baltimore, embarcado por el puerto de Tablas (San Félix).

Entre 1912 y 1914, la Canadian Venezuelan Ore Company extrajo hasta 70 000 t de menas, exportadas hacia Estados Unidos. Finalizada la Primera Guerra Mundial, se aprobaron numerosos títulos de concesiones en el Territorio Delta Amacuro.

En el año 1920 un cazador encontró un trozo de mineral de hierro brillante y de alta calidad en las inmediaciones de El Pao, lo entregó en Ciudad Bolívar al ingeniero italiano Pagliuchi, quien formó una sociedad e hizo el denuncia de la mina.

## **MINERÍA DEL HIERRO**

### **Período 1920 hasta el año 1930**

El segundo descubrimiento de trascendencia, vinculado al anterior de La Represalia, ocurre en 1926, en el Estado Bolívar, cuando Arturo Vera y Simón Piñero, empleado de la firma Boccardo y Cia., encuentran la denominada mina de El Pao. Arturo Vera, intrigado por ciertos fenómenos meteorológicos, exploró un cerro conocido popularmente como El Florero, y recogió muestras que fueron enviadas al exterior.

La exploración de Vera y de otros exploradores venezolanos, con el descubrimiento de afloramientos en El Pao, creó gran expectativa en las empresas siderúrgicas americanas productoras de hierro y acero, surgiendo esperanzas para el futuro económico de Venezuela. Tal hallazgo despertó el interés de los productores.

Como consecuencia, en 1927, Boccardo y Cia. presentó el denuncia minero sobre la mina de El Pao y un año más tarde obtuvo los títulos, que luego, en 1933, traspasa a la compañía norteamericana Bethlehem Steel Company, la cual crea su subsidiaria la Iron Mines Company of Venezuela para explotar dicho yacimiento.

La Bethlehem Steel Co. efectúa el primer estudio de ese yacimiento. La M. A. Hanna Co. adquiere una opción y emprende una exploración, proceso que dura dos años.

En 1930, Guillermo Zuloaga publica su trabajo *The iron deposits of the Sierra de Imataca, Venezuela*. En el año 1934 el mismo geólogo venezolano da a conocer en la Revista del Colegio de Ingenieros su trabajo *Geología de los depósitos de hierro de la Sierra de Imataca*, y en 1939 divulga otro trabajo sobre la exploración efectuada.

También en 1939, Manuel Tello y Guillermo Zuloaga publicaron su *Exploración Preliminar de la Sierra de Imataca*, en la *Revista de Fomento*, Vol. III.

### **Descubrimiento del Cerro Bolívar, en 1947**

El hallazgo y subsiguiente explotación de la mina El Pao marca el inicio de la moderna minería del hierro en Venezuela y es el comienzo de una actividad exploratoria para descubrir nuevos yacimientos en su territorio, particularmente en Guayana.

Así, el Cerro Bolívar, conocido antes como el Cerro La Parida, fue oficialmente descubierto el 4 de abril de 1947, cuando llegan allí los señores Fallke Kihlstedt y Víctor Panlik, exploradores de la US Steel Company.

En abril de 1947, geólogos de la Oliver Iron Mining confirmaron el descubrimiento hecho por Simón Piñero de mineral de hierro en el cerro La Parida (80 km al sur de Ciudad Bolívar), uno de los mas grandes depósitos de mineral de hierro del mundo y el cual, a partir de 1948, es conocido con el nombre de Cerro Bolívar. Otro grupo de geólogos venezolanos dirigido por Gustavo Ascanio y Ernesto Alcaíno, descubrió, en 1949, el depósito de San Isidro, el mayor de todos por sus reservas probadas.

### **Materias primas para la industria del acero**

Desde 1930 y luego por el Ministerio de Minas e Hidrocarburos, a partir 1950, las materias primas necesarias para

la industria del acero fueron estudiadas por geólogos venezolanos con el objeto de determinar la ubicación de cada yacimiento, su disponibilidad y las características de sus minerales.

De acuerdo a los informes disponibles, la logística con las materias primas fue planificada, para 1955, de la manera siguiente:

Mineral de hierro (contenido del 58 % al 62 %), producido por los yacimientos de hematita del Cerro Bolívar, transportado hasta Matanzas por ferrocarril y allí llevado a las trituradoras y molinos. Se requerían 2 Mt/a. Se analizaron muestras de diversos yacimientos y se encontraron los resultados, así:

- El Pao: Fe entre 65,4 y 71,3; Si entre 0,10 y 0,57; S entre 0,01 y 0,118; P entre 0,02 y 0,05.
- Cerro Bolívar: Fe 60,7 y 64,15; Si 0,5 y 2,0; S entre 0,001 y 0,05; P entre 0,10 y 0,18.

Caliza de los afloramientos en la región de Barcelona, Puerto La Cruz, Guanta y Pertigalete fueron estudiados en los grupos Merecure, Santa Anita, Guyuta y las formaciones Chimana, Cantil y Barranquín, posteriormente se estudiaron los de Monagas y los de Punta Cotúa, en la península de Araya. Se requerían 450 000 t/a. Los análisis dieron los resultados siguientes:

- Pertigalete:  $\text{SiO}_2$  1,38;  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  1,38; CaO 53,90; MgO trazas
- Chorrerón:  $\text{SiO}_2$  19,91;  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  4,81; CaO 42,90; MgO neg.

Manganeso de los yacimientos de pirolusita, Upata. Se estudiaron las formaciones bajo la forma de paquetes o cuerpos de menas, llamados lenticulares y se examinaron muestras de los depósitos en Santa Sofía, Santa María y Guacuripia. Se requerían cuarenta mil t anuales. Se obtuvieron los resultados siguientes:

- Santa Sofía: Mn 35,02%; Fe 20,33 %,
- Santa María: Mn 31,11 %; Fe 21,33 %,
- Guacuripia: Mn 53,42; Fe 5,11 %

Se proyectó transportar dichos minerales por ferrocarril hasta el puerto de San Félix, donde sería contratado y construido un terminal. El proyecto no se llevó a cabo.

### **Carbón: Naricual y Guasare**

Esta materia prima ofrecía el principal problema, pues se requería un millón de t anuales de coque metalúrgico, lo cual significaba explotar dos millones de t de carbón por año, aproximadamente y construir una coquería.

Para esa fecha no se habían encontrado yacimientos de carbones venezolanos que cumplieren con las características físicas y químicas requeridas para utilizar en el alto horno: bajo contenido de materias volátiles, azufre, cenizas. Con baja resistencia a la compresión, el coque no podía soportar las grandes cargas que debe tolerar en la columna de un alto horno, sobre todo, utilizando los procesos de coquización empleados en ese momento. Por esta razón, se presentaron limitaciones para la reducción de la hematita. Se realizaron once evaluaciones y pruebas tanto en Venezuela como en el exterior, lo cual obligó a descartar el empleo del alto horno y la adopción del horno eléctrico.

Se evaluaron las tres formaciones de Naricual: Mallorquín, Aragüita y Santa María, sólo esta última reunía condiciones apropiadas para producir coque metalúrgico mediante mezclas con carbón importado. Allí, las reservas fueron evaluadas en un total de 80 Mt explotables sólo por métodos subterráneos.

En 1956 se contrató un proyecto de rehabilitación de la mina con un consorcio internacional constituido por tres empresas: la francesa Societé Europeenne de Prospection Minière (minería), la alemana Rheinstahl (equipos) y una empresa venezolana (edificaciones). Para 1958 se habían practicado dos pozos de hasta 400 metros de profundidad con sus correspondientes máquinas de extracción, construidas galerías y transversales y los sistemas de transporte hasta la boca de la mina. Las obras de minería estuvieron dirigidas por los ingenieros de minas Federico y Samuel Luchsinger.

La instalación de equipos por el ingeniero Herbert Salomon. La inspección por el Ing. de Minas Vicente Novillo.

Dicho carbón tendría que ser mezclado con otros importados, para producir coque utilizable en los hornos; pero la coquería no se llegó a diseñar ni a contratar.

Se proyectó una línea de ferrocarril de Naricual a Guanta, para transportar el carbón y volcarlo a silos, luego descargado a embarcaciones que lo llevarían a Matanzas.

También, fueron evaluados los yacimientos en la Guajira, río Socuy, Cachiri, Guasare, por las empresas alemanas Krupp y Eisenbau Essen, estimándose allí recursos por 2000 Mt, explotables por métodos a cielo abierto, por haber encontrado capas de hasta 13 m de grosor, casi horizontales. Se podía producir coque metalúrgico de buena calidad, también con mezclas de carbones importados.

Con respecto a la adopción de una coquería, se propuso una de tipo horizontal, en vez de la vertical, siguiendo el modelo de las que operaban en Lorena (Francia), donde se utilizan carbones de esa región, cuyas propiedades son similares a los venezolanos.

En julio de 1958 se creó la Comisión para rehabilitar las minas de carbón de Naricual, para resolver los problemas generados con la producción de carbón para la industria siderúrgica. Fueron sus directores Gustavo Rivero Nadal, Jorge Hernández Guzmán y Gonzalo J. Morales.

Las monografías disponibles son abundantes. Las primeras publicaciones sobre este tema fueron en la *Revista de Minas e Hidrocarburos* iniciada en 1951 y el *Boletín de Geología* iniciado el año 1950.

Los geólogos Santiago Aguerrevere y Víctor M. López publican *Geología de la Isla El Gran Roque y sus depósitos de Fosfato* en el Boletín de Geología y Minería. Vol.II, Ministerio de Fomento, 1938. El geólogo Pedro E. Aguerrevere divulga sus *Consideraciones sobre el Hierro de Guayana* en el Bol. Asoc. Geol. Min. Petrol, Tomo II, 1950.

El Ingeniero de Minas Carlos Fernández de Caleyá y Carlos Paradisi publican *Informes varios sobre yacimientos de Carbón de Naricual*. (Período 1943-1946). Archivo de la Dirección Técnica de Geología, M. M. H. El geólogo Clemente González de Juana publica *Investigación sobre depósitos de calizas y arcillas en la región de Barcelona, Guanta y Puerto La Cruz*, Vol. 14, Archivo de la Dirección Técnica de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

Los geólogos J. N. Perfetti y Luis J. Candiales publicaron *Anteproyecto de exploración Geológico-Minera de las Menas Bauxíticas y Manganésíferas del Norte de la Guayana Venezolana*, 1951, Archivo de la Dirección Técnica de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

El geólogo Félix A. Balda C. da a conocer su trabajo *Reconocimiento Geológico minero de un yacimiento de hierro situado en el Distrito Montalbán, Municipio Montalbán del Estado Carabobo*. Caracas, 12 de enero de 1956.

## **LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL MINERAL DE HIERRO**

Desde el siglo XVIII hasta mediados del XX la producción de acero dependió del carbón como elemento reductor. La industria del acero se desarrolló, fundamentalmente, en países que tuviesen carbones apropiados para la metalurgia. Por lo tanto, la disponibilidad de buenos carbones constituyó un factor limitante y su obtención se convirtió en objetivo básico en la metalurgia del hierro, así también el desarrollo de procesos que fueran menos dependientes del carbón.

### **Procesamiento del mineral de hierro en Venezuela**

El desarrollo del procesamiento del mineral de hierro en Venezuela, para su conversión en acero, originó la planta siderúrgica del Orinoco, comenzada en 1956. En adición, se adoptaron diversos procesos modernos de reducción directa.

La producción mundial de acero crudo para el año 2003

fue aproximadamente 945,1 Mt, alrededor del 63 % proveniente de hornos de oxígeno básico (BOF) y 33 % de hornos de arco eléctrico (EAF). El resto de la producción se obtuvo en hornos Siemens-Martin y otros procesos. Los materiales dominantes en la carga primaria para la obtención de acero continúan siendo el arrabio y la chatarra.

### **Nacionalización**

La industria ferrominera venezolana estuvo en poder de las empresas pioneras Iron Mines Company, subsidiaria de la Bethlehem Steel Co., y Orinoco Mining Co., subsidiaria de la US Steel, hasta la fecha de la Nacionalización, el 1º de enero de 1975.

Ese año, el Consejo Siderúrgico Nacional formuló el Plan Siderúrgico Nacional y el Ejecutivo anunció la nacionalización de la Industria Ferrominera. La Ley de Medidas Extraordinarias autorizó que la explotación del mineral esté reservada al Estado, junto con los mecanismos que permitieran tomar posesión de las concesiones en poder de las multinacionales. Se fijan las normas para completarlo: Se reserva al Estado por razones de conveniencia nacional, la industria de la explotación de mineral de hierro.

A partir del 31 de diciembre de 1974, expiraron las concesiones otorgadas por el Ejecutivo Nacional. La Corporación Venezolana de Guayana quedó subrogada para cumplir con los siguientes cometidos públicos:

Asumir el control de las concesiones y ejercer las actividades de la industria.

Expropiar si no se llega a acuerdos de avenimiento, proceder a constituir la empresa o las empresas del Estado necesarias para la explotación de la industria del hierro.

### **Ferrominera Orinoco**

La Corporación Venezolana de Guayana (CVG) realizó todos los trámites de nacionalización, y entre ellos, creó la empresa CVG Ferrominera Orinoco C.A., en diciembre de 1975. A partir

de 1976, Ferrominera inicia su gestión como empresa del Estado, para manejar la totalidad de las reservas de mineral de hierro en el país y como única explotadora de sus yacimientos. Para el año 2007 su Presidente es Radwan Sabbag.

Las reservas probadas y probables que maneja Ferrominera se estimaron en una cifra cercana a los 14,7 Mt. De estas existían para el año 2006, 4,184 millardos de t de reservas probadas, en una proporción de 1,7 Mt de alto tenor y 2,4 Mt de bajo tenor; y 1,7 Mt de probables más 8,711 millardos de t de posibles.

Ferrominera explota los yacimientos, produce un mineral de 44,5 mm, procesado para convertirlo a la granulometría requerida por las plantas (grueso de 64 %-65 %).

### **ARTESANÍA DEL HIERRO Y DEL ACERO durante la colonia**

Se puede revisar el estado de la tecnología existente en esta etapa, a fin de precisar como se desarrolló ese conocimiento en los siguientes tres siglos. La documentación conocida sobre los oficios en ese período es insuficiente, sólo se sabe que una porción importante la desempeñaban los esclavos negros o los pardos libres, quienes se aplicaban a ejercerlos, tales como los de herrería o de fundidor. Los carruajes tenían aros de hierro que podrían tener ese origen, así como también los herrajes para las cabalgaduras y cocheras, las cerraduras y las rejas ornamentales, los grillos y cadenas de las prisiones, al igual que las piezas de fundición para los ingenios de caña.

En adición, los alambiques para producir aguardiente, las fábricas de pólvora, las fábricas de armamento (muy elemental), las curtiembres, los telares, las herramientas para la agricultura, eran también fuente de procesamiento del hierro; en adición, se producían del metal, faroles, cerraduras y llaves.

Este es el principal precedente técnico con el cual se formaron otros técnicos y artesanos en los siglos siguientes.

Se estaban reconociendo los gremios de artesanos. Los diferentes oficios especializados se aprendían practicando

directamente con los especialistas durante el tiempo estipulado para cada maestría. Se suscribían contratos de trabajo documentados.

En 1597 el Capitán Garci González de Silva contrató al herrero Juan Muñoz para que enseñara su arte a un negro esclavo, en el lapso de un año.

El 7 de mayo de 1648 se firmó un contrato de trabajo por Blas Bello, maestro herrero, morador en Barquisimeto, *se obliga a enseñar a Baltasar de los Reyes su oficio de herrero por tiempo de cinco años y se obliga a darle cada año una camisa de lienzo o cañamazo y pasado el dicho tiempo le dará un macho, un martillo, una bigornia y dos pares de tenazas...*

Cuando se funda la Real Compañía Guipuzcoana de Caracas, mejor conocida como la Compañía Guipuzcoana, el 25 de septiembre de 1728, esta empresa construyó un conjunto de edificaciones, las cuales fueron tasadas en 1785 y evaluadas en 1798 por los alarifes, en el de Caracas, entre otros José Gervasio Villanueva, de herrería. En las de La Guaira estaba la llamada tonelería, que fue tasada, entre otros, por el maestro de montajes de artillería y obras de fortificación Juan Antonio de los Reyes y por el maestro herrero José Martín Salcedo. En Puerto Cabello, entre las edificaciones estaban el hospital, la panadería y la herrería. En el justiprecio de la casa de San Felipe, en 1790, figuró el oficial herrero José Francisco Rosales. En el avalúo de la sede de Maracaibo, intervinieron el herrero José Manuel León y el maestro armero Agustín de las Casas.

En el cuaderno de cuentas de la construcción del Convento de Carmelitas en Caracas, en 1736, figura como uno de los artífices el herrero Nicolás de León entre los artesanos.

Sólo para 1753 es posible encontrar una Ordenanza referida a los maestros mayores, albañiles, carpinteros, herreros, en el Archivo Histórico Municipal de Caracas. Y vino a ser J. B. Piñango, Maestro Mayor Alarife de Caracas, quien en 1805 redactó una Instrucción y Régimen para su oficio específico de albañil.

Para 1761, en El Tocuyo, había 58 trapiches e ingenios de

azúcar. En esa fecha había en Trujillo 36 ingenios y trapiches de azúcar; en Guanare, se acusaban ingenios de azúcar, minas de nitrato de potasa, sulfato y cromato de hierro. Refiere Altolaguirre que la producción de Caracas, además de café y tabaco, aumentaba con el funcionamiento de 99 ingenios y trapiches, de los que se obtenía azúcar valorado en 219 628 pesos plata.

Joseph Luis de Cisneros en su *Descripción exacta de la Provincia de Venezuela* presenta, para 1764, un cuadro de la economía del centro del país en el cual describe *cultivo y comercialización de cacao que lo hacen con la Real Compañía de San Phelipe y producción de azúcar blanca y prieta y explotación de las minas de cobre en Aroa y algún oro, lavando las arenas, de un pequeño río de aquel terreno*.

En 1788 el Canónigo Francisco Antonio Uzcátegui fundó en Ejido, de su propio peculio, una Escuela de Artes y Oficios para enseñar carpintería y herrería.

Por ello la Real Cédula de Carlos III *Gracia al Sacar* de 1795, permite la formación de una incipiente clase media urbana formada por artesanos libres. El documento reformista decía: *No sólo el oficio de curtidor, sino también las demás artes y oficios de herrero, sastre, zapatero, carpintero y otras a este modo, son honestos y honrados; el uso de ellos no envilece la familia ni la persona de los que lo ejercen, no los inhabilita para obtener posiciones*. Manuel Pérez Vila investigó el establecimiento de una clase social nueva que es la del artesanado industrial de finales de la colonia. Publicó “*El Artesanado, la formación de una clase media propiamente americana*”.

En 1805, José Manuel Tablante propuso la regularización y reconocimiento de los gremios, que es una continuación de los propósitos sociales y reformistas de la citada Cédula Real de *Gracia al Sacar* de Carlos III, la cual se proponía acabar con el secular estigma hacia el trabajo manual además de formar una nueva clase social cuyo aporte traería desarrollo a América.

En la descripción de las casas del siglo XVIII se indica que

éstas tenían balcones con barandales de hierro forjado, lo cual era escaso por el alto costo del hierro en esos tiempos. Algunos eran bellas piezas del arte de la forja.

También relata James Mudie Spence, para 1871, sobre las cuarenta haciendas de caña de azúcar que había en los valles de Aragua y Carabobo, con sus respectivos trapiches e ingenios, de los cuales tres eran a vapor, veintidós con fuerza hidráulica y quince con tracción de sangre animal.

En su obra *Geografía del poblamiento venezolano en el siglo XIX*, Pedro Cunill Grau cita los 20 trapiches existentes en Mérida para 1875 y 1881, los 50 establecimientos de caña en El Tocuyo y los de Aragua.

Las referencias anteriores significan que al instalarse trapiches en las áreas barquisimetanas, en las de Aragua y en otras regiones, se justificaba la instalación de fundiciones futuras y trabajo para artesanos del área metal-mecánica, tal cual ocurriría posteriormente, entrado el siglo XIX.

En suma, durante el período colonial ya estaban reconocidos y activos en Venezuela oficios relacionados con la ingeniería, incluyendo la herrería y la armería.

Con respecto a las herramientas utilizadas, algunas fueron importadas de España, pero existen actualmente en la Quinta de Anauco, Caracas, yunques, tenazas y otras fabricadas en Venezuela.

La existencia de mineral ferroso era conocido a finales del siglo XVI, pero es a partir de 1724 cuando capuchinos catalanes llegaron a Guayana e iniciaron la producción de hierro, instalando cuatro forjas catalanas en Santa Rosa de Mundo Nuevo.

## **FORMACIÓN DE PERSONAL**

La escasez de profesionales y técnicos experimentados en plantas siderúrgicas, ante la inmediatez del reto de llevar adelante una planta nueva con tales dimensiones, indujo a que en 1954 la Oficina de Estudios Especiales se dirigiera a la Organización de la Naciones Unidas (ONU) para solicitar asesoramiento y asistencia

técnica en la elaboración y posterior ejecución de un programa de entrenamiento para la formación del personal. La ONU encargó dicha misión al general Edmundo Macedo Soares, brasileño y al doctor Marcos Gatica, chileno. Ese año, el gobierno nacional emprendió un programa de 440 becas para jóvenes estudiantes e ingenieros, los primeros para cursar estudios en universidades de Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y España, los segundos a recibir entrenamiento en plantas siderúrgicas como la U.S. Steel (EE.UU) y Bethlehem, Cornigliano y Piombino (Italia) y otras. Asimismo algunos jóvenes recibieron entrenamiento en la planta siderúrgica de Chimbote (Perú) y Volta Redonda en el Brasil.

Empresas petroleras como la Shell y la Creole, mediante acuerdo traspasaron a algunos de sus ingenieros venezolanos al proyecto siderúrgico, entre otros Fernando Mayorca y Gonzalo Morales.

Hacia 1957-1958 comienzan a reintegrarse a la vida útil del país los ingenieros recién graduados. Veamos la nómina de algunos de ellos:

Egresados de universidades tales como Colorado School of Mines y otras en los Estados Unidos regresaron los ingenieros metalúrgicos y de minas Argenis Gamboa, Marcelino Barquin Michelena, Miguel Ángel Contreras, Hector Boet, y algunos ingenieros civiles tales como Pedro y Miguel Márquez Barry, quienes recibieron también entrenamiento en plantas de acero en Pittsburg, de la U. S. Steel y la Bethlehen.

Egresados de Alemania regresaron Oriol Notario Ruiz, Gonzalo J. Morales, quienes recibieron entrenamiento en plantas tales como la Gutehoffnungshuette de Krupp y la Eisenbau Essen. Egresados de Brasil regresaron Arnoldo Maal y Manuel Guevara Pietrini, quienes habían recibido entrenamiento en Volta Redonda. Egresados de Italia regresaron Luis Espinoza Golindano y otros, entrenados en Cornigliano y Piombino.

En 1960, luego de concluir sus estudios en Alemania en la Technische Hochschule Aachen, retornaron Juan Glueksmann,

Franz Georgi C., Joaquin Rivas y regresaron de Inglaterra provenientes de la Universidad Técnica de Loughborough y Bradford University, los ingenieros Humberto Antonorsi, Juan Guilarte E., Francisco González La Greca, Hermann Dittmar, Pablo Useche.

Las Naciones Unidas enviaron posteriormente expertos entre los cuales estaba el especialista inglés en carbón J.J. Gallagher, además se confirmó el contrato con la firma inspectora Ramseyer Miller y con el experto Jack R. Miller.

### **CREACIÓN DE ESCUELAS DE INGENIERÍA: Ingeniería Metalúrgica**

El desarrollo de la industria siderúrgica estaba limitado por la carencia de cursos diversificados de ingeniería en las universidades nacionales y en las escuelas técnicas. Los pocos técnicos y operarios que había eran extranjeros. Había que contratar un número importante de ese personal escaso y, al mismo tiempo, enviar al exterior a venezolanos aptos para ser preparados y entrenados en siderurgia.

En la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, en 1956, el profesor Gonzalo Castro Fariñas fundó el Departamento de *Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales*.

La primera promoción egresa en 1958, conformada por Oswaldo Herrera Malpica, Gregorio Pinto Aguado y José Antonio Palma, luego se graduó Antonio Villasmil.

**En 1961**, el Prof. Castro Fariñas trajo un grupo de profesores de España, para conformar el equipo docente: Sebastián Feliu, Dionisio Siguin, José Montull, José Mouton, con los venezolanos Miguel Ángel Contreras, Marcelino Barquín y Antonio Villasmil. Apoyados por un grupo de técnicos: Juan Bonet, Agustín Serrano y Carlos Eduardo Puche. A finales de ese año, bajo la dirección del Dr. Carlos Raul Villanueva, se realizó el diseño de los Laboratorios de Metalurgia y la construcción del nuevo edificio sede de la futura escuela de ingeniería metalúrgica.

**En 1962**, los egresados fueron: Alfredo Álvarez, Enrique Briceño, Juan Carlos Gómez y Elio Márquez. En ese año es profesor de la Escuela, de la Universidad de Virginia EUA, el Dr. Nicolás Cabrera Sánchez, candidato al premio Nobel de Física.

**En el año 1967**, se separa el departamento de ingeniería metalúrgica de la escuela de geología y minas. El jefe del departamento, Prof. Juan Carlos Gómez, reporta directamente al decano de la Facultad de Ingeniería, Dr. Héctor Isava. Todo esto fue un paso previo para transformar el Departamento en Escuela.

El 14 de mayo de **1969**, se reinician los estudios de ingeniería metalúrgica como tal, y el 16 de septiembre es designado el Prof. Gonzalo Castro Fariñas como jefe encargado (ad honorem) del Departamento.

El 9 de octubre de 1972, el departamento de metalurgia fue transformado en Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales de la U.C.V., siendo su primer director el Prof. Julio César Ohep. Luego fue dotada con dos edificios modernos, biblioteca y excelentes instalaciones, 21 laboratorios y 7 centros de investigación.

**En 1974**, Sidor contribuyó a su expansión. El Ing. José Ignacio Casal, Ministro de Fomento, promueve crear un fondo para construir la nueva sede. Con los profesores: Julio Cesar Ohep, José Manuel Pastrana y Carlos León Sucre, se consigue: Que el Consejo Universitario cediera un terreno dentro de la Ciudad Universitaria; licitar un proyecto arquitectónico y recursos para cubrir los costos que representa la construcción de los dos edificios. Aporta el Ministerio de Desarrollo Urbano, y contribuyen las empresas: CVG-Sidor, Sivensa, Sidetur, Metaltubos, Cerámicas Carabobo, Conduven, Indumet, Tubos Armco, SH Fundiciones, Intraco, Cabel, Metalúrgica Andina, Aga Venezolana, Vicson, Masolva, Inos; apoya el Consejo Siderúrgico Nacional, la Fundación Pacífico y la Asociación de Industriales Metalúrgicos y de Minería.

El 18 de agosto de 1982, comenzó la construcción de la nueva sede. El Prof. Leopoldo Finol coordinó la construcción y

consecución de nuevos recursos.

En agosto de 1987, culmina la construcción de los dos nuevos edificios sede, y en octubre se reinician las actividades académicas y administrativas. Desde su fundación han sido directores de la Escuela: Julio César Ohep, José Manuel Pastrana, Carlos León Sucre, Alwinson Querales, Milton Bujoza, Mariana Staia, Vicente Ignoto, Andoni Ichaso, Luis E. Chacón R., Vicente Ignoto, Anna Di Prinzio, José Balbino León, Sonia Camero.

Posteriormente, fueron creados los departamentos de Estudios Metalúrgicos en la Universidad Simón Bolívar y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas del IVIC.

Se hizo necesario crear y estimular las carreras de ingeniería metalúrgica, minas, mecánica y eléctrica, así como también la ingeniería de minas<sup>1</sup> tanto en la Universidad Central de Venezuela como en otras universidades, en el Zulia, Oriente, Los Andes y Carabobo. En todas ellas hay ahora núcleos importantes de investigación metalúrgica y se llevan a cabo posgrados.

### **OTRAS ESCUELAS DE INGENIERÍA: Ingeniería Mecánica**

El Departamento de ingeniería mecánica en la Facultad de Ingeniería de la UCV se fundó en 1955-56. El doctor Miguel Ángel Rivas, fue nombrado su director, con un grupo de profesores venezolanos y extranjeros, entre otros J.J Páez Maya, José Ladislao Andara, Mauricio Casanova, Zsigmund Bogusz, José R. Castillo Núñez, Iván Fenyés, Jacob Seib, Francisco Egloff. Lo reemplaza el ingeniero Jaime Wahnnon Pinto. Otros directores, fueron Jacob Seib, Eduardo Roche Lander, José Ramón Castillo Núñez, Julio Zambrano, César Ferrer. Para 2008 es María de los Angeles Prato.

Este Departamento fue dotado de laboratorios y talleres con docentes de amplia experiencia práctica en la industria. En octubre de 1958 fue convertido en Escuela de Ingeniería Mecánica. Para 1964, se construyó un edificio moderno, con laboratorios

---

<sup>1</sup> El primer egresado fue Heriberto Sue. Promoción (1958).

ampliados y talleres dotados con maquinarias, equipamiento e instrumentación.

Posteriormente, fueron creadas escuelas similares en otras universidades, tales como en la Universidad del Zulia, Escuela de Metalurgia; Universidad Simón Bolívar, Ciencia de los Materiales; y Universidad de Carabobo. También se crearon escuelas de Ingeniería Industrial.

En 1962 se decretó el Instituto Politécnico Superior, con sede en Barquisimeto, para graduar tecnólogos en las áreas de metalurgia, mecánica, química y eléctrica. Su Director fue el Ing. César Quintini. Para 1979 éste se convirtió en Instituto Universitario Politécnico, otorgando el título de ingeniero luego de cinco años de estudios. En 1971 se decretó la creación del Instituto Universitario Politécnico de Guayana para fortalecer el Politécnico de Barquisimeto, el de Guayana y el de Caracas, creado en 1974. En el año 1973 fue fundado el Instituto Nacional Politécnico Luis Caballero Mejías.

## **CENTROS DE INVESTIGACIÓN**

Centro de Investigaciones sobre el Carbón (CICACI). Creado en 1976, Maracaibo. Su primer director fue el Ing. E. Bracho.

Centro de Investigaciones de Sidor. Creado en 1976. Su primer director fue el Ing. Julian Jatem. Posteriormente fue el Ing. Oscar Dam.

Instituto de Materiales de la Universidad Simón Bolívar, Caracas.

## **Escuelas técnicas**

La Escuela Técnica Industrial, creada por el Ministerio de Educación Nacional en 1947, para formar técnicos en cursos de seis años y peritos, en cuatro años. Dotada de laboratorios y talleres, incluido un cubilote, disponía de profesores y jefes de taller con experiencia práctica. Luis Caballero Mejías su primer director. Posteriormente, fueron Directores los ingenieros Juan Jones Parra, Rafael Tudela y Pedro E. Guerra.

A partir de 1964, se crearon escuelas técnicas similares en otras ciudades tales como Maracaibo, San Cristóbal, Cabimas y Barinas.

### **Artesanos y capataces**

Algunos fueron formados en el Instituto Nacional de Capacitación Educativa (INCE), creado en 1959 por iniciativa del educador Luis Beltrán Prieto Figueroa. El doctor Oscar Palacios Herrera fue su presidente fundador. Otros directores fueron los ingenieros César Quintíni R., Alvaro Aranguibel y Julio C. Casas.

El INCE impartía cursos de corta duración para formar albañiles, electricistas, soldadores, carpinteros, que eran financiados por la empresa privada de acuerdo a una ley especial. Las empresas enviaban a sus obreros allí a recibir entrenamiento.

### **Escuelas y talleres**

Las compañías petroleras y algunas empresas industriales tenían escuelas con talleres para formar y capacitar a su propio personal. Así, seguían la costumbre utilizada en Europa y Estados Unidos.

### **Sociedad de ingenieros metalúrgicos y mineros**

Creada en 1964. Sus primeros presidentes fueron: Celestino Armas, Álvaro de Castro, José Ignacio Casal.

## **CONGRESOS DE METALURGIA Y MINERIA**

En los diversos y variados congresos de ingeniería, celebrados a partir de 1959, los temas relacionados con la minería, metalurgia y siderurgia fueron ampliamente considerados. Las múltiples reuniones efectuadas anualmente en ciudades venezolanas, con la asistencia de expertos extranjeros invitados, ofrecieron a los profesionales la oportunidad de publicar y discutir sus trabajos.

El Primer Foro sobre Minería y Metalurgia se efectuó en 1968, en Caracas, conjuntamente por la Sociedad de Ingenieros mencionada y la Asociación AIMM. Allí se consideraron y

debatieron los temas más importantes del momento.

El Primer Congreso se efectuó en 1971, en Caracas. Allí se consideraron y debatieron, de nuevo, los temas más importantes del momento. Luego vinieron:

Las III Jornadas Venezolanas de Minería y Metalurgia realizadas en Caracas, el 24-27 de noviembre de 1974.

El Latin American Iron & Steel Congress, promovido por ILAFA, efectuado en Caracas, el 15 octubre de 1974.

El Simposio sobre Hornos Eléctricos, efectuado en Caracas, en 1978.

El II Congreso Minero-Metalúrgico Nacional, realizado en Maracaibo y promovido por Corpuzulia, el 28 -31 de octubre de 1981.

El I Simposio Venezolano sobre la Industria Carbonífera, realizado en San Cristóbal, del 5- 7 de diciembre de 1985.

### **Empresas de ingeniería**

**En la consultoría:** Durante estos años, grupos de ingenieros venezolanos intensificaron las iniciativas para crear nuevas empresas de ingeniería, capaces de emprender estudios y proyectos de mediana envergadura, tales como: Tecnoconsult, Servicios Industriales Suramericanos, Otepi, Micca, Vepica, Marshall & Asociados y otras.

**En la construcción:** Edifica C. A., Lustgarten y Asociados, Precomprimido, Guinand Brillembourg.

**También operaban las empresas extranjeras:** United Engineers, Kaiser Engineers, Bechtel, Fluor Engineers, Odebrecht, Dragados y Construcciones, Techint.

### **Estado del Arte en la siderurgia mundial**

La industria siderúrgica mundial se ha transformado en los últimos cincuenta años, incorporando nuevos procesos y produciendo una multiplicidad de productos nuevos. La evolución ha sido impactante en nuevos procesos de reducción directa y el

incremento en la producción de acero en horno eléctrico (EAF), así como la instalación de plantas nuevas en países tales como Qatar. El proceso Siemens-Martin se ha reducido al igual que el alto horno. Los carbones no coquizables se utilizan en procesos de reducción directa y el lavado de carbones para eliminar impurezas, tales como el azufre, permite utilizar una gama mayor de carbones.

El alto horno continuará como proceso principal de producción del metal fundido por muchos años en el futuro. Durante los últimos 40 años la proporción de producción de acero por EAF ha experimentado un crecimiento sostenido.

La chatarra, conjuntamente con los metales no-ferrosos que la acompañan y los componentes no-metálicos, muestra una composición muy variada. Por eso, considerando los altos costos de inversión, y por motivos ecológicos, se llevan a cabo numerosas investigaciones con el objeto de desarrollar nuevos métodos de producción de acero.

La industria siderúrgica mundial colabora en la lucha contra la contaminación, especialmente la del aire. Las empresas tendrán que invertir fuertes sumas de dinero tanto para apoyar la investigación como en la solución.

La investigación y la innovación en la siderurgia es constante y se lleva a cabo en universidades, instituciones especializadas y laboratorios de muchos países, tales como la Technische Hochschule Aachen, Alemania; University of Pittsburg, EE.UU; Carnegie Mellon University, EE.UU; University College, England; Imperial College of Science & Technology, Londres; University of Sheffield, England. También en Institutos de investigación, como Battelle Memorial Institute, Columbus, Ohio

### **Instituciones empresariales**

United Kingdom Steel Association, Iron & Steel Federation, British Iron & Steel Federation (BISF), National Federation of Iron & Steel Manufacturers (NFISM), European Confederation of Iron & Steel Industries, German Iron & Steel Institute (VDEh), Verein

Deutsche Eisenhuettenleute, Dusseldorf, Iron & Steel Institute, USA, Association for Iron & Steel Technology, EE.UU, American Iron & Steel Institute, Instituto Latinoamericano del Fierro y Acero (ILAFA), Santiago de Chile, Cámara Nacional de la Industria del Hierro y Acero, México, Iron & Steel Institute of Japan, South African Iron & Steel Institute

## **Estado del arte en la siderurgia nacional**

### **Universidades**

Universidad Central de Venezuela: (Hay siete centros de investigación sobre metalurgia).

Universidad Simón Bolívar, Universidad del Zulia, Instituto Politécnico de Guayana

### **Institutos de investigación**

**Fundación Instituto de Ingeniería:** Ubicado en Sartenejas, Baruta, consta de múltiples laboratorios bien dotados de equipos y de personal. Asesora regularmente a la industria nacional. Su dirección está a cargo de la Dra. María Helena Fernández.

### **Instituto Venezolano de Siderurgia (IVES)**

El Instituto Venezolano de Siderurgia -IVES- fundado en 1982; Su Presidente es el Ing. Nicolás Izquierdo; Vicepresidente Ing. Angel Barreto. Secretario General es el Ing. Carlos Vargas. Creado con la finalidad de apoyar al sector siderúrgico nacional. Recopila informaciones sobre asuntos siderúrgicos, fomenta las relaciones de empresas siderúrgicas y ferromineras, impulsa políticas públicas que faciliten la expansión de la actividad económica general. Provee acceso a los organismos internacionales.

**El Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero – ILAFA-**, fue fundado en el año 1959 en Santiago de Chile. Está reconocido como organismo internacional no gubernamental, por parte del Gobierno de la República de Chile, país sede de la Secretaría General y como organismo consultor especial, por las Naciones

Unidas. Presidente: Roberto de Andraca, 1er. Vicepresidente: Oscar Augusto Machado. Secretario General: Guillermo Moreno. Directores Venezuela: Oscar Augusto Machado, Ricardo Proserpi, Teodardo Porras, Radwan Sabbagh. Secretario Regional Venezuela: Jóvito Martínez Guarda.

### **Resultados y realizaciones**

El Proceso Arex para la reducción directa del mineral de hierro. Investigación sobre fatiga de aceros en la UCV. El proceso Finmet para la reducción directa. Se han solicitado numerosas patentes.

### **LA PRODUCCIÓN MUNDIAL**

El International Iron and Steel Institute (IISI) anunció que la producción mundial de acero crudo alcanzó la cantidad de 1 343,5 millones de t métricas para el año 2007. Esto es un incremento de 7,5 % por sobre el de 2006. Este total representa el mayor nivel de producción de acero crudo en la historia. 2006 es también el tercer año consecutivo en el cual la producción de acero crudo ha estado por sobre mil Mt.

Es imperativo hacer referencia al crecimiento económico de China, con sus más de ochocientas siderúrgicas y su producción de acero. El año 2005 produjo 349 Mt, con crecimiento de 22,2 por ciento anual.

Produce sorpresa observar que los grandes nombres en la producción de la industria del acero que figuraban desde mediados del siglo XIX hasta mediados del siglo XX en Europa y Estados Unidos, han desaparecido o están disminuidos y reemplazados por nombres nuevos del Asia y de América. Tales son los casos de Krupp Rheinhausen, Thyssen, Mannesmann, United States Steel, Bethlehem, y en su lugar están Tata, Mittal, Nippón, Posco, Nucor, Shandong, Baosteel. Igualmente, entre los diez grandes productores mundiales están países nuevos como Sur Corea y Brasil. Es un ejemplo de la dinámica en la economía mundial, a la cual ninguno puede escapar.

### **Museos técnicos**

Cuando se visitan los museos técnicos de países extranjeros, puede advertirse la inmensa importancia que allí se otorga a los desarrollos metalúrgicos. En todos los museos técnicos hay secciones muy completas sobre la metalurgia del hierro y el acero.

El Deutsches Museum de Munich, con una excelente colección de maquetas sobre diversos procesos de la producción de hierro y acero, desde los tiempos medioevales. El Musée de Arts et Métiers de París, donde igualmente hay excelentes exposiciones tanto de hierro y acero como de minería. También hay colecciones importantes en el Museo de Ciencias de Londres, el Museo de Ciencia y Tecnología de Estocolmo, el Museo Técnico de Viena y el Museo de Producción de Chicago.

### **La Metalurgia en Venezuela: Ministerio de Minas e Hidrocarburos**

Creado en 1951, en los años 1980 se convirtió en Ministerio de Energía y Minas, en los años 2000 se transformó en Ministerio de Petróleo y Minas. Para 2007 está también el Ministerio de Industrias Básicas y Minería (MIBAN). Del mismo depende el Instituto Nacional de Minería.

### **Asociación de Industriales Metalúrgicos y de la Minería de Venezuela (AIMM)**

Ejerce su representación ante el Gobierno Nacional. Organiza foros, conferencias, seminarios regularmente. Desde 1974 publica regularmente la revista *Venezuela Metalúrgica y Minera*, órgano divulgativo de la AIMM.

Organización empresarial muy activa, que agrupa alrededor de doscientos setenta empresas. La AIMM organiza regularmente, con frecuencia anual, una exposición industrial, donde se exhiben las más modernas maquinarias y equipos de fabricación internacional. En la misma se presentan conferencias y exposiciones a cargo de expertos.

## **Metrología y Normas**

Hasta entrados los años 60 en Venezuela eran escasas las normas nacionales; se seguían las normas americanas y las del VDI. Las compañías petroleras seguían, entre otras, las de API, AWS y ASME, ASTM para materiales en general.

El Ministerio de Obras Públicas continuó, en los años 60, la adopción de normas venezolanas de construcción, de electrificación y otras, seguida por la Electricidad de Caracas que preparó las de electrificación en viviendas y luego CADAFE.

Desde 1959, el Ministerio de Fomento creó la Oficina de Metrología y luego la de normas, su jefe fue el Ing. E. De Colubi y el Ministerio de Sanidad la oficina de control de alimentos, que se ocupaba de normalizar el control de calidad en los alimentos.

Eventualmente se impusieron normas de calidad para el acero, por SIDOR. En los años 80, cuando se construyó el Metro de Caracas, se adoptó las normas francesas.

## **Equipos y maquinarias**

Fueron pocos los requerimientos de esta índole en la primera mitad del siglo XIX. La primera importadora de maquinarias en 1848 y la primera ferretería en 1851, hacen notoria esa necesidad.

Hacia 1870 llegaron las primeras maquinarias para las construcciones civiles. Al iniciar su operación los ferrocarriles, se instalaron los primeros talleres de reparaciones, y también comenzaron a llegar las primeras máquinas e instrumentos para la industria. Seguramente, europeas por la relación con los campos técnicos que habían desarrollado esos países: Inglaterra y Alemania, en especial. Deben haber sido cantidades pequeñas.

Es muy entrado el siglo XX cuando se establecieron empresas dedicadas a la importación y venta de maquinarias e instrumentos para la incipiente industria nacional.

Hasta 1940 fueron en especial equipos y maquinarias de origen inglés o alemán, pocas americanas o de otros países. A partir de 1946 comenzaron a imponerse las de Estados Unidos.

Las italianas comenzaron a ingresar hacia 1950. Luego, en 1960 las de procedencia checa, japonesa o española entraban al país y se aceptaban, aquellas por su excelente calidad y las últimas, por sus bajos precios. A partir de 1970 surgió una gran competencia entre unas y otras y se agregaron las de origen australiano y brasileño.

Las extensas y constantes exposiciones industriales efectuadas en Caracas y otras ciudades así lo demostraron. Era costumbre enviar jóvenes venezolanos a entrenarse en las casas matrices.

Para 1950 estaban instaladas empresas importadoras y vendedoras, tales como Brazzoduro, Ferrum, Ortiz & Mejía, Sánchez & Cia, SAVER Guinand y otras, con personal técnico extranjero y venezolano entrenado.

### **Documentación técnica**

Tanto en la Biblioteca Central de la Universidad Central de Venezuela, como en la de la Facultad de Ingeniería o la de Arquitectura, y en los Departamentos es posible consultar publicaciones periódicas, textos especializados nacionales como también internacionales. Asimismo, en la Biblioteca Nacional, en la biblioteca del Colegio de Ingenieros de Venezuela, en la de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, en la de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

### **EPÍLOGO EL FUTURO: SIGLO XXI**

Venezuela ofrece características apropiadas y ventajosas para desarrollar plenamente la explotación de sus múltiples recursos mineros y, por ende, metalúrgicos: ha conformado un sistema moderno de formación de personal, tanto de ingenieros y de técnicos, como de instituciones de investigación, el cual debe ser enfatizado, estimulado e intensificado. Se refleja en el número formado en las cuarenta y cuatro universidades, públicas y privadas, que gradúan ingenieros. Se realizan cursos de posgrado, incluyendo maestrías y doctorados; algunos por convenio con universidades extranjeras.

De igual manera, se cursan estudios técnico-prácticos en las escuelas técnicas.

En particular, el sector sidero-metalmecánica ha recibido gran atención y, de continuar esa política, Venezuela podría ocupar un lugar prominente como país de estructura metalúrgica sólida en el próximo futuro.

La industria metal-mecánica y siderúrgica venezolana ha demostrado siempre una gran vitalidad y dinamismo. En todos sus sectores: calderería, estructuras metálicas, tuberías y válvulas y conexiones posee una amplia capacidad instalada y tiene una producción anual importante, aunque no trabaja a plena capacidad.

De acuerdo a informaciones de la AIMM el sector sidero-metalmecánica está conformado por unas 1200 empresas y talleres, de los cuales AIMM evaluó unos 300 y analiza la situación actual, para 2007, de la forma siguiente:

El sector de calderería está integrada por cuarenta empresas, cuya capacidad total es de 475 000 t/a. Dispone de 2150 trabajadores y genera 5500 empleos indirectos.

El sector de estructuras metálicas está integrada por cincuenta empresas, cuya capacidad total está distribuida así: grandes 10 000 t métricas por año; medias entre 3 000 y 10 000 t/a; pequeñas hasta 3000 t/a. El total general es de 180 000 t/a. Dispone de 3700 trabajadores, 7500 directos y genera 20 000 empleos indirectos.

El sector de válvulas y conexiones está integrada por unas quince empresas, cuya capacidad total es de 45 000 t/a. Tiene disponibilidad de exportación.

El sector de tuberías está especializado en la de hidrocarburos.

La producción de hierro de reducción directa y briquetas alcanzó la cifra de 4,46 Mt, en comparación con 3,65 Mt producidas para el mismo período en 2004, o sea un crecimiento de 20,8 %. La incorporación de la nueva empresa Matesi (anteriormente Posven) y el aumento sostenido de la producción de Orinoco Iron fueron fundamentales para el comportamiento del parque reductor venezolano. Las exportaciones crecieron un 18,9 % al elevarse

a 1,08 Mt. Los despachos al mercado local fueron de 1,03 Mt.

Ferrominera Orinoco produce de 18 a 20 Mt de mineral de hierro. Para los primeros diez meses de 2004, la producción de mineral de hierro fue de 16 Mt; y los pre-reducidos fueron 6 Mt.

Ferrominera Orinoco registró un aumento del 30,5 % en su producción, al pasar de 2,5 millones de t en el año 2004 a 3,3 millones de t en el primer trimestre del año 2005. Sin embargo, hubo un desajuste en su valor de venta, el precio en el mercado internacional estaba a USD 40 y Sidor vendió la tonelada en USD 18.

En lo referente a reducción directa, en 2005 Orinoco Iron incorporó por primera vez sus cuatro trenes de producción. Al cierre del ejercicio fiscal de ese año, la producción habría alcanzado 2,2 Mt.

Para el año 2005 la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) proyectaba producir 4,4 Mt; el Complejo Siderúrgico de Guayana (COMSIGUA) cerró 2004 con una producción de 1,2 Mt. Para abril de 2005 Sidor puso en funcionamiento una nueva línea de terminación de laminado en caliente para bobinas, denominado Skin Passen, especial para cubrir la demanda de la industria automotriz. Su capacidad instalada es de 600 000 t/a.

Las empresas ensambladoras, tales como General Motors Venezolana, anunciaron que invertirían US \$ 20 millones en el año 2005, para producir 500 vehículos diarios.

En lo referente a empleo, la cadena sidero-metalmeccánica daba, para 2004, 60 000 empleos directos, pero con los planes anunciados se generarían 170 000 puestos de trabajo.

Debe intensificarse la producción de hierro de reducción directa y briquetas, lo cual generaría un buen basamento para aumentar la producción nacional de acero y la posibilidad de exportación a los grandes productores internacionales. Todavía está pendiente el proyecto de instalación de una planta para aleaciones especiales.

En cuanto a precios, las mejoras en las demandas interna y externa, unido a la optimización de precios, han hecho que los

precios internacionales fluctúen en torno a USD 500, lo cual ha afectado favorablemente a las empresas productoras de briquetas locales, tales como Comsigua, Venprecar, Oppco y Matesi (Antes Posven).

### **EL IMPACTO: resultados de la creación de esta industria**

Primero: fue técnico e intensificó el acervo técnico del país.

Segundo: incrementó las fuentes de trabajo permanentes.

Tercero: disminuyeron las importaciones de acero, lo cual generó un ahorro considerable en las divisas.

Cuarto: permitió la creación de otras industrias dependientes de ésta.

Quinto: generó exportaciones.

Sexto: estimuló la creación de otras escuelas dentro de la Facultad de Ingeniería, así como también las escuelas técnicas y artesanales.

Séptimo: generó el comienzo del desarrollo de Guayana.

Octavo: impulsó la industria de hierro de reducción directa que permitió a Venezuela estar en el tope mundial de productores.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Martínez Guarda J. *Crónicas de la CVG: notas La Corporación (Ferrominera del Orinoco)*/ Caracas: <s.n.>, 1993.
- \_\_\_\_\_.: *Historia de la Siderurgia Latinoamericana* / 1a. ed.- Santiago, Chile: Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero, 2002. 262 p.: il.; 26 cm.
- Martín B C, Bellizzia A. *Materias primas en relación con la industria del hierro en Venezuela* En: Boletín de Geología. Caracas, Ministerio de Energía y Minas, Dirección General Sectorial de Minas y Geología, Vol. 3, No. 7, 1953. p. 78-92

- Morales G (Ingeniero). *Análisis y Pruebas efectuadas con los carbones de Naricual*. En: 3er Cong Geol Venezolano, Caracas, 1959.
- Siderúrgica del Orinoco. *Exposición de motivos: plantas de laminación de productos planos. Planta de laminación de productos planos*. [s.n.], Caracas, Venezuela. entre 1960 y 1970]. 20 h. :cuadros ;26 cm.
- *La Historia del hierro* / <Caracas>: Sidor, impresión de 1992. 80 p.: il. col.; 21 cm. Incluye bibliografía y glosario. Otros autores: Contreras Herrera, Helena.
- \_\_\_\_\_.: *Planta Siderúrgica del Orinoco: descripción de las instalaciones*. El Instituto, Caracas, Venezuela. [1960]. [15] h.: ilus.; 28 cm. Mapas. Láminas.
- *Puertas abiertas: Sivensa a 40 años de la primera colada, 1950-1990*/ Caracas. Ex Libris, 1991. 168 p.: il. col.; 33 cm.



# **REFLEXIONES SOBRE LA FORMACIÓN DE NUEVOS INGENIEROS EN VENEZUELA**

**(un punto de vista estrictamente docente)**

Acad. Asdrúbal Romero Mujica  
Sillón VI

## **1. Introducción**

La decisión de la Junta de Individuos de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) de publicar, con motivo de la conmemoración de su décimo aniversario, un libro con el sugerente título “Entre Siglo y Siglo”, la he interpretado como una oportunidad que tenemos los Académicos para hablarles al país, sobre cómo visualizamos la evolución de nuestro quehacer colectivo en el campo específico de nuestra mayor competencia. ¿Qué mejor tema podía yo escoger que no fuera el de la formación de ingenieros, actividad a la cual le he dedicado la mayor parte de mi vida profesional? Además, un tema sobre el que siento una inquietante preocupación como, aspiro, se reflejará en este aporte monográfico con el cual pretendo: sembrar una semilla de inquietud que sirva de catalizadora a los fines de reactivar, en el país, el debate sobre la necesidad de hacerle un seguimiento a la calidad con la que se están formando los ingenieros que recién egresan de las diversas instituciones de Educación Superior.

Les confieso que comencé a escribir dejando fluir espontáneamente mis ideas que, progresivamente, fui organizándolas dentro de un esquema. Cuando tuve lista la primera versión, un académico a quien le suministré el texto para que me hiciera observaciones y recomendaciones, me dijo –con sumo tino– que

había abordado la problemática que planteaba únicamente desde el punto de vista de un profesor universitario. ¿Y los usuarios? Reconvertí su interrogante en una de más profundo aliento: ¿Se están formando en Venezuela los ingenieros que el país requiere para su desarrollo? Una interrogante a la que es muy difícil darle respuesta; por cuanto ella está planteada en términos de la pertinencia social. La apelación a este criterio, puesto tan en boga en los últimos veinte años por los estudiosos de la Educación Superior, requiere de la concertación de esfuerzos por parte del sector productivo y el Estado tendiente a la definición de un perfil en las diversas ramas de “ese ingeniero” que necesita el país. De mi experiencia por más de treinta años como profesor de ingeniería en una universidad nacional autónoma, tanto a nivel de pregrado como de posgrado, y de haber sido autoridad universitaria por un lapso de ocho años<sup>1</sup>, puedo señalar que ese ámbito de concertación nunca se ha concretado y que, en consecuencia: las diversas escuelas de ingeniería en el país se han orientado para la conformación y actualización de sus planes de estudios por las dinámicas evolutivas globales en sus respectivos campos del conocimiento. Esto no quiere decir que no sea factible señalar casos específicos, donde ciertos cambios curriculares hayan sido inspirados por un criterio de adaptación a la realidad venezolana, pero, aun en estos casos, la iniciativa ha partido de las mismas comunidades docentes, más en respuesta a sus propias experiencias de desempeño profesional externo que a proposiciones venidas de los distintos sectores usuarios.

En virtud de lo anteriormente expresado, debo dejar bien en claro que no he pretendido, como alcance a este breve ensayo, el producir una respuesta que tome en cuenta el nivel de satisfacción o insatisfacción de los empleadores de los ingenieros egresados en las cohortes más recientes. Reconozco que no puedo apelar a lo que debería ser el supremo criterio para el discernimiento sobre su calidad, básicamente, porque no existen suficientes elementos

---

<sup>1</sup> El autor es profesor jubilado de la Universidad de Carabobo, fue Vicerrector Administrativo de esa casa de estudios en el lapso 92-96 y Rector en el 96-00.

de información al respecto. Pero ello, no puede constituirse en factor disuasivo para no señalar un conjunto de aspectos, fundamentalmente organizacionales en lo académico, que pudieran estar contribuyendo a crear una nueva realidad en cuanto a la formación de ingenieros en Venezuela. Muchas veces ocurre que al abordar el tratamiento de una determinada problemática que intuitivamente percibimos, el no poder hacerlo de conformidad con el criterio de moda -o para no parecer peyorativos: el criterio cúspide dentro de una pirámide jerárquica de factores a evaluar- nos desalienta y desincentiva a expresar cuestiones básicas que los proponentes de tal criterio, en otros contextos, dan por descontado que se están satisfaciendo en un nivel razonable de adecuación como para poder elevarse a la evaluación conforme a ese criterio máximo. Opino que con relación a la temática de la formación de los nuevos ingenieros en nuestro país, esos aspectos básicos no se están cumpliendo en un nivel mínimo de requerimientos y que, en consecuencia, sí tenemos mucho que decir, aun sin proceder a una investigación formal que busque dar respuestas a la pertinencia de esa formación de cara a las necesidades que demanda el desarrollo del país. Esta convicción se nutre de una serie de reflexiones sobrevenidas desde la angustia de un docente de la ingeniería que, a lo largo de estos últimos años, ha observado cambios sustanciales en las estructuras académicas encargadas de proveer la formación; que como consecuencia de un mero análisis lógico, ha construido los argumentos que le permiten afirmar: que tales cambios tendrían que estar incidiendo negativamente en la calidad de la formación de los jóvenes ingenieros. Tales argumentos conforman el núcleo medular de este trabajo y dada su naturaleza: hemos decidido incorporar el subtítulo entre paréntesis a esta versión final.

## **2. Sobre la necesidad de resucitar un debate**

El conflicto que se produjo entre el Colegio de Ingenieros de Venezuela, el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño y el Consejo Nacional de Universidades –resuelto finalmente por

una sentencia judicial que poco tuvo que ver con el fondo del problema—ha sido la situación concreta en los recientes años que más contribuyó a ubicar en la palestra: el debate sobre la formación de nuestros ingenieros de recién egreso (y de los nuevos profesionales en general). Debemos aclarar, sin embargo, que más que el nivel promedio de formación de ellos, el punto álgido de la discusión giraba alrededor de la excesiva variabilidad en la calidad de los profesionales de la ingeniería que estaba produciendo el Subsistema de Educación Superior. Hasta el punto, que comenzó a plantearse la interrogante de si era suficiente el título de ingeniero, conferido por alguna institución de ese subsistema, como única credencial exigible a los fines de validar el ejercicio profesional en el país por parte del solicitante.

Al apagarse las llamas del referido conflicto —que tuvo su apogeo en la segunda mitad de la década de los noventa— el tema de la calidad de la formación de los nuevos ingenieros y su variabilidad pareció sumergirse dentro de ese territorio de oscuridad, en el que muchos otros temas que deberían estar inquietando al país han quedado también sepultados, debajo de ese gran manto obnubilante en el que se ha convertido el gran debate que conmueve a nuestro sistema republicano. Pero el que se haya dejado hablar del tema, al menos formalmente, no quiere decir que las causas estructurales de la preocupante variabilidad hayan dejado de existir, es más, tendríamos que preguntarnos ahora también: si no se ha producido un decaimiento en promedio del nivel de formación profesional y básica de todos los recientes beneficiarios de un título de ingeniero en el país.

El problema estriba en cómo abordar la producción de una respuesta a la interrogante planteada sin el auxilio de estadísticas, indicadores de gestión, reportes de acreditación y cualesquiera otros elementos que pudieran dar soporte cuantitativo a una investigación sobre el tema. En Venezuela se viene hablando, desde hace más de quince años, de la necesidad de crear las instancias para la evaluación permanente de las instituciones de

Educación Superior y la acreditación de los diversos programas que ellas ofrecen, pero nada se ha concretado. El, simplemente, saber cuáles son los porcentajes de aportación del sector privado y el estatal al crecimiento del parque de ingenieros en el país se convierte, prácticamente, en un imposible. Por supuesto que esta significativa carencia de soportes cuantitativos opera como un factor disuasivo para atreverse a dar una opinión en un ámbito formal. Quizás, ésta sea la razón por la que existe una especie de silencio sobre el tema, en cuanto a publicaciones se refiere, pero ello no implica que no se esté generando una corriente de opinión subterránea, manifestante además de una sentida preocupación por la calidad de la formación que se está impartiendo, que es compartida, sobre todo, por profesionales de la educación en ingeniería con un notable número de años de experiencia acumulada en el ejercicio docente. Estamos convencidos que, partiendo de esa experiencia, sí es factible señalar algunos aspectos vinculados a la operación académica de nuestras facultades de ingeniería que nos permitirían inferir una merma de la calidad en sus egresados. Este es el objetivo central de esta ponencia: referirnos con nitidez a esos factores propios del contexto académico en el que se viene desarrollando la enseñanza de la ingeniería, que pudieran estar contribuyendo a una disminución en la calidad de la formación impartida, con miras a reabrir un debate que es de fundamental importancia para el país.

La Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat tiene entre sus deberes a cumplir, de conformidad a lo que establece el artículo segundo de su ley de creación en su numeral tercero: Colaborar en la elaboración de los planes docentes y de investigación de la Educación Superior, relacionados con la Ingeniería y el Hábitat. En atención a ello, con posterioridad a una reunión de la Junta de Individuos de Número en la que se produjo un intercambio informal de opiniones sobre el tema en cuestión, se consideró procedente comisionar la preparación de esta ponencia, a fin de presentar ante las instancias pertinentes nuestra preocupación y

movilizar un debate que pueda conducir a la articulación de un conjunto de soluciones.

### **3. Identificación de variables para un análisis del problema**

Hacia los finales de la década de los setenta e inicios de los ochenta, las universidades nacionales autónomas eran las principales generadoras de egresados en las diferentes áreas de la ingeniería. La Universidad Simón Bolívar, creada como institución universitaria de carácter experimental con una orientación prioritaria hacia la formación de ingenieros, también había producido ya sus primeras cohortes de egresados. La enseñanza se impartía a través de escuelas, integradas por planteles académicos bien consolidados, con un porcentaje notable de profesores a dedicación exclusiva y tiempo completo. Existía una estructura organizacional estable en cada escuela, con departamentos y cátedras, lo cual garantizaba la realización de un conjunto de actividades académicas más allá de la docencia. Si bien las actividades de investigación y extensión eran incipientes, la coordinación del funcionamiento de las cátedras, la producción de material didáctico –guías de laboratorio, problemarios y hasta libros de texto– la tutoría de los preparadores y nuevos docentes, la planificación y seguimiento de la calidad del acto docente, constituían tareas demandantes de buena parte del quehacer de esa estructura organizacional.

Un porcentaje apreciable de los miembros del personal docente habían tenido la oportunidad de cursar estudios de posgrado en prestigiosas universidades del exterior, mayormente de Estados Unidos de América, ya fuera porque habían sido becados por las mismas instituciones o habían sido reclutados para la carrera docente después de haber sido beneficiarios de programas de becas tales como el Gran Mariscal de Ayacucho.

Los sueldos universitarios eran competitivos, lo cual favorecía que las instituciones pudieran captar a un porcentaje significativo de los mejores estudiantes con inclinación hacia la carrera docente. Estos, luego de ingresar, tenían las posibilidades de acceder a

planes de formación en el exterior a nivel de maestría y doctorado, lo cual era otro factor de atracción hacia la carrera académica. Se podría hablar, en términos relativos, de una época de estabilidad y madurez en la formación ingenieril venezolana, de la que emergieron egresados con potencial para la competitividad profesional tanto en el ámbito nacional como internacional. De tener que señalar algún factor de debilidad, tendríamos que referirnos a las recurrentes dificultades de las universidades nacionales para la actualización del equipamiento tecnológico de los laboratorios. Un aspecto en el cual era observable, además, una apreciable variabilidad entre las diversas facultades de ingeniería. Sin embargo, tales carencias, en general, eran compensadas por la calidad de la docencia impartida.

Esa época de madurez y estabilidad a la que hemos hecho referencia, ha dado paso a una etapa de sostenido crecimiento de la oferta de oportunidades de estudio en ingeniería. Han surgido nuevas universidades experimentales, muchas de ellas con un marcado carácter regional, y, también, un buen número de universidades privadas, mayormente ubicadas en los núcleos urbanos con mayor demanda de acceso a educación de nivel universitario. En el caso de algunas universidades privadas, la oferta de oportunidades de estudio en ingeniería ha sido orientada hacia personas que trabajan, mediante la apertura de turnos nocturnos cuyo potencial de crecimiento ha sido marcadamente mayor al de los turnos diurnos, hasta el punto de provocar prácticamente su extinción en esas instituciones. Esta variable, ya de por sí, tendríamos que valorarla como una potencial causa de variabilidad en el nivel de formación de los ingenieros egresados de todo el subsistema de Educación Superior. Pero hay otras variables, que surgen de la contrastación de aquel pasado no tan lejano con la realidad de la operación académica que hoy se gestiona en la mayoría de nuestras escuelas de ingeniería, desde cuya perspectiva se pudiera caracterizar la germinación de una tendencia hacia la merma de la calidad en la formación de los nuevos ingenieros. En esta ponencia, destacaremos tres:

1. Integración del plantel académico.
2. Sueldos del personal docente.
3. Posibilidades de formación profesional del cuerpo docente.

El análisis de estas variables lo haremos diferenciando tres sectores del subsistema de Educación superior: nacional autónomo, nacional experimental y privado.

#### **4. Integración del plantel académico**

**Sector Nacional Autónomo.** La política equivocada del régimen de jubilaciones para el personal docente y de investigación, consagrado en la Ley de Universidades, condujo a un bárbaro desangramiento intelectual de las universidades y, por ende, a un debilitamiento de las estructuras organizacionales académicas en las escuelas de ingeniería. Toda esa generación que tuvo la oportunidad de formarse en las mejores universidades del exterior se jubiló a los veinticinco años de servicio—algunos, voluntariamente, se mantuvieron unos años más— en la mejor etapa intelectual de su vida y la Universidad no contó con las mismas circunstancias presupuestarias de antaño para poder reemplazar y formar al mismo nivel ese plantel académico que se había consolidado. Los concursos de oposición se retrasaron; se tuvo que recurrir en exceso a la figura del docente contratado por horas; cuando los concursos comenzaron a abrirse, el número de plazas a dedicación exclusiva y tiempo completo se habían disminuido en atención a la necesidad de equilibrar los presupuestos.

En general, el profesor que, finalmente, pasa a integrar el nuevo plantel docente ordinario ha tenido que esperar un número de años, mucho mayor, contratado por horas y en condiciones de inestabilidad laboral, antes de ver el fruto de su perseverancia por continuar una carrera académica. Con frecuencia ocurre, que cuando esa condición de ordinario se alcanza, el profesor se ha enredado en circunstancias económicas y familiares que le impiden participar en los programas institucionales de becas para irse a formar en el exterior. Es decir, aun teniendo la Universidad la intención y la

disponibilidad para mandar un contingente de profesores recién ingresados con becas al exterior, son estos los que ya no están en condiciones de aprovechar tales becas. Todas estas circunstancias, alguna incidencia negativa habrán tenido que tener sobre la calidad de los procesos académicos en curso. No nos referimos solamente a las clases, sino también a las tutorías de trabajos especiales de grado, actualización de los pensa de estudios, etc.,

Por supuesto, que este debilitamiento de las estructuras académicas en cada escuela es variable, dependiendo de la universidad e incluso, dentro de cada una de ellas, dependiendo de la Facultad. No es un problema sólo de las facultades de ingeniería, pero, obviamente, siendo ellas parte del todo también han sido afectadas. Sólo una investigación más detallada, facultad por facultad en cada universidad, que debería acometerse, podría arrojar luces sobre el grado de afectación local que ha producido la nefasta política de jubilaciones –tan generosa y saudita que en ningún otro país del mundo desarrollado se observa un sinsentido como ese– y hasta qué grado se han logrado reparar los efectos de su devastación.

También hay que decirlo: algunos, en el pasado, criticaron de ineficientes a esos planteles profesoriales mayormente cargados de docentes a dedicación exclusiva (los tiempos completos eran más bien pocos). Ciertamente, la inexistencia de mecanismos de evaluación objetivos del desempeño profesoral y la tendencia creciente hacia el *laissez faire* como estilo preponderante de la gerencia académica, por razones de la política con *p* minúscula, generó unos ambientes de permisibilidad en el que un número no despreciable de profesores cobraban como dedicación exclusiva pero ejercían sus funciones como si fueran convencionales. La crítica era razonable, había que racionalizar y ello no se hizo, sino que se ha impuesto por la vía de los hechos al tener que reconstruirse la estructura minada por las jubilaciones. En todo caso, la racionalidad tampoco podía llevar las cosas al extremo de lo que se observa en la mayoría de las instituciones del sector privado.

**Sector privado.** En cuanto a la integración del plantel académico, se observa la preocupante tendencia a una dependencia casi total del personal docente contratado por horas. En algunos casos, amparados por una normativa similar al de las universidades nacionales que les confiere estabilidad laboral bajo la figura de profesor convencional y en otros: contratados al más extremo destajo. La estructura académica de las escuelas de ingeniería se reduce a la figura de un director, o coordinador de carrera, que se convierte así en un administrador de carga docente, en cuanto a que su función primaria es la de garantizar, semestre a semestre, que todos los cursos abiertos de conformidad con el pensum de estudios tengan un docente asignado. Quizás la estructura cargada de dedicaciones exclusivas de las universidades autónomas en el pasado fuera ineficiente, pero a qué precio se logra ese extremo de eficiencia presupuestaria que se aplica en las instituciones privadas. ¿Se lleva un control académico efectivo de cómo los programas están siendo cubiertos por los profesores? ¿El mecanismo de adaptación a los cambios que se están produciendo en las áreas de conocimiento que engloba la profesión depende de una sola persona? ¿Cómo se llevan a cabo los procesos de asesoramiento a los estudiantes? Pudiéramos seguir enumerando inquietantes preguntas que desnudan la debilidad de una estructura académica, que tiene a un solo profesor a una dedicación asimilable al tradicional dedicación exclusiva como punto focal de su operación, pero creemos que el mensaje se ha transmitido. Aquello podía ser muy ineficiente desde el punto de vista financiero, pero esto es absolutamente ineficiente desde el punto de vista académico. Se impone la necesidad de buscar un equilibrio; que se haga un estudio en cada escuela, de cuál podría ser la estructura académica mínima, en cuanto al número de docentes a mayor dedicación, que pudiera acometer de manera adecuada todos los procesos académicos necesarios para su buen funcionamiento. Esto debería convertirse en una exigencia de cara a los mecanismos de evaluación y acreditación que tendrían que implantarse a la mayor brevedad posible.

Es pertinente concluir este renglón aclarando: que en nuestro análisis se ha enfatizado el aspecto docente del problema. La carencia de un plantel académico bien integrado se agravaría, si en verdad existiese un compromiso de esas instituciones privadas con el trípode docencia-investigación-extensión que se tiene hoy como valor fundamental del Ser Universidad.

**Sector nacional experimental.** En este sector se manifiestan los dos tipos de situaciones a los que ya hemos hecho referencia—es por eso que nos enfocamos primero sobre los sectores autónomo y privado—. En el caso de las universidades experimentales de más antigua data: Simón Bolívar, Centro Occidental Lisandro Alvarado y la Politécnica Antonio José de Sucre, que nace de la integración de tres institutos politécnicos universitarios con varios años de existencia previa, se ha vivido el fenómeno de debilitamiento de los planteles académicos por las jubilaciones y las restricciones presupuestarias, similar al ocurrido en el sector de las autónomas. Mientras que en algunas universidades experimentales de más reciente creación, se está produciendo la tendencia hacia la excesiva dependencia del personal docente contratado por horas, al igual que en el sector privado. Mención aparte merece la Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas (UNEFA) que no es de tan reciente creación—menester recordar que surge de un proceso de conversión del Instituto Universitario Politécnico de las Fuerzas Armadas en Universidad— pero su nueva política agresiva de crecimiento, que le ha llevado a ofertar en muy breve tiempo oportunidades de estudio en veintitrés núcleos diseminados a todo lo largo y ancho del país, la está satisfaciendo mediante contratación por horas a destajo, pero además con signos evidentes de improvisación en los procedimientos de selección y contratación.

## **5. Sueldos del personal docente**

**Sector nacional.** En el análisis de esta variable, englobamos a las universidades nacionales autónomas y experimentales por regirse todas por la misma tabla de sueldos para el personal docente

y de investigación. Las normas de homologación que garantizaban la revisión de dicha tabla, cada dos años, de conformidad con la inflación acumulada en ese mismo lapso, constituyeron por varios años un mecanismo que, en algo, preservaba la competitividad del sueldo nacional universitario –su aplicación muchas veces muy retardada no la preservó del todo– pero la situación ha empeorado, notablemente, en las últimas ocasiones que ha correspondido aplicarlas, con el anuncio unilateral por parte del Presidente de la República de aumentos para el sector por debajo de lo que establecen las normas. Así, aunque estas normas no hayan sido formalmente derogadas, de hecho sí, y el sueldo de entrada a la escala salarial, el que corresponde a la categoría de profesor instructor, se ha convertido en un factor opuesto a la posibilidad de captar para la carrera docente a los egresados con mejor trayectoria académica en sus estudios. Este factor, aunado a las incertidumbres que se avizoran en la etapa inicial para la prosecución de una carrera en la docencia universitaria: larga espera para la apertura de los concursos de oposición y condiciones laborales pésimas durante ese lapso de transición como contratado (baja remuneración, retardos en los trámites de incorporación a nómina, imposibilidad de afiliación a las cajas de ahorro y seguros de HCM, etc.) inciden para que el porcentaje de captación en el segmento de los estudiantes más destacados haya disminuido sensiblemente.

**Sector privado.** Las instituciones englobadas dentro de este sector no están obligadas a cumplir con las tablas de sueldos decretadas por el Ejecutivo para las instituciones nacionales, la cual, a los efectos de nuestro análisis, denominaremos como el marco de referencia salarial nacional. Tampoco existe una política unificada de este sector con relación a los sueldos de su personal docente, aunque, en general, sus niveles de remuneración son inferiores a lo pautado en el marco de referencia definido previamente. A pesar de la no disponibilidad de datos que hicieran factible un análisis comparativo más amplio, sobre las variaciones entre las tablas de sueldos de las diversas instituciones de este sector, se constituye

en una realidad: la preponderancia de niveles de remuneración, marcadamente, distantes con relación a los valores de referencia —para ser más precisos: los publicados en la tabla OPSU de sueldos vigentes para el año 2007 según supuesta aplicación de las normas de homologación—. Por ejemplo, en el caso del sueldo remunerado por hora de docencia efectiva en la categoría de profesor instructor, la tabla establece 24,27 Bolívares fuertes, más del doble de lo que remuneran un número bien significativo de universidades privadas en el tipo de contratación a la que más comúnmente apelan (jóvenes con pocos años de graduados y escasa experiencia docente).

En un análisis parcial que hemos acometido a los efectos de sustentar esta ponencia —universidades privadas ubicadas en los estados de Carabobo y Aragua— el nivel más bajo de sueldo en la categoría de instructor con el que nos hemos conseguido es de 10,80 Bolívares fuertes por hora, apenas un 44,45 % de lo establecido en el marco de referencia nacional. Supongamos un sueldo promedio de doce bolívares fuertes —siempre referidos a la categoría de instructor— un contrato típico de doce horas semanales, tres secciones de una asignatura con carga de cuatro horas de docencia en aula por semana, implicaría una remuneración mensual de quinientos setenta y seis bolívares fuertes. Si bien, este monto podría tomarse como un ingreso complementario para un joven que tiene como principal actividad el ejercicio profesional de la ingeniería en alguno de sus ámbitos usuales, esta no es la situación más frecuente. Lo que se observa como un fenómeno más reiterado, en los grandes núcleos urbanos donde cohabitan varias universidades públicas y privadas —el caso de Caracas, Maracaibo, Barquisimeto, la dupla Valencia y Maracay, y otros— es la tendencia de los jóvenes ingenieros que han optado por seguir una carrera docente, a buscar un sueldo de sobrevivencia en sus primeros años compartiendo su tiempo dedicado a la docencia entre varios contratos como instructores a tiempo convencional. Usualmente, en estos casos, el joven docente le confiere prioridad a

la posibilidad de conseguir un ingreso definitivo a mayor dedicación en algunas de las universidades públicas y, mientras transcurre todo ese doloroso transitorio laboral al que ya hemos hecho referencia, opta por ocuparse con uno o más contratos en universidades privadas de la región o, preferiblemente, con la UNEFA, que ha entrado con ventaja competitiva en este sector laboral al pagar, en su condición de universidad nacional, de acuerdo con el marco de referencia salarial de este sector. Para poder conseguir un sueldo mensual de subsistencia, el joven docente en cuestión, probablemente desempeñará una actividad de docencia efectiva con veinte horas o más de carga a la semana, la cual, en muchos casos comparte con su desempeño como estudiante en alguno posgrado nocturno, lo que le permitirá ir obteniendo las credenciales académicas para ser competitivo en su propósito prioritario. Aunque no es objeto de nuestro análisis en esta ponencia, la situación, en términos de calidad y pertinencia, de los posgrados nacionales en ingeniería: en general, sus niveles de exigencia y posibilidades de formación para un joven profesional que pretende incursionar en una carrera académica, distan mucho de las posibilidades a las que podían acceder los docentes de ingeniería en el pasado.

No sabemos de quién es la autoría de una afirmación que se ha difundido mucho: “Obtenemos la educación que pagamos”, pero de adjudicársele un cierto grado de razonabilidad y, en nuestra opinión, nos inclinamos a pensar que sí la tiene, en el sector privado se viene configurando una preocupante diferenciación salarial con el sector nacional —que tiende además a hacerse más marcada conforme transcurre el tiempo— que además de ser discriminatoria, desde una perspectiva gremialista, apunta a no garantizar niveles deseables de calidad en la formación impartida. A manera de resumen y recordando que nuestras observaciones se vinculan a la existencia de unos factores estructurales en la gerencia del funcionamiento académico de las facultades de ingeniería, que pudieran estar consolidando una tendencia a la merma de la calidad de la formación de los nuevos ingenieros, en el caso del

sector privado, mayoritariamente, observamos: unas escuelas que operan básicamente bajo la coordinación académica de un solo profesor con una dedicación asimilable a la figura del dedicación exclusiva del sector nacional; que dependen exclusivamente para el dictado de la docencia de profesores convencionales; que muchos de estos profesores son jóvenes recién graduados que se desempeñan en condiciones de stress laboral por las razones anteriormente explicadas, lo cual ha conducido a una situación de descontento e insatisfacción profesional que no se manifiesta por temor; que, como una comprensible consecuencia de lo anterior, los índices de rotación en la contratación en las diferentes cátedras se ha mantenido en niveles alarmantemente altos, lo cual atenta contra la posibilidad de estabilizar la integración de un plantel docente, y que los mecanismos de evaluación a nivel micro de cómo se está realizando el proceso de enseñanza aprendizaje son, prácticamente, inexistentes, factores estos que nos permiten concluir sobre la urgente necesidad de modificar los criterios de concepción de la operación académica en este sector porque, de lo contrario, se estaría conformando un patrón de variabilidad bien marcada en la calidad de la formación que reciben sus egresados con relación a los del sector nacional autónomo.

Insistiendo en el principio de que se obtiene la educación que se paga, éste se cumple tanto en el sector nacional como en el privado, aunque en el caso del primero se da la existencia de un agente de intermediación que es el Estado. Si las políticas del estado venezolano se manifiestan en una disminución del esfuerzo público en cuanto al financiamiento del subsistema de educación superior, lo cual tendría su incidencia en una pérdida progresiva de la competitividad del sueldo universitario y la degradación de las condiciones en las que se realiza el proceso de enseñanza aprendizaje –obsolescencia del equipamiento de los laboratorios, carencia de recursos audiovisuales, aulas inadecuadas, etc.– los recipiendarios de la formación en ese sector recibirán una formación de menor calidad. En el caso del sector privado, la relación es

más directa. Si las asociaciones civiles sin fines de lucro que dirigen las instituciones privadas, pagan mal a sus docentes, esto se reflejará en la formación de sus alumnos. Pareciera, en un “primer análisis”, que tales condiciones infrasalarias se explican en atención al relativo bajo costo matricular de los estudios en ese sector. Ciertamente, en un mayoritario número de instituciones de este sector se ha aplicado la política de favorecer el tamaño de su población estudiantil mediante el establecimiento de costos de matrícula relativamente bajos, si se comparan con los costos en los que los padres tienen que incurrir en el caso de las instituciones privadas más reconocidas a nivel de la educación primaria y secundaria. Estudiar ingeniería en las universidades privadas que han implantado esta política, implica un costo matricular promedio alrededor de los dos mil cuatrocientos bolívares fuertes por semestre —cuatrocientos mensuales— monto éste que es inferior a lo que se debe pagar por la matrícula de un niño de cuarto grado para que estudie en un colegio prestigioso de Caracas o de Valencia —supera los quinientos bolívares fuertes—. ¿Cómo se puede sostener una contradicción como ésta? Tomando como ejemplo, ingeniería de telecomunicaciones, una carrera que debería implicar altos costos; por una parte: para la adquisición del equipamiento tecnológico de sus laboratorios de cierta sofisticación y por la otra: para la contratación de un personal docente que, particularmente, en los últimos lapsos académicos de la carrera debería estar en capacidad de manejar solventemente temas de notable complejidad y especialización técnica, ¿qué hace posible entonces que un alumno pueda cursar esta carrera pagando una matrícula inferior a la que se pagaba por él en el bachillerato?. En buena medida, el financiamiento de esta situación altamente contradictoria proviene de la insuficiente política salarial que se le aplica al personal docente y esto, a la larga, va a generar una acentuación de los problemas de calidad que confronta este sector.

En aras de la *sindéresis*, con la que hay que tratar tan delicado tema, se impone la necesidad de valorar la política de bajo costo

matricular en su contexto más amplio. Ha sido beneficiosa en un sentido, ha ampliado las posibilidades de acceso a una educación universitaria y permitido atender una altísima demanda de oportunidades de estudio que no podía ser satisfecha por las instituciones del sector nacional. Desde el punto de vista social, esta política ha sido más incluyente. El problema que se plantea es cómo compaginar esa política de inclusión social con un compromiso de mayor calidad académica, tal que se garantice una formación profesional idónea para sus egresados. En el caso de la educación privada a nivel secundario y primario, los problemas del sector público contribuyeron a que se fuera constituyendo en el tiempo una red de institutos privados con una diversidad muy amplia en cuanto a costos y calidad. Pero, al menos en un subsector, se ha mantenido un compromiso con parámetros de calidad de competitividad internacional, aunque las posibilidades de acceder a él se han limitado a las clases sociales con mayores ingresos. Se observa claramente el dilema entre calidad y exclusión social, que en todo caso ha sido alimentado por la crónica debilidad del sector público. Cuando saltamos al nivel de educación superior, el sector nacional autónomo y el experimental más consolidado siguen siendo la referencia de calidad en el área de la ingeniería, aunque decayendo, y al sector privado se le observa como preso de una homogeneización en sus políticas de remuneración al personal docente y de bajo costo matricular que le impiden asumir de verdad el reto de equiparar su calidad académica con la referencia. Cuando hablamos de homogeneización en sus políticas nos referimos al hecho que el sector privado no estableció, pudiendo hacerlo, esquemas diferenciados por carrera de costo matricular y retribución salarial que atendieran a las diferencias entre su demanda de oportunidades de estudio, sus verdaderos costos y las realidades de los mercados laborales profesionales vinculados a ellas. Nos encontramos con la situación que carreras como derecho, con altísima demanda y bajos costos relativos, financian indirectamente a las escuelas de ingeniería donde la demanda

de inscripciones es significativamente inferior y los costos de equipamiento muchos más altos. Esto, aunado a que no se quiso romper con el paradigma nacional de escalas de sueldos únicas para todo el personal docente, genera una situación absolutamente insincera en cuanto a costo matricular y sueldos del personal docente en la escuelas de ingeniería que explican la contradicción a la que hemos hecho referencia y que se constituye en la principal traba para alcanzar los niveles de calidad académica que deberían ser exigidos de cara al ejercicio profesional en el país.

Ya para finalizar el análisis de esta variable, algunos personeros de la educación privada universitaria admiten, en conversaciones informales, la necesidad de modificar la homogeneización de sus políticas salariales y costo matricular a fin de poder atender los retos específicos de cada área profesional, pero, también señalan, que tal intención se ve imposibilitada en la actualidad por la política de regulación del costo de la matrícula que aplica el Ejecutivo Nacional. Mientras tanto, prevalecen diferencias notorias en el funcionamiento académico interno de instituciones con potestad, todas, para conferir un título que habilita el ejercicio profesional de la ingeniería dentro del país.

## **6. Posibilidades de formación profesional del cuerpo docente**

El análisis de esta tercera variable que hemos considerado pertinente incorporar de manera diferenciada dentro de nuestro cuerpo de reflexiones, se simplifica notablemente después de las consideraciones in extenso de las dos variables anteriores. Como ya se puede inferir, en el caso de las universidades nacionales autónomas y experimentales con mayor grado de consolidación: las posibilidades para los jóvenes docentes de incorporarse a programas de formación que permitan mantener a estas instituciones en un plano de competitividad internacional se han reducido grandemente. En el caso de las universidades experimentales de más reciente creación, incluida la UNEFA por las razones antes dichas, y las del sector privado, no se observa la articulación de

políticas institucionales orientadas a ofrecer a los miembros de sus cuerpos docentes planes de formación académico-profesional. Se deja a la iniciativa personal de los profesores: el incorporarse a posgrados locales, estudios, que en la mayoría de los casos, deben ser sufragados por ellos sin ninguna ayuda de financiamiento por parte de las instituciones. La inexistencia de un programa de becas, beneficio económico que suele ser accesible en las universidades nacionales de mayor tradición, contribuye a ahondar más, las odiosas diferenciales salariales que se han explicitado en nuestro análisis.

## **7. Comentarios finales y propuestas**

Se habla en la actualidad de dos iniciativas del Núcleo de Decanos de las Facultades de Ingeniería del país que implicarían radicales cambios en los planes de estudios. La más controversial es la del pensum unificado –para todas las instituciones del país– de cuatro años y la otra tiene que ver con un cambio en la conceptualización curricular de los estudios de ingeniería, planteándose el enfoque de currículo por competencias como una vía para unificar criterios tanto en el rediseño de ese nuevo pensum, que quizás se pretenda como una panacea a la problemática de la excesiva variabilidad en la formación de los egresados, así como en la especificación de los criterios de evaluación de las escuelas que conforman el subsistema. Personalmente opino que ninguna de las dos propuestas será verdaderamente exitosa, si no se resuelve en primer término lo referente a garantizar un funcionamiento académico idóneo soportado en unas estructuras organizacionales que realmente lo viabilicen. En la actualidad, muchas de las instituciones que están formando ingenieros no cuentan con esa estructura. El recurrir a lo que está de moda no es la solución, es una huida hacia adelante de un problema cuyo análisis es más de simple sentido común y en aquellos países donde la tendencia de moda está siendo aplicada con éxito es porque los problemas de base ya han sido atendidos y resueltos. En Venezuela, el analizar las causas del deterioro y la variabilidad en la calidad de la

formación de los nuevos ingenieros lo que requiere es de sentido común y honestidad.

Finalmente, ante la problemática planteada: ¿qué se propone?

La Academia debería sensibilizar al Colegio de Ingenieros de Venezuela, sobre la necesidad de plantearle a las instancias en el subsistema de Educación Superior Núcleo de Decanos, OPSU, Consejo Nacional de Universidades el requerimiento de que se proceda en un lapso perentorio a la evaluación de las escuelas que imparten formación ingenieril.

De no observarse respuestas oportunas en el tiempo debería considerarse como curso alternativo: la instauración de un examen de acreditación para el ejercicio profesional. Esto ya se aplica en otros países; en España por ejemplo: sólo un núcleo de universidades públicas está exento de que sus egresados deban presentar el examen para el ejercicio profesional. Este examen, además de garantizar la idoneidad para el desempeño en los diversos campos profesionales de la ingeniería de quienes lo aprueben, serviría como un elemento de evaluación, lamentablemente a posteriori, de los niveles de calidad en la formación que están impartiendo todas las instituciones autorizadas para expedir títulos de ingeniero.

Estamos conscientes de que la alternativa del examen de acreditación puede lucir como demasiado drástica; pero, ante el actual estado de la formación ingenieril en Venezuela es justo y necesario que las alarmas comiencen a funcionar con resonante intensidad.

### **Bibliografía consultada**

- Nacional Academy of Engineering. *Educating the Engineer of 2020. Adapting Engineering Education to the New Century*. The National Academic Press. Washington, DC. 2005.
- Tobón S, Sánchez A, Carretero MA, García J A. *Competencias, Calidad y Educación Superior*. Editorial Magisterio. Colección Alma Máter. Bogotá. 2006.

# LA FORMACIÓN DE INGENIEROS PARA EL SIGLO XXI

Acad. Vladimir Yackovlev  
Sillón XXI

## I. Introducción

Existe una preocupación a nivel internacional por la formación del ingeniero quien tendrá que ejercer su profesión en un mundo de profundos cambios, no solo en las áreas técnicas, sino también en la forma como se conceptualizan los modelos de trabajo y de negocios; en un mundo abierto e interconectado que no podíamos ni siquiera imaginar, hace apenas 20 años.

Esa preocupación internacional se demuestra por el hecho que, sin previo acuerdo, estén en marcha o hayan concluido en fecha reciente, varios estudios a nivel internacional dedicados a ese tema.

La Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos (NAE) concluyó hace unos años el estudio titulado *El Ingeniero del 2020*, cuyos resultados están recogidos en 2 volúmenes, titulados *The Engineer of 2020* <sup>(3)</sup> y *Educating the Engineer of 2020* <sup>(4)</sup>. La Organización de Estados Americanos (OEA) está desarrollando una iniciativa similar a nivel continental, hace ya varios años, titulada *El Ingeniero para las Américas* <sup>(5)</sup>. La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) desarrolló el tema *El Ingeniero del 2020* en su Asamblea Anual del año 2006. La Asociación Ibero-Americana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería (ASIBEI), por su parte, está desarrollando el tema *El Ingeniero Iberoamericano* con un propósito similar,

pero en el ámbito Iberoamericano; y la Academia Nacional de la Ingeniería y el Habitat, con el apoyo del Núcleo de Ingeniería del CNU, está en la etapa final del estudio El Ingeniero del 2025.

Como se puede ver por estos ejemplos, existe una preocupación por el tema de cómo debemos formar al ingeniero en esta era de rápidos cambios y transformaciones, para que pueda ejercer su profesión y coadyuvar al desarrollo de su país, debido a que son los ingenieros los que impulsan los cambios tecnológicos, producen las innovaciones y lideran esos cambios que impulsan el 85 % del crecimiento del PIB en el mundo.

El Dr. Charles Vest, quien por muchos años fue Rector del MIT, y hoy ocupa la Presidencia de la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos, en un trabajo presentado en una reunión anual de la Academia Americana, hacía referencia a un trabajo de Gerald O'Neil, Profesor de la Universidad de Princeton, quien llega a la conclusión que *siempre subestimamos el cambio tecnológico y sobrestimamos la velocidad del cambio social* <sup>(2)</sup>. Esta conclusión debemos tenerla en cuenta dado que si bien son los ingenieros quienes impulsan los cambios tecnológicos, esos ingenieros tienen que desarrollar su trabajo en un contexto social, político y económico que tiene su propio ritmo de cambio. El Dr. Vest, en el trabajo antes indicado, nos señala que “el desafío de la tecnología y el liderazgo en la innovación es un aspecto cultural” <sup>(6)</sup>. Por eso, China y la India, y otros países, tanto asiáticos como algunos nórdicos, han entendido que la ciencia y la ingeniería son el camino para el desarrollo de individuos y de las naciones, y han dado un salto en sus procesos de desarrollo impulsando la formación de ingenieros en sus universidades formadas a semejanza de las universidades líderes del mundo occidental, tales como por ejemplo MIT.

## **II. Una era de cambios**

El mundo al que se enfrenta el ingeniero en los albores del siglo XXI es un mundo muy diferente al que existía a mediados del siglo XX. Los ingenieros de hoy, y en los próximos 40 años, tendrán que resolver —al igual que en el pasado— los problemas en forma creativa, tendrán que innovar en muchos aspectos, pero quizás usando nuevos modelos de innovación.

El mundo de hoy requiere de nuevos modelos de negocios para enfrentar un nuevo mundo abierto e interconectado, hoy se utilizan esquemas de “Licencias”; “Asociaciones estratégicas”; “Negocios conjuntos”; “Outsourcing”, y otras variantes, todo ello inmerso en un mundo competitivo a nivel global <sup>(10)</sup>.

Sam Palmesano, Presidente Ejecutivo de IBM, ha postulado la empresa “Globalmente integrada” como sustitución a la empresa Multinacional. Este tipo de empresa estaría impulsada por tecnologías y normas compartidas globalmente; focalizada en la producción y no en el producto; trabajando con una estrategia sin fronteras, con una gerencia y operaciones para lograr una producción integrada, y este tipo de operación, ya no es sólo una teoría! Es una realidad que ya está sucediendo. El ejemplo sobresaliente es la producción del nuevo avión 787 de la Boeing. Este avión tiene 132 500 piezas de ingeniería que se producen en 545 lugares diferentes del mundo, las que tendrán que ser ensambladas finalmente en un sitio para producir este avión! El solo hecho de imaginarnos la coordinación de esta empresa, representa un esfuerzo para captar la complejidad de este desafío <sup>(9)</sup>.

Los cambios anteriormente descritos en forma muy somera, están impactados además por tres tendencias que nos afectan a todos, pero en particular a los ingenieros. La primera de estas tendencias es la explosión en la producción de conocimientos. Actualmente, se estima que el total de conocimientos de la humanidad se duplica cada 2 años <sup>(10)</sup>. Este solo factor hace muy difícil que un profesional se mantenga al día en sus conocimientos técnicos, y

ello trae consigo el peligro de la obsolescencia del profesional <sup>(9)</sup>. La segunda tendencia que nos impacta es que se contrae el tiempo entre el descubrimiento científico y su aplicación <sup>(11)</sup>. La tercera tendencia que también afecta en especial a los ingenieros es la disminución del tiempo para la difusión de una aplicación tecnológica entre la población en general, es decir, los usuarios <sup>(8)</sup>.

Estas tres tendencias hacen que el ingeniero esté cada día bajo mayor presión para estar actualizado en sus conocimientos; estar al día en cuanto a nuevas aplicaciones de esos conocimientos y tener conocimiento de nuevas herramientas que puedan impactar significativamente su trabajo.

Quizás la forma más impactante de describir estos cambios, y la velocidad a la cual ocurren, es citar la frase del sociólogo norteamericano R. D. Laing, quien lo expresó en una forma muy poética, al decir: *vivimos en una etapa de la historia donde el cambio es tan acelerado que empezamos a ver el presente, sólo cuando ya empieza a desaparecer* <sup>(8)</sup>. Los cambios descritos hacen que ningún título académico sea un título terminal hoy en día. El hecho de graduarse como ingeniero, no significa el final de sus estudios. Aun culminando estudios de posgrado, al más alto nivel, ese ingeniero tendrá que seguir estudiando para no caer en la obsolescencia <sup>(9)</sup>.

Por esa razón decimos que el proceso educativo debe ser concebido como un proceso a lo largo de toda la vida <sup>(10)</sup>.

### **III. La formación del ingeniero y su rol como profesional**

Cada vez más la tecnología alcanza estratos más variados y más amplios de la población. Esto hace que las decisiones políticas, sobre diversos tópicos, tengan cada vez mayores exigencias de conocimientos en ciencia y tecnología. Sin embargo, en la mayoría de los países del mundo, a los más altos niveles del gobierno hay una carencia de experiencia en ciencia y tecnología, en el personal que toma las decisiones. Eso hace que sea indispensable que la

profesión de ingeniería haga un esfuerzo para asegurarse de que esos tomadores de decisiones tengan los conocimientos necesarios, o tengan el apoyo, para tomar decisiones informadas en el campo de ingeniería, innovación y tecnología <sup>(7)</sup>.

Los retos planteados al ingeniero, y particularmente al proceso educativo para formarlo, indican que, ante los vertiginosos cambios que están ocurriendo, lo que conviene a ese ingeniero es que su formación se fortalezca en aquellas áreas que no sufran cambios frecuentes. Es decir, deben fortalecerse los conocimientos básicos y los de ciencia de la ingeniería

Por otra parte, si nuestros países en desarrollo desean salir del estado de atraso y poder competir en el mundo actual, el nivel de conocimientos que adquieren los ingenieros debe ser equivalente al nivel de conocimientos de los ingenieros en los países desarrollados <sup>(13)</sup>.

Igualmente, no conviene que exista un programa uniforme en todas las instituciones educativas, sino por el contrario, conviene que cada universidad lo enfoque a su manera, conservando los principios antes citados.

Al mismo tiempo, las universidades y las asociaciones profesionales de ingeniería tienen que tomar conciencia de la necesidad de ofrecer programas que le permitan al ingeniero mantenerse al día en sus conocimientos técnicos <sup>(12)</sup>. Dado que el ingeniero tiene que desarrollar su trabajo en un contexto social, político y económico donde las decisiones finales normalmente las toman personas que no necesariamente tienen un dominio de la problemática tecnológica, el ingeniero deberá tener la capacidad de expresar sus ideas en forma clara y entendible a personas que no sean del campo técnico <sup>(7)</sup>. Ello hace necesario que el ingeniero pueda conceptualizar sistemas complejos y trabajar en equipos interdisciplinarios, lo que puede involucrar trabajar a través de diversos campos del saber, en incluso a través de culturas y países diferentes.

En cuanto a su rol con respecto al desarrollo, conviene tomar en cuenta que los países como China, la India y en particular Corea del Sur, han adoptado políticas de Estado que los han llevado a notables avances en sus respectivos países.

En el caso particular de Corea del Sur, el Estado adoptó políticas que significaron un aumento de 10 veces en el número de egresados en ingeniería, en un período aproximado de 10 años. En el mismo período, su PIB se incrementó igualmente 10 veces<sup>(1)</sup>.

Finalmente, habría que indicar que no basta incrementar el número de graduados en ingeniería en el país, sino lo que importa es garantizar la calidad de esos egresados en ingeniería. Es por ello que el tema de acreditación de los estudios de ingeniería se ha convertido en un tema de primera importancia en los países, a fin de poder garantizar el nivel de sus egresados, e igualmente para poder competir con esos ingenieros en el mundo globalizado de hoy.

## REFERENCIAS

1. Joo H. *Mainstreaming Science, Technology and Innovation into Development Strategy*, ASEE 5<sup>th</sup> Global Colloquium on Engineering Education, Río de Janeiro, October 2006.
2. O'Neil G. *Year 2081: A hopeful view of the human future*. Simon and Schuster, Nueva York, 1981.
3. National Academy of Engineering, *The Engineer of 2020*, NAE, Washington, DC, 2004.
4. National Academy of Engineering, *Educating the Engineer of 2020*, NAE, Washington, DC, 2005.
5. Organización de Estados Americanos, Simposio *El Ingeniero de las Américas*, Río de Janeiro, 2005.
6. Vest Ch M. *Educating Engineers for 2020 and Beyond in The Bridge*, NAE, Washington DC. octubre 2006.

7. Wulf W A. *Discurso de Incorporación como Miembro Correspondiente Extranjero*, ANIH. Caracas, 2008;16:67-74.
8. Yackovlev V. *La formación de ingenieros para el siglo XXI*, UCV, II Congreso Venezolano de Enseñanza de Ingeniería, Caracas, octubre 2008.
9. Yackovlev V. *La formación de ingenieros del futuro y su impacto en el desarrollo*, SVIP, Conferencia, 50 Aniversario de la SVIP, CIV, Caracas, julio 2008.
10. Yackovlev V. *La formación de ingenieros para el siglo XXI*, Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, febrero 2009.
11. Yackovlev V. *Educación para el siglo XXI*, IV Congreso Mundial de Educación, Caracas, octubre 1997.
12. Yackovlev V. *La educación continua de ingenieros en Venezuela*. UNESCO, Seminario UNESCO/UPADI sobre Educación Continua, Caracas, octubre 1994.
13. Yackovlev V. *Development of Graduate Engineering Educating in Venezuela*. ASEE, Journal of Engineering Education. Washington, DC., 1966;57(2):121-122.



# **COMPORTAMIENTO A LA FATIGA DE LA ALEACIÓN DE ALUMINIO AA7075-T6 RECUBIERTA CON NITRURO DE CIRCONIO (ZrN) VÍA DEPOSICIÓN FÍSICA EN FASE VAPOR (PVD)**

Acad. Elí S. Puchi Cabrera\*  
Sillón XXIX

## **Resumen**

El presente trabajo refleja parte del esfuerzo que se viene realizando en las Instituciones Académicas Venezolanas sobre la búsqueda de nuevas aplicaciones para el aluminio y sus aleaciones. El mismo se ha llevado a cabo a fin de estudiar el efecto de la deposición de un recubrimiento de nitruro de circonio (ZrN) de aproximadamente 3 micras de espesor, sobre las propiedades mecánicas estáticas y comportamiento a la fatiga de la aleación de aluminio AA7075-T6. La investigación ha permitido determinar que el proceso de deposición del recubrimiento da lugar a una reducción significativa de las propiedades estudiadas, la cual no puede ser compensada en su totalidad por la presencia del recubrimiento. Sin embargo, cuando los ensayos de fatiga se realizan en una solución corrosiva de 3 % en peso de cloruro de sodio (NaCl) a relativamente bajos esfuerzos alternantes, la película de ZrN compensa de manera parcial la disminución de las propiedades de fatiga del sustrato recubierto. Asimismo, se pudo observar la ocurrencia de una extensa delaminación (separación)

\* Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

del recubrimiento, del sustrato bajo la acción de esfuerzos cíclicos mayores de aproximadamente 220 MPa. A esfuerzos inferiores a este valor límite y en presencia del NaCl, el comportamiento del material recubierto se aproxima al del material sin recubrir, lo que destaca la elevada resistencia frente a la corrosión del recubrimiento de ZrN y su habilidad para proteger al sustrato cuando permanece adherido a este último.

## **1. Introducción**

Los estudios de fatiga que han sido realizados anteriormente en aleaciones ferrosas recubiertas con películas delgadas sintetizadas por medio de técnicas de deposición física en fase vapor (PVD) han demostrado que en general tales recubrimientos dan lugar a un incremento significativo en la vida a la fatiga del sustrato, cuando los ensayos se realizan tanto al aire como en soluciones de NaCl<sup>(1-6)</sup>. Por ejemplo, las investigaciones realizadas por Jeager y col.<sup>(1)</sup> sobre el comportamiento a la fatiga de un acero rápido del tipo S6-5-2 recubierto con diferentes películas duras del sistema Ti-Al-C-N sintetizadas mediante deposición física en fase vapor asistida por plasma (PAPVD), tales como  $TiC_xN_{1-x}$  y  $Ti_{1-x}Al_xN$ , donde x representa el coeficiente estequiométrico, indican que en general la presencia de estas películas da lugar a un incremento moderado en el esfuerzo requerido para producir una falla por fatiga del acero base, lo cual de acuerdo a los autores está relacionado con los esfuerzos residuales compresivos existentes en las películas. El trabajo realizado por Baragetti y col.<sup>(2)</sup> en un acero inoxidable dúplex del tipo 2205 recubierto con nitruro de cromo (CrN) depositado por PVD, también apoya los hallazgos previos.

El trabajo realizado por Berríos-Ortiz y col.<sup>(3,4)</sup> en un acero inoxidable 316L recubierto con distintas películas de composición subestequiométrica del tipo  $TiN_x$  and  $ZrN_y$  depositadas mediante técnicas PVD de espurreo por magnetrón de campo cerrado (CFUMS), permitieron determinar incrementos en vida a la fatiga

para ambos tipos de películas del orden de 570 - 1680 % y de 400 - 1200 %, respectivamente, aumentos comparables a aquellos observados cuando el mismo sustrato se recubre con una película estequiométrica de nitruro de titanio (TiN) depositada mediante técnicas de PAPVD de arco catódico filtrado, del orden de 400-2120 %<sup>(5)</sup>. Recientemente, se llevó a cabo una investigación a fin de estudiar el comportamiento a la fatiga tanto al aire como en una solución de NaCl, de un acero SAE 4340 templado y revenido (Q&T) recubierto con una película de carbonitruro de titanio (TiCN) depositada comercialmente mediante técnicas de PAPVD, de aproximadamente 4 micras de espesor<sup>(6)</sup>. Los resultados obtenidos demostraron que la presencia del recubrimiento generó un incremento moderado de la vida a la fatiga, del orden de aproximadamente 140 %-180 %, en comparación con la del sustrato sin recubrir, cuando el material es ensayado al aire bajo condiciones de flexión rotativa a esfuerzos alternantes máximos en el orden de 550-700 MPa. Igualmente, se encontró que cuando el material era ensayado en una solución de NaCl, a lo sumo se podría observar un incremento del orden del 25 % en el número de ciclos a falla, particularmente a esfuerzos alternantes máximos superiores a aproximadamente 570 MPa, lo cual sugiere la susceptibilidad del TiCN al efecto corrosivo del NaCl bajo la acción combinada de esfuerzos cíclicos.

Este incremento en la vida a la fatiga y en el límite de fatiga que se observa en estas aleaciones recubiertas ha sido atribuido principalmente a tres aspectos diferentes: 1. La existencia de esfuerzos residuales compresivos de elevada magnitud en los recubrimientos, del orden de aproximadamente 1-4 GPa, 2. la elevada resistencia mecánica de estos materiales y 3. su excelente adhesión al sustrato sobre los cuales se depositan. Sin embargo, a pesar de estos resultados tan promisorios en relación con las aleaciones ferrosas, no se dispone de información en lo que se refiere al efecto de estas películas duras en las propiedades de fatiga de los materiales no ferrosos, particularmente de las aleaciones de

aluminio de aquellos sistemas en los cuales la resistencia mecánica se alcanza a través de tratamientos térmicos que involucran un tratamiento de solución en estado sólido a temperaturas elevadas, temple y envejecimiento a temperaturas relativamente bajas, tales como las aleaciones de aluminio de las series 2000, 6000 y 7000. En lo concerniente a la industria aeronáutica y aeroespacial en la cual la relación alta resistencia mecánica a densidad es de suma importancia para aplicaciones estructurales, una de las aleaciones de aluminio más importantes empleadas en la manufactura de diferentes piezas y componentes es la aleación AA7075 en condición T6, es decir, envejecida a aproximadamente 120°C, lo cual le provee a la aleación una resistencia a la fluencia de aproximadamente 550 MPa y una resistencia a la tracción del orden de aproximadamente 595 MPa. Sin embargo, tomando en consideración que la mayoría de los procesos de deposición por PVD tienen lugar a temperaturas por encima de los 400° C y el hecho que el uso de tales procesos debe ser validado en la industria aeronáutica, surgen varias preguntas importantes 1. ¿Puede la presencia de una película dura compensar la reducción en propiedades mecánicas que se espera debido al proceso de deposición? 2. Si el decremento en tales propiedades no es compensado por la deposición de la película, ¿De cuánto es el decremento en la resistencia a la fatiga del sustrato? 3. ¿Puede este decremento en propiedades de fatiga ser aceptable tomando en consideración que la presencia de la película proveerá un mejor comportamiento frente al desgaste y corrosión?.

Por todo lo antes expuesto se decidió llevar a cabo esta investigación, a fin de evaluar los cambios en propiedades mecánicas estáticas y comportamiento a la fatiga tanto al aire como en una solución de 3 % en peso de NaCl, de una aleación de aluminio del tipo AA7075-T6 recubierta con una película de ZrN depositada por PVD CFUMS y comparar las propiedades de fatiga de la aleación recubierta con aquellas del material sin recubrir. Los recubrimientos de ZrN se conocen por su elevada dureza del orden de 20 GPa y elevada resistencia a la erosión, corrosión y desgaste.

## **2. Técnicas experimentales**

### **2.1 Preparación de las muestras**

La presente investigación ha sido llevada a cabo empleando muestras de la aleación de aluminio AA7075-T6, cuya composición química es la siguiente (% en peso): 6,10 Zn, 2,90 Mg, 2,00 Cu, 0,50 Fe, 0,40 Si, 0,30 Mn, 0,28 Cr, y Al bal. El material fue obtenido en la forma de barras de aproximadamente 12,7 mm de diámetro y 1,83 m de longitud, a partir de las cuales se mecanizaron una serie de muestras de tracción y fatiga de acuerdo a las Normas ASTM B 557 y E 606, respectivamente. Las propiedades mecánicas estáticas tanto de la aleación sin recubrir como recubierta se evaluaron mediante ensayos de tracción, empleando tres muestras en cada condición. Por el contrario, el comportamiento a la fatiga de las muestras recubiertas y sin recubrir requirió el mecanizado de 96 muestras.

Asimismo, se llevó a cabo la caracterización del recubrimiento por medio de ensayos de nano y microindentación empleando algunas muestras adicionales de un acero de herramienta KNL, de geometría cilíndrica y dimensiones de 12 x 12 mm<sup>2</sup> en altura y diámetro, las cuales fueron recubiertas junto con las muestras de tracción y fatiga, en el mismo reactor industrial. La Figura 1 presenta un diagrama con las dimensiones de las muestras de tracción y fatiga, en el cual todas las dimensiones están dadas en mm. La operación de mecanización se llevó a cabo de manera cuidadosa, a fin de minimizar la introducción de esfuerzos residuales, para lo cual se utilizó un torno de baja velocidad. Posteriormente, las muestras fueron lijadas con papeles sucesivos de SiC de malla 600-1200 y subsecuentemente pulidas con alúmina de 0,3  $\mu\text{m}$  para lograr un acabado final de pulido tipo espejo y la eliminación de las entallas diametrales restantes que pudieran actuar como concentradores de esfuerzo durante los ensayos de fatiga. La rugosidad media de las muestras pulidas fue de  $\sim 0,021 \mu\text{m}$ , mientras que la de las muestras recubiertas fue de  $\sim 0,063 \mu\text{m}$ .

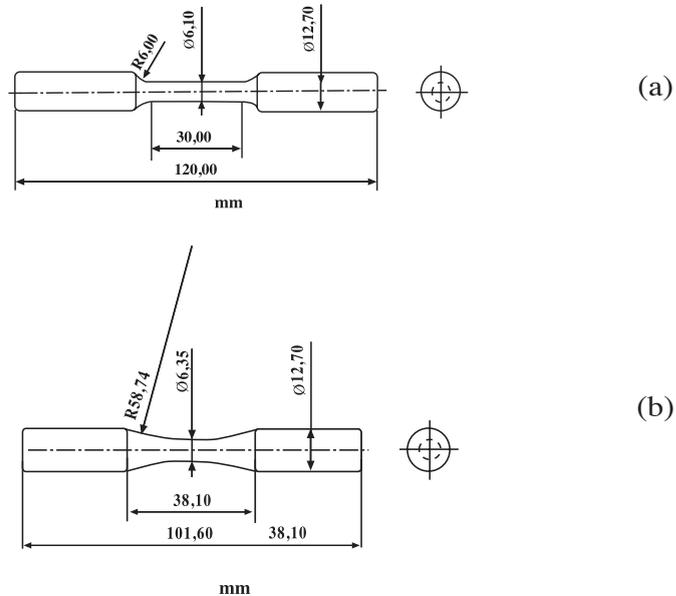


Figura 1. Diagrama de las probetas de (a) tracción y (b) fatiga empleadas en esta investigación. Todas las medidas se encuentran en mm.

## 2.2 Deposición del recubrimiento y su caracterización.

Se enviaron tres muestras de tracción, 48 muestras de fatiga y las muestras de caracterización del acero de herramienta KNL a la empresa Teer Coatings Ltd., Worcestershire, U. K., donde estas fueron recubiertas con una película de ZrN, por medio de PVD CFUMS, empleando tanto blancos de Zr como gases ( $Ar$  y  $N_2$ ), de alta pureza. Tal como se señaló anteriormente, los recubrimientos de ZrN poseen una dureza de aproximadamente 20-25 GPa y son ampliamente empleados como recubrimientos protectores frente a la corrosión y al desgaste. La evaluación del espesor de los requerimientos se llevó a cabo empleando técnicas de calota

esférica y análisis de imagen. La dureza del recubrimiento de ZrN se evaluó por medio de ensayos de nano y microindentación. Los ensayos de nano indentación se realizaron en la Universidad de Poitiers, Francia, a temperatura ambiente empleando un penetrador piramidal de diamante tipo Berkovich, junto con un equipo de nanoindentación de la empresa CSEM (Suiza). Los ensayos se llevaron a cabo en aire, colocando el equipo en modo de control de carga. Las muestras fueron indentadas a carga máxima, en 30 s, mantenidas a esta carga por 30 s y descargadas en 30 s. La carga máxima varió entre 10-150 mN. Se utilizó el procedimiento de calibración sugerido por Oliver and Pharr<sup>(7)</sup> a fin de corregir los datos por los efectos de la deformación elástica del marco de carga del aparato y la forma imperfecta de la punta del indentador. Los ensayos de microindentación se llevaron a cabo de acuerdo a la Norma ASTM E 384, empleando ocho cargas diferentes en el intervalo de 10-1000 g, tomándose diez medidas a cada carga aplicada.

### **2.3 Ensayos mecánicos**

Para evaluar las propiedades mecánicas estáticas de interés del sustrato recubierto y sin recubrir se utilizó una máquina servohidráulica controlada por computadora (Instron 8502, Canton, MA, USA). Los ensayos de tracción se llevaron a cabo a una velocidad de cabezal de 2 mm/min y se ensayaron tres muestras de cada condición. Para realizar los ensayos de fatiga se utilizó un equipo de Fatigue Dynamics (Walled Lake, MI, USA) RBF-200. Estos ensayos se llevaron a cabo tanto al aire como en una solución de 3 % NaCl, bajo condiciones de flexión rotativa ( $R = -1$ ) a una frecuencia de 50 Hz (3000 rpm). Todos los ensayos estáticos y dinámicos se realizaron a temperatura ambiente ( $\sim 23^\circ\text{C}$ ). El comportamiento a la fatiga del sustrato sin recubrir se evaluó en el intervalo de esfuerzos alternantes máximos de 269-430 MPa, mientras que las muestras recubiertas fueron evaluadas a esfuerzos de 169-377 MPa. En el caso de las muestras recubiertas fue

necesario utilizar esfuerzos más bajos debido al decremento en la resistencia mecánica del sustrato que tuvo lugar debido al proceso de deposición del recubrimiento. De acuerdo al procedimiento establecido en la Norma ASTM E 739 relativa a los ensayos para la determinación de las curvas de esfuerzo-vida, se ensayaron no menos de 24 muestras en cada condición, a fin de garantizar una repetibilidad de los ensayos de fatiga del orden del 80 %. La gran mayoría de las muestras fallaron en un intervalo de número de ciclos de aproximadamente 4 000-400 000.

## **2.4 Evaluación microestructural**

Se evaluaron las superficies de fractura de algunas muestras selectas ensayadas a fatiga empleando técnicas de microscopía electrónica de barrido (MEB). Para este propósito, se escogieron algunas de las muestras ensayadas tanto a los esfuerzos alternantes máximos y mínimos, que fueron examinadas de manera detallada. El análisis fractográfico se enfocó principalmente en la determinación de los puntos de iniciación de las grietas de fatiga, la ocurrencia de delaminación del recubrimiento durante la aplicación de cargas cíclicas y el papel del recubrimiento durante la propagación de las grietas. Por tanto, el análisis requirió no solo de la evaluación de las superficies de fractura de las muestras, sino también de las secciones transversales normales a dichas superficies. Todas las observaciones fractográficas se realizaron empleando un potencial de 25 kV.

## **3. Resultados experimentales**

### **3.1 Caracterización del recubrimiento**

La Figura 2 ilustra una vista típica en sección transversal, paralela al eje de una muestra recubierta. Se puede observar que la película depositada es bastante homogénea y tiene un espesor de  $\sim 3$   $\mu\text{m}$ , lo cual fue corroborado a través de medidas de calota esférica. Al menos a estas ampliaciones, no se observa la presencia de

poros y/o grietas en la intercara substrato-recubrimiento, lo cual sugiere que la película depositada está aparentemente bien adherida al substrato. Esta buena adherencia de la película al substrato, al menos bajo cargas axiales estáticas, pudo ser confirmada mediante el análisis de un grupo de probetas ensayadas a tracción, tal como se presenta en la Figura 3. La Figura 3a ilustra parte de la superficie de fractura de una de las probetas donde se observa claramente la presencia de un gran número de micro hoyuelos (D), lo que es indicativo de una deformación plástica extensa del material antes de la fractura. Sin embargo, se puede observar la película de ZrN en la periferia de la muestra, aunque a fin de acompañar al substrato durante la deformación plástica, esta se ha fracturado y delaminado a lo largo de varias áreas, debido a su ductilidad limitada. La Figura 3b, por otra parte, ilustra una vista lateral de la misma muestra cerca de superficie de fractura, donde se puede observar el extenso agrietamiento del recubrimiento.

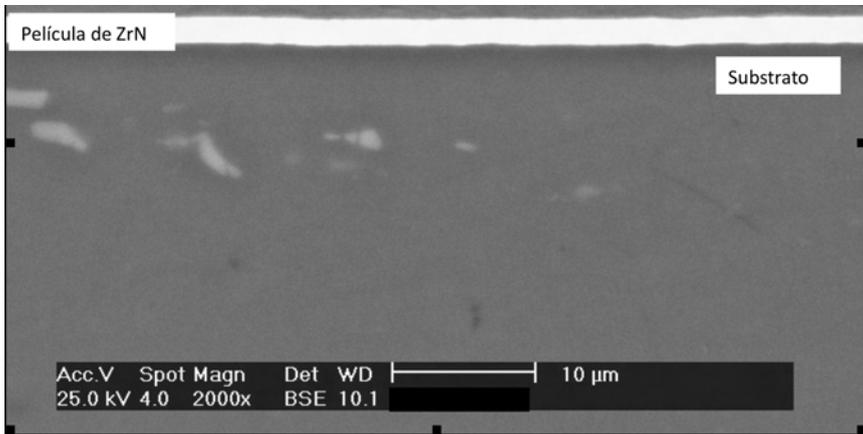
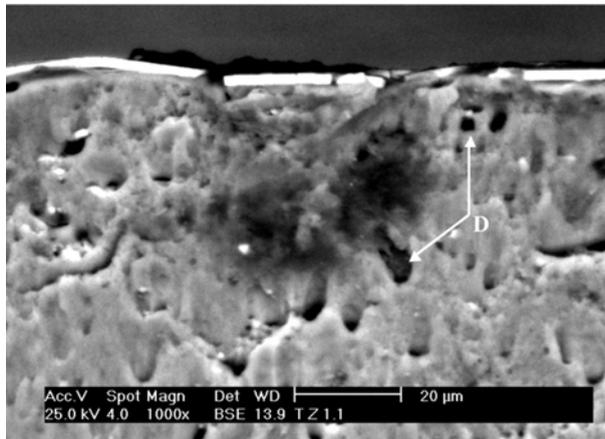
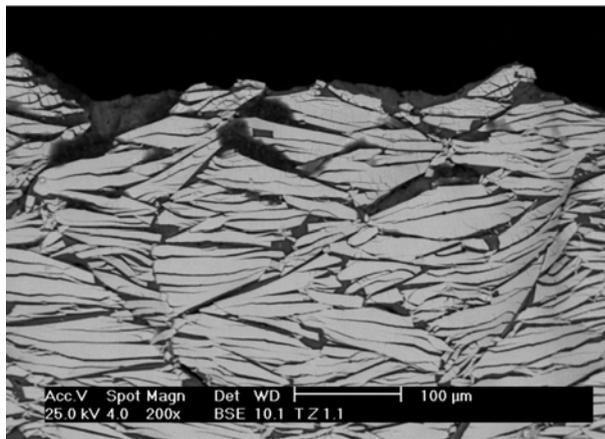


Figura 2. Sección transversal típica, paralela al eje de la muestra recubierta. La película tiene un espesor de  $\sim 3 \mu\text{m}$ . Se observa que la intercara substrato-recubrimiento se encuentra aparentemente libre de grietas y poros.



(a)



(b)

Figura 3. (a) Vista parcial de la superficie de fractura de una muestra recubierta ensayada en tracción. Se puede observar extensa deformación plástica del sustrato y la presencia de micro hoyuelos (D). También se puede observar que la película de ZrN aún se encuentra adherida en la periferia de la probeta. (b) Vista lateral detallada de la pared de la muestra ilustrando el extenso agrietamiento del recubrimiento debido a su ductilidad limitada.

Los estudios previos realizados por Berríos y col.<sup>(4)</sup> en relación con la deposición de películas subestequiométricas de  $ZrN_x$  en un acero inoxidable AISI 316L, empleando la misma técnica utilizada en la presente investigación, indican que esta clase de recubrimientos se encuentra bajo elevados esfuerzos residuales compresivos, del orden de  $\sim 1,5-2,2$  GPa. Sin embargo, los resultados reportados por Gruss y col. (8) indican que la magnitud de tales esfuerzos residuales pudiera ser aún mayor, del orden de  $2,7-4,1$  GPa, lo cual en cualquier caso sugiere que la presencia de estos recubrimientos pudiera mejorar significativamente el comportamiento a la fatiga del sistema substrato-recubrimiento. Tal como se indicó anteriormente, después de la deposición del recubrimiento, la rugosidad de las muestras de fatiga fue de  $\sim 0,063$   $\mu m$ , lo que es significativamente inferior al límite superior de  $0,2$   $\mu m$  establecido por la Norma ASTM E 606.

La determinación de la dureza absoluta del recubrimiento y la descripción del cambio de la dureza compuesta del sistema substrato-recubrimiento con la profundidad de indentación relativa (R.I.D.),  $\beta$ , representa un aspecto importante de la caracterización de este último. En este contexto,  $\beta$  se define como la relación  $\delta/t$ , donde  $\delta$  representa la profundidad de la indentación y  $t$  el espesor de la película. En los ensayos de nano indentación  $\delta$  se obtiene directamente, mientras que en los ensayos de microindentación  $\delta$  se define como la relación  $d/7$ , donde  $d$  representa la diagonal de la indentación. La Figura 4 ilustra el cambio en la dureza compuesta del sistema substrato-recubrimiento en función del R.I.D., determinada a partir de los ensayos de nanoindentación y microindentación.

Los datos experimentales correspondientes a ambos ensayos se han modelado siguiendo el enfoque propuesto anteriormente por el autor<sup>(9,10)</sup>. De acuerdo con este modelo, la dureza compuesta,  $H$ , se puede describir en términos de las durezas del substrato y del recubrimiento,  $H_s$  y  $H_r$ , respectivamente y dos constantes características del sistema recubierto,  $\beta_0$  y  $n$ . Estas constantes son

capaces de proveer información acerca de la capacidad del sistema recubierto para soportar cargas de indentación. De esta forma, la dureza compuesta se puede expresar como:

$$H = H_S + (H_F - H_S) \exp \left[ - \left( \frac{\beta}{\beta_0} \right)^n \right] \quad (1)$$

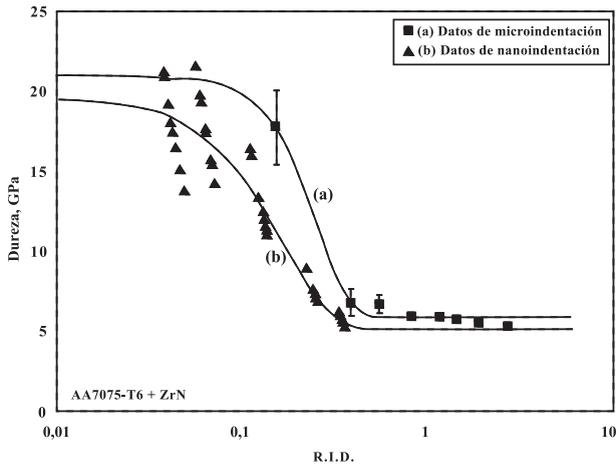


Figura 4. Cambio en la dureza compuesta, determinada a partir de ensayos de nano y microindentación, con la profundidad de indentación relativa (R.I.D.) para el sistema recubierto. Las líneas sólidas representan la descripción de los datos experimentales por medio del modelo propuesto anteriormente por Puchi-Cabrera [9, 10]. Los puntos representan los datos experimentales.

La Tabla 1 resume los valores de  $H_F$ ,  $H_S$ ,  $\beta_0$  y  $n$  determinados a partir de ambos conjuntos de datos, correspondientes a los dos modos de indentación aplicados.

Tabla 1  
Parámetros involucrados en la eq. (2) correspondientes a los dos modos de indentación empleados.

Modo de indentación	HF, GPa	HS, GPa	$\beta_0$	n
Nanoindentación	19,7	5,1	0,17	1,64
Microindentación	21,0	5,8	0,27	2,58

Los resultados anteriores demuestran que el modelado de los datos obtenidos a partir de ambos modos de indentación permite la predicción de valores similares de la dureza absoluta para la película de ZrN, aunque se observa que los valores de  $\beta_0$  y n son algo diferentes, indicando una distinta capacidad del sistema sustrato recubrimiento para soportar cargas de indentación, dependiendo del modo de deformación empleado (e.g. penetrador Berkovich versus penetrador Vickers). Sin embargo, se debe tomar en consideración que ambos métodos se refieren a estados de carga diferentes. Los datos de nano y microindentación se obtienen a partir de estados de carga y descarga, respectivamente, y es razonable suponer que la descarga es puramente elástica<sup>(7)</sup>. Todos estos aspectos se muestran claramente en la Figura 4 la cual ilustra el cambio en la dureza compuesta en función de  $\beta$  para ambos modos de indentación.

### 3.2 Evaluación de las propiedades mecánicas

La evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales recubiertos y sin recubrir por medio de ensayos de tracción permitió determinar que la aleación base posee una resistencia a la fluencia  $R_{0.2\%} = 547 \pm 7$  MPa y una resistencia a la tracción  $R_{\max} = 648 \pm 7$  MPa, mientras que para la aleación recubierta se encontró que  $R_{0.2\%} = 310 \pm 2$  y  $R_{\max} = 464 \pm 7$  MPa. De esta forma, se puede observar claramente que el proceso de deposición realizado a temperaturas muy superiores a la temperatura de envejecimiento de la aleación ( $\sim 120^\circ\text{C}$ ) dio lugar a un decremento significativo

en la resistencia a la fluencia del material recubierto, de ~43 % y también a un decremento en la resistencia a la tracción de ~28 %. La disminución en propiedades mecánicas de la aleación recubierta indica que la deposición del recubrimiento también dará lugar a una reducción significativa de la resistencia a la fatiga del conjunto sustrato-recubrimiento, la cual pudiera ser parcialmente compensada por las propiedades mecánicas y esfuerzos residuales de la película.

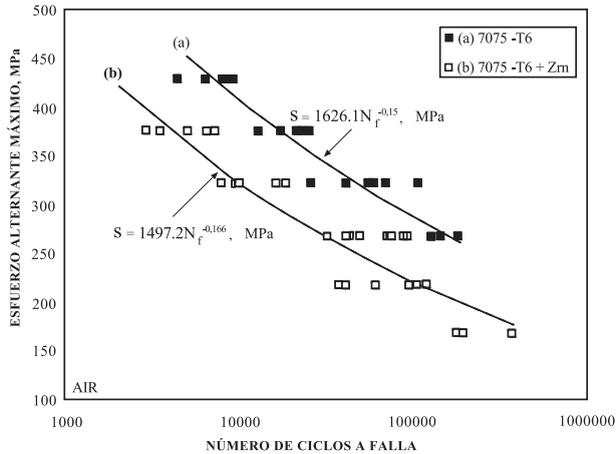
Tal como se mencionó anteriormente, se realizaron ensayos de fatiga tanto al aire como en una solución de 3 % peso de NaCl. Todos los ensayos se llevaron a cabo a esfuerzos alternantes máximos en el intervalo 169-430 MPa, dependiendo de la condición de la aleación y medio de ensayo (aire o solución de NaCl). Las Figuras 5 a y b ilustran el cambio en el esfuerzo alternante máximo en función del número de ciclos a falla para las muestras ensayadas al aire y en la solución de NaCl, respectivamente. A fin de cumplir con lo establecido en la Norma ASTM E 739, para los ensayos al aire de utilizaron 27 probetas y cinco niveles diferentes de esfuerzo alternante máximo, mientras que para los ensayos en la solución de NaCl se ensayaron 24 muestras, también a esfuerzos diferentes. Este procedimiento permite comparar las curvas de esfuerzo-vida de la aleación sin recubrir con la de la aleación recubierta.

Las Figuras 5a y b muestran claramente que sí se recubre la aleación de aluminio AA7075-T6 con una película de ZrN de las características descritas en este trabajo, se produce una disminución significativa de la vida a la fatiga del sustrato tanto al aire como en la solución de NaCl.

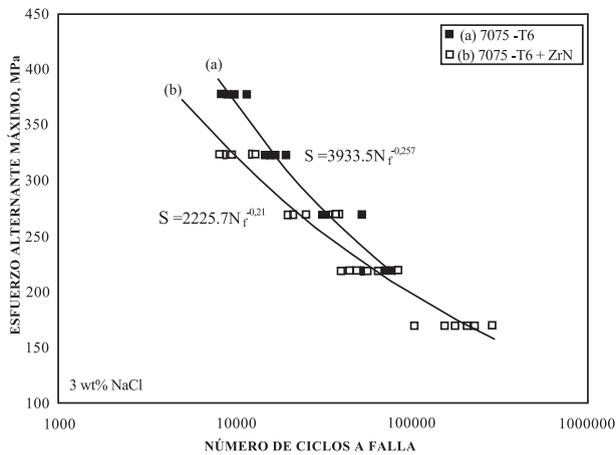
Los ensayos realizados al aire indican que este decremento en vida a la fatiga es levemente dependiente del esfuerzo alternante máximo. Por el contrario, los ensayos realizados en la solución de NaCl muestran que el decremento en vida a la fatiga es mayor a medida que aumenta el esfuerzo aplicado al material. En ambas figuras, los datos experimentales han sido modelados mediante una relación paramétrica simple, de la forma:

Comportamiento a la fatiga de la aleación de aluminio AA7075-T6 recubierta con nitruro de circonio (ZrN) vía deposición física en fase vapor (PVD)

$$S = A N_f^{-m}, \text{ MPa} \quad (2)$$



(a)



(b)

Figura 5. (a) Cambio en el número de ciclos a falla en función del esfuerzo alternante máximo para las muestras recubiertas y sin recubrir. (a) Ensayos al aire. (b) Ensayos en la solución de 3 % peso de NaCl.

donde  $S$  representa el esfuerzo alternante máximo,  $N_f$ , el número de ciclos a falla,  $A$  el coeficiente de resistencia a la fatiga y  $m$  el exponente de fatiga. En las Figuras anteriores, la ec. (2) se representa mediante líneas sólidas y los parámetros  $A$  y  $m$  se obtuvieron mediante un análisis de mínimos cuadrados empleando los datos de esfuerzo-vida. Estos parámetros se pueden utilizar para calcular el decremento en vida a la fatiga de las muestras recubiertas en función del esfuerzo alternante máximo aplicado, por medio de una ecuación simple de la forma:

$$\% \text{ Decremento en Vida a la Fatiga} = \frac{N_f^{\text{Subst.}} - N_f^{\text{Coat.}}}{N_f^{\text{Subst.}}} \times 100 \quad (3)$$

Los resultados de este análisis se presentan en la Figura 6 e indican que en los ensayos realizados al aire el decremento en vida a la fatiga varía entre 73 %-82 %, alcanzándose mayores pérdidas a los esfuerzos alternantes de menor magnitud. En relación con los resultados realizados en NaCl, el decremento en vida a la fatiga es algo menos marcado y varía entre 11 %-51 %. En este caso, las mayores pérdidas se alcanzan a altos esfuerzos alternantes.

### 3.3 Análisis fractográfico

Después de los ensayos de fatiga se analizaron algunas muestras selectas empleando técnicas de MEB, a fin de caracterizar las superficies de fractura. Tal caracterización involucró la identificación de los sitios de iniciación de grietas y la determinación del papel que juega el recubrimiento de ZrN en el mecanismo de fractura por fatiga. Por ejemplo, la Figura 7a ilustra la superficie de fractura de una muestra ensayada a 377 MPa en aire, la cual falló después de 5 000 ciclos de carga. En la misma se puede observar claramente que la falla por fatiga ocurrió como consecuencia de la propagación de varias grietas iniciadas en la periferia de la muestra.

*Comportamiento a la fatiga de la aleación de aluminio AA7075-T6 recubierta con nitruro de circonio (ZrN) vía deposición física en fase vapor (PVD)*

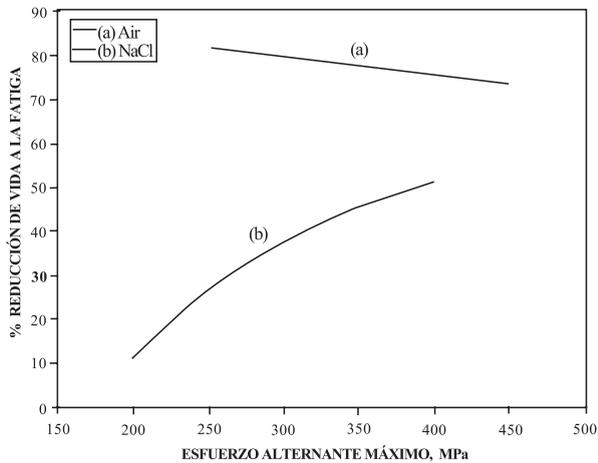


Figura 6. Porcentaje de reducción de vida a la fatiga de las muestras recubiertas en función del esfuerzo alternante máximo aplicado al material en ambos medios de ensayo.

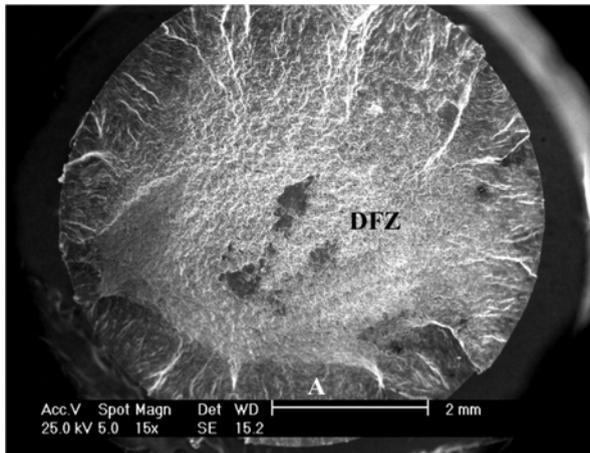


Figura 7a. Vista general de la superficie de fractura de una muestra ensayada al aire a 377 MPa, la cual falló después de 5000 ciclos de carga, ilustrando que la falla por fatiga ocurrió como consecuencia de la propagación de varias grietas iniciadas en la periferia de la muestra.

Por lo tanto, la zona de fractura dúctil (DFZ) está localizada en el centro del plano de fractura. La Figura 7b representa una vista ampliada del área identificada como A en la Figura 7a y en la misma se presenta en detalle uno de los puntos periféricos donde se inician las grietas de fatiga. Las flechas blancas indican la dirección de propagación de la grieta y el punto donde convergen estas líneas indica la ubicación del sitio de iniciación de la grieta. La Figura 7c representa una ampliación adicional del área identificada como B en la Figura 7b, la cual permite una mejor observación de la superficie de fractura en las primeras etapas de la propagación de la grieta. La flecha blanca sobre la fotomicrografía indica el posible origen de la grieta.

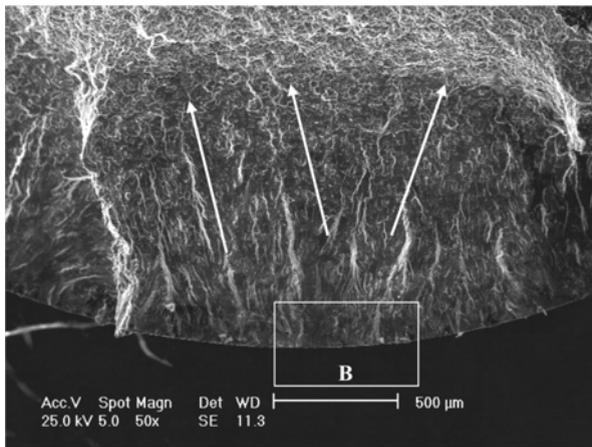


Figura 7b. Vista ampliada del área indicada como A en la Figura 7a. Las flechas indican la dirección de propagación de la grieta.

Por otra parte, las Figuras 8a-d ilustran una serie de fotomicrografías correspondientes a la sección transversal de diferentes muestras ensayadas tanto al aire como en la solución de NaCl. En las mismas se puede observar que las grietas de fatiga se forman en la superficie de las muestras y luego se propagan hacia

el substrato de aluminio, principalmente de manera perpendicular a la intercara substrato-recubrimiento. También se puede observar que en algunos casos las grietas también se propagan a lo largo de la intercara, dando lugar a la delaminación del recubrimiento, del substrato.

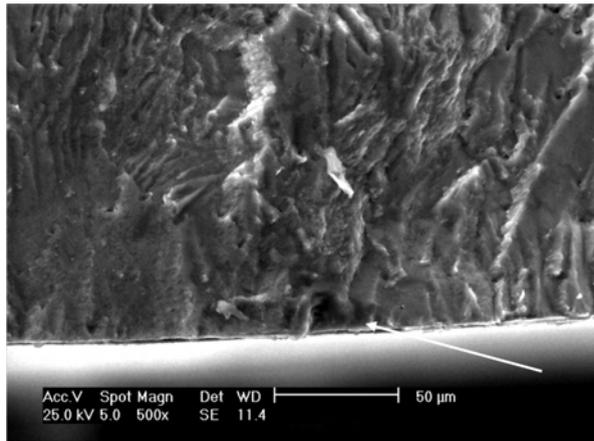


Figura 7c. Ampliación adicional del área identificada como B en la Figura 7b. Las flechas indican el posible origen de la grieta.

En algunos casos, (Figura 8c), se observó que las grietas fueron iniciadas en defectos presentes en el recubrimiento, tal como partículas sin reaccionar, típicas de este tipo de proceso de deposición.

La Figura 8d, un detalle de la Figura 8c, muestra claramente que las grietas de fatiga primero consumen la totalidad del espesor recubrimiento antes de propagarse hacia el substrato.

Bajo condiciones corrosivas, el daño inducido al recubrimiento es más severo, tal como se puede observar en la Figura 9, en la cual se muestra claramente la fractura múltiple y delaminación significativa del recubrimiento.

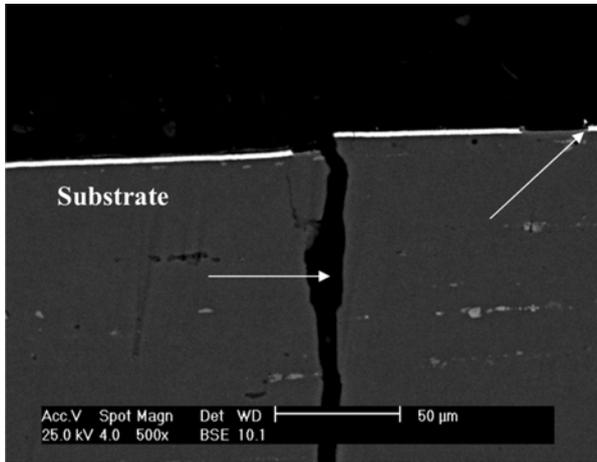


Figura 8a. Sección transversal de una muestra ensayada en aire a 377 MPa en la cual se ilustra la propagación de una grieta desde la superficie de la muestra. También se puede observar la delaminación del recubrimiento, del substrato en la zona señalada.

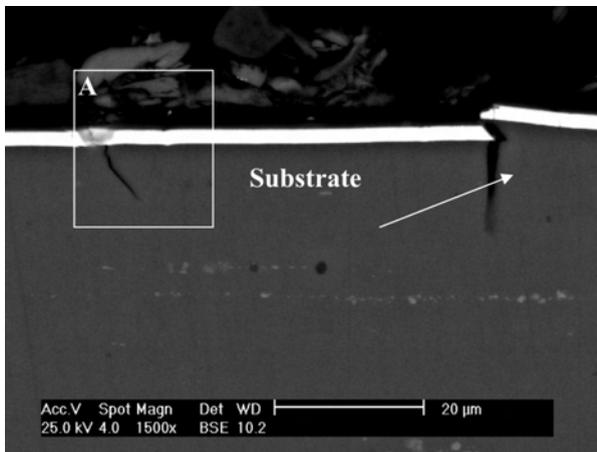


Figura 8b. Sección transversal de una muestra también ensayada al aire a 169 MPa mostrando la propagación de grietas desde la superficie de la probeta.

*Comportamiento a la fatiga de la aleación de aluminio AA7075-T6 recubierta con nitruro de circonio (ZrN) vía deposición física en fase vapor (PVD)*

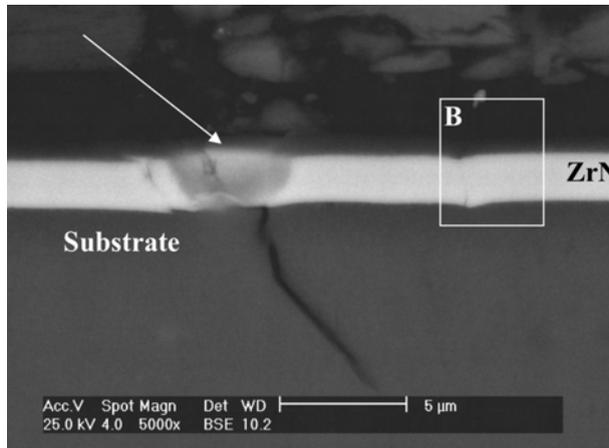


Figura 8c. Vista detallada del área indicada como A en la Figura 8b. La grieta de fatiga inició en un defecto de la película de ZrN.

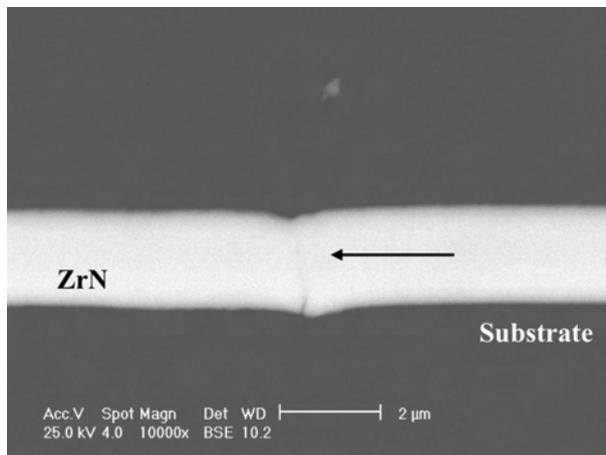


Figura 8d. Vista ampliada del área identificada como B en la Figura 8c, en la cual se ilustra una grieta de fatiga que ha propagado totalmente a través del espesor del recubrimiento.

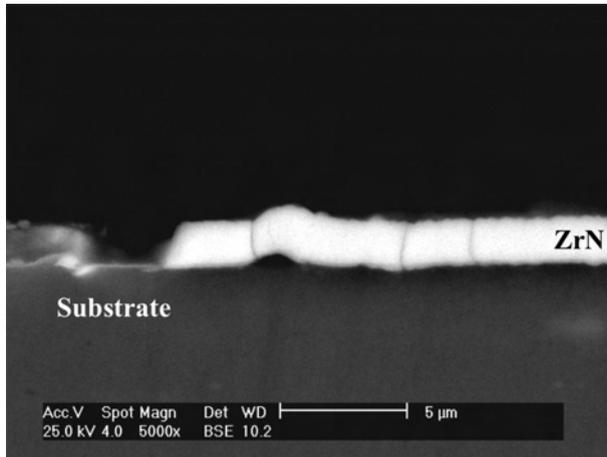


Figura 9. Sección transversal de una muestra ensayada en NaCl at 323 MPa ilustrando la fractura extensa del recubrimiento y su delaminación local del sustrato.

#### 4. Discusión

Tal como cabría esperarse, la deposición de la película de ZrN sobre la aleación de aluminio 7075-T6 dio lugar a una disminución significativa de las propiedades mecánicas estáticas del sustrato, lo cual a su vez involucra una severa disminución de la resistencia de fatiga, particularmente cuando el sistema sustrato-recubrimiento es ensayado al aire. De esta forma, la comparación de las curvas de Wöhler que se presentan en la Figura 5a indica que sí el sustrato sin recubrir se fuese a comportar de la misma manera que la aleación recubierta, se le tendrían que imponer al primero esfuerzos medios de tracción adicionales del orden de 70-85 MPa. Por tanto, la disminución en las propiedades mecánicas del sistema sustrato-recubrimiento que trae consigo el proceso de recubrimiento no puede ser compensado por la presencia del recubrimiento, a pesar de su elevada resistencia mecánica (~23-35

GPa) y estado de esfuerzos residuales compresivos, tal como se determinó en un trabajo previo<sup>(4)</sup>. Cuando los ensayos se realizan en la solución de NaCl, la diferencia en el comportamiento a la fatiga entre el sustrato recubierto y sin recubrir es algo menos marcada, particularmente a bajos esfuerzos alternantes. De esta manera, la comparación entre las curvas que se presentan en la Figura 5b indica que la superposición al sustrato de esfuerzos medios de tracción adicionales del orden de solo 6-50 MPa sería suficiente para hacer coincidir ambas curvas, en el intervalo de  $10^4$ - $10^5$  ciclos. Por tanto, bajo las condiciones presentes, la presencia de la película de ZrN pareciera compensar parcialmente la disminución de las propiedades mecánicas del sustrato, al menos cuando el sistema recubierto se somete a esfuerzos alternantes menores de  $\sim 220$  MPa. Tales resultados ponen de manifiesto que la buena resistencia a la corrosión del recubrimiento y su habilidad para proteger al sustrato cuando los esfuerzos de corte en la intercara sustrato-recubrimiento no son suficientes para producir la delaminación del recubrimiento, del sustrato.

El hecho que el recubrimiento de ZrN no es capaz de compensar completamente el decremento de propiedades mecánicas del sustrato, pudiera estar relacionado con su adhesión a este último. Tal como se señaló anteriormente, se observó que la adhesión de la película es aparentemente satisfactoria bajo la acción de cargas estáticas. Sin embargo, bajo la influencia de esfuerzos cíclicos pareciera ser menos efectiva. El análisis fractográfico que se ha presentado indica que después de los ensayos tanto al aire como en la solución de NaCl, la fractura de las muestras ocurre como consecuencia de la propagación de una serie de grietas iniciadas en la periferia de estas. Asimismo, el análisis en sección transversal de las muestras fracturadas indica la ocurrencia de la delaminación del recubrimiento, del sustrato, de manera significativa particularmente cuando los esfuerzos alternantes

aplicados al sistema sustrato-recubrimiento superan  $\sim 220$  MPa. Tal evidencia lleva a la conclusión que la película de ZrN no es capaz de suprimir la nucleación de las grietas de fatiga, de la misma manera que lo hace cuando se deposita sobre sustratos de aleaciones ferrosas<sup>(4)</sup>.

Aunque no se conocen con precisión las razones para la falta de adhesión del recubrimiento de ZrN al sustrato de aluminio bajo la acción de esfuerzos cíclicos, se podría especular que la naturaleza disímil de propiedades mecánicas de los materiales involucrados, así como la posible existencia de una capa de óxido sobre la superficie del sustrato, pudieran jugar un papel muy importante en la explicación de este comportamiento. Por ejemplo, se pudiera considerar que la diferencia de módulos de elasticidad entre el recubrimiento de ZrN ( $E_{\text{ZrN}} = \sim 280\text{-}360$  GPa) y el sustrato de aluminio ( $E_{\text{Al}} = 70$  GPa) pudieran dar lugar a una diferencia significativa de deformaciones elásticas en ambos materiales bajo la acción tanto de esfuerzos de tracción como de compresión aplicados al sistema sustrato-recubrimiento. Tal diferencia en deformaciones elásticas daría lugar a su vez a severos esfuerzos de corte alternantes en la intercara sustrato-recubrimiento los cuales afectarían la adhesión del recubrimiento al sustrato, dando lugar eventualmente a la delaminación del primero. Una posible solución a este problema pudiera ser el uso de una capa intermedia más rígida entre el sustrato de aluminio y el recubrimiento de ZrN. En el presente, se está llevando a cabo otra investigación, empleando muestras recubiertas en las cuales el recubrimiento de ZrN no se ha depositado directamente sobre el sustrato de aluminio sino sobre una capa intermedia de NiP autocatalítico. Se cree que, debido a sus propiedades mecánicas superiores, la presencia de esta capa intermedia daría lugar a la disminución de la magnitud de los esfuerzos cortantes en la intercara entre la película de ZrN y el recubrimiento de NiP, mejorando la adhesión de la película dura al sistema sustrato-NiP bajo cargas cíclicas.

## **5. Conclusiones**

La deposición de un recubrimiento de ZrN de  $\sim 3 \mu\text{m}$  de espesor sobre una aleación de aluminio AA7075-T6 empleada como sustrato, por medio de PVD CFUMS da lugar a una reducción significativa tanto de las propiedades mecánicas estáticas como del comportamiento a la fatiga del sustrato, los cuales no se pueden compensar en su totalidad por la presencia de la película. El esfuerzo de fluencia y la resistencia a tracción del sustrato de aluminio disminuyen en  $\sim 57$  y  $28 \%$ , respectivamente. Cuando los ensayos de fatiga se realizan en aire a esfuerzos alternantes máximos del orden de 250-450 MPa, la disminución en la vida a la fatiga varía entre aproximadamente 82-73 %. Por el contrario, cuando los ensayos de fatiga se llevan a cabo en una solución de NaCl a esfuerzos alternantes máximos del orden de 200-400 MPa, la disminución en vida a la fatiga es de aproximadamente 11-51 %, lo cual indica que bajo condiciones de cargas cíclicas a bajos esfuerzos alternantes y condiciones corrosivas la película de ZrN compensa parcialmente la disminución de las propiedades mecánicas del sustrato recubierto. Aunque la adhesión del recubrimiento al sustrato pareciera ser aparentemente satisfactoria bajo la aplicación de cargas estáticas, se observa una delaminación pronunciada bajo la acción de esfuerzos cíclicos mayores de aproximadamente 220 MPa, lo que hace que el recubrimiento sea poco efectivo en la supresión de los sitios de iniciación de grietas de fatiga. A esfuerzos alternantes máximos inferiores a  $\sim 220$  MPa y en presencia de NaCl, el comportamiento del material recubierto se aproxima al de la aleación sin recubrir, a pesar de la disminución en propiedades mecánicas estáticas producida por el proceso de deposición, lo cual pone de manifiesto que la buena resistencia a la corrosión del recubrimiento de ZrN y su habilidad para proteger al sustrato cuando permanece adherido a este último.

## **Agradecimientos**

La presente investigación se llevó a cabo con el financiamiento del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) a través de los proyectos No. G-2000001591 y FONACIT-CNRS PI-2007000923, así como del financiamiento del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV), a través de los proyectos Nos. PI-08-00-5790-2005 y PG-08-17-4595-2000. El autor desea agradecer especialmente la contribución de los ingenieros Lorenzo R. Ron Pedrique-Peña y Bernardo Naveira-Núñez por llevar a cabo parte del trabajo experimental y también a la Empresa Teer Coatings Ltd. (U. K.), por realizar la deposición del recubrimiento en las muestras utilizadas.

## **Referencias**

1. Jaeger G, Endler I, Bartsch K, Heilmaier M, Leonhardt A. Surf. Coat. Technol. 150, 2002:282.
2. Baragetti S, La Vecchia GM, Terranova A. Internat. J Fatigue 25, 2003:1229.
3. Berríos JA, Teer DG, Puchi-Cabrera ES. Surf. Coat. Technol. 2001;148(2-3):179.
4. Berríos-Ortiz JA, La Barbera-Sosa J, Teer D, Puchi-Cabrera ES. Surf. Coat. Technol. 2004;179:145.
5. Puchi-Cabrera ES, Martínez F, Herrera I, Berríos JA, Dixit S, Bhat D. Surf. Coat. Technol. 2004;182:276.
6. Puchi-Cabrera ES, Staia MH, Quinto DT, Villalobos-Gutiérrez C, Ochoa-Pérez E. Int. J. Fatigue. 2007;29:471.
7. Oliver WC, Pharr GM, Mater J. Res. 1992;7:1564.
8. Gruss KA, Zheleva T, Davis RF, Watkins TR. Surf. Coat. Technol. 1998;107:115.
9. Puchi-Cabrera ES. Surf. Coat. Technol. 2002;160:177.
10. Puchi-Cabrera ES. Surf. Eng. 2004;20(5):332.

# **BASES PARA EL PROGRAMA DE UN DESARROLLO AGRÍCOLA**

Acad. Eduardo Mendoza Goiticoa  
Miembro Honorario

## **PRÓLOGO**

La agricultura ha jugado papel preponderante desde hace más de 500 años en geografía nacional. A medida que se fue estructurando la Capitanía General de Venezuela, se hizo presente una agricultura eficaz que desarrolló lo autóctono y los cultivos que introdujeron los nuevos habitantes, procedentes de allende los mares. Cagua y Villa de Cura, al igual que Caracas y los Andes, cultivaron el trigo y la avena, que perduraron tiempos después de la Batalla de Carabobo, hasta que la roya de trigo terminó con dichos cultivos en esa zona, de modo que no fue por razones de clima sino por fallas tecnológicas.

Para 1831, según Nicolás Veloz G., el monto de las exportaciones, que no eran otras que las Agrícolas, fue de USD 2 169 000, que para 1842 suben a USD 6 082 000 y en 1893 a USD 21 975 000.

Para esa misma época se exportaba ganado de forma tal, que se contribuyó a crear la ganadería de Cuba y todavía para 1930, Miguel Ron exportaba por el puerto de Barcelona hacia el Caribe y hasta 1945 se abastecía de carne a las Antillas. Además, se exportaba ganado a Colombia que a su vez lo hacía hacia Venezuela por los llanos de Casanare.

Eran tradicionales las siembras de algodón del Marqués de Casa León en Aragua. La Compañía Guipuzcoana se creó para

incrementar la exportación de cacao, café, añil y tabaco, que desde años antes se hicieron presentes en las encomiendas otorgadas para la Corona de España. Esa agricultura de la Capitanía General generó recursos en tal forma que, además de las exportaciones citadas, según Bello *El residuo de los alimentos que ofrecía éste suelo feraz pasaba a alimentar las islas vecinas*”, señalando más adelante “*con la riqueza y hermosura natural del país su progreso con la explotación agrícola y el logro de la mayoría de edad a fines del siglo XVIII, podrá gobernar su propio futuro.*”

En plena guerra de independencia, el Dr. Revenga en carta al Libertador se quejaba de las dificultades para recabar los impuestos originados en el cultivo del tabaco.

Al final de la guerra de independencia la destrucción de bienes y de persona fue de tal magnitud que, según Simón Bolívar *Todo se ha perdido menos la Libertad.*

Para 1830 el gobierno del General Páez, con cuyo notable desempeño hemos sido injustos, se dedicó a reconstruir nuestro proceso agrícola, misión que cumplió a carta cabal con la Sociedad de Amigos del País, fundada por Páez en 1828. Como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1  
Exportaciones nacionales<sup>(1)</sup>

Producto	Unidad	1830-31	1845-46
Algodón	Libras	96 895	787 938
Añil	Libras	262 310	274 991
Cacao	Libras	215 340	9 240 587
Tabaco	Libras	11 544 024	69 062 573
Ganado Vacuno	Reses	1 825	16 217
Cuernos de animales varios	Reses	209 017	803 556

<sup>(1)</sup> Economía y Finanzas de Venezuela desde 1830 hasta 1944, Ramón Veloz, 1943.

Fue tan manifiesto el éxito de esa labor y era tan propicio el medio objeto de ese desarrollo, que esa agricultura fue causa rotunda

de progreso en unos casos y de supervivencia en otros, durante todo el siglo XIX hasta los albores del XX, prácticamente hasta años después del reventón de Pozo de Rosas. Fue esa agricultura de ese mundo tropical, la que financió nuestra independencia, los horrores de la Guerra Federal y las posteriores guerras, guerrillas y dictaduras, hasta el 17 de diciembre de 1935 cuando, muerto el General Juan Vicente Gómez, se encargó de la Presidencia de la República el General Eleazar López Contreras. Fueron de origen agrícola los recursos de que dispuso el General Juan Vicente Gómez para cancelar la deuda externa de Venezuela en 1930.

Sin embargo, a medida que transcurrieron los años se ha hecho más evidente la crítica situación del proceso de desarrollo agrícola y pecuario del país, pese a los múltiples esfuerzos realizados para aumentar dicha producción y a los ingentes recursos económicos invertidos con idéntica finalidad.

*La agricultura ha sido siempre considerada como la más noble y útil ocupación de la humanidad. Todas las otras industrias se apoyan en ella y por eso se le ha llamado la industria madre.*

*La industria agrícola produce los alimentos necesarios para la existencia del hombre, las materias primas de las industrias manufactureras y sostiene y fomenta la actividad comercial entre diversos países del mundo, con el cambio incesante de sus productos. Ella es la base del bienestar privado y de la riqueza y poderío de las naciones. La experiencia ha demostrado que en los lugares donde los agricultores poseen los conocimientos de su arte son más copiosas las cosechas, más general la prosperidad, reinan la paz y la abundancia. La instrucción agrícola, pues es un factor de primer orden en el progreso de las naciones<sup>(2)</sup>.*

## **ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

Durante un lapso de años, el proceso agrícola no guardaba relación con el incremento de los otros sectores económicos y no sólo fue incapaz de responder a la demanda creada, sino que

disminuyó la producción de los cultivos tradicionales inversamente el incremento de la mayor parte de dichos sectores, el agrícola decreció en términos relativos.

Vistas así las cosas, parecería no sólo aventurado sino estéril, hablar de Venezuela en función de nuestra riqueza agrícola. Sin embargo, un análisis de la historia del país, por somero que sea, nos presenta otros aspectos muy distintos, que si bien en ningún caso pueden llevarnos a la conclusión de que Venezuela es una potencia agrícola, sí nos dicen que su destino, su prosperidad y su futuro desarrollo están por naturaleza íntimamente ligados al aprovechamiento útil del sector tierra.

En efecto, parece como si a través de toda la historia del país se proyectase el sino que animó la hazaña de Cristóbal Colón, pues cuando el gran genovés salió de Palos de Moguer a correr su extraordinaria aventura, que transformó el Reino de Castilla en el imperio más dilatado del mundo, no fue en busca de El Dorado, ni podía pensar en las minas de México o del Perú, ni en las perlas de Cubagua. Fue con angustia a la busca de un producto de la tierra: las especias de la India. Este acicate lo llevó a descubrir algo, que no por casualidad se llamó el Nuevo Mundo, porque en verdad éste era un mundo nuevo, tan nuevo que dio al entonces tan viejo Continente algunos de sus principales cultivos como el maíz, la papa y el tabaco. Pocas especias se encontraron, el camino de las Indias no se acortó, pero Vespucio dio patronímico a un Mundo que va desde los límites con Rusia hasta el Polo Sur, inmensidad en la cual fundó Carlos III la pequeña Capitanía General de Venezuela.

Agotados ya los placeres de Cubagua y obligados por los fracasos mineros, los cronistas y gobernadores de la Colonia volvieron su atención hacia una naturaleza pródiga pero difícil, buscando en la explotación agrícola lo que la riqueza del subsuelo reservaba a los felices pobladores de la Venezuela del siglo XX. Una mirada retrospectiva sobre la evolución de nuestro país nos permite captar una continuidad administrativa muy interesante, cuyos afanes reflejaban con terquedad admirable el deseo por lograr

el desarrollo de nuestro potencial agrícola. Iniciado éste durante la vida colonial, después de siglos de tesoneros esfuerzos, dio por resultados que *En los primeros treinta años del siglo XVIII se exportaron a la Península 643 215 fanegas de cacao venezolano, en los diez y seis años siguientes la exportación fue de 869 247 fanegas*<sup>(3)</sup>.

Puede decirse que la principal fuente de trabajo y riqueza la constituyeron los productos del campo. Para 1777 la recién fundada Capitanía General de Venezuela empezó a buscar mercados de exportación para sus productos agrícolas y ganaderos. Cueros, manteca y hasta jamones y telas de algodón, junto con azúcar y cacao van a las Antillas, Cartagena, México y España; también apareció el café, que a partir de 1775 jugó un papel principal en el desarrollo económico y social del país hasta la Venezuela de 1930.

Gracias a este desarrollo agrícola se alcanzó relativa prosperidad para fines del siglo XVIII. Responsable parcial de tal desarrollo es sin duda la Compañía Guipuzcoana que, creada en 1728, se constituyó en factor preponderante para todo el acontecer venezolano hasta principios del siglo XIX, a pesar de que cesó en sus actividades para 1785. Según Arturo Uslar Pietri, los campos se cubrieron de plantaciones y de aldeas en los Valles de Aragua y del Tuy. Quedaron establecidos los primeros sistemas de crédito. Todavía cien años más tarde los visitantes extranjeros admiraban los sistemas de riego usados en las haciendas venezolanas. Con los usos refinados de una vida más fácil y culta, los hombres y los buques de la Guipuzcoana trajeron las inquietudes del siglo de las luces. Mucha filosofía, política francesa vino en las naves del cacao, patrocinadas por los próceres de las Sociedades de Amigos del País. Para estos años la población venezolana se acercó a los 800 000 habitantes, y la exportación alcanzó un valor de veinte millones de bolívares.

Por ellos puede afirmarse que el esfuerzo bélico que hizo posible nuestra emancipación de la dominación española, tiene su base de sustentación y de triunfo en la economía que giraba

en torno a la faena rural venezolana, única fuente de recursos capaz para aquella época, de abastecer los requerimientos de una guerra cruenta y larga. Así pues, a cambio del deterioro de una economía relativamente floreciente, alcanzada a través de toda la etapa colonial, se hace posible la liberación política. El precio, aunque justificado, fue alto. *Las plantaciones están semidestruidas, arrasados los cultivos, el ganado vuelto cimarrón, inservibles las precarias instalaciones industriales, todo aniquilado por el fragor de una lucha titánica*<sup>(4)</sup>.

Como lógica consecuencia los arbitrios rentísticos acusaban grave contracción. En este aspecto informaba Revenga al Libertador en 1828: *Las Aduanas litorales no producían ya casi nada para el Estado. La renta del tabaco, cuyos productos llegaron antes en esta provincia a más de un millón doscientos mil pesos, apenas producían ahora la cuarta parte*<sup>(5)</sup>.

Ante este estado desastroso de las finanzas públicas, había que actuar con diligencia para la reconstrucción económica nacional. Era necesario encauzar de la mejor manera los recursos disponibles con miras a restablecer la producción, cuando menos, al nivel alcanzado en los años previos a la guerra de emancipación.

Grave situación encaraban los venezolanos de aquel año de 1830 *trabajando sobre un campo devorado por las llamas de una guerra desoladora de veinte años, que sólo ha dejado cenizas y escombros, tristes, pero patéticos monumentos del furor de los partidos. Aún humean las hogueras en que se inmolaron a la patria las más brillantes fortunas; estos fragmentos no es fácil transformarlos repentinamente en campiñas doradas de espigas, ni en majestuosos bosques en que vegetan nuestras preciosas producciones; aún se resiste el arado a la endurecida tierra cubierta de malezas, aún desalienta las fatigas del agrónomo la falta de recompensa de su sudor, aún teme los asaltos del crimen o deplora la crueldad de las estaciones*<sup>(4)</sup>.

Este análisis retrospectivo nos lleva entre otros hechos a observar que aún para 1930, cuando el General Juan Vicente Gómez

canceló el saldo de la deuda externa, que arranca desde el proceso de la Guerra de Independencia, se logró gracias al desarrollo agrícola de aquella época, pues para ese momento la renta petrolera era muy incipiente, tanto por lo reciente de su iniciación, cuanto porque según el muy eminente Dr. Gumersindo Torres, para esos tiempos Ministro de Fomento: “*Hubo más de un año que los montos de las exoneraciones de los equipos importados era superior a la renta que las compañías cancelaban al Fisco Nacional*”.

Un análisis cuidadoso a través el tiempo transcurrido desde la época de la Sociedad de Amigos del País, en 1830, hasta ahora, nos presenta un panorama agrícola sumamente constructivo, pero de alzas y bajas inusitadas, que impiden que el sector agrícola se desarrolle en forma estable y progresiva, lo cual habría contribuido a crear una sólida economía, que habría evitado la aglomeración urbana, las ausencias fatales en el territorio nacional y las carencias de infraestructura, que hoy son factor inevitable de atraso y de encarecimiento de costos a nivel de campo y de su entrega a destino, independientemente de la preponderancia tradicional del sector petrolero.

## NOTAS

1. *Economía y Finanzas de Venezuela desde 1830 hasta 1944*, Ramón Velos, 1943.
2. *Cartilla de Agricultura* por el Dr. A.P. Mora, Químico. Caracas. Librería Española de L. Puig Ross, 1907.
3. José Gil Fortoul. *Historia Constitucional de Venezuela*. Tomo I, página 76.
4. Eduardo Mendoza Goiticoa, prólogo a la publicación *10 años de Servicio Shell para el Agricultor*, 1962.
5. José Rafael Revenga, *La Hacienda Pública de Venezuela en 1828-1830*.

## **FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE UNA POLÍTICA AGROALIMENTARIA**

A pesar de los errores cometidos, de la falta de continuidad administrativa, de la carencia de programas integrales de desarrollo del sector, salvo contadas excepciones que no perduraron ni en el tiempo ni en la geografía, estamos en condiciones de rectificar a carta cabal, gracias a la experiencia acumulada, al acervo tecnológico con que hoy se cuenta y a sabiendas que a nivel nacional, el desarrollo armónico de la República exige un sector agropecuario activo, rentable, competitivo y creador inmediato de empleos directos e indirectos, a todo lo ancho y largo del territorio nacional. Esto ha hecho realidad la imprescindible presencia de la riqueza agropecuaria en función de seguridad inalienable de nuestro territorio a través de todas nuestras fronteras.

Para alcanzar esa meta es preciso elaborar un programa integral de desarrollo agrícola y pecuario, en un marco tecnológico de alta eficiencia, con base en una tecnología sumamente moderna, capaz de desarrollarse con éxito y por ende generar una alta productividad por unidad de siembra. En ese programa es preciso contar con un alto grado de infraestructuras eficientes, de calidad de las semillas, de labores culturales, extensión agrícola, sistemas de riego, vías de comunicación, financiamiento amplio y oportuno, seguridad en cuanto a colocación y cancelación de las cosechas, sea en función del mercado interno sea con fines de exportación. Todo ello en marco de una absoluta continuidad administrativa.

Para tranquilidad y sorpresa de muchos, podemos adelantar que el acervo tecnológico persiste en cuyos logros ha tenido valiosa preponderancia los avances tecnológicos del sector privado en los diversos frentes del complejo agropecuario. Por lo pronto nos limitaremos a plantear las posibilidades y medidas adecuadas para lograr un desarrollo agrícola y pecuario eficaz productivo y de alta capacidad competitiva, de acuerdo con los intereses inalienables de la República y en el marco jurídico de los acuerdos del GATT

y de su oficina de administración en la Organización Mundial del Comercio (OMC)

Más de un profesional competente ha insistido en que el problema no reside tanto en el financiamiento como en la calidad del agricultor, calidad en sentido gerencial de la cosa agrícola, pecuaria o forestal. Por eso es preciso llevar la asistencia técnica eficaz a todos los rincones de la geografía agrícola del país, pagada, si fuere necesario, por los mismos productores a profesionales con independencia del sector burocrático.

Sin embargo, quedaría menguada esa asistencia técnica, indefenso ese productor, si la investigación no estuviese centrada en los problemas inmediatos de la producción agrícola. Sin esa ayuda quedarían ellos, quedaríamos todos, ayunos de prácticas agronómicas, imprescindibles para el desempeño eficaz y productivo; continuaríamos con bajos porcentajes de abastecimiento de agricultor por habitante y con el mismo bajo índice de superficie cosechada por agricultor.

Con frecuencia se hace énfasis en el hecho de que la actividad agropecuaria debe ser rentable. Ello es condición “sine qua non” para una agricultura próspera. Pero no podemos conformarnos con que sea rentable solo para el productor, tiene que serlo también para la Nación como un todo, pues de lo contrario jamás vamos a poder concebir la posibilidad de la seguridad alimentaria ni la posible conquista de mercados foráneos. Por tanto reviste características de imperativo categórico aumentar la rentabilidad y por ende, el ingreso neto del productor, con base en el factor de productividad. Además del precio remunerador, francamente remunerador, debe existir un nivel de productividad alto, capaz de elevar nuestros rendimientos unitarios. Pero ello no basta, se precisa simultáneamente una comercialización sensata y eficaz, una política de precio duradero en el tiempo, constructivo a diario, no sujeta a vaivenes imprevistos, salvo aquellos atribuibles a la propia índole del producto.

El desarrollo agrícola intenso y eficaz rescataría el exceso de población, ahora de carácter urbano, a favor de su mejor distribución territorial. Para alcanzar las metas propuestas sólo requerimos, en un marco de convergencia nacional, de continuidad administrativa y de una política audaz y eficiente que, aunado esfuerzos, voluntades y servicios, logre esas metas que necesitamos con tanta urgencia.

En los últimos treinta años, la agricultura venezolana ha estado sometida a políticas ausentes de una estrategia central, que señale los lineamientos donde se inserten las medidas, y a una falta de continuidad administrativa en la gestión del sector público, las cuales han producido un crecimiento irregular de la actividad medido a través del producto y la superficie agrícola y la permanencia de características estructurales que frenan la contribución del sector agrícola al desarrollo global y generan situaciones indeseables tanto desde el punto de vista social como económico.

Más recientemente en la década de los años 90 el sector agrícola ha recibido dos cambios drásticos en su condición, cuyos efectos no han sido más nefastos por la perseverancia de los productores; su arraigo a la agricultura, por ser su única ocupación, y la capacidad instalada de producción. De hecho, cualquier otra actividad económica hubiese mostrado, con toda seguridad, mayor deterioro.

El primer cambio lo representó la aplicación de la doctrina neoliberal a la economía con apertura al mercado internacional, la eliminación de los subsidios y la reducción del papel del Estado en la dinámica económica. El programa de reajuste afectó de manera particular el proceso agrícola de Venezuela debido por un lado, a la precipitación con que se puso en práctica la aplicación de la política comercial agrícola, por la falta de conocimiento de los factores claves del sistema y la desestimación de la contribución de la agricultura en el desarrollo económico y por otro al grado de deterioro de la base productiva y humana dedicada a la actividad agrícola.

El segundo cambio ocurrió hace varios años con la aplicación del control de cambio y de precios, que anula los efectos positivos generados por la política de liberalización y produce un retroceso en el estilo de conducción del sector agrícola.

Los cambios mencionados han generado un franco retroceso de la agricultura que se manifiesta desde el punto de vista cuantitativo en la caída de los índices de producción, el incremento de la dependencia externa y el desabastecimiento, y como expresiones cualitativas la quiebra de empresas agropecuarias, el empobrecimiento de las economías rurales de base agrícola, el abandono de las inversiones en el campo y la falta de reposición de la infraestructura, maquinaria y equipos.

El proceso agrícola en Venezuela necesita un programa objetivo, eficaz e impostergable que tomando en cuenta todas las posibilidades ciertas de factibilidad y éxito a corto plazo enrumbe a la agricultura a un crecimiento autónomo. No se trata de asumir posiciones a ultranza y rechazar reformas a políticas agrícolas, sino hacer ajustes y rectificaciones que logren los cambios hacia una agricultura próspera, competitiva y eficiente, y por esta vía se alcance la participación de un significativo contingente de población a la superación de la crisis, entre los que se encuentran los pobladores de las zonas rurales, la pequeña y mediana agroindustria y el comercio. La orientación general no es retroceder hacia esquemas proteccionistas sino avanzar racionalmente en el sentido de nuestras condiciones actuales y el mundo nos lo indiquen.

La base del programa debe ser un gran acuerdo nacional, que involucre a todos los sectores, así como una política eficiente y concertada de Estado, que tenga como prioridad la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola. De lo contrario, en Venezuela se agravará el contraste entre sus potencialidades y recursos naturales y las condiciones de vida de sus habitantes, las cuales hoy más que nunca son el problema fundamental a resolver en aras de un desarrollo económico progresista de alta eficiencia operativa.

Por tanto, un desarrollo agrícola intenso y eficaz rescataría el exceso de población de carácter urbano a favor de una mejor distribución territorial, crearía nuevos y permanentes empleos directos e indirectos, mejoraría la balanza comercial por baja de importaciones y aumento de exportaciones tradicionales y no tradicionales. Permitiría una presencia nacional y desaparecerán los pueblos relegados. Surgiría una nueva nación.

## **BASES DE PROGRAMACIÓN DE LA POLÍTICA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA AGROINDUSTRIA**

La situación de los cereales nacionales y de los productos lácteos requiere un tratamiento especial en materia de las políticas a aplicar en el corto plazo, dada la situación coyuntural por la que atraviesan estos renglones en el mercado internacional –precios a la baja– y el impacto de la sobrevaluación del bolívar en la producción interna. Algunas de estas acciones podrían resolverse siguiendo estas recomendaciones.

Dada la complejidad del tema se deben tomar muy en cuenta las proposiciones de Agroplan, en su “Propuesta para el Desarrollo de una Política Agroalimentaria”:

- Sostenimiento de inventarios públicos con fines de seguridad alimentaria.
  - Ayudas alimentarias internas para sectores vulnerables.
  - Pagos directos a productores y apoyos al ingreso desconectados de los precios.
  - Apoyo directo en desastres naturales o participación financiera en programas de seguro de ingreso agrícola en condiciones determinadas”.
1. Medidas vinculadas a programas de reajuste estructural:
    - \* Asistencia a programas de retiro de productores con reajustes estructurales.
    - \* Asistencia a programas de retiro de tierras o disminución

de rebaños con reajustes estructurales. Aunque esto no es aplicable en nuestro caso.

- \* Programas de ayuda a la inversión en el marco de la reconversión de actividades con desventajas.
  - \* Pagos en el marco de programas de protección ambiental.
  - \* Pagos en el marco de programas de asistencia regional a áreas desfavorecidas y en determinadas condiciones.
2. Medidas permitidas por trato especial a los países en desarrollo.
- \* Subsidios a la inversión de disponibilidad general para los agricultores.
  - \* Subvenciones a insumos y servicios agrícolas para pequeños productores o con limitación de recursos.
  - \* Ayudas para sustitución de cultivos vinculados a la producción de estupefacientes.
3. Compromisos de Venezuela.
- \* En materias de ayudas internas:
    - a. Medidas de ayuda interna sujetas a compromiso de reducción (en miles de US\$): (ver Cuadro 2)
    - b. Medidas no sometidas a compromisos de reducción basados en: (ver Cuadro 3)
  - \* Accesos a mercados:
    - c. Aranceles consolidados
    - d. Niveles básicos y consolidados de derechos para productos sometidos a salvaguarda
    - e. Contingentes y tipo arancelario aplicable.

#### 4. Conclusiones

Con los acuerdos del GATT 94 el margen de acción de todos los países es muy alto debido al gran número de medidas de ayuda excluidas de los compromisos de reducción.

Por tanto ningún momento más oportuno para poner en práctica de inmediato el programa mínimo que en 1994 propusimos bajo el título “Programa de rescate de la agricultura 1994-1999”

Cuadro 2

Medidas de ayuda interna sujetas a compromiso de reducción

<b>Tipo de apoyo (miles USD)</b>	<b>Período base 84-86</b>	<b>2004</b>
Medida global de ayuda (MGA)	1 304 616	1 130 667
Referida a productos específicos	182 617	
Precios mínimos		
Maíz	37 656	
Sorgo	765	
Caraota	1 267	
Semilla de Papa	6	
Leche	142 903	
No referida a productos específicos	1 121 999	
Subsidios a fertilizantes	70 835	
ABA	24 231	
Agua de riego	1 026 933	
Subvención a importaciones	93 297	70 719
<b>Total</b>	<b>1 397 913</b>	<b>1 201 396</b>

Como puede observarse, Venezuela estimó sus apoyos en niveles muy altos, sólo adquirieron el compromiso de reducirlos alrededor de 1 200 millones de US\$ en el año 2004.

Cuadro 3

Ayudas indirectas a los productores y alimentarias a la población

<b>Programas</b>	<b>Miles de USD</b>	<b>Institución ejecutora</b>
Ayudas indirectas a los productores		
Investigación		
Control de plagas y enfermedades		
Educación, capacitación y extensión		
Riego y drenaje		
Vialidad agrícola		
Mercados y centros de acopio		
Infraestructuras agrícolas varias		
Mantenimiento y conservación de áreas cafetaleras		
Crédito subsidiado para agricultura y exoneraciones fiscales		
Ayudas alimentarias a la población		
<b>Totales</b>		

Dada la índole del proceso agrícola nos concretaremos al caso de producción de materias primas para la agroindustria, es decir, cereales, oleaginosas y leguminosas, para lo cual se proponen las medidas siguientes:

- I. Comisión de cosecha:
  - Estudiar todo el procedimiento propuesto en el estudio bajo comentario, sobre contratos entre el agricultor, la empresa y la banca. Conocimiento previo a la siembra de los precios acordados.
  - Asistencia técnica.
  - Programación de cultivos y manejo de cosecha, que incluyan el uso de certificados de depósitos.
  - Analizar flujo para financiamiento de cultivos, cosechas y compras mensuales de materia prima por parte de la agroindustria.
  - Proponer el sistema más apropiado, en el marco de lo resuelto en la Asamblea del GATT, para garantizar colocación de cosechas, fomento de la producción nacional y precios rentables para el productor. Considerar medidas adicionales con respecto a barreras arancelarias, tomando en cuenta el alza que está teniendo lugar en el mercado internacional.
- II. Comisión financiera:
  - Verificar cifras reales de financiamiento de cultivos, cosechas y refinanciamiento de la deuda, sin descartar una posible moratoria y baja apreciable de intereses. Teniendo en cuenta que este punto ha sido realizado por el Ejecutivo Nacional.
  - Recursos posibles en cuanto a los montos requeridos y al origen de dichos fondos.
  - Aumentar la capacidad de la cartera agrícola.
  - Análisis integral y objetivo de la situación vigente con la banca internacional, a fin de proponer las modificaciones que sean necesarias.
- III. Crear una comisión de logística en el marco de las resoluciones de la Asamblea del GATT sobre:

- Armonización con Colombia, tomando en cuenta el problema creado por la posible homologación de franjas de precios. Posible suspensión temporal de aranceles, tomando en cuenta el AEC, todo de acuerdo con el artículo 67 del Acuerdo de Cartagena. Suspensión del IVA en los insumos de carácter agrícola. Sobre este aspecto, Venezuela en la actualidad no forma parte de este sistema.
- Rectificación de los tratados bilaterales existentes con Argentina, Brasil, Paraguay, Caricom y Centroamérica. Aunque, Venezuela no es muy consistente en esta area en la actualidad.
- Análisis comparativo de las modificaciones venezolanas con las pautas y políticas contempladas en el tratamiento de la llamada agricultura tradicional en Chile. Ley Nacional de Desarrollo Agropecuario y Pesquero de Colombia. Ley Pro Campo de México y Medidas de Carácter Agrícola incluidas en el TLC con Estados Unidos y Canadá.
- Tesis venezolana sobre agricultura que se ha de presentar el GATT, Grupo de los Tres, Pacto Andino, Aladi.

#### IV. Comisión legal

- Analizar todo lo referente a competencia desleal y modificación parcial de la Ley Antidumping vigente, así como la actualización de la Ley de Reforma Agraria, usos de sistemas de riego, catastro.
- Una vez establecidos los procedimientos necesarios para la propiedad plena de pequeños, medianos y grandes agricultores, determinar el procedimiento que permita destinar a financiamientos agrícolas, los recursos obtenidos mediante dichas ventas.

Un vistazo general pero objetivo de lo que aquí se propone, podría calificarse como un “desarrollo hacia adentro” unido a una proyección al exterior adecuada y eficiente, gradual pero constante.

Todas las comisiones deben constituirse de inmediato con gente muy capaz y competente, tanto del sector público como del

sector privado, en forma tal que de inmediato se logre iniciar las labores de la Comisión de Cosecha y de la Comisión Financiera, cuyos resultados son imprescindibles para el éxito de las siembras que se iniciaran a partir de la segunda quincena de mayo. Se requiere de un esfuerzo titánico y de una voluntad de hierro para lograr que las decisiones que se pongan en práctica, tengan vigencia a partir del 15 de mayo a más tardar.

La experiencia acumulada, el acervo tecnológico existente, la calidad humana de esa población, las coyunturas posibles de compaginar y los recursos con que se cuentan, permiten vislumbrar a corto y a mediano plazo un camino cierto y recto de solución adecuado para ese cúmulo de problemas agrícolas que no podemos permitir que cambien el rumbo de nuestras vidas, cualesquiera que sean los sacrificios que hayamos de afrontar. Siempre y cuando se eliminen las leyes vigentes rechazadas el 2 de diciembre de 2007, así como las propuestas presentadas actualmente.

El éxito de ese desarrollo agrícola factible, es básico para poner en práctica las opciones geográficas de Cunill Grau, es decir, la ocupación productiva y soberana del territorio nacional, crear más de 300 000 empleos directos, hacer positiva la balanza comercial agrícola, crear un antídoto eficaz contra la economía informal y la aglomeración inmisericorde de nuestras ciudades, fortalecer la identidad nacional por la satisfacción del éxito logrado y del más alto nivel de vida.

## **OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA PROPUESTA AGROALIMENTARIA**

### **1. Generación de empleo**

Desde el punto de la generación de empleo. La cadena de producción transformación distribución consumo de alimentos, es una de las áreas de la economía con mayor capacidad de generación de empleo, tanto en forma directa como a través de las relaciones que establece. El multiplicador del empleo de los diversos eslabones de la cadena superan ampliamente el del resto

de los sectores de la economía.

La posibilidad de absorber la población económicamente activa del Sistema Agroalimentario no sólo es importante a nivel del sector agrícola sino también a nivel del sector comercial, específicamente en el comercio de alimentos y de insumos necesarios para la agricultura. Del total del empleo generado por el Sistema Agroalimentario alrededor del 65 %, equivalentes a seiscientos sesenta mil (660 000) corresponden al sector primario y el resto al sector de la agroindustria y el de servicios con 11 % y 24 % respectivamente que representan trescientos cincuenta y cinco mil (355 000) puestos de trabajo.

Por otra parte también es necesario destacar que el conjunto económico de base agrícola es capaz de generar puestos de trabajo a un costo menor que casi cualquier otra actividad económica y que el empleo generado es accesible a mano de obra menos calificada y favorece a las zonas más deprimidas desde el punto de vista social y económico.

Por tanto, la primera medida a tomar es rectificar las políticas equivocadas e inconsistentes que han precedido nuestra participación en la Organización Mundial de Comercio y programar simultáneamente nuestro desarrollo agrícola integral con metas definidas ejecutadas armoniosamente en aras de una agricultura eficiente y competitiva capaz de conquistar nuestro propio mercado y lograr una fuerte participación en el mercado externo, sin embargo y a pesar de tantos hechos negativos nuestro acervo tecnológico se ha incrementado apreciablemente.

## **2. El acervo tecnológico**

Cabe destacar que la popularización de la mínima labranza, la siembra directa y la rotación con leguminosas, son normas imprescindibles para tener éxito en la siembra de híbridos y de semillas mejoradas de alto rendimiento y de la consiguiente disminución del costo, lo cual contribuye a aumentar las posibilidades de exportación y la mayor competencia en nuestro

mercado interno, pues hoy se cuenta con un acervo tecnológico que permite vislumbrar, con entera confianza, el futuro inmediato de nuestra agricultura, pues en cereales, oleaginosas y leguminosas, se cuenta con semillas de alto rendimiento y amplia adaptación a nuestras condiciones tropicales. En efecto, en maíz blanco y amarillo, contamos con híbridos con rendimientos promedios de 4 a 5000 kg por hectárea (ha) en siembras que en 1995 alcanzaron 6000 ha; sorgos con rendimientos promedios de 4000 kg/ ha; en girasol con rendimientos de 50 % de aceite y 1500 kg/ha.

Prueba de la realidad del acervo tecnológico factible con que hoy contamos, es la información, que tuvo lugar en 1997 (Cuadro 4):

Cuadro 4

Estado	Productor	Localidad	Hibrido	Rendimiento (kg/ha)
Yaracuy	Janser Tovar	Chivacoa	30M48	7814
Barinas	Teofilo Pérez	Socopo	3086	6750
Portuguesa	Antonio Ramos	San Nicolas	30M48	6589
Barinas	Genaro Guevara	Araucuita	3086	6200
Portuguesa	Tomislaw Kulis	Turén	3086	6130
Barinas	Publio Peña	Araucuita	3086	5900
Barinas	Miguel Bastidas	Sabaneta	3086	5800
Guárico	Jose Meneses	El Sombrero	3031	5800
Guárico	Pedro Solano	El Socorro	30M48	5700
Barinas	Yamil Yazzan	Sabaneta	3086	5555
Guaárico	Jose A.Malavé R.	Zaraza	3086	5400
Guárico	Francisco Albornoz	El Socorro	3086	5400
Guárico	Jose A.Balza	Tucupido	3086	5400
Guárico	Jose Meneses	El Sombrero	3086	5200
Barinas	Ramiro Carrillo	Sabaneta	3086	5000

Fuente: Análisis realizado por Semillas Pioneer de Venezuela, C.A.

Es decir, que hoy Venezuela tiene capacidad competitiva en los renglones citados, además del caso del arroz, soya, frijol, caraota, quinchoncho, así como el café, cacao, ocumo, yuca, frutas

tropicales, además de plátanos y cambures, eucaliptos, pino del Caribe y el árbol de Teca.

### **3. La competitividad de las materias primas**

Desde tiempos inmemoriales en cualquier lugar de la tierra y de la historia del mundo agrícola, se ha insistido en la necesidad de las buenas vías de comunicación, la excelencia de los servicios y de la infraestructura física, así como la calidad de la semilla que se siembra y del frutal o del estolón que se planta, así como en la modernidad de la maquinaria, la capacidad técnica del agricultor, los costos de los insumos y su ansiada eficiencia, unido a una eficaz asistencia técnica a nivel de campo. Cuando estas circunstancias no se dan a carta cabal, resulta difícil alcanzar una alta productividad, compatible con una competencia a toda prueba y ello es así en todo país por muy desarrollado que sea o por muy en subdesarrollo que permanezca. De todos es conocido y ponderado que los países desarrollados de hoy en día, de Europa, América o Asia, cuentan a plenitud con excelentes infraestructuras de toda índole y de servicios inobjetables. Investigación y asistencia técnica de óptima calidad, segura colocación a precios rentables del total de su producción. Financiamiento óptimo, continuidad administrativa a través de los siglos. Seguridad jurídica, social y personal. Cuentan con subsidios, ayudas y compensaciones a nivel de campo y multitud de medidas gubernamentales para aumentar la capacidad competitiva de su producción agrícola a nivel de mercado internacional, en función de los mercados internos y externos.

Independientemente de las tesis en juego y de las diversas opiniones a que esas tesis dan lugar, es imprescindible encarar con objetividad la vigencia legal, económica y social de los instrumentos legales a nivel nacional e internacional, como es el caso de la OMC, a fin de aprovechar al máximo aquellas cláusulas que favorecen el desarrollo eficiente de una agricultura que hasta ahora no se ha caracterizado por sus excelencias, salvo contadas excepciones en determinados períodos de nuestra historia y ello, no

por la idiosincrasia de nuestros agricultores, ni por la característica tropical de nuestro territorio, sino por el tratamiento inadecuado que ha recibido dicho sector durante la mejor parte de nuestro desenvolvimiento histórico y a todo lo largo y ancho de nuestro territorio.

Semejantes resultados otorgan validez al Profesor Luis LLambí, del IVIC, cuando expresa: “El problema, desde el punto de vista de los productores de materias primas agrícolas, es que estas políticas los obligan a competir con agricultores que durante décadas contaron con el apoyo de los estados más poderosos del mundo, lo que los convirtió también en los más eficientes y rentables”. “Ponerlos a competir sin un período de ajuste y medidas compensatorias que les permitan llevar a cabo una eficiente reconversión productiva, es simplemente condenarlos a perder el partido sin haber emparejado las condiciones del juego”.

Por tanto es preciso realizar un análisis completo de las medidas establecidas por los estatutos de la OMC, en cuanto a ayudas internas y externas, sustentación de precios, cláusula de salvaguarda y todas aquellas medidas puestas en práctica por los países miembros de la OMC, en función de un desarrollo agrícola rentable, eficiente, sustentable y selectivo.

Los lapsos establecidos a partir del Tratado de Marrakesch, otorgan condiciones más favorables para los países en desarrollo que incluso llegan hasta el año 2010. En lo que se refiere al sector agrícola, ningún país merece con mayor razón el calificativo de no desarrollado o en el mejor de los casos en desarrollo, que Venezuela, por tanto sobran razones para acogernos con pleno derecho a los lapsos de mayor duración.

La mayor parte de los países cuentan con una Ley Agrícola, que define políticas, establece procedimientos y acuerda la creación de organismos ad hoc, todo ello con la finalidad de promover el desarrollo agrícola eficaz y competitivo, basado en razones económicas irrefutables, pautas de conservación ambiental, normas de educación y transmisión de tecnologías y normas, que contribuyen a robustecer el progreso agrícola nacional.

Venezuela no puede ser una excepción, sobre todo cuando cualquier análisis comparativo –en cuanto a continuidad administrativa, investigación, transferencia tecnológica en aras de mayor competencia, construcción y mantenimiento de infraestructuras imprescindibles, seguridad jurídica y personal, así como ocupación territorial en función de crear y aumentar áreas de cultivo, normas sensatas de comercialización, evitar contratar contra nosotros mismos, etc.– nos coloca en rotunda y manifiesta situación de apreciable inferioridad.

Esta situación, así como las consecuencias de la vigencia de la OMC, del pacto subregional andino y la cercana asociación con el Mercosur, amerita antes que todo aclarar conceptos fundamentales en la comercialización de hoy en día, así como en el caso de la seguridad alimentaria.

Cualquier comentario sobre el proceso agrícola venezolano abunda en conceptos como ausencia de competitividad, nada de protecciones en cuanto a colocación de cosecha nacional –compras al precio del mercado internacional– seguridad alimentaria en base a simple abastecimiento, cualquiera que sea su origen, etc. Ningún momento más oportuno para tratar de aclarar tan importantes conceptos.

En cuanto a la falta de competitividad, se aplica a los llamados productos sensibles: arroz, maíz, sorgo y soya y se da por sentado que nuestro medio no es propicio para lograr eficiencia competitiva en tales rubros, lo cual no es cierto bajo ningún punto de vista.

Por ejemplo, en arroz el rendimiento por hectárea está en 5000 kg y gracias al trópico se pueden hacer dos cosechas al año, por tanto el rendimiento por hectárea, en una gran parte de la superficie cosechada, es de 10 000 kg. El caso del maíz linda con lo dramático, pues a pesar de ser un cultivo precolonial, sus rendimientos han sido bajos. Pero he aquí, que a pesar de la desidia nacional respecto a casi todo lo relacionado con su desarrollo, en 1992 la empresa Semillas Pioneer de Venezuela realizó en Aragua un día de campo con maíces blancos y amarillos, cuyo

rendimiento experimental fue de 8000 kg/ha y para 1995, en siembras de 300, 500, 200 ó 250 ha, que sumaron 6000 ha, en total dieron un promedio de 5119 kg/ha y a pesar de la tremenda coyuntura actual, este año se cosecharán cerca de 150 000 ha con los mismos híbridos y su mayoría mediante la implantación de la mínima labranza y la siembra directa.

En cuanto al sorgo el caso es aún más radical, ya que después de varios años experimentales, este año se han sembrado 10 000 ha de sorgo sin tanino condensado, con rendimientos de 6000 kilos, para un promedio de 4000 kg/ha, cuyo valor nutritivo es equivalente al del maíz amarillo. Además el año pasado, en la temporada de Norte (Septiembre) se sembraron en Portuguesa 5000 ha de soya de alto rendimiento: 2200 kg y óptima calidad, lo cual abre un horizonte inmediato para conquistar nuestro mercado interno en ese renglón, además del valor agronómico extraordinario que genera la rotación anual de maíz o de sorgo con soya.

La perspectiva con el girasol es excelente, pues existe un híbrido de Cargill –ya aclimatado en Venezuela– que rinde 1700 kg/ha, con un rendimiento del 50 % de aceite y ello unido al hecho que Cargill es dueña de alta capacidad industrial para aceite comestible, permite vislumbrar con rotundo optimismo el futuro del girasol en Venezuela.

Con frecuencia se hacen declaraciones tajantes sobre lo negativo de dar prioridad a la colocación de las cosechas nacionales, a la posibilidad de ningún proteccionismo tipo subsidio interno o bien arancelario, tanto por lo pretendidamente perjudicial de tales medidas como por la supuesta contradicción con las pautas establecidas por la OMC.

Al respecto cabe destacar que la OMC establece el uso de licencia para las importaciones cuando éstas afectan la producción nacional, también se considera que “los compromisos en el marco de la reforma, deben centrarse de manera equitativa entre todos los miembros tomando en consideración las preocupaciones no comerciales, entre ellas la seguridad alimentaria y la necesidad de proteger el medio ambiente.

## **RECOMENDACIÓN FINAL**

Tomando en cuenta la situación del país durante los últimos cinco (5) años, en los cuales el país entero en todas sus escalas se ha visto automáticamente sacudido por las consecuencias de la crisis que en sentido integral hemos vivido y mal podría ser la agricultura una excepción.

Veamos escuetamente los factores de mayor influencia:

- Parque de maquinaria agrícola en pésimas condiciones por obsolescencia y falta de repuestos.
- Carencia de servicios eficientes de asistencia tecnológica, en su sentido más amplio.
- Financiamiento escaso y carente de fluidez por falta de programación adecuada en cuanto a siembra, recolección y venta segura de las cosechas.
- Deficiencias capitales en cuanto a infraestructura, tales como sistemas de riego, vías de comunicación, educación y seguridad personal y de propiedad de la tierra por frecuentes invasiones, provocadas en su mayoría.

A pesar de ésta difícil realidad, Venezuela tiene capacidad competitiva en ciertos rubros agrícolas y por ende es preciso a nivel nacional, proceder eficazmente para aumentar en:

- a. Producción de arroz, maíz, leguminosas, soya, quinchoncho, raíces y tubérculos, tabaco, tomates, algodón, ajonjolí, aceite de palma, frijoles, legumbres y hortalizas, mediante programas regionales de transferencias tecnológicas, con asistencia técnica a nivel de campo, en especial mediante implantación de mínima labranza y siembra directa. Financiamiento oportuno y adecuada absorción de cosecha para mercado interno y externo, según el caso.
- b. Producción de:
  - Fuentes de proteínas y de hidratos de carbono, con fines industriales, para alimentación humana y animal.
  - Elaborar programas regionales de producción de hortalizas, legumbres y verduras.

- c. Producción de cultivos perennes: café, cacao, caña de azúcar, frutales y forestales.
- d. Producción de Lactovisoy.
- e. Alternativas para reducir la importación de fuentes de proteínas y de hidratos de carbono, derivadas de las plantas de origen tropical con alto contenido de:
  - e.1) Proteínas y fibra: (Ver Cuadro 5).
  - e.2) Proteína, carbono y fibra: (ver Cuadro 6).

Tomando en cuenta la urgencia por lograr un desarrollo agrícola y pecuario agrícola eficaz, rentable y competitivo, la coyuntura favorable del acervo tecnológico con que hoy contamos, se hace imprescindible resolver fallas primordiales, sin cuya solución adecuada y oportuna, no hay agricultura capaz de prosperar en ningún país del mundo, por lo tanto es preciso contar, entre otras, con las siguientes medidas imprescindibles:

1. Excelentes infraestructuras de toda índole, servicios inobjtables, investigación y asistencia técnica de óptima calidad, seguridad plena de colocación a precios rentables del total de producción, financiamiento óptimo, continuidad administrativa, seguridad social y personal.
2. Subsidios-ayudas y compensaciones para el productor y, toda clase de ayudas a la exportación.
3. Elaborar de inmediato programas de siembras de inviernos y de norte verano para arroz, maíz, sorgo, raíces y tubérculos, así como de soya, caraotas, frijoles y quinchoncho.
4. Propiciar los contratos triangulares de compra de cosecha, mediante convenios directos entre el agricultor, la industria y la banca, unido al uso de los certificados de depósito, almacenando en silos públicos o privados, sea de las empresas o de terceros, que tengan carácter de almacenes generales de depósito.
5. Incluir en los contratos, los servicios de asistencia técnica, informática y de recopilación de datos a nivel de campo, para determinar costos de producción.

Cuadro 5

Contenido de proteínas y fibra en plantas de origen tropical

	Proteína	Fibra
Quinchoncho ( <i>Cajanus cajan</i> )	17,2	0,8
Yuca foliar ( <i>Manibot utilisima</i> )	26,8	
Alfalfa tropical ( <i>Clitoria ternatea</i> )*	25,5	22,3
Bejuco de Barlovento ( <i>Centrosema pubescens</i> )	25,5	26,5
Centro ( <i>Centrosema macrocarpum</i> )	14,9	
Kudzu ( <i>Pueraria fascoiloides</i> )	16,5	43,41
Canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	16,42	
Siratro ( <i>Macroptilium atropurpureum</i> )	16,8	33,4
Stilo ( <i>Tabardillo</i> ) ( <i>Stilosanthes guyanensis</i> )		
Soya ( <i>Soja max</i> )		
Bermuda ( <i>Cynodon dactylon</i> híbrido tifton 85)	16 9	29 5
Maní forrajero ( <i>Arachis pentoi</i> )		

(\*) Zapatico de la reina.

Fuente: *Programa de Desarrollo Agroalimentario Sustentable*, por Eduardo Mendoza Goticoa, Fundación Universidad Metropolitana, 1, Serie Cuadernos Casa Venezuela.

Cuadro 6

Contenido de proteína, carbono y fibra en plantas de origen tropical

	Proteína	Extracto libre de nitrógeno	Fibras
Sorgo sin tanino condensado	9,2	68	2,5
Maíz amarillo	7,5	69	1,9
Triticale	12,5	68	N/A
Batata ( <i>Iponca batata</i> )	1,5	27,1	1,4
Ñame ( <i>Discorea aloba</i> )	2,1	22,8	0,6
Ocumo ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> )	1,7	23,8	0,6
Yuca ( <i>Maniot utilisima</i> )	1,1	27,1	1,4
Harina de soya	47,8	28,5	3,0
Frijol de soya	38	24,4	5,0

NCR Cistates Canadian Tables of Feed Composition 1982.

Fuente: *Programa de Desarrollo Agroalimentario Sustentable*, por Eduardo Mendoza Goticoa, Fundación Universidad Metropolitana, 1, Serie Cuadernos Casa Venezuela.

6. Cancelación de la compra de la cosecha, mediante emisión de certificados de depósitos, con lo cual el agricultor prácticamente cobra de contado o bien por emisión de giros al portador. Este sistema, permite que la empresa contrate de inmediato con dicho almacén general de depósito, la adquisición mensual de sus requerimientos de estas materias primas, mejorando así su flujo de fondos, además de la posibilidad de obtener, con tales fines, créditos a 60, 90 ó 150 días, descontando la banca dichos certificados en el Banco Central de Venezuela.
7. Análisis completo y objetivo del desarrollo propuesto en el marco de la OMC, de acuerdo con las resoluciones propuestas por la Comisión de Agricultura del Parlamento Latinoamericano, en la reunión de Sao Paulo, en mayo de 1999.
8. Análisis exhaustivo del papel de Lactovisoy, en el combate de la desnutrición infantil nacional, estableciendo su producción para atender todos los mercados, tanto oficiales como de carácter privado, tomando en cuenta, no sólo sus excelentes valores nutricionales, sino que su costo es 50 % más bajo que las fórmulas tradicionales para tales fines y, que el 27 % de sus materias primas corresponde a la harina de arroz.
8. Rescatar la inseguridad vigente en la región fronteriza de los Estados Zulia, Táchira, Barinas y Apure, así como en Portuguesa, Lara y Yaracuy, para consolidar el eficaz desarrollo ganadero, logrado en esa zona, mediante aplicación de todas las medidas a nuestro alcance, en una lucha organizada contra los invasores de fincas, cobradores de cuotas, secuestradores y narcotraficantes.

Tales hechos se agravan, debido a la política desarrollada por el Instituto de Tierras, que ha sido y es desastrosa para un desarrollo agrícola eficiente, en el marco de una seguridad absoluta de la propiedad de la tierra y de la persona, cuando por el contrario, podría tratarse de una adecuada dotación de

tierra en propiedad para pequeños y medianos agricultores, contando a su vez, con eficaz servicio de extensión agrícola y de financiamiento, factores claves en toda Ley de Reforma Agraria a nivel mundial.

Ya suman cientos de miles las hectáreas de alto valor intrínseco, que cuentan con la infraestructura indispensable y han sido arrasadas mediante invasiones que no se justifican en absoluto, desde ningún punto de vista, ni social, ni económico, ni político.

Por tanto, es perentorio crear una Comisión Agraria, de alta calidad ética y profesional, con representación calificada del sector oficial y del sector privado, para analizar a fondo la labor realizada hasta ahora por medio del INTI y, elaborar una Ley Agrícola que responda a carta cabal a las pautas de carácter social, económico y agrotécnico, que exige toda política correspondiente a nivel mundial.

Entre tanto, quedan prohibidas y penalizadas toda acción de nuevas invasiones.

10. Regionalización de nuestro desarrollo agrícola, pecuario y forestal, tomando en cuenta la posible conexión de la inadecuada distribución de nuestra población rural, especialmente aquella aledaña a nuestras principales ciudades, gracias al marco conceptual de las opciones agrícolas de Venezuela, de acuerdo con la tesis de Don Pedro Cunill Grau y en función de las clasificaciones regionales de nuestras tierras agrícolas, de acuerdo con las investigaciones y conclusiones propuestas por Fundación Polar.
11. Zonificación geográfica a nivel nacional y zonas fronterizas. De acuerdo con el excelente trabajo Sistemas y Regiones Agrícolas de Venezuela, de Fundación Polar y Ministerio de Agricultura y Cría 1986 se establecen diez regiones agrícolas, que son las siguientes:

RI	Andina	RVI	Llanos occidentales
RII	Central	RVII	Llanos centrales
RIII	Oriental	RVIII	Llanos inundables
RIV	Lara-Falcón	RIX	Guayana- Apure
RV	Zuliana	RX	Delta Amacuro

Al tratar este tema resulta requisito indispensable, destacar los conceptos que al respecto expresa Don Pedro Cunill Grau, en su profundo análisis *Venezuela: Opciones Geográficas: Poblar las fronteras y garantizar su desarrollo en los procesos de integración interna, lo básico para preservar la soberanía nacional. La geohistoria moderna, nos ha proporcionado patéticas enseñanzas acerca de las consecuencias de ausencias de ocupaciones efectivas en lindes fronterizos. Una mayor presencia poblacional y consolidación económica de las estratégicas lindes internacionales, será la mejor garantía para la seguridad territorial venezolana, por lo que debería darse una especial atención al desenvolvimiento de las zonas de seguridad fronteriza.*

Oportuno citar al Dr. Germán Briceño al expresar: *Es una gran necesidad garantizar la propiedad privada, la seguridad personal y de los bienes agrícolas.*

Todo ello en aras de un desarrollo agropecuario, forestal y pesquero eficiente y competitivo, suma de voluntades y de prosperidad a lo largo y ancho de nuestro territorio. Valga la cita del inolvidable Alberto Adriani: *Perder el tiempo es traicionar el país.*

Dada la importancia del tema, es oportuno transcribir al Dr. A. P. Mora Quintero, quien en 1907 expresaba que:

*La agricultura ha sido siempre considerada como la más noble y útil ocupación de la humanidad. Todas las otras industrias se apoyan en ella y por eso se le ha llamado la industria madre.*

*La industria agrícola produce los alimentos necesarios para la existencia del hombre, las materias primas de las industrias manufactureras y sostiene y fomenta la actividad comercial entre diversos países del mundo, con el cambio incesante de sus productos. Ella es la base del bienestar privado y de la riqueza y poderío de las naciones. La experiencia ha demostrado, que en lugares donde los agricultores poseen los conocimientos de su arte, son más copiosas las cosechas, más general la prosperidad, reinan la paz y la abundancia. La instrucción agrícola, pues, es un factor de primer orden en el progreso de las naciones<sup>(1)</sup>.*

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Economía y Finanzas de Venezuela desde 1830 hasta 1944*, Velos Ramón, 1943.
2. *Cartilla de Agricultura* por el Dr. A.P. Mora, Químico. Caracas. Librería Española de L. Puig Ross, 1907.
3. José Gil Fortoul. *Historia Constitucional de Venezuela*. Tomo I, página 76.
4. Eduardo Mendoza Goiticoa, Prólogo a la publicación *10 años de Servicio Shell para el Agricultor*, 1962.
5. José Rafael Revenga, *La Hacienda Pública de Venezuela en 1828-1830*.
6. Farmgate. *The developmental impact of agricultural subsidies* Action Aid, Agosto del 2002.
7. *Programa de Desarrollo Agroalimentario Sustentable*, por el Ing. Agrón. Eduardo Mendoza Goiticoa, Fundación Universidad Metropolitana, 1, Serie Cuadernos Casa Venezuela.
8. *Informe de Estado de Situación de la Aplicación del Arancel Externo Común al 15.2.2007*, Comunidad Andina, Secretaría General. SG/ dt 384, 21.02.2007.

---

<sup>(1)</sup> *Cartilla de Agricultura*” por el Dr. A. P. Mora Quintero. Químico. Caracas. Librería española de L. Puig Ross, 1907.

# INTENTANDO INVENTAR EL FUTURO

Acad. César Quintini Rosales  
Sillón XIX

*El conocimiento puede alcanzarse con educación, pero la sabiduría, que es indispensable para la auténtica cultura, sólo se puede alcanzar mediante la experiencia, por mujeres y hombres innatamente inteligentes. Tales personas pueden aprender de la experiencia; llegando a ser verdaderos sabios.* (Traducción libre del texto en idioma inglés)

The Urantia Book – 1995 // [www.urantia.org/papers](http://www.urantia.org/papers)

No ha sido fácil escoger un tema que encaje dentro del marco que sugiere el título *Entre Siglo y Siglo*. Vienen a la mente vivencias y aprendizajes que se quisieran compartir, propuestas que se desea ver materializadas, en fin, múltiples opciones a seleccionar una.

Desde el primer trimestre de 2008, un grupo de profesionales ligados al Colegio de Ingenieros de Venezuela y a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), hemos venido dedicando tiempo a establecer las bases para el Proyecto “Pensar en Venezuela”, sobre el cual ha surgido innegable interés. Se han examinado una serie de opciones en cuanto a la metodología a seguir y a la organización que deberá adoptarse, para hacerlo efectivo.

Entre los aspectos más polémicos que se han planteado, está el del horizonte cronológico que deba adoptarse, habiéndose propuesto, a falta de otra fecha de consenso, el año 2030 como el hito cuando deberán cumplirse las metas deseadas.

En la primera reunión de 2009 de la Junta de Individuos de Número de nuestra Academia (ANIH/JIN/09-1) se planteó de nuevo la cuestión de la importancia de determinar los hitos cronológicos, señalando algunos que el alcance de los mismos, cuando de naciones se trata, debiera ser de al menos cincuenta años.

En materia de planificación se ha escrito mucho, tanto en países donde los resultados han coincidido satisfactoriamente con las expectativas, como en otros donde han prevalecido los desaciertos sobre los deseos. Desde luego que es en los países social y políticamente más avanzados donde más se ha escrito y teorizado sobre planificación y de allá, los planificadores de los demás países, toman prestadas ideas y metodologías para sus propios ejercicios. Aunque la gente tiene las mismas características básicas, la Ley de Gravedad se cumple por igual y el día es irremediamente seguido por la noche, no todos los países son iguales y tampoco pueden ser iguales los modelos que intenten representar su comportamiento.

Es aceptable y con mayores probabilidades de validez, la idea de que la planificación es superior a la improvisación, pero no necesariamente el hecho de planificar constituye una garantía de que habrán de obtenerse resultados confiables. En general un proceso de planificación consiste en definir un estado inicial y un estado deseable a futuro, seguido de un conjunto de acciones a ser ejecutadas para alcanzar las metas propuestas. Evidentemente para cumplir con el cometido deseable es indispensable arrancar con pleno conocimiento del estado inicial y tener la certeza de que se dispone de los recursos necesarios y la capacidad de aplicarlos oportuna y eficientemente, para lograr que las acciones prescritas cumplan su cometido.

Cuando se habla de un *plan de desarrollo sostenible*, ello no solo implica que los cambios allí contemplados se aplicarán en armonía con el entorno, sino que además los recursos utilizados habrán de generar otros recursos de mayor valor, que a la vez

podrán ser reaplicados para lograr un efecto multiplicador que se sume al cumplimiento de las metas previstas.

Con frecuencia, en Venezuela, los planes se elaboran con el objetivo central de solicitar recursos para cumplirlos, partiendo de la premisa de que los recursos en cuestión serán generados por otras actividades distintas a las previstas en dichos planes, aunque con la expectativa, no garantizada, de que una vez cumplido cada plan éste permitirá recuperar con creces los recursos que le fueron aplicados.

Desde que comenzó en Venezuela la explotación en gran escala de sus hidrocarburos, los ingresos generados por dicha actividad han sido la principal fuente de recursos para los planes nacionales, planes que han venido siendo elaborados de manera sistemática desde que se creó la Oficina de Coordinación y Planificación de la Presidencia de la República hace ya medio siglo. Es posible que algunos estudiosos se hayan ocupado de comparar resultados con expectativas en algunos de esos planes, pero de ser así, no se conocen sus hallazgos. Lo que es evidente, es que existe una diferencia notable entre el país deseado y el país alcanzado medio siglo después.

No debe ser necesaria una extensa investigación, para determinar que Venezuela ha sido uno de los países en desarrollo, que ha tenido a su disposición cuantiosísimos recursos para alcanzar ese anhelado desarrollo, no obstante, otros países han logrado resultados más halagadores, a pesar de contar con menores recursos.

## **UN PLAN DE ACCIÓN PARA PLANIFICAR**

No debiera ser materia de gran controversia, que el primer paso para definir el punto de partida de un plan, es el diagnóstico de la situación presente, que consiste no solamente en la evaluación del estado de cosas, sino de los recursos de que se dispone y de la capacidad que se tiene para aplicarlos, es decir, la capacidad nacional de realización.

Una práctica de los planificadores de oficio, ha sido la determinación del futuro a partir de las tendencias experimentadas en el pasado, para de esa manera configurar escenarios probables fundamentados en variadas hipótesis, optimistas unas, pesimistas otras, con algún conciliador punto intermedio. Luego a partir de las predicciones generadas, con frecuencia empleando matemáticas de gran calibre y procesando infinidad de datos algunas veces de la propia cosecha del planificador, se determinan las acciones que se deben tomar y con ellas la magnitud de los recursos requeridos para hacerlas efectivas.

Un primer ejercicio en la fase de diagnóstico debiera ser la convalidación de las metodologías empleadas. En general el factor cronológico tiende a ser la variable independiente que determina las acciones a tomar. Se parte de la premisa que en un determinado momento se tendrán ciertas necesidades, las que para satisfacerlas requieren una serie de acciones que deben emprenderse con la debida anticipación. Es posible, mejor dicho, es probable, que mientras en algunos casos los recursos asignados para un determinado propósito excedan los requerimientos reales, mientras que en otros las disponibilidades para atender necesidades de mayor preteritoriedad resultan insuficientes.

Durante más de medio siglo se ha partido de la premisa que los ingresos producto de la explotación y exportación de hidrocarburos líquidos, constituyen el motor del desarrollo venezolano y en efecto así ha sido. Sin embargo, la experiencia nos dice que aún antes de 1973 cuando ocurrió el primer incremento significativo en los precios del crudo, ya habían ocurrido serias variaciones, si no en los precios, sí en los volúmenes exportados y en consecuencia en los ingresos recibidos, lo cual siempre se ha reflejado en las disponibilidades para el cumplimiento o no de los planes propuestos. Habida cuenta que los gastos corrientes tienden siempre a crecer y es difícil reducirlos cuando bajan los ingresos, la tendencia siempre ha sido la de recortar o demorar las inversiones, tanto en la época de precios estables cuando se reducía la demanda, como

en la actualidad con los precios inestables, cuando estos bajan y las exportaciones no se incrementan. Resulta extremadamente difícil cumplir con una planificación, cuando el elemento fundamental en la que se apoya –en el caso venezolano la exportación de hidrocarburos líquidos– tiene un comportamiento impredecible.

Lo que si es cierto es que en el transcurrir de medio siglo, el incremento poblacional ha sido siempre positivo, pasando de 7 524 000 habitantes censados en 1961 a una cifra cercana a los 30 000 000 para finales de la primera década del Siglo XXI. Por el contrario, las explotación y exportación de hidrocarburos, que sigue siendo le primera fuente de divisas, actualmente es inferior a las cifras de aquel año, cuando según se reporta en el libro **Venezuela y sus recursos**, del Prof. Levy Marrero, se extrajo entonces (1961) el petróleo a un ritmo de 2 860 000 barriles diarios (166 4 millones de m<sup>3</sup> anuales) de los cuales se exportaban 2 720 000 b/d (432 500 m<sup>3</sup>/d) Para el año 1962 la producción alcanzó 3 200 000 b/d (500 000m<sup>3</sup>/d), con esas cifras Venezuela ocupaba el segundo lugar como productor y el primer lugar como exportador de hidrocarburos líquidos. En la actualidad, según lo reporta la OPEP, la producción de Venezuela ha variado entre los dos millones cuatrocientos y los dos millones ochocientos mil barriles diarios, que una vez atendida la demanda interna que se ha incrementado de modo importante en el lapso transcurrido, deja un saldo disponible para las exportaciones menor a los dos millones de barriles por día. Venezuela ocupa ahora el octavo puesto como productor y también como exportador.

Ciertamente que los precios del petróleo han aumentado significativamente con respecto a 1961 y que la Nación percibe un mayor porcentaje de los ingresos por cada barril, pero el poder adquisitivo de lo percibido por barril no ha aumentado en proporción al precio, debido a que en medio siglo el poder adquisitivo del dólar también ha disminuido. Por otra parte, además del notable incremento de la población, ha subido significativamente el requerimiento de divisas por habitante, consecuencia de un

incremento en las importaciones, tanto para la alimentación, como para el transporte, las telecomunicaciones, el entretenimiento y otros renglones. Pese a que el número de trabajadores en la Industria Petrolera se ha incrementado, apenas representan el 1 % de la fuerza laboral, sin embargo, generan más del 90 % de las divisas que ingresan al país. El otro 99 % apenas si genera divisas.

¿Es entonces razonable fundamentar un plan de desarrollo sostenible en una variable de tan alto nivel de incertidumbre y con una tendencia a la baja?

### ALGUNOS ASPECTOS A SER CONSIDERADOS

Las sociedades están impulsadas por una inmensa cantidad de variables presentes en múltiples procesos, pero es posible destacar tres aspectos claves:

Lo **político**, lo **económico** y lo **social**, que interactúan de manera continua.

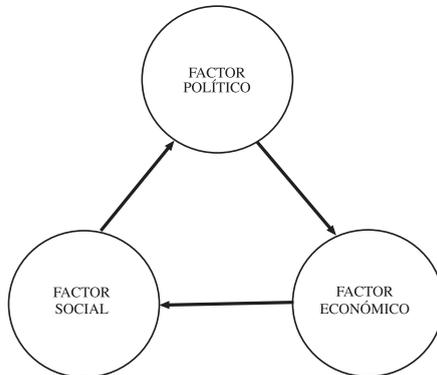


Figura 1. Tres factores claves

Si el factor económico es adecuado, hay tranquilidad social y estabilidad política. El mundo político toma decisiones e impulsa acciones que afectan el factor económico, si el resultado es positivo

mejora el factor social y fortalece la estabilidad política, si por el contrario el resultado es negativo en lo económico, surge la inquietud social que a su vez genera inestabilidad política y puede llegar a producir cambios de significación.

En un empeño por alcanzar lo que se consideraba una justa distribución del ingreso petrolero y al mismo tiempo procurar cierta tranquilidad social, la dirigencia nacional ha optado a lo largo de más de medio siglo, por una serie de prácticas no necesariamente productivas. La primera de ellas, el subsidio energético, que en una época consistía en la venta de combustibles a su precio de costo, pero en la actualidad, por la práctica de intentar mantener fijo el precio en bolívares, mientras que el cambio del bolívar ha disminuido de manera notable con respecto al dólar y los precios de exportación en dólares también han subido, ello ha influido para que el costo del subsidio a los combustibles haya crecido de manera desproporcionada, con respecto a los términos de referencia que sirvieron de base a decisiones tomadas en los años cuarenta del pasado siglo. Posteriormente el subsidio se extendió al servicio eléctrico y también al suministro de gas y de agua, manteniéndose siempre un rezago entre los precios en bolívares y el valor del bolívar en el mercado mundial.

Una segunda forma de buscar la “justa distribución del ingreso petrolero” ha sido el progresivo incremento del número de empleados públicos a nivel nacional, regional y municipal, seguido de la reiterada complacencia en la contratación colectiva que, al dispersarse las negociaciones entre diferentes sindicatos de variadas dependencias, han generado inmensas y costosas distorsiones que contradicen la buena práctica de “igual salario por igual trabajo”.

A lo anterior debe agregarse el libre uso de múltiples instalaciones públicas cuyo costo es pagado por todos, pero que solamente beneficia a los usuarios. Por último se ha venido adoptando de manera cada vez más intensa la práctica de los subsidios directos, tales como becas y ayudas por variados conceptos, sin ninguna contraprestación que compense la erogación que se hace por cuenta de toda la sociedad.

Otro costo que se carga a los ingresos petroleros en procura de su mejor distribución, ha sido la creación de empleo en empresas no competitivas, tanto en las creadas por iniciativa del Estado, como en otras establecidas por la iniciativa privada, pero que por diversos mecanismos han terminado en manos del Estado.

Aun así, un alto porcentaje de la población está sin empleo o subempleado y constituye uno de los mayores retos en la concepción y elaboración de un *Plan de Desarrollo Sostenible*.

### **IDEAS PARA CONSIDERACIÓN**

Un aspecto fundamental es que, dada la complejidad de los procesos de desarrollo y que entre los muchos factores que entran en juego, los factores sociales, políticos y económicos tienen un carácter primario, no se puede acometer un proceso de planificación global sin contar con una orientación multidisciplinaria, pues si bien es cierto que algunas ocupaciones se destacan por lo inexactitud de sus métodos, las apreciaciones que pueden derivarse de las mismas, en muchos casos resultan representativas de la realidad sobre la que es necesario trabajar.

Ciertamente que las metodologías basadas en las ciencias exactas pueden producir muy precisas conclusiones, siempre y cuando el comportamiento de lo analizado sea consistente en el tiempo y en el espacio. Razón por la cual las predicciones de la cosmología resultan absolutamente confiables. Esa precisión propia de los espacios interestelares, funciona en el planeta que habitamos en la mayoría de los sistemas con componentes inorgánicos de estructura molecular relativamente simple, pero resulta cada vez menos confiable, a medida que las estructuras moleculares que se manejan se hacen más complejas. Cuando se trata de sistemas vivos y más todavía, cuando son los humanos el elemento principal, el comportamiento, incluso de los sistemas más simples, resulta casi siempre impredecible. De allí la gran dificultad de obtener resultados confiables, cuando se utilizan métodos de análisis fundamentados en la numerología desarrollada para sistemas conformados por componentes de comportamiento consistente.

Evidentemente que los procesos económicos van íntimamente ligados a los procesos físicos que modifican el ambiente. En la concepción, definición y ejecución de dichos procesos, tienen un alto grado de participación las disciplinas comprendidas dentro de las áreas de competencia de instituciones como la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, el Colegio de Ingenieros de Venezuela y las universidades.

Pero dentro del marco de las ciencias exactas, ocurren siempre múltiples opciones para su aplicación, hay posibles soluciones capaces de responder a necesidades inmediatas, pero que deberán ser complementadas a futuro. Otras, por el contrario, intentando una mayor dosis de previsión, son concebidas para atender demandas imaginadas a muy largo plazo, ambos extremos pudieran resultar inadecuados en muchas ocasiones.

Durante las seis décadas transcurridas desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, en Venezuela se han alcanzado logros importantes y acumulado valiosas experiencias. Se debiera evaluar sistemáticamente lo realizado para repetir y mejorar lo bueno, a tiempo que se aprende de los errores cometidos para no duplicarlos.

Además de sus recursos energéticos centrados en la abundancia de hidrocarburos de compleja estructura molecular, Venezuela posee muchas otras ventajas comparativas, una de ellas, su posición geográfica, tanto en el ámbito continental, como en el ámbito global. Ventaja que hasta el momento no hemos sabido aprovechar. Tampoco hemos sabido aprovechar nuestro potencial humano. Ya se ha mencionado el hecho de que el 1 % de la fuerza laboral es responsable de generar más del 90 % de nuestros ingresos en moneda extranjera, mientras que el inmenso saldo de dicha fuerza no genera una parte significativa de las divisas que consume. Hacer verdaderamente productivo el grueso de nuestra fuerza laboral, es quizás el mayor reto que tenemos, a corto, mediano y largo plazo.

Hemos actuado convencidos de que existen condiciones fundamentales para lograr un proceso de *desarrollo sostenible*. Se

considera la educación como factor básico, así como también la energía y la dotación de una adecuada infraestructura. Sin duda, durante más de medio siglo se han logrado importantísimos avances cuantitativos en todos esos renglones. Sin embargo, a juzgar por el momento en que vivimos, existe una importante desproporción entre los recursos empleados y los resultados obtenidos.

Ejecutar un diagnóstico integral del empleo que hemos hecho de los vastos recursos que ha recibido el país, es una tarea monumental, pero es también una tarea fundamental. Seguir construyendo futuro a base de suponer situaciones deseables, pudiera ser una quimera, con tendencias a convertirse en irresponsabilidad. Concebir una ruta de acción que conduzca a un futuro posible, requiere que tengamos un conocimiento confiable de nuestra capacidad de realización, conocimiento que solamente puede adquirirse examinando objetivamente las prácticas y acciones que nos han conducido a la situación actual.

Situándonos dentro del marco de competencias propias de la ANIH, hay una serie de sectores a los que se debe prestar atención: el sector agroalimentario, el sector energético, el sector transporte, el sector de las telecomunicaciones, el urbanismo, el ordenamiento territorial, la gestión hidrológica y las diversas industrias, constituyen una lista preliminar que podemos detallar y extender.

Sin duda que el extraordinario y acelerado aumento experimentado en la velocidad de transferencia de la información, aunado a la gran facilidad de movilización entre naciones y continentes, hacen que el efecto demostración se haga presente con toda su contundencia en las sociedades menos favorecidas, induciéndolas a intentar caminos en la búsqueda del anhelado desarrollo, que en realidad no son sino una tardía imitación de procesos que, por el hecho de haber sido exitosos en otras sociedades, en otros puntos de la geografía y en diferentes momentos históricos, no constituyen garantía alguna de éxito para la sociedad que los adopta.

A manera de breve ilustración de lo que pudiera ser un intento de evaluación de acciones realizadas en procura del desarrollo nacional, a continuación se singularizarán algunos proyectos ejecutados, en ejecución o que pudieran convertirse en eventuales proyectos de *desarrollo sustentable*.

## **TÓPICOS PARA EL ANÁLISIS**

En materia de transporte, las recomendaciones de los especialistas suelen con frecuencia, ser objeto de modificaciones radicales por causa de la opinión pública. En otras instancias los especialistas se adaptan a los caprichos de la opinión pública o a las ocurrencias de algún mandatario y otras veces, quizás las menos, se siguen las pautas de los especialistas y el resultado puede surgir satisfactorio para todos.

En la década de 1950 el Sistema de Transporte del Estado Zulia experimentó notables modificaciones: Se dragó el Canal de Maracaibo, lo que permitió el acceso al Lago a las embarcaciones de mayor calado que navegaban para entonces, se construyeron dos puertos petroleros capaces de recibir los tanqueros de máxima capacidad y se construyó el puente Rafael Urdaneta, que vinculó a Maracaibo con la Costa Oriental y con el resto del país.

Cuando se estaba en el proceso de decidir las características del puente, se debía escoger entre una solución solamente para tráfico automotor y un puente mixto dotado de una trocha ferroviaria. Debido a la determinación de que al interior del Lago debían tener acceso las embarcaciones oceánicas, se requería una altura libre de cincuenta metros sobre aguas altas. Debido a los requerimientos de pendiente de la ferrovía, la solución mixta encarecía la construcción por más del cincuenta por ciento. Cuando se supo en Maracaibo que el puente no tendría ferrocarril, se produjo una conmoción a la que afortunadamente no se le prestó atención. Transcurridos más de cuarenta años, no ha sido necesario el paso de un ferrocarril y el día que una vía férrea llegue a la Costa Oriental, una estación ubicada en ese lado del Lago puede prestar un servicio equivalente

y posiblemente menos costoso que una estación ubicada en la periferia al sur o al oeste de la ciudad.

La construcción del puerto de La Salina al sur del puente y la disposición ya citada de dar acceso a los buques oceánicos al Lago, obligó a determinar la gran altura del Puente y a la prolongación del canal, con el posterior efecto ahora experimentado, del severo incremento de la salinidad de las aguas del Lago.

En la actualidad se contempla la construcción de un segundo puente de complejo y llamativo diseño, así como también está planteada la reubicación de los puertos petroleros y la construcción de un puerto carbonífero. Es lógico desear que las decisiones que al respecto se tomen, resulten en beneficios proporcionales a los costos en los que se deberá incurrir.

Una historia similar ha ocurrido con el Sistema de Transporte de Guayana. En el libro *Cuestiones del Transporte* publicado bajo el auspicio de la ANIH, comentamos con mayor extensión, tanto el caso del Zulia, como el caso de Guayana, razón por la cual no se hacen mayores consideraciones ahora.

El tema de la energía es vital para Venezuela y el transporte ejerce un gran impacto en el consumo energético nacional. Ya se ha mencionado la distorsión de los subsidios, que hacen que el combustible constituya una fracción insignificante del costo del transporte, particularmente en el caso de los autos particulares. Las soluciones aplicadas y propuestas, no han logrado, sin embargo, resultados satisfactorios. Unos plantean la ampliación y extensión de las vías carreteras, otros proponen la prolongación de los sistemas de transporte masivo en las ciudades. Pocos se han ocupado de procurar la operación óptima de la infraestructura y equipos existentes.

En la segunda mitad del Siglo XX, se alcanzaron notables progresos en materia de suministro eléctrico. Desde la perspectiva del desarrollo del sistema eléctrico, pueden derivarse importantes enseñanzas. Durante todo el lapso en consideración, el énfasis ha estado centrado en la atención de la demanda, con tímidos

esfuerzos dirigidos a una gestión racional de dicha demanda. El simple cambio de calentadores eléctricos de agua a calentadores de gas, no solamente reduce el consumo energético a la cuarta parte del consumo actual de dicho renglón, sino que además liberaría para otros menesteres un porcentaje importante de la capacidad de generación instalada. Hay evidencias suficientes para aseverar que la solución óptima para el suministro de agua caliente en las residencias, particularmente en los países intertropicales como Venezuela, es mediante el aprovechamiento de la energía solar, opción de energía limpia mucho más efectiva y de menor costo que el uso del gas o la electricidad para tal fin y que debiera adoptarse sistemáticamente, al menos para las nuevas construcciones. Desde luego que debe realizarse un esfuerzo previo de investigación y desarrollo, por cuanto esta tecnología no es muy atractiva para los países templados que no pueden aprovecharla todo el año, por lo que no le brindan atención prioritaria a su desarrollo.

El suministro eléctrico constituye en Venezuela el mecanismo que maneja la mayor proporción de energía entregada a los usuarios. El proceso nacional de electrificación general que se emprendió a comienzos de la segunda mitad del siglo XX, estuvo centrado en la instalación de plantas termoeléctricas cuya energía primaria consistía en gas natural. El desarrollo del Río Caroní y la construcción de varias hidroeléctricas en la Región Andina, colocó a la termogeneración en un segundo plano, pero con un significativo 30 % de la demanda servida. A pesar de que durante décadas se ha pregonado que además de sus reservas de hidrocarburos líquidos, Venezuela también dispone de importantes recursos en la forma de yacimientos de gas natural, por razones que desconocemos la mayoría de los venezolanos, no se ha estimulado la producción de gas libre y gran parte del gas asociado disponible, ha sido utilizado prioritariamente para atender necesidades propias de la industria petrolera, razón por la cual un porcentaje importante de la generación termo-eléctrica debe realizarse utilizando hidrocarburos líquidos, cuyo valor de exportación es inmensamente superior

al precio asignado para el mercado interno, en especial en el caso del gasoil o combustible diesel. Esa circunstancia justifica la búsqueda de fuentes alternativas de energía limpia. Dicha búsqueda debe ser extremadamente exhaustiva y sistemática, diferenciando cuidadosamente entre el posible aprovechamiento de tecnologías maduras y la inoportuna introducción de nuevas tecnologías, pagando el alto costo de innovaciones inadecuadas, que pueden resultar simples novelerías. Debe diferenciarse entre las inversiones para adquirir necesarias experiencias y las que se realicen con fines productivos, de modo que se minimicen las inversiones excesivas en tecnologías inadecuadas.

La Orimulsión® ha sido materia de controversia desde su introducción en el mercado energético y en la actualidad su aplicación se encuentra restringida. Siendo el caso que las reservas de la Faja del Orinoco son de extraordinaria magnitud, hay suficiente disponibilidad de hidrocarburos extrapesados (bitúmenes), tanto para mezclarlos con otros más livianos, como para destinarlos a la producción de energía eléctrica mediante su conversión en orimulsión.

Dado el caso que la orimulsión es uno de los pocos combustibles que además de poder ser usado en plantas convencionales de vapor, también puede usarse en motores de combustión interna de ciclo diesel y además puede emplearse en plantas de gasificación integradas con ciclos combinados, es muy probable que pueda emplearse con ventajas, para el suministro de plantas generadoras en todos los países caribeños y de Centro América, que en la actualidad consumen combustibles convencionales suplidos por Venezuela bajo términos muy favorables, así como en otras partes donde ya se había iniciado el uso de dicho combustible.

La evaluación de las experiencias vividas, puede servir para establecer las acciones prioritarias, indispensables para consolidar las bases de arranque para cualquier plan a mediano y largo plazo. Aquí se han citado a título ilustrativo algunos sectores que ameritan

ser investigados, es necesario elaborar una lista completa de aquellos sectores que merecen la máxima atención, para que especialistas e interesados en cada uno de ellos procedan a evaluarlos.

## **LOS RECURSOS HUMANOS**

El esfuerzo cuantitativo dedicado a la expansión del sistema educativo venezolano está a la vista. Cabe preguntarse si los resultados de ese esfuerzo se han reflejado de manera proporcional y significativa en la creación de bienestar para nuestra población. Sin duda, como también se ha mencionado aquí, la educación es un factor fundamental para el desarrollo sostenible, pero ésta debe ser un instrumento que permita a la población existente utilizar eficiente y efectivamente los recursos que tiene a su disposición, para mejorar sus condiciones no solamente a largo plazo, sino también y quizás más importante, para atender mejor sus necesidades inmediatas. Llámese educación continua o educación de adultos, ésta debe ser una actividad que amerita tanta o más atención que la educación formal, por cuanto está orientada hacia el sector productivo de la sociedad, cuya contribución al bienestar general tiene efecto inmediato y que implica un valor agregado a varias décadas de productividad de un sector de la población que de no brindársele ninguna atención, simplemente contribuirá menos.

Un examen de la situación actual hará evidente el efecto nocivo de la dispersión de competencias. Para atender el mismo problema, diferentes agencias del sector público acometen soluciones distintas y a veces conflictivas. En el momento de elaboración de estos comentarios, en los primeros meses de 2009, la búsqueda de soluciones al problema del tráfico enfrenta las autoridades nacionales, con las regionales y municipales. Desafortunadamente la experiencia se multiplica en demasiadas instancias. Esa costosa dispersión pudiera encontrar sus orígenes en el propio sistema educativo, particularmente en su nivel superior, donde no solamente cada facultad recorre por sus propios caminos, sino dentro de cada facultad las escuelas y los departamentos con frecuencia andan cada uno por su cuenta.

Son indispensables los especialistas, pero es fundamental que entiendan la integralidad del entorno dentro del cual deben desenvolverse. Esta debiera ser una premisa válida para la formación de profesionales en cualquier disciplina y en particular para los de la Ingeniería, Arquitectura y profesiones afines.

Formar profesionales de acuerdo a los esquemas de sociedades a las que deseamos emular, no es garantía alguna de que de esa manera alcanzaremos resultados similares a los de aquellas. No puede ser así, puesto que se trata de entornos distintos, de gentes diferentes y de otras épocas. Necesitamos formar profesionales que entiendan nuestra realidad y tengan la voluntad y la capacidad de mejorarla, con la gente y los recursos que tenemos.

Si deseamos iniciar de inmediato un proceso de reducción de la dependencia en la explotación de hidrocarburos, debemos optar por la ejecución de actividades que puedan ser realizadas por la población, a partir del nivel de conocimiento que poseen en la actualidad. Como consecuencia de esas nuevas actividades debemos generar bienes y servicios que respondan a necesidades existentes fuera de nuestro territorio y debemos colocarnos en capacidad de acceder los mercados que comprenden nuestra producción.

De Venezuela parten regularmente embarcaciones que suplen combustible a las islas del Caribe y a los países de Centro América. Esas embarcaciones solamente llevan combustible y regresan vacías. Las características de los negocios naviero y petrolero impusieron las características de los buques petroleros. Las características del potencial mercado general de Venezuela debieran poder catalizar un proceso creativo, que estimule a ingenieros y arquitectos navales tanto nacionales, como de otros países, para que produzcan un diseño de embarcación, que además de los hidrocarburos, pueda también transportar una porción de carga general en contenedores, a tiempo que se cumpla con todas las disposiciones de seguridad que imponen las reglas de marinería y de operación de puertos. Con ese recurso Venezuela puede llegar a servir lo que es su mercado natural, no solamente con

petróleo y derivados, sino también con productos alimenticios y otras manufacturas, que ahora proceden de otras partes del mundo, generando de esa manera nuevas oportunidades de trabajo para su población.

## **PARA CONCLUIR**

Lo aquí escrito es un breve intento para describir lo que se visualiza como tarea de extraordinaria magnitud. Cada uno de los tópicos citados y algunos otros que no se incluyeron, ameritan un tratamiento mucho más intenso, detallado y profundo. En intentos posteriores, probablemente utilizando medios digitales disponibles, se analizarán con mayor extensión algunos de los temas mencionados. Sería estupendo si quienes tienen experiencias y opiniones sobre dichos temas o sobre otros de similares características y de interés nacional, divulgasen sus puntos de vista, contribuyendo así a un mejor conocimiento de los mismos y de esa manera poder identificar los aspectos positivos que deberían multiplicarse y los negativos que en lo posible deberían evitarse.

La sección “Criterios y Opiniones” del portal de la ANIH en Internet, pudiera ser un vehículo para divulgar las contribuciones que al respecto pudieran surgir. Así se recaudaría una muy valiosa información para ser analizada. Punto de partida indispensable para sustentar cualquier intento de inventar el futuro.