



## La seguridad nuclear de Laguna Verde en cuestión



MARCO ANTONIO MARTÍNEZ NEGRETE

En el contexto posterior al cambio de administración (una más) en la nucleoelectrónica de Laguna Verde, ocasionado por la remoción de la anterior en 1999, debido, según la Secodam, a “irregularidades en la asignación de contratos”, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la nueva dirección de la planta nuclear orde-

naron la visita de dieciocho técnicos de la Organización Mundial de Operadores Nucleares (acrónimo en inglés: Wano), la cual se realizó en octubre y noviembre de 1999.

Wano, hay que recordarlo, es una organización que se creó después del grave accidente de Chernobil, en abril de 1986,

con objeto de supervisar las condiciones de operación de las plantas nucleares en el mundo, a modo de prevenir accidentes tan graves como el mencionado, que sacudió los cimientos de una industria nuclear ya de por sí herida de muerte en algunos países como Estados Unidos. En esta potencia mundial, cuna de la ener-

gía nuclear para los propósitos de destrucción masiva y de generación eléctrica (usos que para algunos estuvieron y siguen estando indisolublemente unidos), el crecimiento de la industria nuclear se ha ido a pique desde la década de los setentas, pues todos los proyectos nucleares en construcción y ordenados hasta 1973 se han cancelado (un poco más de cien) y desde 1978 no ha habido nuevas órdenes de construcción.

El accidente de Chernobyl ensombreció aún más el futuro de la industria nuclear, por lo que una de las urgentes medidas emprendidas fue la creación de Wano, en vista de las deficiencias de supervisión de la Agencia Internacional de Energía Atómica. Este organismo dependiente de la ONU había venido realizando dos funciones contradictorias, pues mientras por un lado tenía el mandato de reglamentar la difusión de la energía nuclear (incluyendo el uso de generación eléctrica) tomando en cuenta la seguridad y la no proliferación armamentista (lo cual, como se mencionaba, es una prueba de la indisolubilidad del uso militar y el civil), por el otro se dedicaba a promover desconfiadamente su comercialización. Esta confluencia de intereses contradictorios provocó que la disciplina en la supervisión técnica de las plantas nucleares se fuera relajando, al grado de que la Agencia Internacional no vio peligro alguno en la continua operación de instalaciones nucleares que poco tiempo después sufrirían los peores accidentes de la industria nuclear: la Isla de las Tres Millas (accidentada en marzo de 1979) y Chernobyl (accidentada en abril de 1986). Aunque el director de aquel tiempo, Hans Blix, declarara que al ser imposible evitar los accidentes en las nucleoelectricas (“un accidente nuclear grave puede ocurrir mañana”) se tomarían medidas más rigurosas en la supervisión de la industria nuclear, el enorme daño causado sobre todo por Chernobyl ya estaba dado y

el desprestigio de la Agencia demandaba la creación de nuevas instituciones. Una de las iniciativas se dio, como era de esperar, por parte de la industria nuclear con el fin de preservar sus intereses y así nació Wano.

#### El informe Wano

El reporte Wano se refiere a lo observado por los dieciocho operadores que visitaron Laguna Verde durante octubre y noviembre de 1999, y reúne información de eventos ocurridos solamente a partir de los inicios de 1998; todo el pasado y aun eventos que se podrían calificar como preocupantes (que se mencionan más adelante) no se cubren en las cerca de doscientas páginas del reporte escrito. Tampoco hay, por las características de la investigación, una descripción de irregularidades provenientes de la naturaleza de los equipos, reportados como defectuosos desde 1958, pero que es importante mencionar al hacer un juicio sobre el estado de seguridad de la nucleoelectrica.

#### *Los operadores de Wano revisaron sesenta y dos áreas de seguridad de Laguna Verde y encontraron deficiencias en prácticamente todas ellas.*

El reporte Wano es una llamada de atención para que se realice una investigación más profunda y extensa, con el fin de apreciar objetivamente las condiciones de operación de la planta nuclear y más allá de lo que puede revelar una visita de apenas dos meses, sujeta al recabamiento de información anterior basada en la buena voluntad informativa del personal que actualmente ahí labora.

Los operadores de Wano revisaron sesenta y dos áreas que tienen que ver con la seguridad de Laguna Verde, encontrando deficiencias en prácticamente todas ellas. Como conclusiones generales desprendidas de la lectura del informe se pueden anotar que, en primer lugar, es evidente que esta central no opera con los niveles de “excelencia” dados a conocer por la CFE; por el contrario, Wano señala que en varios aspectos la operación está muy por debajo de los niveles comunes de calidad de la industria nuclear internacional. En segundo lugar, se puede apreciar que hay un deterioro en la llamada “cultura de seguridad nuclear”, según nosotros por la interrelación de tres factores (observados como aislados por Wano y enseguida referidos entre paréntesis): relajamiento en la disciplina de los técnicos (inobservancia parcial de reglamentos e instructivos técnicos de seguridad); preparación deficiente de los operadores (falta de dominio en aspectos básicos de la ingeniería de reactores, proveniente en parte de deficiencias en el entrenamiento en el simulador), y deterioro de componentes técnicas en funcionamiento (como ocurre con numerosos detectores de radiación situados en componentes críticas del reactor, en parte imputables a falta de presupuesto y directamente a fallas del área de servicio y mantenimiento). Estos tres factores interactúan de manera sinérgica, de ahí su elevado grado de peligrosidad. Wano no se refiere explícitamente al sinergismo que detectamos como consecuencia de su informe, pero pensamos que está presente y actuante y que, además, tiene una componente adicional que es el diseño defectuoso de Laguna Verde (se sabe desde 1958 que el sistema de “supresión de la presión” no es adecuado, al grado que en 1972 así fue oficialmente reconocido en un memorando interno de la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, pero que se ocultó al público y a las compañías gene-

radoras de electricidad, razón por la que General Electric enfrenta demandas multimillonarias por fraude al vender a sabiendas equipos defectuosos).

Enseguida Wano hace un relato de los eventos más recientes ocurridos en la central, en donde se aprecia la interacción de los factores mencionados en el párrafo anterior. Debe tenerse en cuenta que el tipo de incidentes que se relatan se vienen presentando desde el inicio de operación de la primera unidad de Laguna Verde (LV1); otro tipo de eventos, que también influyen o tiene que ver con el estado de seguridad, han ocurrido desde las etapas previas al inicio de operación (alguien podría pensar que si eventos similares son la normalidad, entonces no habría lugar al temor, dado que nada grave ha sucedido en los ya casi diez años de operación de LV1; sin embargo, la operación del equipo en condiciones de tensión continua puede provocar fallas de gravedad en el momento menos pensado, como cuando se utiliza en demasía los frenos del automóvil. O como dice el dicho: “tanto va el cántaro al agua...”).

### El equipo

Los datos siguientes fueron proporcionados a Wano por las autoridades de la central. No incluyen, sin embargo, otros eventos que les fueron ocultados, a los que se hará referencia posteriormente. Los problemas se refieren a fallas en los sistemas conectados directamente con funciones de seguridad, como sistemas de potencia AC de emergencia, sistemas de emergencia de enfriamiento, etcétera.

En los generadores diesel, que guardan relación con múltiples sistemas de seguridad, ocurrieron diversas fallas por contactos defectuosos en las dos unidades, imputables en todos los casos (31 de abril en LV1, 3 de abril en LV1 y 2 de abril de 1998 en LV2) al hecho de que el programa de mantenimiento preventivo en

Laguna Verde no revisa rutinariamente la limpieza de los contactos eléctricos.

En el Sistema de Protección del Reactor (cuya misión es apagar el reactor en forma segura) las tallas de los EPA (Electrical Protector Assembly) son un problema crónico. Ocurrieron nada más seis fallas en éstos durante la más reciente recarga de combustión en LV1, las más notorias los días 12 y 13 de abril de 1998, en que no funcionó el enfriamiento de paro del reactor y se activó espontáneamente el sistema de protección B (que consiste en bañar al reactor a alta presión), respectivamente.

Problemas de equipo relacionados con el manejo de la reactividad del reactor (la reactividad es el porcentaje de desviación relativa de la criticalidad; un reactor estable funciona con valor uno en la criticalidad; si el valor supera la unidad se presentaría una reacción nuclear en cadena descontrolada). Se trata de fallas que también tienen que ver con los sistemas de enfriamiento del reactor (para que no se funda), como las bombas de recirculación de agua, etcétera. Éstas fueron:

• **19 de febrero de 1999.** LV2 entra en una región peligrosa de radioactividad al estar funcionando a 100% de la potencia, debido a que una bomba de recirculación baja de velocidad por la falla de una tarjeta de un circuito. En esta situación debió pararse el reactor, de acuerdo con los procedimientos pero los operadores no lo hicieron.

• **4 de febrero de 1999.** Al estar trabajando LV2 a 100% de la potencia falló la bomba de recirculación B del reactor; ocurrió cuando los técnicos revisaban un contacto a tierra en el circuito de control de la bomba. Causa: la acción conjunta del vapor condensado en la caja de interruptores y la corriente de 300 ma del equipo eléctrico de revisión.

• **7 de noviembre de 1998.** Mientras la potencia de LV1 era bajada para atender una alarma de elevada entrada de agua al

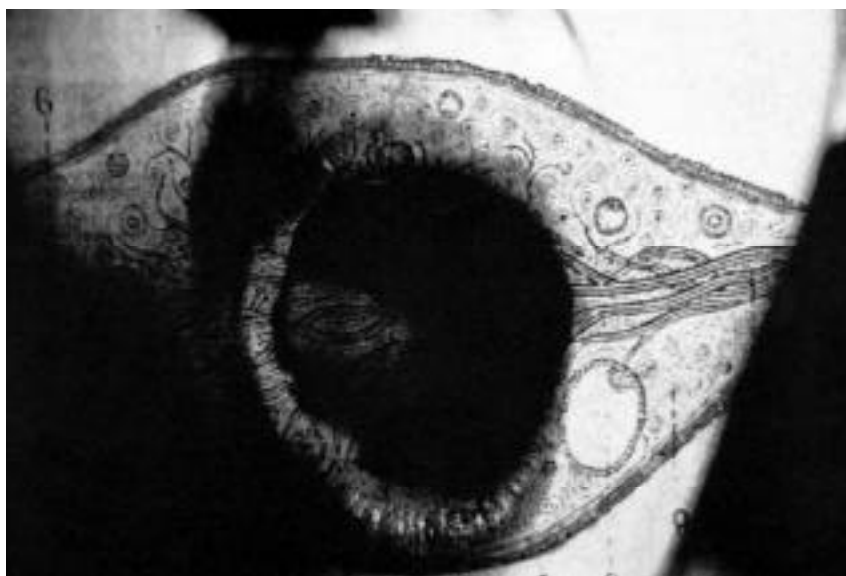
pozo seco (el contenedor primario, dentro del cual se halla el reactor), la bomba A de recirculación no pudo pasar al régimen de baja velocidad. El operador finalmente pudo conducir la bomba a este régimen. Causa: contactos sucios en el circuito de control de la bomba, por fallas del programa de mantenimiento preventivo (que debería revisar rutinariamente los contactos).

• **22 de septiembre de 1998.** Al estar funcionando LV1 a 85% de la potencia durante una prueba de inserción de barras de control, una de éstas no se insertó en los siete segundos requeridos por el criterio de aceptación. Causa: diafragma de hule deteriorado de la válvula piloto del solenoide del *scram*. El evento es de notar porque pudo preverse (según Wano), pero no se hizo caso de fallas similares en el solenoide, detectadas como comunes en la industria nuclear (en otras palabras, no se está al día respecto al comportamiento de partes técnicas en plantas nucleares).

• **8 de febrero de 1998.** Al estar funcionando LV1 con una potencia de 96.7% y a 104.5% del flujo en el núcleo del reactor, se violaron durante 0.5 segundos los límites permitidos de flujo (107%) en dicho núcleo debido a que la válvula B de control del flujo de recirculación se empezó a abrir, hasta que el flujo llegó al valor de 107.07%. La causa se debió a múltiples errores humanos de procedimiento, descoordinación entre un operador emergente y el del cuarto de control y fallas de componentes. En este caso la estabilidad del reactor fue restablecida de manera contingente, pudiendo llegar a una emergencia nuclear.

### Paros y pérdidas de generación

Lo siguiente es —nuevamente según Wano— un resumen de los problemas que afectan la confiabilidad de la central, por ejemplo, transitorios no planificados de



la central, pérdidas de disponibilidad, degradaciones, paros extensos, etcétera. En LV1 estos han sido:

- **9 de enero de 1999.** Al estar en marcha la unidad a 70% de la potencia dejó de funcionar la bomba A de recirculación del reactor. Ninguna alarma se activó por la falla de la bomba, más bien la falla fue detectada por los operadores al notar reducciones en el flujo dentro del reactor y en la potencia.

- **9 de enero de 1999.** Para la bomba de recirculación A del reactor, por un contacto a tierra detectado desde el 4 de enero sobre el que no se actúa hasta el 8 de enero sin lograr detener la falla. La causa se debió a a la lenta respuesta del servicio de mantenimiento.

- **4 de enero de 1999.** Los operadores recibieron indicación de un contacto a tierra del canal de la división de corriente directa de un amper y 125 v. Hasta el 8 de enero se empezó el servicio de mantenimiento para localizar el sitio del contacto a tierra, lo cual no se logró antes de que ocurriera la falla en la bomba de recirculación A (9 de enero). Las investigaciones prosiguieron el 9 de enero y se descubrió que varios contactos a tierra del canal fueron los causantes del paro en la bomba de recirculación A del reactor.

- **23 de junio de 1998:** mientras se paraba la unidad, que estaba a 100% de la potencia, se excedió el tiempo límite especificado de aislamiento del reactor para tal acción. Mientras se observaba la situación del núcleo del reactor una parte del sistema de observación se atoró en el núcleo, siendo inútiles los esfuerzos para liberarla; entonces se cerró el reactor y la válvula de explosión (de emergencia) restableció el confinamiento aislante del núcleo. Causa: partes gastadas e insuficiencias del servicio de prevención y mantenimiento del sistema de observación contribuyeron al evento.

- **19 de mayo de 1998.** Paro automático del reactor por despresurización de la va-

sija a 100% de potencia, por un interruptor de una válvula de seguridad que falló por razón desconocida. El interruptor se envió al fabricante para determinar la causa del fallo.

En cuanto a los problemas producidos por paros y fallas de generación ocurridos en LV2, la lista es la siguiente:

- **25 de junio de 1999.** Al estar funcionando la unidad a 90% de la potencia una alarma de radiación del túnel principal de vapor forzó una parada de emergencia del reactor. El *scram* fue ocasionado por un operador que, durante una operación de limpieza del agua del reactor, omitió un paso en el procedimiento dejando parcialmente abierta la válvula de uno de los filtros. Esto ocasionó un flujo de basura radiactiva que accionó la alarma de radiación en el túnel de vapor, por lo que (conforme al diseño) el reactor paró mediante la acción del sistema de paro automático. Pero el transitorio subsiguiente se complicó por la indicación de que una válvula de seguridad estaba abierta, lo que envió una segunda señal de parada de emergencia. A esto se sumó una inestabilidad extrema en el nivel del agua del reactor, de alto nivel a bajo nivel, lo que provocó la aparición de una tercera señal de parada de emergencia. Causa del evento: error humano y errores de diseño (en cuanto a estabilidad) del reactor.

- **22 de junio de 1999.** Al estar funcionando el reactor a 100% de potencia la tripulación de operadores observó un descenso en la presión del aire de los instrumentos de control, mientras se actuaba sobre el sistema de prefiltrado del agua del reactor. Al tratar de enmendar la falla la presión del aire de una de las válvulas del sistema de parada súbita empezó a descender; antes de que la válvula se reabriera los operadores observaron que varias de las barras de control empezaron a insertarse, por lo que la tripulación procedió inmediatamente a un paro manual de emergencia. La enmienda emprendida se



realizó sin ningún plan escrito, lo cual es requerido en los procedimientos administrativos; los operadores, sin embargo, no creyeron que tal plan fuera necesario (el personal de Wano hizo notar que es necesario verificar que el control y seguimiento del estado técnico de las válvulas forma parte del programa de mantenimiento preventivo).

• **19 de enero de 1999.** La unidad experimentó una parada de emergencia (*scram*) al recibirse una señal espuria de bajo nivel de agua en el reactor. Adicionalmente al *scram* el generador diesel de la división III se activó espontáneamente iniciándose el rociado de alta presión al reactor. El *scram* fue exitoso y los otros sistemas funcionaron de acuerdo con el diseño.

• **3 de enero de 1999.** Los operadores decidieron parar manualmente el reactor, debido a una (falsa) señal de vibraciones más altas de lo permitido, según el diseño de las turbinas principales del generador.

#### Fallas en contención

Este tipo de fallas se refiere a grietas en el combustible, integridad del sistema de refrigeración del reactor, integridad de contenedores, etcétera. Éstas fueron:

• **10 de enero de 1999.** Se detectaron niveles crecientes de radiactividad en el sistema de expulsión de gas al ambiente (el llamado *off gas* de salida) cuando se incrementaba la potencia del reactor de la Unidad 1. La causa se debió a la existencia de un agujero en un bloque de elementos de combustible.

• **11 de enero de 1999.** Con objeto de evitar el aislamiento automático del condensador principal, los operadores elevaron el umbral de activación de la alarma radiactiva del gas de salida, contraviniendo los instructivos.

• **14 de mayo de 1998.** Al estar funcionando LV1 a 100% se declaró un evento

no común, pues mientras se investigaba en esas condiciones una entrada de aire al contenedor primario se detectó una fuga del refrigerante primario (el agua que circula por el núcleo del reactor) y pérdida de la frontera del contenedor. La causa se debió a la colocación de una válvula sin empaque en la brida, entre la frontera del sistema primario de hidrógeno-oxígeno y el pozo seco del reactor.

• **13 de abril de 1998.** Los puntos de ajuste de cinco sistemas de voltaje de LV1 estaban fuera del intervalo especificado.

#### El cuarto de control

En otro orden de cosas se encontró que las válvulas de recirculación de flujo mínimo se operan manualmente debido a problemas de goteo presentes durante varios años; por causa del goteo de varias válvulas se activa el sistema de enfriamiento de la alberca de supresión y ésta tiene que ser drenada periódicamente. La impermeabilidad de las válvulas se deteriora en cada *scram* en los transitorios, y éstas se cambian hasta que se realizan las recargas. El supervisor indica que el ingeniero de sistemas no dispone de un plan de largo plazo para corregir el problema; hay tres tuberías del agua de servicio que tienen fugas, situadas entre la entrada de la casa de bombas y los edificios del reactor y el de control, pero no hay planes a largo plazo para reemplazar la tubería de cobre-níquel.

La lectura de lo que sucede en las restantes sesenta y un actividades relacionadas con la seguridad de Laguna Verde es larga de resumir, por el nivel de los detalles y la relevancia de lo que se describe. Como muestra de lo anterior (la punta del iceberg) abajo se detallará lo que sucede en el cuarto de control y se escribirán las conclusiones a las que los operadores de Wano han llegado, para que el lector se dé una idea de lo que puede leer en el resto del reporte (el cuarto de con-

trol es el “cerebro” de la central, en donde se toman las acciones principales que gobiernan su funcionamiento operativo de la central).

• **Deficiencias de equipo.** Por la falta de refacciones no funciona la guía del “monitor de contaminación” del panel desde hace cuatro años; los interruptores de apertura para desconexión remota automática no sirven, por lo que desde 1992 la operación tiene que realizarse manualmente; el *switch*A-3099/B4L2 no se puede activar eléctricamente, por lo que desde hace ocho meses tiene que ser operado manualmente; el transformador AT-3 para la fase de reserva no está en condiciones óptimas desde hace dieciocho meses; la válvula de aire comprimido para el interruptor de 400 kv ha estado goteando aceite desde 1997 (se depende entonces del compresor de aire de 230 kv, el cual tiene una válvula que presenta fugas desde hace dos meses; el operador dijo que no sabría qué hacer en caso de que el compresor fallara); el interruptor de fase A 4030 tiene fugas de aceite desde hace más de dos años; las tuberías de las conexiones neumáticas de los interruptores están tan corroídas que pueden fallar en cualquier momento; los filtros de ventana de la casa de bombas desaparecieron desde 1996; el transformador del reactor LR-1 para la línea Tecali tiene dos pequeñas fugas de aceite.

• **Seguridad industrial.** Varias puertas de emergencia permanecen rotas desde hace cuatro años; el operador dijo que está solo en el cuarto de control durante su turno y que cierra la puerta cuando va a la separada zona de los interruptores (existiendo la posibilidad de que no recibiera ayuda en caso de ataque al corazón o de lesión, sino hasta el término de su turno); los operadores pueden tropezar por irregularidades en el suelo del cuarto de control; varias luces de emergencia no funcionan; los operadores pueden recibir líquidos peligrosos en los ojos en los cuar-

tos de baterías; hay una lata de cinco galones de líquido inflamable, entre otros objetos peligrosos, almacenados en una esquina del cuarto de baterías; los operadores pueden sufrir choques eléctricos en la casa de bombas por falta de aislantes en el panel eléctrico de distribución LP-IWPH-NA/NB.

• **Etiquetado.** Baterías, paneles eléctricos, etcétera, están marcados con *masking tape*; otros controles no tienen etiquetas.

• **Modificaciones temporales.** Un cable de potencia de cientos de metros se salió de un panel de distribución descubierto y ha permanecido así por más de diez años; desde hace año y medio no han movido un cable de potencia para monitoreo sísmico de varios cientos de metros que pasa por la zona de interruptores; hay alambres que reemplazan los goznes de la puerta de la zona de interruptores, para evitar que se azote.

• **Procedimientos.** Una revisión de los trece procedimientos para los paneles del

cuarto de control identificó las siguientes deficiencias: el operador manifestó que varios de los procedimientos fueron incorrectamente identificados como del área 17 en vez de la 41, que es la correcta; no había procedimientos de emergencia (solamente para encendido y parado del equipo); hay documentos que se emplean como procedimientos, cuando no lo son; el operador manifestó no haber tenido entrenamiento en ninguno de los procedimientos del cuarto de control.

• **Aseo y condiciones materiales.** Partes de cables, escaleras, baterías, papeles, etcétera, han estado abandonados por años en el cuarto de control; varias de las torres de los interruptores muestran signos de corrosión; las partes que se reemplazan durante los servicios de mantenimiento suelen abandonarse en el mismo lugar.

• **Misceláneos.** El operador manifestó su frustración debido a que no se atienden los problemas que él reporta (también dijo que el equipo relacionado con producción sí es reparado, pero que al res-

tante no se le hace caso; hace cuatro meses se formó un grupo especial para atender los problemas del área de interruptores del cuarto de control, pero sin resultados; las etiquetas del equipo deficiente se cambian en cada parada por recarga para propósitos de reenumeración, pero muchas se quitan y no se reemplazan en el cuarto de control; el panel cargador de baterías tiene un voltímetro y un amperímetro con etiquetas que muestran que desde 1995 no han sido calibrados.

Los operadores de Wano concluyeron que, en relación con el cuarto de control: a) existen algunos problemas con el etiquetado, b) se identificaron ciertos problemas de seguridad industrial en el área de interruptores, c) el operador de interruptores del cuarto de control podría no disponer de procedimientos adecuados en situaciones de emergencia, d) hay algunas modificaciones temporales en el área de interruptores, e) se puede mejorar el aseo en el cuarto de control y f) parte del equipo del área de interruptores no

#### VÍCTIMAS (MUERTOS Y ENFERMOS) DE LA ENERGÍA NUCLEAR 1943-2000

Pruebas de armas nucleares	1 138	millones	
Producción de armas nucleares	3.2	millones	(84% local o regional)
Producción de energía nuclear	21	millones	(76% local o regional)
Uso y producción médicos	4	millones	
Accidentes:			
Militares	16	millones	
Civiles	5	millones	
Total militar	1 157	millones	
Total civil relacionado con electricidad	36	millones	
Total médico	4	millones	
GRAN TOTAL	1 197	millones	

(31.4% cánceres inducidos por radiación, 19.6% efectos genéticos y 49% efectos teratogénicos en la descendencia.)

Fuente: Doctora Rosalie Bertell (especialista en radiología), *The Ecologist*, noviembre de 1999.

Las cantidades fueron obtenidas por la doctora Bertell de los datos oficiales del United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation de la Organización de las Naciones Unidas.

puede operar en automático a causa de los problemas que el equipo presenta.

### Otras causas de inseguridad

La lectura de la lista de los problemas y fallas detectadas por Wano en las restantes actividades permite agruparlos en tres rubros que tienen que ver con la inseguridad de Laguna Verde: humanos, técnicos y económicos.

• **Aspectos humanos.** Deficiente conocimiento práctico de la ingeniería de los reactores nucleares del personal del cuarto de control; deficiencias en el manejo de la reactividad del reactor, con respecto a estándares internacionales de operación; operadores que no siempre siguen las instrucciones y los manuales técnicos de operación; entrenamiento deficiente y tardío del personal acerca de fallas técnicas de operación de equipos; muchos de los desperfectos y fallas no se reportan; ausencia de programas de mejoramiento en la preparación de operadores; falta de estímulos al operador por buen desempeño; desconfianza de los operadores en algunas alarmas (por ejemplo en la alarma de alta temperatura del pozo seco, por lo que no se toman acciones); posibilidad de que deficiencias prioritarias no sean tomadas en cuenta por priorización excesiva; respuestas apresuradas y automáticas de los operadores ante emergencias; operadores que apagan algunas alarmas radiactivas en el cuarto de control por la creencia de que están defectuosas; fallas en el entrenamiento de los operadores para emergencias nucleares; ocultamiento de información sobre “errores humanos de operación”; memoria, seguimiento y evaluación deficiente de los desperfectos técnicos; descoordinación de los equipos relacionados directamente con la seguridad nuclear; mayor contaminación radiactiva que en plantas de diseño semejante; sobrecarga de trabajo del personal encargado del análisis causal de desperfectos;

atención focalizada en desperfectos y fallas aislados, sin consideración de las interacciones; supervisores de campo que cumplen sólo parcialmente sus cometidos; falta de “sentido de propiedad” de los operadores; sistemas subjetivos de evaluación de la conducta operativa de los técnicos; las causas de los paros automáticos o manuales de los reactores son analizados por una sola persona, mientras que en la práctica internacional tales eventos son estudiados por un equipo interdisciplinario; el personal no sigue las recomendaciones (ciento veinte hasta ahora) del Grupo Independiente de Evaluación de Seguridad (creado en julio de 1998), de las cuales 5% tiene que ver con seguridad nuclear; el Grupo Independiente reporta violaciones mensuales a especificaciones técnicas; procedimientos de emergencia ocultos debajo de libros (en el cuarto de control), etcétera.

• **Aspectos técnicos.** Muchos de los paros automáticos y manuales del reactor son ocasionados por mantenimiento y servicio deficientes o simplemente ausentes; simulador para entrenamiento de operadores obsoleto; los eventos reales no son considerados en los procedimientos de operación; cuarto de control mal iluminado, sonido distractor y desaseo; fallas múltiples en los generadores diesel de emergencia; juntas eléctricas defectuosas (alambres torcidos y cubiertos con cinta aislante) capaces de inutilizar equipo crítico de seguridad; uso generalizado de *masking tape* como señalador o como aislante de fugas; peligro de incendios por deficiente control de material químico inflamable; se pueden dar pérdidas temporales de potencia en los reactores por fallas en el seguimiento de percances técnicos de componentes; pueden ocurrir cambios de configuración por la falta de sujetadores y de pernos en equipo relacionado con seguridad, que pueden ocasionar que no sea posible enfrentar un accidente de diseño básico (como es el caso de al-

gunas bombas de enfriamiento); no se ha evaluado el posible impacto sobre los elementos combustibles de una barra de control mal situada (percance del 22 de junio de 1999); sistemas de detección de radiactividad deficientes o defectuosos provocan la activación de múltiples alarmas en el cuarto de control (las cuales se desconectan, porque “no se les cree”), lo que impide la activación de los generadores diesel de emergencia (lo que en una situación grave de verdad podría degenerar en un accidente); larga lista de paros de emergencia, que demuestra el deterioro creciente de equipos y servicios de mantenimiento, etcétera.

A las fallas técnicas anteriores hay que sumar lo defectuoso del diseño de algunos de los sistemas de seguridad de Laguna Verde, como el sistema de supresión de la presión.

• **Aspectos económicos.** Continuamente se repiten percances por falta de presupuesto para atender las recomendaciones (de compra de equipo nuevo, pago de cursos para operadores, compra de refacciones, etcétera); no se efectuará la indagatoria sobre un percance de reactividad en LV2 por causa de fugas en elementos combustibles, sino hasta la siguiente recarga de marzo de 2000; la falta de detectores y medidores de radiactividad en buen estado obliga a que el *off gas* (el gas radiactivo contaminante que normal y legalmente sale de la central) sea analizado químicamente, lo que retrasa la detección de desperfectos (que pueden ser indicadores de incidentes de gravedad), etcétera.

Todos y cada uno de los contenidos que abarcan los tres aspectos anteriores consta de ejemplos precisos en las doscientas páginas del reporte Wano. De varios de ellos se puede concluir que, contrariamente a lo que especifica la legislación sobre la operación de plantas nucleares, la producción (es decir, la generación de electricidad) es la prioridad más alta, y no así la seguridad.



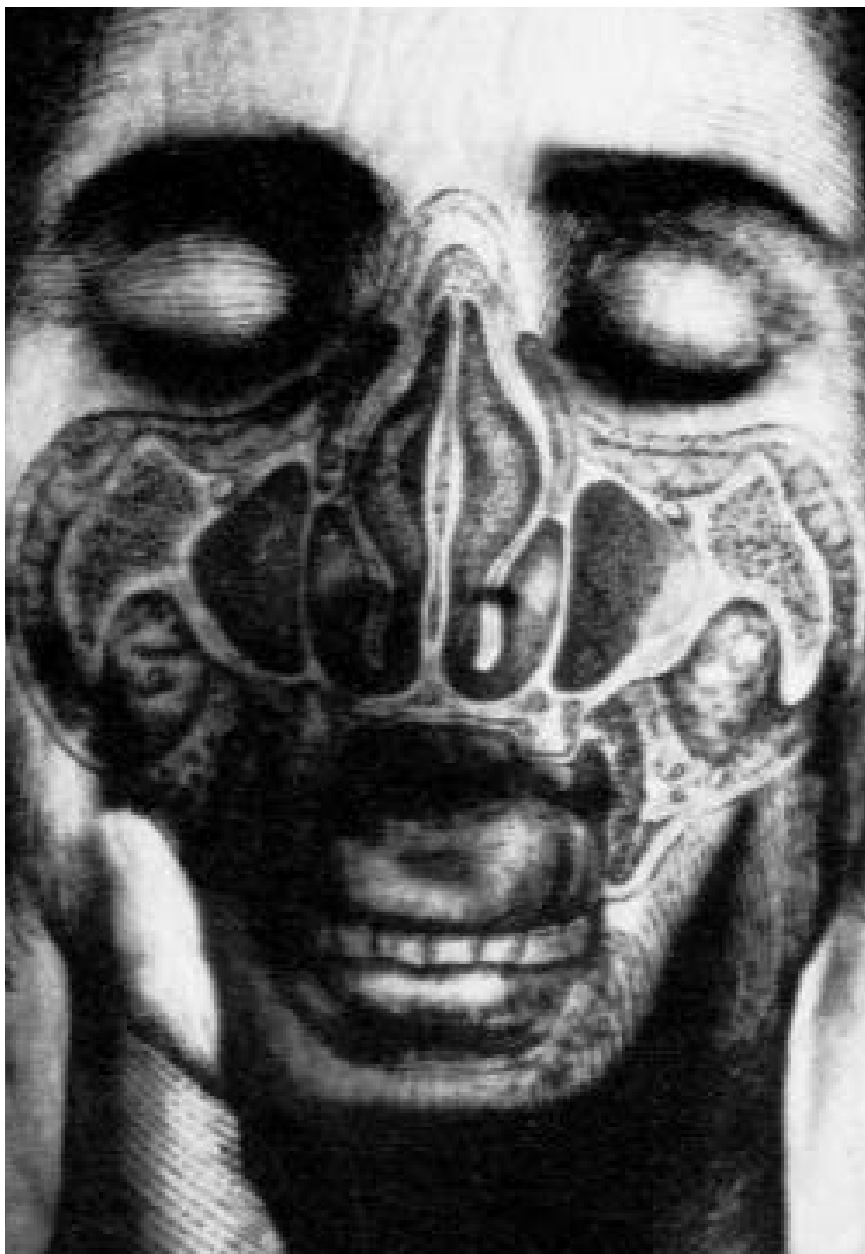
Puede también concluirse que la llamada “cultura de seguridad nuclear” va en decadencia, pues la planta y sus componentes envejecen, la disciplina de los operadores se relaja y lo caro del funcionamiento de la central incide cada vez más sobre la capacidad de servicio y mantenimiento adecuado. La interacción sinérgica de estos tres factores, sumado a lo defectuoso de varios de los diseños claves para la seguridad (como el mencionado “supresión de la presión”), indican como necesaria la detención de la operación de Laguna Verde.

### Una opinión especializada

El reporte Wano fue analizado por David Lochbaum, un especialista en plantas nucleares perteneciente a la Union of Concerned Scientists, organización independiente de científicos estadounidenses dedicada a la promoción de la utilización benéfica de la ciencia y la tecnología, y abocada también a la lucha en contra de las técnicas peligrosas para la humanidad, como es el caso de la energía nuclear. De la carta que Lochbaum dirige a la organización ecologista de Greenpeace-México (y de la cual da noticia Alejandro Calvillo en el periódico *La Jornada*, el 14 de abril del presente año), destacamos lo siguiente:

a) Los problemas descritos en el reporte Wano “tienen muy serias implicaciones” para la seguridad de Laguna Verde.

b) Aunque es cierto lo que el director de Wano expresó al director de la Comisión Federal de Electricidad (en una carta posterior al informe Wano, al parecer requerida por el director de CFE para con ella tranquilizar a la Cámara de Diputados sobre la seguridad de la central) que “aspectos como los identificados en Laguna Verde han existido en otras plantas nucleares en el pasado y aún existen hoy en día en otras plantas actualmente en operación en América del Norte”, la realidad es que “muchas de las plantas nu-



cleares en Estados Unidos efectivamente han operado con problemas comparables a los identificados en Laguna Verde. [...] hasta que fueron descubiertos. En los últimos quince años, veintitrés plantas norteamericanas han sido forzadas a cerrar por un año o más con el objeto de hacer reparaciones al equipo de seguridad y a los procedimientos de operación de las plantas [...] Nada más en 1997 nueve reactores en Estados Unidos fueron cerrados durante el periodo para

tales reparaciones. Hoy en día los dos reactores de la planta Donald C. Cook en Michigan permanecen cerrados. Ellos fueron cerrados en septiembre de 1997 y literalmente miles de reparaciones tienen que realizarse antes de que tal planta pueda reiniciar operaciones de manera segura”.

c) “Las plantas nucleares norteamericanas, y Laguna Verde también (dado que su diseño es de General Electric), están diseñadas para que una falla especí-



fica aislada no dañe a la población o al ambiente. Este concepto del diseño de falla aislada tiene la intención de prevenir que el error de un operador o la falla de una pieza del equipo no ocasionen que el material radiactivo escape a la atmósfera en cantidades suficientes como para causar daño. A las veintitrés plantas nucleares norteamericanas que han sido cerradas en los últimos quince años se les ha descompuesto más de un componente del equipo. El hecho de que a los dueños les ha tomado más de un año reparar todo el equipo descompuesto es una indicación de las pésimas condiciones de operación en que se encontraban tales plantas nucleares. La población y el ambiente no fueron protegidos por el diseño, sino por pura suerte. Si hubiera ocurrido un accidente en cualquiera de

las veintitrés plantas nucleares los equipos de seguridad no habrían actuado y las consecuencias habrían sido graves”.

d) “Desafortunadamente las condiciones de operación de los dos reactores en Laguna Verde se parecen a las condiciones de las veintitrés plantas en Estados Unidos antes de que fueran cerradas para las necesarias reparaciones. Si Laguna Verde fuera una planta norteamericana, la Union of Concerned Scientist pediría a la Comisión Reguladora Nuclear que obligara al paro de la central hasta que todas las reparaciones que necesita fueran efectuadas. Con tantos problemas de equipo y de procedimientos identificados en Laguna Verde es muy remota la posibilidad de que la población sea protegida en caso de que ocurra un accidente”.

e) “Los problemas identificados por Wano cubren el espectro de las actividades de una planta nuclear. La mayoría de los problemas, si no todos, parecen originarse por la misma causa: recursos inadecuados. Desde la carencia de un programa de entrenamiento para el ingeniero del sistema de generadores diesel hasta la falta de disponibilidad de refacciones para la gran cantidad de reparaciones atrasadas, revelan que Laguna Verde no dispone del personal ni de los recursos necesarios para adquirir y sostener niveles apropiados de seguridad”.

f) “El reporte contiene ejemplo tras ejemplo de problemas de mantenimiento: i) falla para realizar el mantenimiento preventivo; ii) mantenimiento que provoca, en vez de resolver, problemas, y iii) falta de seguimiento después del mantenimiento para un control adecuado. Estos problemas simplemente no serían tolerados en plantas norteamericanas y no deberían ser tolerados en Laguna Verde”.

g) “Veintitrés reactores norteamericanos han sido cerrados en los últimos quince años debido a problemas de seguridad. Siete reactores canadienses han sido parados en los últimos tres años por causa de

problemas de seguridad. Los dos reactores nucleares de Laguna Verde continúan operando con problemas de seguridad tan malos como, y en algunos casos peores que, los problemas que causaron que treinta reactores nucleares en Norteamérica se hallan cerrado”.

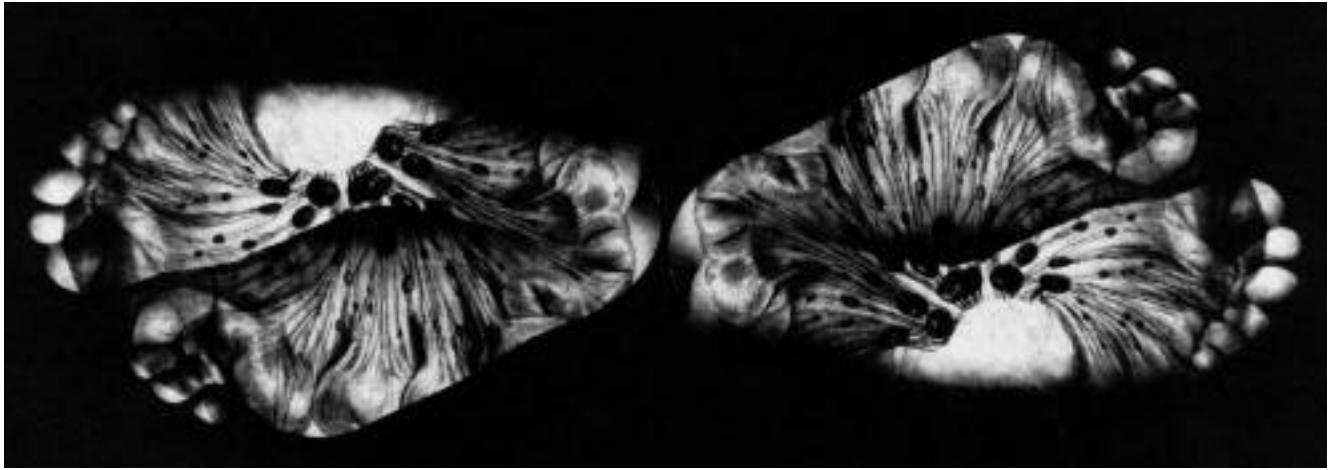
h) “Si cualquiera de los reactores de Laguna Verde experimenta un accidente con tantos problemas de seguridad documentados por Wano —aun si no existen otros problemas— las consecuencias pueden ser desastrosas”.

Hasta aquí las conclusiones del ingeniero en seguridad nuclear David Lochbaum. Ellas son compatibles con las que se han escrito anteriormente y apuntan en la misma dirección: es urgente el paro de Laguna Verde.

Greenpeace-México también solicitó una evaluación del reporte Wano a una prestigiada empresa británica, Large & Associates, con amplia experiencia internacional en evaluaciones de seguridad nuclear; su conclusión básica es que Laguna Verde está al borde de una falla institucional, “allí donde los factores de *n* eventos causativos se combinan y actúan de tal manera que derrumban el sistema completo”. Los elementos causativos identificados por Large son: 1) falla en asignación de recursos apropiados; 2) falla en reconocimiento de un ambiente de seguridad insatisfactorio y en deterioro; 3) falla en reconocimiento de las limitaciones de la cubierta de seguridad nuclear; 4) prioridad de los imperativos de producción sobre la seguridad. Es decir, y al igual que Lochbaum, el informe Wano apunta a un riesgo inminente de accidente en Laguna Verde.

#### Una propuesta sencilla

De las fallas no consignadas en Wano la siguiente es un ejemplo, según información proporcionada por técnicos de Laguna Verde al Grupo de Madres Veracruz-



zanas y Greenpeace-México (documento “Anexo núm. PAS-07-5”).

• **1 de octubre de 1999.** Paro en LV2 para la investigación de un contacto a tierra de un ventilador del sistema de mezclado de hidrógeno de la contención primaria. A partir de esta investigación se “declara inoperable el sistema de mezclado de hidrógeno de la contención primaria”, por causa de un “incorrecto acomodamiento de cables de penetración desde la fase constructiva”. De acuerdo con el citado documento, se considera que sí pudo haber tenido consecuencias en la seguridad debido a que el sistema de remoción de hidrógeno es requerido después de un accidente base de diseño. Por tal motivo se tomó la acción de parar la unidad de acuerdo a la C.L.O.3.6.6.3”. Recuérdese que en un “accidente base de diseño” falla la refrigeración de los elementos de combustible, por lo que al interactuar a

elevada temperatura con el vapor de agua lo descomponen en hidrógeno y oxígeno, formándose una nube que puede explotar (como en Chernobil), o desaparecer “milagrosamente” (como en la Isla de las Tres Millas).

Finalmente, la seguridad nuclear también tiene que ver con una correcta organización institucional de la misma: por ello en Estados Unidos, durante el gobierno de Gerald Ford, en 1975 se tuvo que dividir en dos la Atomic Energy Commission, en una parte dedicada a la promoción de la energía nuclear y otras fuentes energéticas (la Energy Research and Development Agency) y otra orientada al control y reglamentación de la seguridad (la Nuclear Regulatory Commission), ambas funciones realizadas por la antigua comisión, con los obvios conflictos de intereses (que a la fecha persisten, pero disminuidos). Por esto mismo en México la

Comisión Federal de Electricidad (promotora de la nucleoelectricidad) y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas deberían quedar en cabezas sectoriales distintas, en vez de ambas depender de la Secretaría de Energía; la CFE podría seguir en esta secretaría, pero el órgano encargado de la seguridad debería ser separado definitivamente de ella, para ser una dependencia de otra instancia, por ejemplo, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. La Comisión de Energéticos y la de Ecología de la Cámara de Diputados deberían también intervenir en la supervisión del funcionamiento de Laguna Verde, como instancia de intermediación. No es que con estas medidas institucionales se pueda evitar el riesgo nuclear (para esto se requeriría el cierre definitivo de Laguna Verde), pero al menos disminuiría bastante. 🌿

**Marco Antonio Martínez Negrete.**  
Departamento de Física, Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional Autónoma de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Reporte Wano, octubre-noviembre de 1999.

Carta de David Lochbaum a Alejandro Calvillo (director ejecutivo de Greenpeace-México), 20 de marzo de 2000.

Large & Associates, informe R3039-A1 dirigido a Greenpeace-México, 15 de abril de 2000.

FOTOGRAFÍAS.

Tatiana Parceró, *Cartografía interior*, 1996.