

# INGENIERIA QUIMICA

Organo del Centro de Estudiantes de la Escuela de  
Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia

DIRECCION:  
Junta Directiva  
del Centro  
Apartado Nal. 20-36

ASESORES  
Los profesores internos

GERENTE:  
A. Velásquez Arana  
Tel. 177-10

REDACTOR  
Alberto Bernal

---

AÑO II. — Medellín, Marzo de 1949. — VOLUMEN 2 — NUMERO 7

---

Tarifa postal reducida. — Licencia N° 1718 del Ministerio de Correos y Telégrafos

---

La Dirección no asume responsabilidad por los conceptos que emiten sus colaboradores, a través de sus artículos.

---

## ORIENTACION

### El sentido de una mayor responsabilidad

Queremos ocuparnos en esta oportunidad de un tema de palpitable actualidad, por la importancia que él reviste en las actuales circunstancias.

Con singular sorpresa estamos contemplando la fundación a diestra y siniestra, de nuevas facultades de ingeniería química. Y decimos con sorpresa, porque nuestro ánimo, siempre desprevenido, no nos sitúa en un campo de temor hacia una mayor competencia profesional. Es por el contrario, un estado temperamental de responsabilidad profesional lo que nos guía, al comentar en sentido adverso la fundación de nuevas dependencias universitarias de Ingeniería Química. Estimamos que se viene cometiendo un pecado de proporciones mayúsculas, con el establecimiento de tales dependencias. Se está creyendo en el país que la Ingeniería Química, es un mero título decorativo que está de moda. Pues se equivocan quienes así lo aprecien. Son fundamentales los estudios que hay que hacer para querer optar al título de Ingeniero Químico. No son unos rudimentos matemáticos, ni menos unas clases de química industrial o analítica, lo que dan el bagaje de idoneidad a la Ingeniería Química. No es el disponer de unos cuantos frascos de reactivos, unas destartaladas mesas de laboratorios, lo que dan la norma de una verdadera orientación técnica en la moderna profesión a que venimos refiriéndonos.

Por una parte tenemos lo antes anotado; por otra, tendríamos la consecución del personal idóneo para orientar las respectivas cátedras. Dentro de la Ingeniería Química se hace necesario disponer de un profesorado competente. Las ma-

terias de que se ocupa, son novedosas en nuestro medio universitario. Por ello, es bastante difícil encontrar en el país un profesorado que responda cabalmente al llamado de la nueva profesión, a fin de que las cátedras a dictar no sean un barrunto de técnica y de química industrial.

En días pasados leíamos algunos comentarios sobre determinada dependencia de ingeniería química que funciona en una sección del país. En ellos se quiso poner de relieve lo indispensable que es para el país un personal técnico; se habló mucho de padres de la química, de procesos industriales en general, pero nada concreto se expresó con relación a la Ingeniería Química, que era el objetivo relievante de tales comentarios. A qué conclusión nos llevó la lectura de tales comentarios? Sencillamente a que no hay una idea precisa y sistemática sobre los objetivos fundamentales que busca la Ingeniería Química.

Para hablar de Ingeniería Química, tenemos que tener delante el tablero de los procesos y operaciones unitarios. Sin base a estas cuestiones fundamentales, no podemos hablar de Ingeniería Química.

Desde estas columnas queremos iniciar una campaña ante el Gobierno Nacional, a fin de buscar que en el país se establezcan unas normas definidas sobre estudios profesionales. Entendemos que el Gobierno, supervigila en alto grado los estudios secundarios. En cambio, los profesionales permanecen en un campo de arbitrariedades, siendo éstos de mayor responsabilidad para el propio progreso de la Patria.

Es la razón de la sin razón, es un resultado de una falsa técnica que queremos guiar. Debemos percatarnos de una manera precisa, que los títulos universitarios no deben ser cartones alegóricos de falsas capacidades.

Pedimos, en guarda de los propios intereses del progreso patrio, que el Gobierno fije unas normas mínimas para hacer estudios de Ingeniería Química o de cualquier otra profesión técnica. Regulemos de una mejor manera nuestros estudios profesionales y con ello se conseguirán resultados más positivos en el firme adelanto de Colombia.

## RESULTADOS DE UNA VISITA

A fines del año pasado, nos tocó, dentro del plan de excursiones de la Escuela, visitar varias regiones de Colombia y muy especialmente los departamentos de Cundinamarca y Valle. De nuestra visita sacamos conclusiones de singular valor para poder apreciar objetivamente los caminos que viene siguiendo el desarrollo industrial de nuestra Patria. Una cosa que satisfizo nuestro ánimo, fue el encontrar en todas las industrias, profesionales con estudios universitarios, que a no dudarlo, son plena garantía para el mejor desempeño de sus deberes en los diferentes procesos industriales que tienen a su cuidado. Pudimos enterarnos perfectamente que la industria del país, poco a poco, va entrando por caminos de mayor técnica, mediante el acomodamiento de mejores sistemas de operaciones para obtener más halagüeños resultados, tanto desde el punto de vista económico, como técnico.

Una cuestión que pudimos medir su trascendencia, fue la de apreciar la capacidad en que estamos de poder, con nuestros propios medios, hacer mucha maquinaria, siempre y cuando haya directores competentes que guíen el trabajo. Algunos equipos encontramos de factura nacional y que respondían a un cuidadoso diseño y manufactura. En el país, por lo general, lo que nos perjudica es ese sentido a una mayor comodidad que tenemos. Preferimos pedir determinado equipo al exterior, cuando con algún interés y buena dirección, en nuestro propio medio se podría confeccionar.

# Destilación del Acido Clorhídrico

Por JUAN M. PARDO  
Químico

Muchas mezclas binarias, entre ellas algunas soluciones (1) acuosas como las de fluoruro y cloruro de hidrógeno, presentan propiedades químico-físicas análogas y de alguna significación práctica. Nos referimos especialmente a la destilación de estas mezclas que tienen la propiedad de obtenerse una de composición constante. Suelen denominarse mezclas de composición constante; de punto de ebullición constante, o mezclas azeotrópicas o azeótropos.

El fenómeno es el siguiente: Para nuestro ejemplo consideremos la misma solución de cloruro de hidrógeno en agua (ácido clorhídrico), de una concentración baja (diluído) tal como al 10% (peso por peso). Si destilamos esta mezcla y recogemos a diferentes tiempos el destilado, se observa que las primeras fracciones son muy ricas en agua, luego va disminuyendo este componente y aumentando el componente cloruro de hidrógeno, hasta que finalmente obtenemos una mezcla de composición constante (de cuyo porcentaje hablaremos). A la vez que el destilado cambia de composición hasta llegar a una fija, la temperatura cambia desde las proximidades de la ebullición del agua hasta un punto fijo del cual también hablaremos, (aquí el cambio es ascendente).

Si partimos de una mezcla del 35% (concentrada) (2) y también la sometemos a destilación, inicialmente hay una gran pro-

ducción de cloruro de hidrógeno que forman humos, producción que disminuye hasta cuando aparece el primer destilado. A medida que avanza la destilación las diferentes fracciones recogidas son más pobres en el componente cloruro de hidrógeno y más ricas en agua. Llega un momento cuando el destilado tiene composición constante (igual a la anteriormente obtenida en el proceso contrario). La temperatura durante toda esta operación no es estacionaria, asciende hasta estabilizarse o quedarse en un punto fijo (igual al anterior). De allí en adelante la destilación se verifica dando un destilado de composición constante y temperatura constante.

Hasta aquí no se ha hecho sino confirmar el comportamiento de éstas, cuyos valores de porcentajes de composición y temperaturas se hallan consignados en los textos de análisis cuantitativo y varios manuales.

Al tratarse de una destilación, está influenciada por la presión confinante, que para nuestro caso es la atmosférica, la cual es diferente para cada lugar según la altura sobre el nivel del mar. Las tablas de los manuales a este respecto son incompletas puesto que suministran datos para presiones próximas a 760mm de Hg. Los siguientes datos son obtenidos del Handbook of Chemistry and Physics de 1947, de la Chemical Rubber Publishing Co.

Presión Barométrica	% de HCL en peso	Peso de la solución de HCL para 1 mol de CHL
770	20.197	180.407
760	20.221	180.193
750	20.245	179.979
740	20.269	179.766
730	20.293	179.555

Para otras presiones confinantes, fuera de este margen de 40 mm. de Hg. alrededor de la presión atmosférica normal, está la si-

guiente, que va desde 100 y 1200 mm. valorada para cada 100 mm. de diferencia, y contiene además, las temperaturas constantes:

Presión	P. E.	Densidad	% HCl	Presión	P. E.	Densidad	% HCl	g. para 1 l. de sol. N
100	62.4	1.1095	22.97	600	102.2	1.0980	20.638	176.52
200	75.9	1.1058	22.202	700	106.4	1.0966	20.360	178.93
300	84.9	1.1031	21.660	760	108.5	1.0959	20.222	180.15
400	92.08	1.1010	21.235	800	110.0	1.0955	20.155	180.74
500	97.57	1.0993	20.916	1000	116.1	1.0933	19.734	
				1200	122.3	1.0917	19.42	

En la circunstancia de una presión intermedia, habría que adoptar la más próxima, incurriendo en un error de la tercera cifra decimal en la densidad, que se hace bastante sensible en el porcentaje de HCl por ejemplo, el caso de Medellín, donde la presión barométrica oscila entre 640 y 630 mm. de Hg. Si tomamos la más próxima, que será la de

600 mm., tal vez incurrimos en error apreciable en la composición.

Se trata entonces de llevarlo a la experimentación para ese orden de presiones reales, y determinar las composiciones y temperaturas constantes.

En efecto, se han hecho varias destinaciones en este margen de presiones, las cuales dieron los siguientes resultados:

Presión	P. E.	Grav. esp.
633 mm.	103.5	1.1020
636 "	103.5	1.1010
638 "	103.5	1.0980
637 "	103.5	1.1001

Para estas variaciones pequeñas de presión la temperatura de ebullición no sufre alteración en el orden de las décimas de grado, tiene como punto de ebullición constante 103.5°C.

En cuanto a la composición puede tomarse como de mayor constancia la de 1.1010 o el promedio de 1.1002. Tenemos entonces la gravedad específica para la presión media de Medellín de 635 mm. de Hg. de la mezcla en mención.

Para obtener ahora el porcentaje de composición basta consultar la tabla de gravedades específicas, porcentajes de composición, grados Baumé y grados Twadell, del mismo manual. Estas tablas están hechas para 15°C., y nuestras condiciones de trabajo fueron 25°C. temperatura media, es necesario por tanto, hacer la corrección que la misma tabla lleva consigo, o sea, para órdenes de concentración entre 10 y 15 Bé°, 0.0002 por 1°F. Se trata de una diferencia de 10°C. que equivale a 18°F., multiplicando nos da

0.0036 de gravedad específica, que se lo debemos agregar a la obtenida a 25°C. o sea 1.1002, cuyo resultado es 1.1038 y nos queda convertida a 15°C. para poder aplicar la tabla.

Esta gravedad específica no la encontramos exactamente en ella, siendo las dos más aproximadas 1.1027 que corresponde a una composición de 20.45%, y 1.1048 correspondiente a 20.86%. La de 1.1038 está comprendida aproximadamente en la mitad de esta diferencia, e interpolando nos daría 20.65%. Este valor lo fijaremos para la presión medida de 635mm de Hg. y 25°C de temperatura media, que son las condiciones medias de este lugar (Medellín). En grados Baumé corresponde a 13.62; en grados Twadell a 20.75.

Esta composición se acerca bastante al valor 20.638% del manual para 600mm. de presión, con la única duda de que nuestra anterior determinación es hecha a 25°C y calculada para 15°, y el cuadro anterior no fija temperatura. Es probable de que si está

# EL CEMENTO EN EL PROGRESO PATRIO

Queremos presentar en esta oportunidad, unas páginas gráficas y económicas, de lo que en la actualidad representa en el mundo de nuestro progreso patrio, la industria del cemento.

Se ha dicho que la industria textil marca una de las etapas de mayor adelanto en la vida económica de Colombia. Bien es cierto que ello es verdad en gran parte, pero no podemos descartar la importancia de lo que representa como economía de divisas la industria azucarera y en un muy notable plano la industria del cemento.

Podemos decir, sin entrar en exageraciones, que la industria del cemento ha sido la que ha entrado más prontamente por caminos de mayor eficiencia técnica. Los capitales puestos al servicio de las explotaciones de nuestros yacimientos calcáreos, ha sabido comprender perfectamente, que la única manera de obtener mayores dividendos es encausando las inversiones, no desde el punto de vista de una mal entendida política de economía, sino desde una apreciación precisa de las necesidades técnicas para llevar a cabo mayores operaciones industriales.

En forma rápida, queremos relacionar a todas las empresas de cemento que están funcionando en el país, para luego entrar a concluir, lo que los números de producción nos hace sistematizar.

Queremos, por anticipado, agradecer a los señores gerentes de las empresas de que nos vamos a ocupar, por la manera tan gentil como cooperaron para llevar a buen término los propósitos que teníamos, de señalar

al pueblo colombiano, lo que valen y pesan sus industrias, como fuente de economía y de positivo adelanto.

## CEMENTOS ARGOS

Poderosa industria antioqueña, que siempre ha estado preocupada en dar su mejor contribución al progreso económico de la Patria, pues no se ha contentado con ensanchar su propia factoría en la ciudad de Medellín, sino que ha cooperado activamente en la formación de nuevas plantas en diversas regiones de nuestro suelo. Bajo la Gerencia del doctor Jorge Arango Carrasquilla, la empresa ha sabido cumplir eficientemente su trayectoria de imcontenible adelanto. Para el presente año la producción será de 300 toneladas diarias. Producción normalizada se llevará a cabo en unos dos o tres meses.

## CEMENTOS DIAMANTE

Una empresa que entró a forjar una etapa de adelanto patrio en el año de 1928, hoy día, se presenta con la gerencia del doctor Carlos Almánzar V., como una entidad de significativa prestancia en el forjamiento de nuestra grandeza económica. Con dos plantas, una en Bucaramanga, con una producción diaria de 120 toneladas y otra en Apulo, con un producido para el presente año de 400 toneladas por día, nos da un verdadero aporte en el desenvolvimiento urbano de varias regiones colombianas.

## CEMENTOS CAIRO

Con los aportes de Empresa Siderúrgica y Cementos del Nare, se fundó esta moderna

---

hecho para 20°C, las gravedades específicas sean menores que las obtenidas a 15°C, y así justificaríamos esta discrepancia de +0.022% de composición en nuestra experimentación.

Admitamos este error y tomemos el valor de la tabla 20.638% para nuestros fines analíticos. Si se toman 176.52g. de esta mezcla y se llevan a 1 litro, tendremos una solución normal de HCl. Si tomamos 17.652g y lo llevamos a 1 litro, será ésta una solución 0.1N de HCl. No es necesario aproximar la cuarta cifra decimal, basta la tercera y a veces la segunda, por ejemplo, 17.65g. Nos dará soluciones más exactas que las obtenidas por cualquier otro método de estandarización.

Volumétricamente si tomamos 10ml de esta mezcla, nos dará en peso

$$10 \times 1.1002 = 11.002g.,$$

que divididos por 176.52, será igual a  $0.0623N$   
N  
Llevados a 1 litro, esto es,  $f = 6.2 \times \frac{\quad}{100}$

De esta manera, precisamos para Medellín, la gravedad específica de la mezcla de agua y cloruro de hidrógeno destilado para la estandarización de soluciones tipos en análisis químico cuantitativo.

(1)—Empleamos el término mezcla como sinónimo de solución, es decir, forma un todo homogéneo.

(2)—La máxima concentración de esta mezcla (ácido clorhídrico) a 20°C es del 40%, y la concentración del ácido clorhídrico comercial, es la del 35%.

empresa, a cuyo frente ha estado el dinámico ingeniero doctor Horacio Ramírez G., el cual ha impulsado eficientemente la factoría a su cargo, con el objeto de entrar cuanto antes a derramar cemento de primera calidad en diferentes mercados colombianos. Según las informaciones de que disponemos, esta moderna planta echará al mercado a mediados del presente año, 300 toneladas diarias, engrosando así la capacidad adquisitiva de los consumidores.

### **CEMENTOS DEL VALLE**

Con la contribución tinososa de Cementos Argos, esta poderosa empresa ha venido cubriendo escasamente los mercados del Occidente Colombiano; por esta circunstancia, nuevos ensanches fueron requeridos, los cuales ya se están terminando para entrar a producir un promedio de 430 toneladas diarias. Los nuevos ensanches se están efectuando con la más moderna maquinaria que se está fabricando en los Estados Unidos y que dice muy claro de los caminos de mayor técnica operatoria por donde vamos entrando, cuando de parte de los capitales no hay muchas economías. El doctor Luis Gómez R. su digno gerente, ha sabido orientar la empresa para llenar los pedidos urgentes de los departamentos del Valle, Caldas, Cauca y Nariño.

### **CEMENTOS DEL NARE**

Una nueva planta que contribuye a evaluar la capacidad industrial de Antioquia, es Cementos del Nare, que bajo la tinososa dirección del doctor Jesús Mejía, ha sabido encarrilarse por caminos de técnica y progreso. Sus factorías echadas sobre las riberas del Magdalena, vienen dando un artículo de óptima calidad para muchas regiones de Colombia. Con sus nuevos ensanches la fábrica ha quedado con una capacidad neta de 450 toneladas diarias, nuevo puntaje para el más completo abastecimiento de las necesidades a un mayor progreso que viene pudiendo el conglomerado colombiano.

### **CEMENTOS SAMPER**

Entidad con domicilio en Bogotá. Su producción para el presente año es de 650 toneladas por día.

### **CEMENTOS DEL CARIBE**

Indudablemente, una de las empresas más modernas de Colombia, por no decir, que es la única, es Cementos Caribe, que se ha montado en Barranquilla, con la poderosa contribución de Cementos Argos. Cualquier comen-

tario que se haga, sería poco, para expresar conjuntamente lo que representa esta empresa en producción de cemento para el país. En el propósito de informar a nuestros lectores de lo que significa esta poderosa entidad, queremos dar unos rápidos detalles para que haya un dictamen de los deseos de divulgación que queremos hacer con la presente entrega de la Revista.

La maquinaria es completamente automática, habiendo comenzado a funcionar el cinco de marzo del presente año. Según informaciones que disponemos, la Allis Chalmers, que fue la empresa americana que suministró la maquinaria, ha tomado como modelo para la América, la citada planta, pues en ella se ha logrado reunir la mayor técnica en todos los aspectos, tanto por la perfección del equipo como por la exacta distribución de él para llenar a cabalidad todas sus operaciones unitarias. Hasta el presente, es la única empresa del país que está operando con circuito cerrado en cemento y pasta.

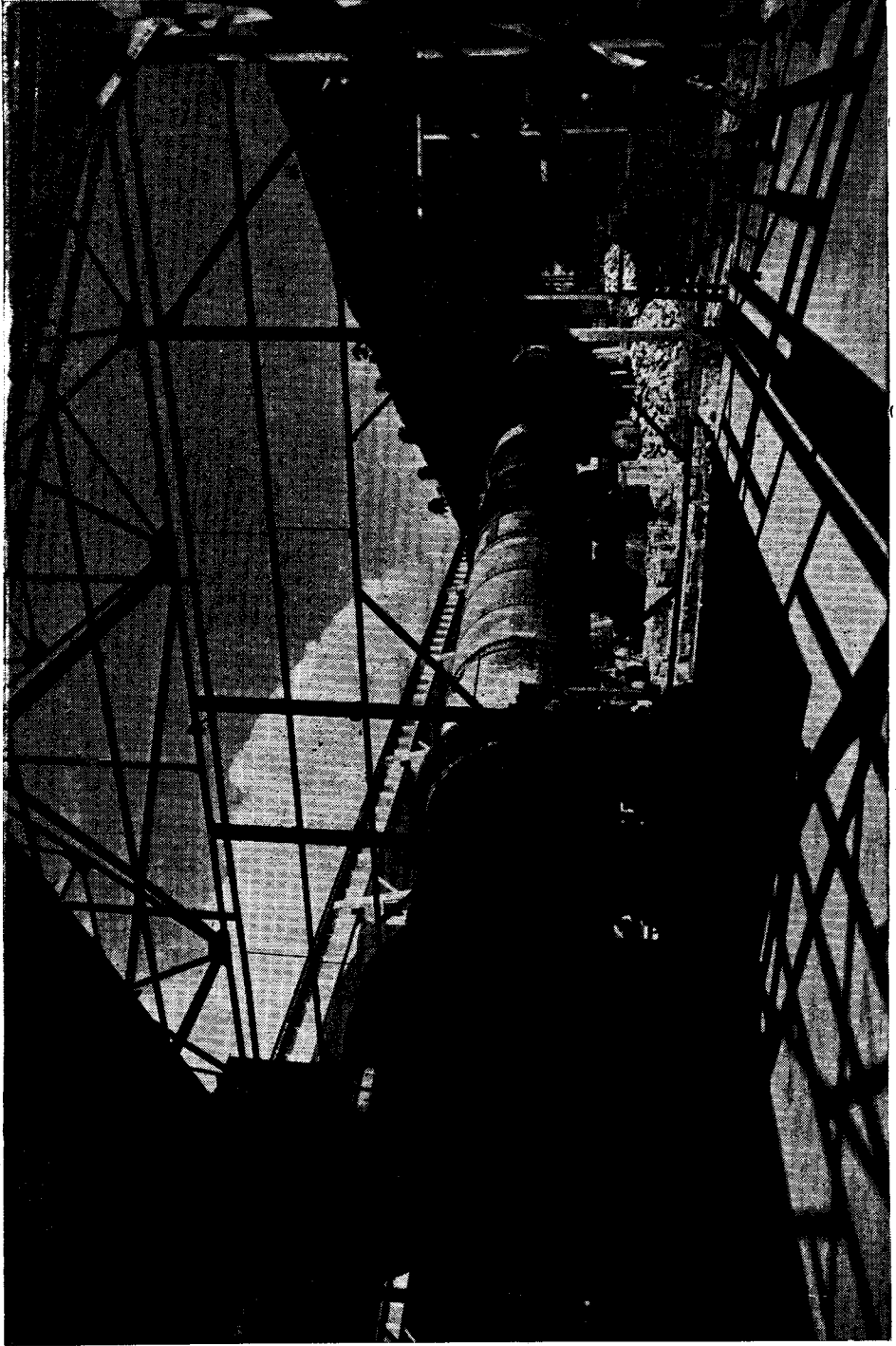
No queremos concluir este breve comentario, sin dejar anotado el siguiente detalle de singular importancia, para que se pueda apreciar la calidad del producto puesto al mercado. En las normas americanas para ensayo de tensión en briquetas y para siete días, establecen 250 libras/pulg. cuadrada, y en un ensayo efectuado recientemente para el mismo tiempo, dió un resultado de 520 lbs./pulg. cuadrada.

Viene rigiendo los destinos de esta poderosa empresa, el doctor Carlos Duque Z. La producción actual es de 400 toneladas y abastecerá a toda la costa y en parte a Venezuela.

### **SINTESIS:**

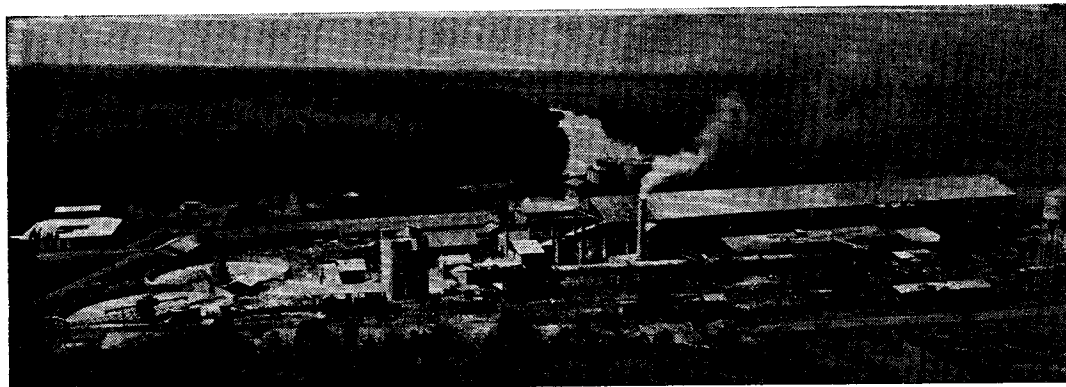
Con los anteriores detalles, queremos hacer hincapié, sobre lo que representa para Colombia, nuestra industria de Cemento. Es un factor de incontenible resultado para nuestro mayor progreso, en todas las ramas de la actividad colombiana. Para el presente año, según los datos que podemos contabilizar, podemos cerrar el camino a la importación de cemento. Dos mil novecientas toneladas diarias, que estarán presentes en los mercados colombianos para fines del presente año, a nuestro entender, son, suficientes para abastecer las demandas ingentes del progreso patrio. No estaremos errados al considerar que en 1950 tendremos una gran economía de divisas con la exportación de cemento, así nos lleva a concluir el vertiginoso adelanto de la capacidad productiva de las siete empresas actualmente en funcionamiento.

*Cementos El Cairo S. A.*

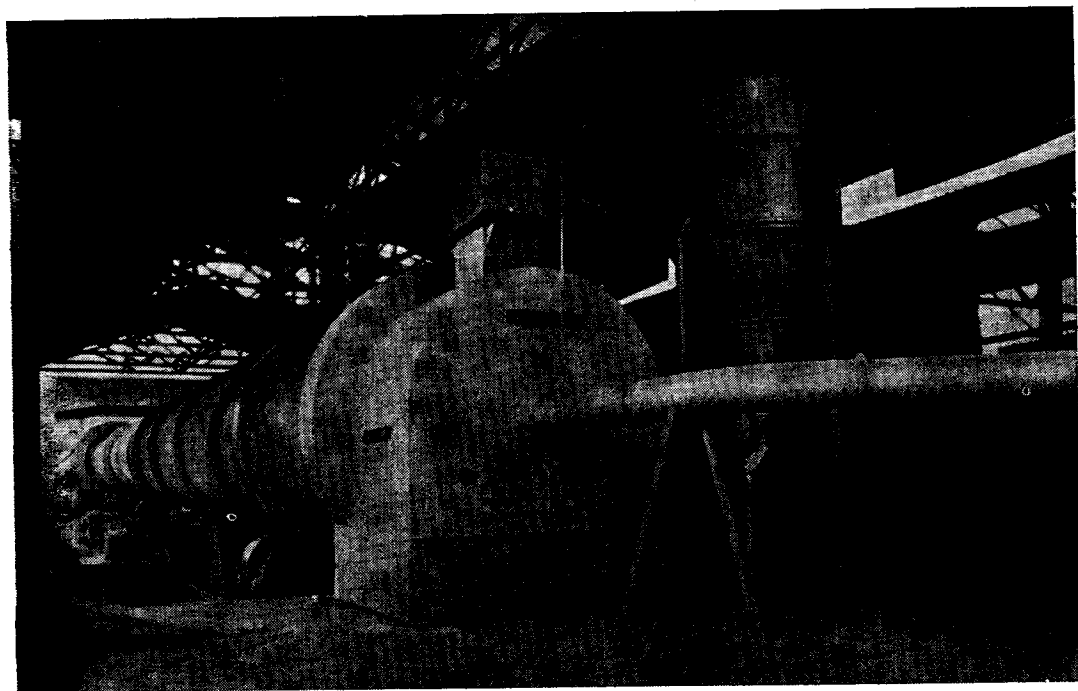


Su horno para 300 toneladas, próximamente listo para entrar en operación

## *Cementos del Valle S. A.*



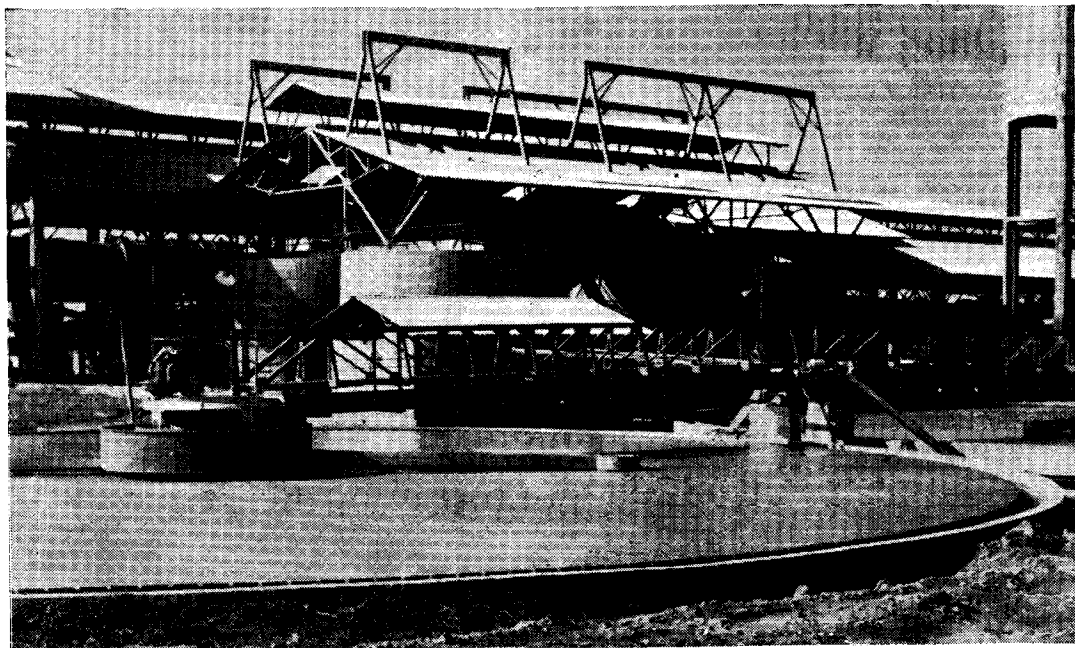
La silueta de su factoría se extiende a orillas del río Cauca....



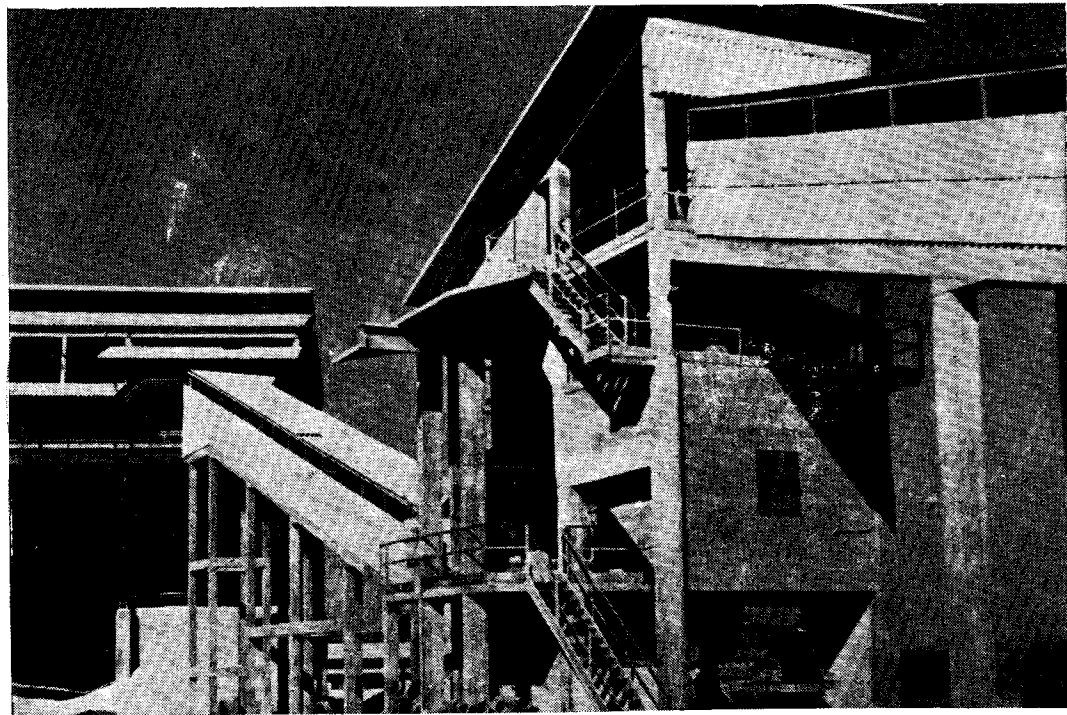
Otra silueta, que muestra un aspecto de su nuevo horno con capacidad de 300 toneladas diarias.



# *Cementos del Caribe S. A.*

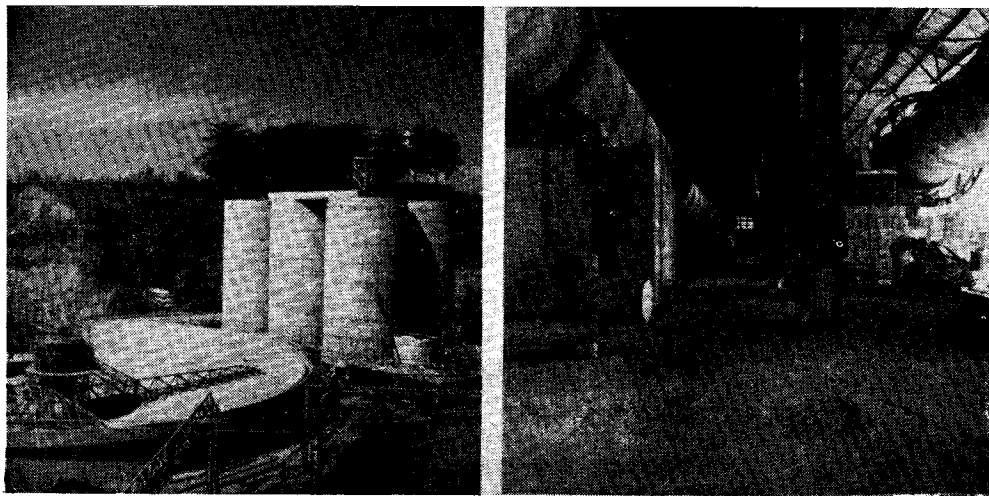


SECCION DE PASTA.—Espesador N° 1 y silos, que forman parte del sistema de circuito cerrado de molienda.

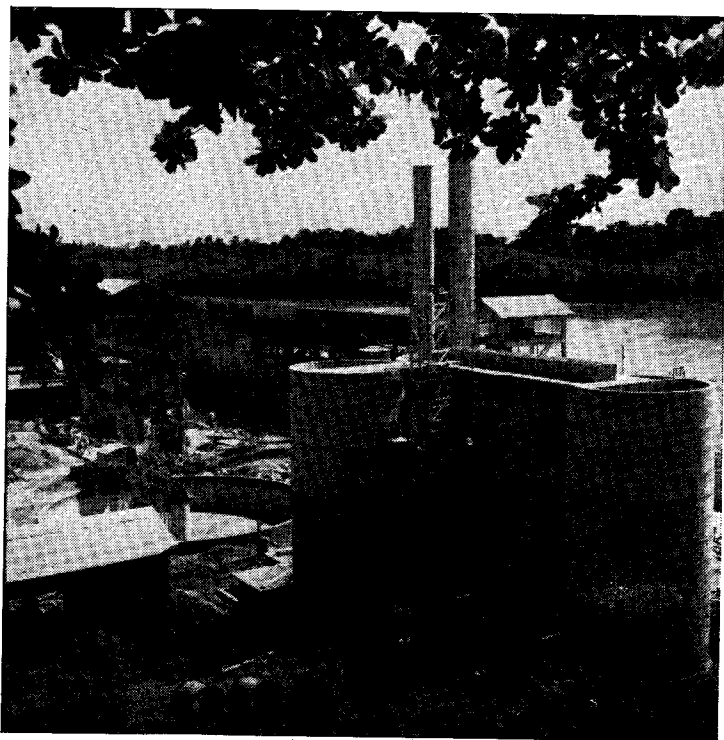


SECCION DE TRITURACION.—Casa de molinos y transporte de caliza al gran salón de almacenamiento.

## *Cementos del Nare S. A.*



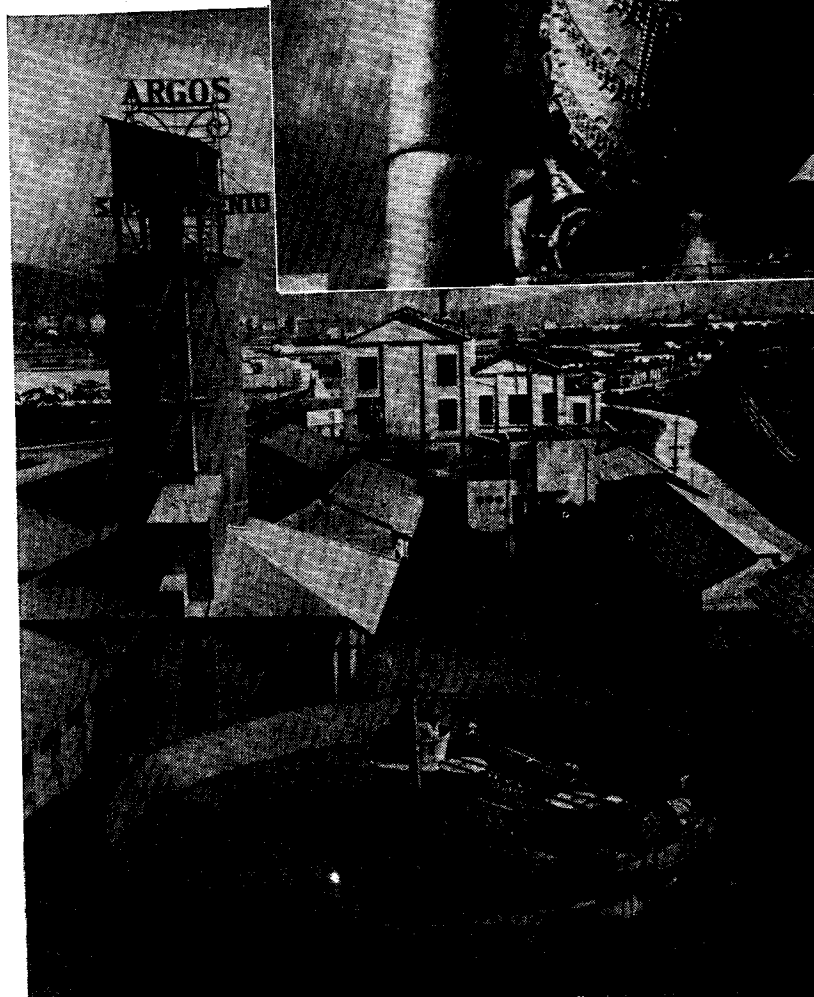
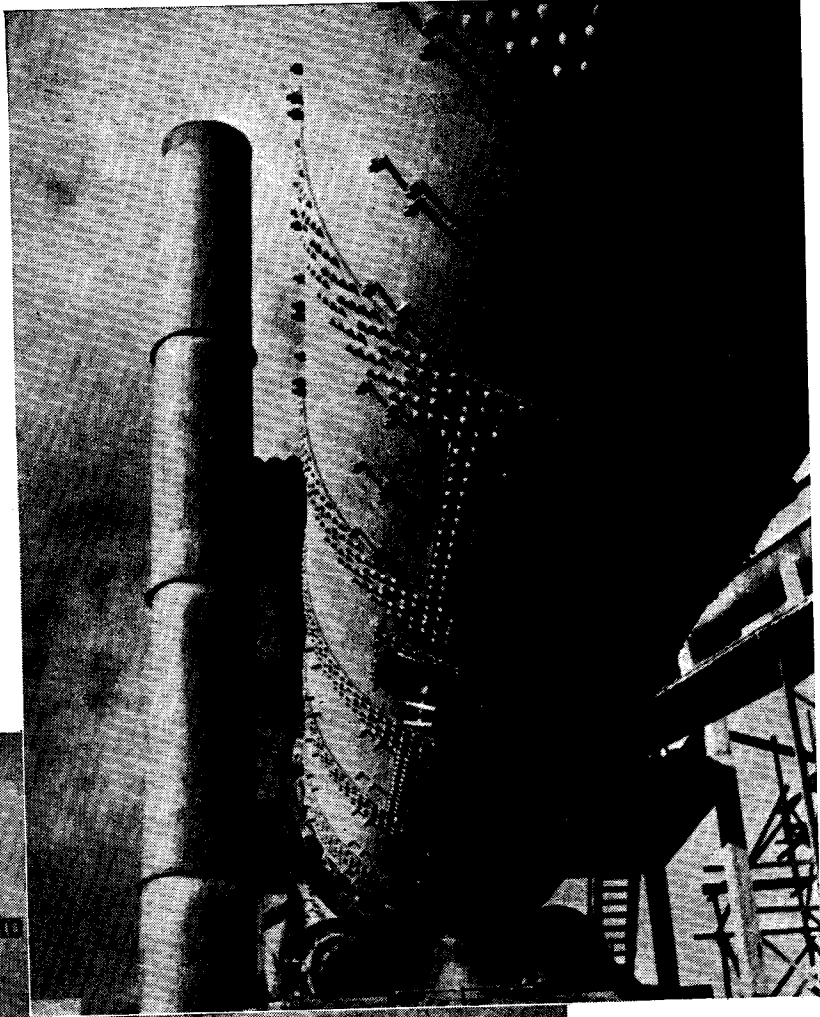
Dos aspectos de los ensanches, que actualmente ya están en plena producción. A la izquierda, espesador y tanques correctores de pasta. A la derecha, un aspecto de sus dos hornos, trabajando actualmente en forma continua para abastecer los pedidos de los mercados colombianos.



Otro aspecto de los modernos ensanches que extienden sobre las riberas del Magdalena.

## CEMENTOS ARGOS S. A.

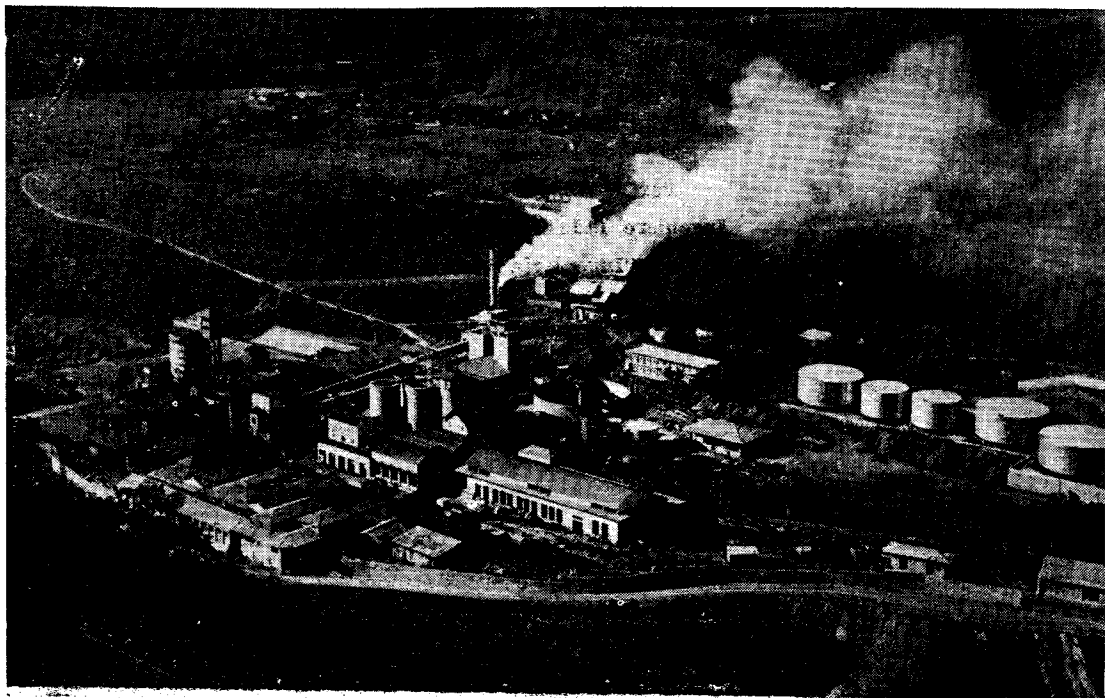
La silueta del nuevo horno con capacidad de 200 toneladas, nos da idea de la marcha ascendente de esta poderosa empresa.



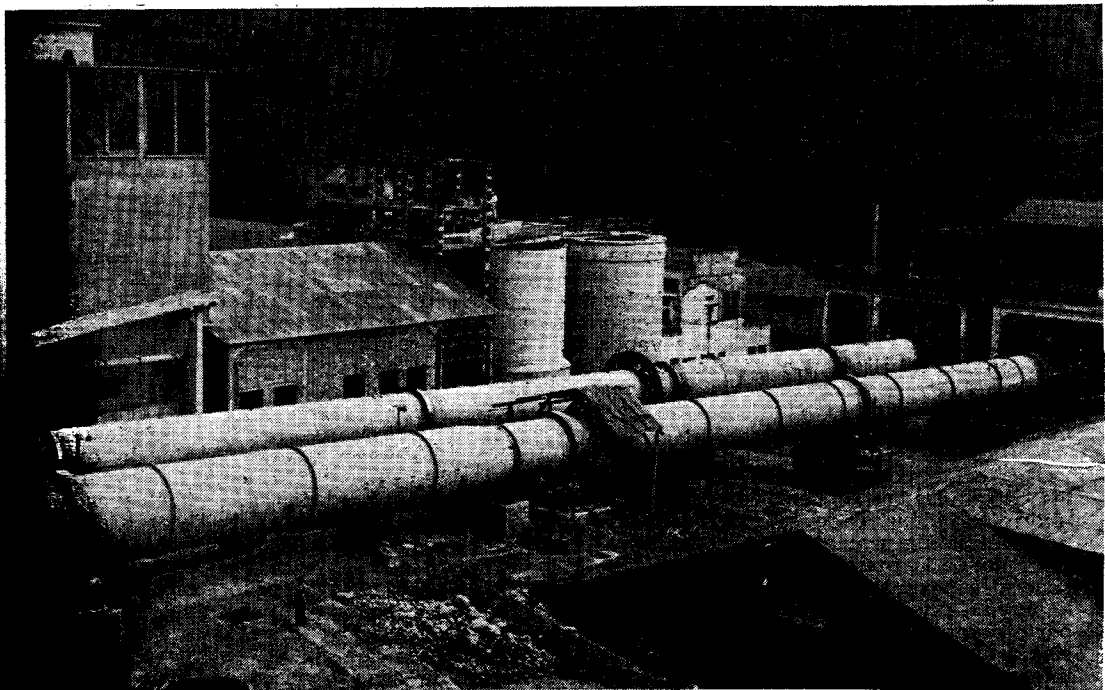
Contrasta con la anterior fotografía, esta nueva, del sector más antiguo que nos muestra su balsa y silo de cemento.

FOTO CARVAJAL

# Cementos Diamante S. A.



La factoría de Apulo, nos da idea de su ascendente capacidad productiva.



Esta fotografía nos muestra sus dos hornos a toda marcha y los tanques correctores de pasta.

# La prueba hidráulica en frío y otros ensayos con fuego en las "CALDERAS DE VAPOR"

Por J. FERRER DUBE

Ingeniero Industrial (E. I. I. B.)

Para "Ingeniería Química"

## CAPITULO I

Sólo a manera de recordatorio daremos en este capítulo una somera idea sobre los distintos tipos de caldera más empleados en la práctica, pues si bien es cierto que no sabemos se haya publicado hasta la fecha un trabajo de orientación como el presente, también lo es que en todos los idiomas se han editado magníficos tratados sobre calderas de vapor y al describir los distintos tipos, lo hacen con tal profusión de fotografías y planos seccionales que no creemos oportuno insistir con más detalles.

### La Caldera de Vapor:

Se designa con este nombre a los recipientes metálicos de gran resistencia, integrados por una o más partes cilíndricas, destinadas a convertir el agua (u otro líquido) contenido en su interior, en su correspondiente vapor a presión, mediante la absorción del calor suministrado por los combustibles quemados en el hogar, de que se hallan provistos dichos generadores.

A continuación pasamos a resumir las características fundamentales de las calderas más interesantes para el técnico en vapor, de acuerdo con lo dicho al comienzo de este capítulo.

### Calderas Cilíndricas:

Las calderas de vapor más anticuadas son las cilíndricas; están constituidas por un cilindro de plancha de hierro o acero cuyas bases están ligeramente bombeadas para resistir mejor la presión de los fluidos (que en general son agua y vapor).

Según que el fuego las caliente por su parte externa o circule por su interior, (gracias a uno, dos o tres grandes tubos alojados interna y coaxialmente con el cilindro prin-

cipal), las calderas se llamarán de hogar exterior o de hogar interior respectivamente.

Por lo general las calderas cilíndricas de hogar exterior, se construyen con varios cuerpos siendo, las que más abundan las designadas con el nombre de "calderas de hervidores".

En las de "hervidores" el cuerpo cilíndrico superior (o caldera propiamente dicha) comunica por sus extremos con dos, cuatro o seis cilindros colocados inferiormente, llamados hervidores, mediante tubos cortos y oblicuos, de diámetro bastante grande.

Estas calderas, si bien son de fácil conservación, trabajan con un RENDIMIENTO MUY BAJO Y MUY REDUCIDA VAPORIZACION, debido a que la superficie de calefacción es muy pequeña con relación a su volumen. Años atrás estuvieron muy en boga pero no es un tipo de caldera aconsejable para una fábrica moderna. Por otro lado, requieren una cantidad elevada de ladrillos refractarios que encarecen el montaje.

Las calderas cilíndricas de hogar interior no requieren una instalación tan costosa como las anteriores y son aptas para la producción de mayores cantidades de vapor con relación a su volumen, pero su rendimiento tampoco es muy elevado.

Para aumentar la vaporización se ha combinado la caldera de que hablamos con la de hervidores, añadiendo dos de éstos cilindros (hervidores) a la parte inferior de la caldera de hogar interior a fin de que en ellos se efectúe el precalentamiento del agua destinada a ser vaporizada en el cuerpo cilíndrico principal. Las calderas Galloway, pertenecen a éstas últimas, habiéndoseles adicionado además varios tubos que atraviesan el hogar, para que por los mismos circule el agua a mayor velocidad. Con ellas se logran vaporizaciones bastante elevadas pero son peligrosas por el gran volumen de agua almacenada. Hay que tener

en cuenta que en caso de accidente, la explosión de una caldera resulta tanto más peligrosa, cuanto mayor es la cantidad de agua, que al rajarse las planchas, se convierte en vapor, de una manera instantánea (ya que cuando la caldera está funcionando a presión superior a la atmosférica su agua permanece a temperaturas superiores a 100°C, que es la conversión del agua en vapor, a la presión ambiente).

Las calderas Galloway, por lo general se construyen con un solo hogar para superficies de calefacción no superiores a 50 m<sup>2</sup> (producciones horarias de vapor menores de 1500 Kgs.); con dos hogares se construyen de hasta 100 m<sup>2</sup> de superficie de calefacción y con tres hogares de hasta 250 m<sup>2</sup> de S. C.

### Calderas Tubulares Pirofóricas:

Posteriormente se idearon las calderas tubulares pirofóricas, integradas por lo general por un gran número de tubos que terminan en bases o fondos del cuerpo cilíndrico. Dichos tubos permanecen rodeados de agua por su superficie externa y los gases resultantes de la combustión circulan por su interior.

Si bien la superficie de calefacción de estos aparatos es bastante elevada (con relación a volumen), como que la circulación del agua es deficiente y la disposición de sus tubos hace DIFÍCIL EL ARRANQUE DE LAS INCRUSTACIONES, POR LO GENERAL RESULTA DIFÍCIL SU CONSERVACION.

Se disminuyen las reparaciones, procurando que las aguas a vaporizar estén exentas de sales corrosivas é incrustantes o mediante la introducción en la caldera de Anti-incrustantes de confianza, y en la dosis necesaria, pero no excesiva.

Estas calderas por lo general están adecuadas a trabajos que no requieren más de 12-15 Kg/cm<sup>2</sup>. Presiones más elevadas obligan a construir el cuerpo cilíndrico, con planchas tan gruesas que se recalciantan, alterándose su estructura y resistencia.

### Las de Hogar exterior:

Por lo general tienen buena vaporización, ya que con tanto tubo se transmite bien el calor del fuego al agua, y son de fácil y económica instalación, pero son de peligrosa conducción habiéndose designado con el nombre de "calderas explosivas" por el gran número de accidentes a que han dado lugar.

Como todas las calderas tubulares, requieren una cuidadosa desincrustación, de acuerdo con el contenido calcáreo del agua.

También y éstas son las que más abundan, pueden ser de HOGAR INTERIOR, CON RETORNO DE HUMO. Estas calderas en realidad son una combinación de la caldera de hogar interior y la de tubos. Constan de un tubo de gran diámetro que constituye el hogar, que atraviesa longitudinalmente casi toda la caldera y de un haz tubular, por

donde retroceden los gases paralelamente a su recorrido anterior desembocando en la chimenea que por lo general queda encima del hogar o sea en la parte delantera de la caldera.

Estos generadores, instalados originariamente en su casi totalidad en los barcos, funcionan satisfactoriamente en gran número de Industrias.

Requieren poco espacio, muy poca obra refractaria (por lo que resultan baratas de instalación), presentan poco peligro de explosión y son fáciles de conservar, especialmente si se presta la debida atención a la calidad del agua.

Su presión más adecuada acostumbra a oscilar alrededor de los 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Calderas para Locomovil:

Existen muy diversos tipos de locomóvil, pues cada constructor acostumbra a tener su propio modelo. La caldera es siempre tubular "pirofórica" para lograr una gran evaporación y el volumen de agua, acostumbra a ser pequeño para reducir el peligro de explosión. Generalmente están construidas para trabajar a presiones inferiores a 6 Kg/cm<sup>2</sup> y su vaporización sería muy pequeña si no se ayudara al tiro producido por su chimenea, que por lo general es muy baja, con el vapor de escape de la máquina de vapor. Cuando se adopte una de éstas calderas para la producción de vapor (sin que funcione la máquina de vapor) deberá confiarse la producción del tiro necesario a una chimenea lo más alta posible (de 15 a 25 metros de longitud como mínimo).

A uno de los extremos del haz tubular de la caldera va sujeta la caja de fuegos de forma paralelepípedica, de plancha de acero, en cuya base se encuentra la rejilla destinada a quemar el carbón. Esta caja de fuego va colocada dentro de una segunda caja, cuyas caras son paralelas a las del hogar, quedando entre ellas un espacio de 5 a 10 cm, que permanece constantemente lleno del agua que circula en dirección al cuerpo cilíndrico o tubular de la caldera.

Al otro extremo del haz tubular, está emplazada la caja de humo, desde la cual los gases pasan a la chimenea, impulsados por el vapor de escape de la máquina, que desemboca en la base de aquella, produciendo la depresión.

### Calderas de Locomotora:

De manera análoga a la caldera de locomóvil las de locomotora son pirofóricas y de poco volumen de agua. Como que los tubos acostumbra a ser de poco diámetro, para dividir mucho al agua y vaporizar más, tienen poco volumen de agua total; son calderas de conducción difícil no se dispone de un tiro forzado adecuado. Cuando funcionan conjuntamente con las máquinas de vapor, como en los trenes, el mismo vapor de escape produce el tiro indispensable, pero con-

viene tener en cuenta que cuando deban funcionar con tiro natural, la gran resistencia que el pequeño diámetro de los tubos ofrece al paso de los gases, obliga a acoplar una chimenea bastante elevada (de 30 a 40 m. de longitud).

Las partes constitutivas de estas calderas son esquemáticamente hablando, parecidas a las descritas para locomóviles pero adaptadas a esfuerzos más considerables.

El cuerpo cilíndrico es de plancha de hierro o de acero y está enlazado por una parte con el hogar y por otra a la caja de humos.

El haz tubular, por lo general es de latón pero también se emplea el hierro, debido a su mayor baratura y se enlaza con la caja del hogar, quedando todas las cabezas de los tubos "expandidas" en la placa tubular. Por su otro extremo los tubos enlazan de una manera análoga a otra placa que forma la pared posterior de la caja de humos.

Tanto en la locomóvil como en la locomotora se efectúa la alimentación de las calderas mediante bombas accionadas por los mismos mecanismos de las máquinas de vapor o por inyectores tipo Giffard.

Si bien se hablará de la conveniencia de tener en toda caldera dos niveles de cristal, en las de locomotoras por lo general hay un solo indicador de tubo de vidrio, además del indicador de tres llaves de que se hablará en el capítulo II.

También acostumbra a estar provistas de varios tapones fusibles colocados en la parte alta o cielo del hogar, los cuales se fundirían si escaseara el agua, avisando de esta forma al fogonero y evitando una posible explosión.

### Pequeñas calderas verticales:

Las pequeñas calderas de este tipo, que funcionan tanto en la industria como en pequeñas embarcaciones, alcanzan a una cifra tan importante, que es muy rara la fábrica que no teniendo alguna de las otras calderas no tenga uno de éstos generadores.

Las más corrientes en América son calderas pirofóricas, colocadas verticalmente, por lo que requieren poca superficie para su funcionamiento.

Su haz tubular, parte de la placa tubular o "avispero", que constituye el cielo del hogar y termina en otra placa parecida a la anterior que puede estar en contacto con una cámara cilíndrica de agua (no atravesada por los tubos), constituyendo dicha placa la base de dicha cámara. De esta forma ni los extremos de los tubos ni la misma placa se recalientan dando lugar a escapes de vapor, como sucede en las calderas cuyos tubos llegan hasta la parte más alta, ya que en éstas la placa tubular superior está unida a la misma base de la chimenea o sea por encima de los niveles de agua, por lo que al no ser refrigerada por dicho líquido, da lugar a continuos inconvenientes.

Teniendo en cuenta lo dicho, éstas calde-

ras sirven muy bien para pequeñas potencias, son de puesta en marcha rápida, se transportan fácilmente, no requieren mantenimiento para su montaje, y son de muy fácil manejo, pero debe tenerse muy en cuenta lo dicho al hablar de todas las calderas tubulares, (sobre la conveniencia de evitar las incrustaciones calcáreas) ya que estas calderas tienen especialmente delicadas zonas bajas que se queman fácilmente. Por esto es más necesario que en ninguna otra de las otras indicaciones, el efectuar las indispensables purgas o extracciones de fondo, pues los barro y cales sedimentados contribuyen al rápido quemado de los tubos a que nos referimos anteriormente.

Las presiones de trabajo, no deben rebasar por lo general los 10 kg/cm<sup>2</sup> o sean 143 libras/pulgada<sup>2</sup>.

La alimentación debe ser vigilada muy cuidadosamente pues como que éstas calderas tienen poco volumen de agua y su vaporización es bastante rápida, disminuye fácilmente el nivel, siendo por lo tanto calderas "explosivas".

### Calderas Tubulares:

La caldera tubular análoga a la Babcock Wilcox, ha sido la más empleada en la gran industria; consta de un gran cilindro (o tambor apto para almacenar un volumen considerable de agua) y de un haz de tubos de poca inclinación y cuyo diámetro oscila entre 10 y 15 cm. Como dicho haz tubular presenta una gran superficie de contacto con las llamas del hogar, permite una intensa vaporización del agua ya caliente contenida en el tambor.

Estas calderas son fáciles de manejar y muy económicas de funcionamiento y conservación, si se emplean aguas adecuadas.

Siempre que se requieran superficies de calefacción del orden de 80 a 100 m<sup>2</sup> como mínimo, estas calderas suelen ser las más aconsejables, ya que si bien resultan muy costosas de montaje, (requieren una gran obra de albañilería y mucho ladrillo refractario), su rendimiento es muy elevado y amortiza muy pronto el sobrecosto inicial.

Conviene por lo general proveerlas de economizadores para el pre-calentamiento de agua, con lo que se aumenta la vaporización en un 8-10% a los valores corrientes sin dicho aparato.

### Caldera Jarrow:

Los buques de la Armada de Inglaterra así como de otras muchas naciones, han adoptado la caldera Jarrow casi con exclusividad, dadas sus magníficas condiciones de seguridad y elevada vaporización. Esta caldera, que es la más sencilla entre las modernas empleadas por la Marina, está constituida esencialmente por tres cuerpos dispuestos según un triángulo isósceles con dos haces de tubos rectos inclinados que comuni-

can el cuerpo superior, (mucho más grande que los otros) con los dos de la base.

Las equipadas con parrilla para quemar combustible sólido, fuerzan el tiro mediante una inyección de aire a la presión de unos 100 mm. de columna de agua, a fin de lograr una rapidísima producción de vapor.

### Calderas de circulación forzada:

En las calderas descritas hasta ahora, se confía la producción de la circulación del agua, a la disminución de densidades, que ésta experimenta al ser calentada gradualmente.

A medida que han ido aumentando las presiones de trabajo de las calderas, ha sido más difícil que fuera la diferencia de pesos específicos del agua, la encargada de promover su movimiento en el interior del aparato, debido a que dicha densidad varía muy poco de unos puntos a otros de la caldera cuando la temperatura alcanza valores elevados.

Las más modernísimas calderas Laffler, La Mont, Velox, etc., producen la circulación mediante una bomba adecuada, que permite regular la velocidad con arreglo a la producción del vapor deseado. Estas calderas que por lo dicho poseen una bomba de circulación además de la indispensable para la alimentación, se diferencian completamente de todas las conocidas hasta ahora y pueden convertir en vapor de gran presión (50-100-200 Kgs.  $\text{cm}^2$  y más) cantidades enormes de agua, en poco tiempo.

La Marina de Guerra de muchos países, en su afán de reducir pesos y volúmenes, están ensayando todas estas calderas que más bien son verdaderas y delicadísimas máquinas, que los simples fogonerós aún no están acostumbrados a manejar.

### Recalentadores de vapor de agua:

Estos aparatos, constituidos por haces de tubos por cuyo interior circula el vapor saturado producido por las calderas, tiene por objeto elevar la temperatura de dicho fluido por encima de la que le correspondería de acuerdo con la presión a que se produjo. Con ello se aumenta el número de calorías contenidas en cada kilogramo del vapor al mismo tiempo que se elimina la humedad que el vapor saturado arrastra de la caldera, en forma de gotitas de agua.

Se dice que un recalentador es calentado por radiación o por convección según que reciba el calor directamente radiado por el hogar o lo robe a los gases que se ponen en contacto con su superficie respectivamente.

Existen numerosas variedades de recalentadores pero a grandes rasgos sólo indicaremos que éstos aparatos acostumbran a introducir una mejora extraordinaria en todas

las máquinas y motores que funcionan a base de vapor precalentado, por lo que en general deberá preferirse a las calderas provistas de dicho aparato, siempre que el uso no lo haya deteriorado.

Los motores de vapor acostumbran a reducir su consumo en 1% por cada 4,5° a 5°C de recalentamiento, para las presiones medias, más frecuentemente adoptadas en la práctica.

### Economizadores:

Se designa con el nombre de economizadores a los aparatos destinados a precalentar el agua de alimentación de la caldera, recuperando el calor sensible de los gases (humos), que habiendo salido excesivamente calientes de la caldera escaparían a la chimenea.

Estos aparatos por lo general están constituidos por haces tubulares, por cuyo interior circula el agua que se dirige a la caldera y por su parte externa están en contacto con los gases de la combustión.

Los tubos con que se construyen los economizadores suelen ser de acero sin costura, sin o con aletas de fundición, para aumentar su superficie de contacto con los humos.

Para presiones no muy elevadas, se emplean los tubos de hierro fundido, con aletas de la misma naturaleza, (se funde todo de una vez). Dicho metal tiene la ventaja de ser poco atacado por los humos sulfurosos que resultan de la combustión de carbones pinitosos (o sea que poseen azufre fácilmente oxidable).

Al adquirir un economizador viejo, además de someterlo a las mismas pruebas que a la caldera, se observará cuidadosamente si en las zonas que permanecen más frías durante su trabajo, por estar en contacto con el agua que entra para ser precalentada, se encuentran indicios de corrosión, provenientes del ataque del gas sulfuroso a que nos referimos en el párrafo anterior.

Un economizador representa una gran ventaja para toda instalación térmica, pues aparte de evitar la entrada de agua fría en la caldera (lo que causa múltiples inconvenientes) reporta una gran economía de combustible o en igualdad de consumo de este, un aumento de vaporización.

Un economizador adecuado, en buenas condiciones de instalación y conservación, equivale a aumentar en un 8 o 10% a la superficie de calefacción de una caldera, CON UN CONSUMO NULO DE COMBUSTIBLE.

Un dato práctico que evidencia la mejora de rendimiento de las calderas complementadas con economizador, es el aumento del 1% de economía de combustible, por cada 5° o 6°C que aumenta la temperatura del agua con que se alimenta la caldera.



## CAPITULO II

### ACCESORIOS INDISPENSABLES A TODA CALDERA DE VAPOR

#### PLACA DE FABRICA

Todo caldera de vapor debe llevar fijada en el cuerpo cilíndrico, en sitio muy visible, una placa con los siguientes datos:

Presión máxima de trabajo;  
Nombre y domicilio del constructor;  
Número de fabricación;  
Fecha de construcción.

En las calderas marinas debe constar además, en esta placa, la distancia mínima del nivel más bajo de agua al punto más alto de los conductos de humo, para que en todo momento se sepa con precisión hasta qué punto se puede descender el nivel del agua, sin que se corra el riesgo, de que las llamas o gases calientes, puedan envejecer las planchas por encima del plano superior del agua.

#### INDICADORES DE PRESION

UN MANOMETRO o indicador de presión, para conocer en todo momento la de trabajo. Generalmente están graduadas en kilogramos por  $\text{cm}^2$ , (atmósferas métricas), pero también pueden estarlo en libras por pulgada cuadrada.

Al efectuar la prueba hidráulica de las calderas, es conveniente comprobar la veracidad de las lecturas facilitadas por la aguja del manómetro, pues no es cosa rara que con el paro prolongado de una caldera (o su traslado) se deteriore dicho aparato, corriéndose en dicho caso el grave riesgo, que implicaría el no conocer la verdadera presión de trabajo. Explosiones de calderas, que han constituido verdaderas catástrofes, no han tenido otra causa que una defectuosa indicación del manómetro.

Una vez que se haya establecido la presión máxima a que puede funcionar una caldera, (después de efectuada la prueba hidráulica), se facilita la vigilancia haciendo una indicación en rojo en el cuadrante del manómetro, para que el fogonero sepa en todo momento cual es la presión máxima que no se debe rebasar sin grave riesgo.

En lo que sigue hablaremos de las tres presiones, que vamos a definir a continuación, para facilitar conceptos.

#### 1º—Presión de timbre o "p":

Se llama así y también "PRESION DE SEGURIDAD" a la presión máxima que de acuerdo con las condiciones de resistencia podría hacerse trabajar a la caldera y es, cuanto más, igual a la mitad de la máxima que se calcula puede resistir la caldera, sin que experimente deformación permanente alguna de sus

partes. Por consideraciones de seguridad se regulan las válvulas de tal manera que se abra (para dar escape al vapor, a fin de que la presión no suba) tan pronto como la presión alcance a dicha presión de timbre que designaremos con la letra "p".

Su nombre proviene de la placa o timbre que los Ingenieros del Estado, colocan en las calderas por ellos inspeccionadas, en los sitios donde una reglamentación especial, hace depender el permiso de funcionamiento de las calderas, de la previa prueba oficial.

#### 2º—Presión de trabajo:

Esta presión llamada también de "REGIMEN" es aquella a que corrientemente deberá mantenerse la caldera y acostumbra a ser inferior en 0,4 a 2  $\text{Kg/cm}^2$  con relación a la presión de timbre.

#### 3º—Presión de PRUEBA o "P":

Como que la prueba hidráulica o presado, se hace con agua a la temperatura ambiente, en condiciones mucho más favorables que lo que sucede cuando se opera con fuego o sea a la presión de trabajo (que oscila por lo general alrededor de 150 a 200°C) es conveniente hacer el presado de las calderas a una presión más elevada que la de timbre, máxime si se tiene en cuenta que con esta sobrepresión, se logra un margen de seguridad, indispensable para que se pueda mantener en funcionamiento, con el mínimo de riesgo, un aparato tan peligroso como es la caldera de vapor. Por lo general la presión de prueba "P" se relaciona con la de timbre "p" medianamente una de las expresiones.

$$P = k. p$$

$$P = p + c$$

teniendo k y c los valores que se establecerán en el capítulo III u otros que varían con el reglamento correspondiente al país donde debe funcionar la caldera.

Si bien se deberán agarrotar las válvulas durante le prueba hidráulica para que por las mismas no hayan escapes que desorientarían al encargado de realizar el dictamen, es un acto suicida el de recargar con pesos adicionales o atar las palancas o resortes de seguridad (cuando el hogar está encendido) para lograr presiones más elevadas durante la marcha de la fábrica.

#### VALVULA DE SEGURIDAD

De acuerdo con la reglamentación existente en las naciones más avanzadas industrialmente (donde la seguridad de funciona-

miento de las innumerables calderas de vapor, ha obligado a legislar largamente sobre dichos aparatos), debe exigirse que toda caldera lleve por lo menos una válvula de seguridad si es de emplazamiento fijo y dos válvulas de seguridad en el caso de tratarse de calderas móviles (para locomotivas, trenes, etc.) e incluso para las marinas a menos de tratarse de calderas tan pequeñas que no alcance a 0,95m<sup>2</sup> su superficie de calefacción.

Las válvulas deben ser reguladas de manera que cuando la presión alcanzada por el vapor del interior de la caldera se haga igual a la de timbre, se abran automáticamente para que disminuya la presión, y vuelva a obtenerse la de timbre sin intervención del fogonero.

Cada una de dichas válvulas, funcionando sola, debe ser capaz de dar salida a todo el vapor producido en el momento de máxima evaporación o sea quemando el combustible máximo de que sea capaz el hogar de la caldera a marcha forzada, y sin que, cualquiera que fueren las condiciones de funcionamiento, se alcance a rebasar la presión de timbre ni siquiera de 0,5 Kg/cm<sup>2</sup> o sea 7,15 libras/pulgada<sup>2</sup>.

Además, los órganos que regulan las válvulas para que "soplen" a la presión requerida, deben tener los dispositivos necesarios para ser prescintadas ya que por ningún concepto debe dejarse al arbitrio del fogonero, un hecho tan importante como es el de la regulación de dichas válvulas.

Para determinar si la válvula de una caldera satisface a las condiciones de seguridad requeridas, en algunos países comprueban si su sección total de paso o escape de vapor expresada en mm<sup>2</sup> satisface a la expresión.

$$F = 15. Sc \sqrt{\frac{100}{p. d.}}$$

en la cual p representa a la presión de timbre en atmósfera, Sc la superficie de calefacción de la caldera en m<sup>2</sup> y d el peso del vapor a la presión "p", en kilogramos por m<sup>3</sup>. Para calderas muy grandes (de gran superficie de calefacción) el valor de la sección de paso deberá ser mayor que la deducida de la fórmula dicha. También se emplean otras muchas expresiones para determinar la sección mínima de las válvulas de seguridad.

Para calderas marinas no se admitirán válvulas de seguridad cuya sección de paso sean menores de 32 mm. aunque del cálculo según la fórmula adoptada se dedujeran dichos valores.

### NIVELES DEL AGUA

Según los reglamentos oficiales (en Colombia no están reglamentados los aparatos a presión) toda caldera debe estar provista

de DOS INDICADORES DE NIVEL de agua, independientes entre sí.

Por lo menos uno de dichos niveles deberá estar constituido por un tubo de vidrio sostenido entre dos guarniciones de bronce en forma de tubo. Dichas guarniciones están provistas de llaves para permitir la salida de la caldera al vapor contenido en la misma.

Para evitar proyecciones en caso de rotura, conviene que los tubos de vidrio estén recubiertos por una substancia protectora, por ejemplo de tejido de alambre que no dificulte la visión del menisco de agua que fija la altura de la misma en el interior de la caldera.

El segundo indicador (de no ser también de tubo de vidrio), consistirá en tres grifos de prueba. Mediante éstos grifos también debe ser posible conocer el verdadero nivel del agua en el interior de la caldera, cuando por rotura u obstrucción del correspondiente tubo de nivel de vidrio, no sería posible observar si la cantidad de agua de la caldera es la suficiente para evitar todo riesgo. Si sólo fueran dos los grifos, deberían corresponder a las bases superior e inferior del tubo de nivel y cuando hay tres acostumbra a tener el intermedio a distancias iguales con relación a los otros dos. Al abrir uno de dichos registros, saldrá vapor o agua, según que su emplazamiento quede por encima o por debajo del nivel alcanzado por el agua en la caldera; del emplazamiento de dicha altura se deducirá la conveniencia de inyectar más agua si se funcionara con los niveles rotos u obstruidos, ya que en condiciones normales la conveniencia de alimentar se deduce de la simple inspección ocular del nivel del tubo de vidrio.

Las calderas grandes (de 1ª categoría) tendrán además UN APARATO DE ALARMA (generalmente un silbato) que deberá sonar cuando el nivel del agua alcance en su descenso un límite peligroso.

En las calderas marinas deberán ser tres los aparatos indicadores del nivel, dos de los cuales por lo menos han de ser indicadores transparentes (de cristal). Estos deben estar en un plano perpendicular a la dirección longitudinal del buque a igual altura y en lo posible a igual distancia del centro de la caldera.

### Marcas de nivel:

En toda caldera de vapor deberá estar señalado el nivel mínimo que puede alcanzar el agua, por una raya en la pared de la caldera, de unos 30 mm. de longitud, limitada en cada extremo por iniciales, de modo que sea prácticamente imborrable y perfectamente visible.

Además, al lado o detrás de los cristales indicadores deberá haber una señal horizontal con una inscripción que diga "nivel de agua mínimo". Esta indicación que puede venir fijada en la pared de la caldera o en el cuerpo del indicador, nunca podrá estar a menos

de 6 cm. por encima de la altura más elevada por los gases calientes en contacto con las planchas evaporadoras o superficie de las habrá un letrero que diga "conducto de humo más alto", colocado en la dirección del ancho del buque, cuya inscripción como es natural indicará la altura del conducto más alto.

### APARATOS ALIMENTADORES

Como que durante el trabajo, la caldera debe poder ser alimentada con agua, (que por ningún concepto debe faltar en el oportuno momento), es condición indispensable que toda caldera disponga de dos sistemas distintos de "alimentación" para la inyección del agua en su interior. La solución más corriente adoptada en el continente Americano de valerse de un solo inyector tipo Giffard no puede ser aceptada, no sólo desde el punto de vista de la continuidad de funcionamiento sino también por la más elemental prudencia, pues el inyector puede fallar en el momento en que más se requiera de su funcionamiento y por otro lado porque dichos aparatos no admiten sino agua fría, que es la que menos conviene a las calderas cuando el nivel haya descendido más de lo deseable: en cambio las bombas centrifugas o de pistón, trabajando con carga (o sea que no deban aspirar) pueden alimentar aún con agua muy caliente.

Las legislaciones europeas exigen, que además del inyector u otra bomba basada en el vapor, se disponga de otro sistema eléctrico o mecánico, independiente de la energía generada por la misma caldera.

Cualquier sistema de alimentación debe ser capaz de suministrar en una hora, funcionando de una manera continua, un volumen de agua doble del máximo que en dicho tiempo pueda vaporizar la caldera, debiendo ser capaz el sistema adoptado, de alimentar a una presión no inferior a 2 atmósferas, (o 28,6 libras/pulg.<sup>2</sup>) por encima de la presión de timbre.

P.E. una caldera que trabajando a 100 libras vaporice 800 litros de agua a la hora, deberá disponer de un inyector y de una bomba eléctrica aptos para suministrar, cada uno funcionando solo,  $2 \times 800 = 1600$  litros de agua a la hora, a presión no inferior a  $100 + 28,6 = 128,6$  libras/pulg.<sup>2</sup>.

En los sitios donde el agua procedente del Acueducto Municipal, llegue con presión a la caldera, se podrá considerar como un sistema equivalente al inyector o a la bomba, siempre que tal como se dijo antes, exceda en 2 atmósferas o sea 28,6 libras a la presión de timbre de la caldera.

### REGISTROS Y GRIFOS

También habrá que proceder a la revisión de las distintas tomas o registros para cerciorarse de que su ajuste es perfecto, para evitar escapes de agua o vapor.

Con especial interés deberá cerciorarse de que el registro existente en el fondo de la caldera para proceder al vaciado, esté en perfecto estado, para que sea posible efectuar el diario "purgado" o extracción de fondo, para eliminar los fangos y sales calcáreas inadherentes, cuando se emplean desincrustantes.

### PARRILLAS O QUEMADORES

Según que la caldera funcione con carbón o combustible líquido se exigirá el perfecto estado de las parrillas o de la instalación quemadores de petróleo, ACPM, gas, etc.

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LAS CALDERAS EN FRIO

#### Inspección ocular:

El aspecto externo de una caldera de vapor, ayuda grandemente a hacerse una idea sobre su estado de conservación ya que es imposible que una caldera que haya sido conducida por malos fogoneros conserve la misma presentación, que otra bien cuidada. Con lo dicho, tampoco queremos establecer que una caldera bien pintada y sin señales externas de mala conservación deba ser forzosamente una máquina perfecta, pero el técnico experimentado, sacará de la inspección ocular una impresión digna de ser tenida en cuenta, ya que si la superficie externa, que está menos sujeta a grandes fatigas evidencia el paso del tiempo y de los malos fogoneros, también será lógico suponer que la parte interna, que es la más importante, estará mucho peor.

Por otro lado, si se apreciara, al examinar la superficie externa, que existen oxidaciones producidas por pequeños escapes de vapor, en zonas que no corresponden a juntas o uniones, deberá temerse que las planchas estén corroídas por el interior y tan débiles que sea peligroso todo funcionamiento.

También pueden observarse corrosiones debido a la acidez de los gases de la combustión, resultantes de quemar carbones piritosos (ricos en azufre) especialmente cuando los humos arrastran mucho vapor de agua, (por quemar combustibles húmedos), ya que entonces se condensa parcialmente dicho vapor en las partes más frías de la caldera y al reaccionar con los gases sulfurosos contribuye a la formación de los ácidos sulfurosos y sulfúricos que se comen al hierro.

Planchas abolladas o deformadas suelen ser indicio de "recalentones" por defecto de agua, por los llamados "golpes de fuego", (o contacto de las llamas sobre partes no refrigeradas debido especialmente a la incrustación calcárea o al aceite que arrastran las aguas de condensación cuando el vapor se destina al accionamiento de máquinas o motores de vapor). Tanto en un caso como en

el otro, se origina un hinchamiento de la superficie exterior debido a la menor resistencia de las planchas que por su elevada temperatura (cercana a la del ojo) pasan del estado fibroso al cristalino.

Una caldera que haya experimentado estas anomalías no será por lo general la más segura, ni siquiera sería prudente permanecer en un edificio o Industria donde funcionara un aparato así.

Junto a las costuras, roblanadas o uniones de las planchas es frecuente apreciar depósitos salinos debido a la mayor concentración que tiene lugar en el agua que filtra por dichas juntas. Estos depósitos sirven de aviso o advertencia para que se proceda rápidamente al nuevo calafateado de las juntas, ya que de no hacerlo, no sólo se correría el riesgo de que se abrieran, acentuando el escape, sino que además en dichas obras podría producirse la llamada "fragilidad cáustica" que hace más agrietables las planchas, debilita los roblones, soldaduras, etc. y no raras veces ha sido la causa de explosiones violentísimas. También es dado observar por simple inspección ocular, si en las planchas del cuerpo de la caldera existen "parches", soldaduras o grietas reparadas que son signo inequívoco de mala conservación o de que las aguas empleadas no han sido las más adecuadas dada su agresividad o excesivo poder incrustante.

El oído, cuando se tiene un poco de práctica de taller, ayuda grandemente a conocer si el espesor y resistencia de una plancha es uniforme en toda su extensión, por lo que el simple martillado de las distintas partes de la caldera constituirá una magnífica orientación.

### La "Prueba Hidráulica" o "Prensado":

Se realiza sometiendo a la caldera, totalmente llena de agua, a la presión de "prueba" que como se dijo guarda una íntima relación con la presión de "timbre" y con la presión a que se debe trabajar normalmente en los usos industriales.

Se efectúa con una bomba o prensa hidráulica manual, provista de su correspondiente manómetro-tipo o calibrado, para que sea posible comprobar al mismo tiempo la veracidad de las indicaciones suministradas por el manómetro de la caldera de que se habló en el capítulo II. En la tubería que une la bomba con la caldera, deberá haber una llave que permita incomunicarlas a voluntad. No deben fijarse o sujetarse las válvulas de seguridad, hasta haberse cerciorado de que al "bombear o prensar" la caldera, se destapan tan pronto como la presión rebasa la de régimen. Una vez alcanzada dicha presión, se fijarán provisionalmente dichos elementos de seguridad, a fin de que sea posible seguir aumentando la presión hasta alcanzar la que se haya establecido como máxima de prueba o sea la llamada

"PRESION DE PRUEBA". Una vez alcanzada ésta, se cerrará la llave que dijimos debía incomunicar bomba y caldera, procediéndose seguidamente a un nuevo reconocimiento de toda la superficie del generador de vapor, insistiendo muy especialmente en la revisión de todas las juntas, cosidos o roblonados, fondos embutidos, penales y placas arriostradas o atrantadas etc. Téngase en cuenta que la prueba se haría muchísimo más peligrosa comprimiendo aire, que haciéndolo con agua, ya que si se recurre a ésta para el prensado, es por el hecho de que, gracias a su débil comprensibilidad se facilita la obtención de elevadas presiones, con sólo introducir un pequeño volumen en la caldera, a partir del momento de su total llenado; de esta forma aunque la fuerza expansiva llegara a producir una grieta o escape, sería muy poca la cantidad de agua que debería ser evacuada (de una manera brusca) para que en el interior de la caldera se restableciera la presión atmosférica.

La operación de "bombear" se hará desde sus comienzos de una manera manual y lo más lentamente posible; nunca será admisible efectuar la introducción de agua mediante una bomba eléctrica o accionada por otro procedimiento que pueda reportar un aumento de presión demasiado brusco. Podría valerse de uno cualesquiera de los procedimientos mecánicos más rápidos, sólo para alimentar la caldera mientras se esté llenando; durante dicha operación se mantendrá alguno de los grifos o registros de la parte superior de la caldera abiertos, para que se vaya evacuando el aire correspondiente al volumen de agua que se introduce. Con lo dicho se evitará que el aire encerrado en el interior de la caldera pueda producir una sobre-presión con relación a la atmósfera, anterior del total llenado. Tan pronto como esto sea logrado, sin que haya empezado a moverse la aguja del manómetro, se procederá al cierre del registro por donde se evacuó el aire, a fin de que al incomunicar la caldera del aire ambiente, sea posible aumentar la presión con la simple bomba o prensa manual que ya dijimos es la única admisible, para "prensar".

Insistimos en que si al empezar el "bombado" aún hubiera aire encerrado en la caldera, se prolongará innecesariamente la prueba, debido a la mayor comprensibilidad del aire con relación al agua, lo que haría que tardara mucho más en subir la presión.

Si contrariamente a lo dicho, se lograra la presión de prueba con aire, vapor u otro gas, podría ser gravísimo cualquier reventón, ya que para restablecer la presión atmosférica en el interior de la caldera, debería escapar un volumen de gas incomparablemente mayor que el del recinto de la caldera y al hacerlo (dada a su extraordinaria fuerza expansiva) sería fatal para el observador, para la caldera y aún el edificio donde se realizaran las pruebas.

## DURACION DEL PRENSADO

Si bien deberá mantenerse la "presión de prueba" durante todo el tiempo necesario para examinar la caldera por todas partes para observar si hay fugas, rezumos a deformaciones, NO DEBERA REVASARSE EL PLAZO DE 20 MINUTOS, pues el esfuerzo a que están sometidas las planchas, costuras y demás, podría dar lugar a DEFORMACIONES PERMANENTES, IRREPARABLES:

Lo más aconsejable es mantener la caldera a la presión de prueba durante 10 minutos y si durante este tiempo no se observan escapes de agua, deformaciones, etc. podrá darse por satisfactoria la "prueba hidráulica".

Ya en el capítulo II dijimos que llamando "p" a la presión de timbre o presión máxima a que puede trabajar la caldera sin peligro, y "P" a la PRESION DE PRUEBA, se establecerá para esta última un valor que guarde con la primera una de las dos relaciones siguientes:

$$P = k \cdot p$$
$$P = p + c$$

en las que c y k representan cantidades o parámetro que varían con la presión de timbre y con el estado de la caldera; como ejemplo en la página siguiente expondremos las presiones de prueba que se exigen, de acuerdo con EL REGLAMENTO ESPAÑOL DEL 21 DE NOV.BRE. DE 1929 PARA EL "RECONOCIMIENTO Y PRUEBAS DE APARATOS QUE CONTIENE FLUIDOS A PRESION" instalados en España.

Obsérvese que es necesario distinguir la prueba hidráulica requerida por una caldera (nueva o vieja) ACABADA DE INSTALAR, de la que necesitará una caldera CUYO EMPLAZAMIENTO NO HAYA VARIADO, pero que debido a un PARO más o menos prolongado puedan haber variado sus condiciones de resistencia, etc.

En muchos casos es absolutamente indispensable efectuar la PRUEBA HIDRAULICA pero se acostumbra a ser menos exigentes en el último caso, como veremos al establecer sus valores de P en función de las presiones de "timbre" p. Esta última debe ser establecida previamente de acuerdo con las condiciones de trabajo. Ya dijimos que la presión de timbre debía ser superior a la de trabajo, pero a fin de no alcanzar valores peligrosos se acostumbra a efectuar el timbrado, a sobrepresiones de 0,4 Kg/cm<sup>2</sup> con relación a la presión de trabajo si esta fuera muy reducida por ejemplo de 1 a 2 atmósferas y de 3 Kg/cm<sup>2</sup> cuando deba mantenerse una marcha que requiera de 10 a 15 Kgs/cm<sup>2</sup>. En libras se debería adoptar una presión de timbre superior en 6 o en 43 libras con relación a la de régimen normal o de trabajo más probable, respectivamente.

Presiones de Prueba

### PARA CALDERAS NUEVAS O VIEJAS RECIEN EMPLAZADAS EN ATMOSFERAS METRICAS (Kg. por cm<sup>2</sup>)

- a) — Si la presión de timbre fuera  $p < 6$  Kg. cm<sup>2</sup> (atems. métricas);  
La presión de prueba será  $P = 2 \cdot p$  Kg. cm<sup>2</sup> "
- b) — Si la presión de timbre "p" valiera de 6 a 12 Kg. cm<sup>2</sup>.  
La presión de prueba sería  $P = p + 6$  Kgs. cm<sup>2</sup>.
- c) — Si la presión de timbre fuera  $p > 12$  Kg. cm<sup>2</sup>.  
La presión de prueba sería  $P = p + 0,5 \cdot p$ .

### EN LIBRAS POR PULG.<sup>2</sup>

- a) — Si la presión de timbre fuera  $p < 85$  libras/pulg.<sup>2</sup>.  
La presión de prueba será  $P = 2 \cdot p$  "
- b) — Si la presión de timbre, p, valiera de 85 a 170 libras/pulg.<sup>2</sup>.  
La presión de prueba sería  $P = p + 85$  libras/pulg.<sup>2</sup>.
- c) — Si la presión de timbre fuera  $p > 170$  libras/pulg.<sup>2</sup>.  
La presión de prueba sería  $P = p + 0,5 \cdot p$ .

Como ya dijimos, no sólo es recomendable la ejecución del prensado de prueba, cuando se adquiera una caldera, sino que también se ha generalizado dicha operación en generadores de funcionamiento intermitente, tales como los Ingenios azucareros y demás industrias, en que la índole del trabajo obliga a paralizar la fabricación, de una

manera más o menos periódica; las presiones de prueba que en este caso se llaman de reprensado, deben ser bastante más bajas que si se tratara de nuevas instalaciones de vapor.

Según el reglamento español citado, las presiones a ensayar para REPRESADOS serán las siguientes:

**"REPRENSADOS" EN ATMOSFERAS METRICAS o Kgs./cm<sup>2</sup>.**

Presión de timbre	$p < 6$	$p = 6$ a $12$	$p > 12$ Kgs. cm <sup>2</sup>
Presión de prueba	$P = p + 0,5.p$	$P = P + 4$	$P = P + 0,33.p$ Kgs. cm <sup>2</sup>

**EN LIBRAS/Pulg.2.**

Presión de Timbre	$p < 85,34$	$p = 85,34$ a $170,68$	$p > 170,68$ libra/pulg.2
Presión de Prueba	$P = p + 0,5.p$	$P = P + 56,80$	$P = p + 0,33.$ libra/pulg.2

Al hablar de calderas marinas, en el capítulo VI se establece que la presión hidráulica de prueba, deberá SER DOBLE DE LA DE TRABAJO A QUE SE DESTINE DICHA CALDERA.

**LIMPIEZA PREVIA DE LA CALDERA ANTES DE LA PRUEBA HIDRAULICA**

Antes de proceder a la realización del prensado de un generador o caldera usada, es indispensable proceder a la previa eliminación de las incrustaciones calcáreas de las partes que permanecen en contacto con el agua. También convendrá eliminar el hollín de las zonas externas en contacto con las llama-

**ORIGEN DE LAS INCRUSTACIONES CALCAREAS**

Las incrustaciones provienen de las distintas sales calcáreas que a la temperatura ambiente permanecen en disolución en el agua generalmente en forma de bicarbonato,  $(CO_3H)_2Ca$  o de sulfatos  $(SO_4Ca)$  y otros. Como estas sales son más solubles en frío que a la temperatura a que se desprende el vapor, se insolubilizan o se descomponen durante el proceso evaporatorio, formando cristalizaciones de consistencia pétreas sobre las planchas y tubos, recubriéndolos de tal manera que si bien el espesor de la incrustación aumenta de una manera lenta, debido a la continuidad con que aumenta, con el tiempo alcanza espesores considerables, y como que dicho material es aislante del calor, se tendrá un consumo inútil del combustible, pues no todo el calor alcanza a atravesar la capa de cal y por otra parte al no ponerse en contacto el agua con las planchas (debido a la interposición de la incrustación), las super-

ficies metálicas son calentadas más fuertemente de lo que su buena conservación requiere y en la mayoría de los casos acaban por quemarse. Si a todo lo dicho añadimos que entre las sales incrustantes se encuentran frecuentemente cloruros de cal, magnesia y otros, grandemente corrosivos, se comprenderá la necesidad de adquirir exclusivamente aquellas calderas que hayan funcionado con aguas tratadas con un buen desincrustante.

EL ARRANCADO PREVIO DE LA INCRUSTACION es indispensable para hacer visible las corrosiones de las planchas, ya que de otra forma sería imposible valorar la debilidad y desgaste que las citadas corrosiones ocasionan, con lo que el dictamen de la caldera podría no ser verídico.

Téngase en cuenta que también la eliminación de las incrustaciones a que nos referimos, se verifique antes del comienzo de la prueba hidráulica, porque si así no se hiciera, la prueba hidráulica podría dar lugar a un falso optimismo. Decimos esto porque el recubrimiento calcáreo es muy resistente (de la consistencia del mármol siendo también su composición química muy parecida) y por lo tanto, en frío puede contribuir al buen éxito de la prueba, pero como las calderas una vez adquieren temperaturas elevadas, y en funcionamiento están sujetas a temperaturas que oscilan como término medio alrededor de los 200°C (390°F) no es raro se produzcan agrietamientos en las incrustaciones, que acaban con la rotura de dicho recubrimiento, facilitándose un posible despegue.

# PERSONAS Y COSAS EN QUIMICA

L. A. P. M.

Algunos datos sobre la **industria de petróleo**, en los Estados Unidos, año de 1948: Se perforó un total de 33.098 pozos, de los cuales un 35% resultaron vacíos. Las reservas probadas de petróleo y de gas natural se estimaron, al finalizar el año, en  $24,7 \times 10^9$  barriles y  $16,6 \times 10^{13}$  pies cúbicos, respectivamente. La producción diaria de petróleo, promedio de los 10 primeros meses del año, fue de 5.445.000 barriles, lo que representa un aumento de casi medio millón de barriles diarios sobre igual período de 1947. Se inició la construcción de unas 25 mil millas de oleoductos, que estarán terminadas a mediados del año entrante y que se distribuyen así: 19 mil para transporte de gas natural, 5 mil para crudos, mil para refinados.

Hubo, durante el año, un tremendo desarrollo en petroquímica, fabricación de productos químicos derivados del petróleo, entre ellos: glicerina sintética, primera fábrica en operación, con un costo de ocho millones de dólares; detergentes, 400 millones de libras; butadieno para la industria de caucho sintético, 400 mil toneladas. Se estima que los industriales americanos del petróleo invertirán, durante 1948 y 49, para ampliar sus instalaciones, unos 4 mil millones de dólares.

Las **reservas comerciales de petróleo** en los Estados Unidos, se estiman actualmente en unos 25 mil millones de barriles, (véase arriba). Una cantidad varias veces mayor, pero sin valor comercial hasta ahora, está contenida en los esquistos oleíferos, formaciones geológicas de enorme extensión, muy comunes en los Estados occidentales de la Unión. Se calcula, por ejemplo, que el petróleo presente en los esquistos de Colorado monta 300 mil millones de barriles, como quien dice 12 veces más que los depósitos probados, en todo el país. Esta situación despertó siempre gran interés pero sólo recientemente se han dado los primeros pasos ten-

dientes a transformar en real una enorme riqueza, que, hasta este momento, tiene apenas un valor potencial, discutible. El problema está siendo atacado desde dos puntos por dos organismos independientes: el Bureau of Mines, que busca la producción de combustibles líquidos a partir de los esquistos; y la Universidad de Colorado, que quiere averiguar si esa materia prima es adecuada para la producción de benceno, tolueno y otros compuestos orgánicos de interés comercial. El componente orgánico de los esquistos oleíferos, el querógeno, es un polvo pardo, blanco, ligeramente soluble en los solventes orgánicos ordinarios. Se cree que es un polímero, cuyo monómero contiene entre 18 y 27 átomos de carbono. Al destilarlo destructivamente se obtiene una fracción de bajo punto de ebullición compuesta de 50% de olefinas, 25% de aromáticos y 25% de parafinas. La cantidad de querógeno en los esquistos de Colorado varía entre 8 y 40%, concentraciones que corresponden a rendimientos de 10,5 y 75 galones de aceite por tonelada de esquisto. Las investigaciones actualmente en desarrollo en la Universidad de Colorado, abarcan los siguientes puntos: a) hidrogenación directa de los esquistos, a alta presión; b) oxidación de los mismos, a alta presión también; c) extracción con solventes; d) estudio cromatográfico de los diversos tipos de hidrocarburos. Al presente sólo el primer punto del programa ha alcanzado algún desarrollo: el esquisto, molido a 200 mallas, se suspende en tetralina y se hidrogena a presiones que varían entre 1500 y 4000 psi, temperaturas desde 260 hasta 450°C, catalizadores tales como estaño, níquel, o los correspondientes sulfuros.

Poco después de terminada la última guerra, el gobierno militar inter-aliado de Alemania puso en marcha un proyecto destina-

Si esto ocurriera estando las planchas al rojo, (lo que sucede cuando la incrustación alcanza un gran espesor y la caldera está sometida a una marcha forzosa durante varias horas) es cuando podría sobrevenir la explosión que tan funestas consecuencias acarrearía.

Para que se produzcan accidentes de esta naturaleza no es indispensable que se des-

pegue total o parcialmente una determinada incrustación, sino que en la mayoría de los casos basta la grieta inicial, para que el agua se ponga en contacto con las planchas que están excesivamente calientes para resistir sin rotura la repentina contracción que le ocasiona el contacto con el agua mucho más fría que ellas.

(Continuará)

do a reunir y hacer públicas todas las **investigaciones científicas realizadas por los alemanes**, de 1939 a 1946, en el campo de las ciencias naturales. Para llevar a buen término el proyecto fueron contratados 130 científicos alemanes, escogidos no sólo como individuos de probada idoneidad, sino también como verdaderas autoridades en sus respectivos ramos de especialización. Este grupo de científicos aceptó el encargo, reservándose el derecho de propiedad sobre publicaciones en alemán. El proyecto establecía que para diciembre de 1948 debían haber aparecido ya los 84 volúmenes que en total tendrá el informe. Dificultades de diversa índole demoraron la publicación de la obra completa, de la que apenas aparecieron 32 volúmenes hasta el pasado diciembre. Los restantes serán publicados en el presente año posiblemente antes de julio. La obra se distribuye así: química, 24 volúmenes; física, 15 volúmenes; matemáticas, 7 volúmenes; medicina, 26 volúmenes; biología, 4 volúmenes; geografía, biología, mineralogía y petrografía, 8 volúmenes.

Durante el año pasado la **industria farmacéutica** se apuntó, entre otros, los siguientes éxitos. En la lucha desesperada contra la última epidemia de parálisis infantil, una de las sulfas, la N-(2-tiazolil-) fenol-4-sulfonamida, dió resultados altamente promisorios como agente anti-virus. —Al grupo de las vitaminas entró un nuevo individuo, la vitamina B12—. Se la obtuvo del hígado en forma cristalina, después también del hongo que produce la estreptomina. Se informa que el compuesto posee una notable actividad en el control de la anemia perniciosa. Su estudio químico en progreso ha mostrado la presencia de fósforo, nitrógeno y cobalto, elemento el último que se encuentra por vez primera en este grupo de compuestos. —Entre la infinidad de drogas antimalariosas sintetizadas durante los últimos 6 años, aparece claro ahora que la más importante es un derivado del p-aminofenol, en el que uno de los hidrógenos de la amina ha sido substituído por el 7-cloro-4-quinolil—. La quimioterapia de la alergia estuvo, durante todo el año, en pleno desarrollo. Se trata de encontrar compuestos de acción contraria a la histamina, a la que se achacan las principales manifestaciones patológicas, propias de los estados alérgicos. La rapidez con que se adelanta actualmente el estudio de los antihistamínicos hace esperar que este capítulo quedará cerrado en el término de unos seis años, a tiempo que, por ejemplo, un desarrollo análogo en los barbitúricos exigió treinta.

En países de agricultura intensiva es difícil encontrar un agricultor que no abone sus terrenos. Es cosa sabida que el incremento en la cosecha paga con creces el valor de los abonos y su aplicación. Ahora resulta además, de acuerdo con E. F. Kennamer de Instituto Politécnico de Alabama,

que es igualmente un excelente negocio regar **abono químico en estanques** y lagunas con miras a conseguir una mejor cosecha de pescados durante la temporada de pesca. Según los ensayos del mencionado instituto, muy completos, se procede así: se trata la laguna con abono mineral compuesto, en forma tal que cada hectárea reciba, por tratamiento, 20 lbs. de nitrógeno, 20 de pentóxido de fósforo y 10 de óxido de potasio. Número de tratamientos por año, entre 6 y 12 (con un costo aproximado de dólares 12 a 25). Las primeras aplicaciones se hacen a intervalos de 2 a 4 semanas hasta que el agua adquiera un color verde o verde-pardo, después de lo cual se repite el tratamiento cada vez que el color ha disminuído al punto que puedan verse claramente objetos colocados a un pie de profundidad. La cosecha de pescado aumenta en un 400 por ciento.

## V A R I O S

En Baltimore la Standard Wholesale Phosphate and Acid Works, puso en operación hace pocos meses la mayor instalación conocida en el mundo para la fabricación de **ácido sulfúrico** por el método de contacto, con capacidad de más de 500 toneladas diarias.

El **tricloro etileno** empezará a usarse este año extensamente en la industria de grasas. Crown Iron Works fabrica un equipo automático con capacidad de 25 t. diarias de aceite, que ha empezado a usarse para la extracción de aceite de soya. Como el disolvente no es explosivo ni inflamable, el nuevo equipo difiere substancialmente del usado antes para extracción de grasas. La simplicidad en la construcción y el escaso cuidado necesario en su manejo, son dos de las ventajas mayores del nuevo equipo.

El **nitrato de celulosa**, que en 1931 representaba el 90% de los termoplásticos de su grupo, ha perdido tanto en importancia que posiblemente su fabricación se suspenda pronto. En 1947 el nitrato participó apenas con un 13% en el total de los plásticos derivados de la celulosa. Recientemente Celanese Corporation, uno de los mayores fabricantes del producto, abandonó este ramo de producción con ánimo de incrementar, en cambio, la fabricación del acetato y del propionato, el primero de los cuales ocupa ahora el puesto de preeminencia que tuvo el nitrate en la década pasada.

Du Pont adjudicará, durante el año académico 1949-50, **77 becas para graduados** por valor total de 226,800 dólares; entre ellas 45 en química y 15 en ingeniería química.

La **Universidad de Cornell** celebró el pasado 7 de octubre el octagésimo aniversario de su fundación. Con este motivo inauguró un novísimo laboratorio de física nuclear, que costó dos millones de dólares y cuya dotación incluye el más poderoso Sincrotrón, construído hasta la fecha, una máquina gigante de 300 millones de electrones-voltios.



# La ley de OHM y la resistencia interna de las pilas

Por GEORGE ANTONOFF Y ALEXIS DE YAKIMAC

Por lo general, en los textos de Físico-Química se expresa la ley de Ohm en esta forma: La magnitud de la corriente eléctrica en un conductor es directamente propor-

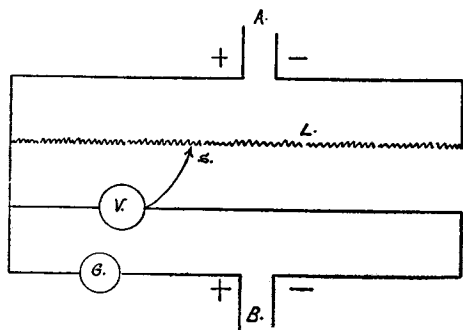


Fig. 1

Compensación simple sobre un circuito potenciométrico.

cional a la diferencia de potencial entre los extremos del conductor, e inversamente proporcional a su resistencia (1) o sea:

$$I = \frac{E}{R} \quad (1)$$

donde I es la corriente, R la resistencia, y E la diferencia de potencial.

El enunciado anterior es, si no algo peor, una descripción incompleta de la ley de Ohm. El estudiante de Físico-Química debe recibir una información mucho más amplia al respecto, si desea usar la ley correctamente. Lo que es peor, se ha vuelto cosa corriente el empleo indistinto de los términos "diferencia de potencial" y "fuerza electromotriz o f.e.m. (2). Aún muchos textos de Física son culpables de esta confusión, si bien otros la hacen notar (3).

Aunque el término "fuerza electromotriz" fué empleado por el mismo Faraday, no se lo puede mirar como muy acertado, puesto que la fuerza electromotriz en realidad de verdad no es una fuerza; es una diferencia de potencial, o sea, trabajo por unidad de carga. El trabajo que se efectúa al mover la unidad de carga, a través de una distancia dr contra una diferencia de potencial dv es  $F \cdot dr = - dv$ , donde F es la fuerza que actúa sobre la carga. Luego  $F = - \frac{dv}{dr}$ , lo

que significa que la fuerza es la derivada negativa de la diferencia de potencial con respecto a la distancia. Eso se debe tener muy en cuenta, porque cuando se mide una f.e.m., se está midiendo una diferencia de potencial; pero no toda diferencia de potencial es una f.e.m., y este término, por consiguiente, se debe reservar únicamente a un caso especial.

Si se mide la diferencia de potencial en los terminales de una fuente de corriente eléctrica (dynamo, batería, o pila) cuando no está haciendo ningún trabajo externo, se obtiene un valor mayor que el obtenido cuando la fuente está efectuando trabajo externo, digamos a través de una resistencia R.

La diferencia de potencial de una batería cuando no está haciendo trabajo externo (o que esté compensada por el método Poggendorff), se debe llamar fuerza electromotriz, o f.e.m. Si la batería trabaja a través de una resistencia externa, la diferencia de potencial en los terminales debe llamarse "diferencia de potencial terminal" o "voltaje terminal".

La Ley de Ohm se puede enunciar correctamente en dos formas. Una es

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (2)$$

donde I es la corriente, R la resistencia externa, r la resistencia interna de la fuente de corriente, y E la f.e.m., o sea, la diferencia de potencial de la fuente en circuito abierto. La otra forma es

$$I = \frac{V}{R} \quad (3)$$

donde V es la diferencia de potencial entre los terminales cuando la batería está haciendo un trabajo a través de la resistencia externa R.

El valor de V es necesariamente menor que el de E, puesto que cuando la fuente está entregando corriente, parte del trabajo que efectúa se gasta en su propia resistencia interna. (4) Las ecuaciones (2) y (3) proporcionan un medio fácil de determinar la resistencia interna de una pila. Igualando los segundos miembros de las ecuaciones (2) y (3) se obtiene.

$$r = \frac{R(E - V)}{V}$$

Cuanto menor es el valor de V con res-

pecto a E, mayor será la resistencia interna. Así por ejemplo, cuando una pila tiene una f.e.m. de 1,5 voltios al medirse en circuito abierto, y una diferencia de potencial de 1,4 voltios cuando trabaja a través de una resistencia externa de 10 ohmios, su resistencia interna r debe ser

$$r = \frac{10 (1,5 - 1,4)}{1,4} = 0.71 \text{ ohmios.}$$

En consecuencia, para determinar r es necesario medir la f.e.m., y la diferencia de potencial a través de una resistencia externa conocida.

Para medir con exactitud la f.e.m., se debe emplear el método de compensación. La figura 1 es un diagrama de circuito, simplificado, de una forma de potenciómetro que se usa para estos casos. La fuente de corriente A tiene una f.e.m. mayor que la B, de la cuál se desea medir la f.e.m. La corriente procedente de A produce una caída de potencial a lo largo del conductor L, de resistencia uniforme. Cuando el contacto móvil S se corre a una posición tal que el galvanómetro G no revela paso de corriente, el voltímetro V indica la diferencia de potencial en los terminales de B cuando la pila no hace trabajo y por consiguiente esta diferencia de potencial es la f.e.m. de B.

De las ecuaciones (2) y (3) se sigue que

$$v = \frac{ER}{R + r}$$

De esta ecuación aparece claro que cuanto mayor sea R comparada con r, tanto más se acerca v al valor de E. Por esta razón, para muchos casos prácticos, un voltímetro de alta resistencia es un sustituto del potenciómetro en la determinación de la f.e.m. de una pila.

Sin embargo, si se aplica un voltímetro a una batería que trabaja a través de una resistencia externa pequeña, R, el valor de V diferirá mucho del de E.

Conviene mucho anotar que, al vender una pila seca, por ejemplo, se acostumbra medir su corriente en corto circuito, es decir, sencillamente cerrar el circuito intercalando un amperímetro. Si la corriente en corto circuito es grande, ya se cree que la pila es buena. Sin embargo, la corriente en corto circuito depende, sobre todo, de la conductividad de las partes metálicas conductoras, de la pila y en ninguna forma constituye una demostración de su eficiencia de operación. En cambio, si se determina r, se sabrá al momento si la pila es buena o no, y al usar diversas resistencias externas, se conocerá dentro de qué límites de resistencias se puede esperar una operación normal de la pila. Nernst y otros (5) han propuesto varios métodos que incluyen el uso de condensadores, para medir la resistencia interna de las pilas. Fuera del hecho de que requieren aparatos complicados, es dudoso que estos métodos presenten alguna ventaja sobre el método descrito.

- (1) — F.H. Getman and F.Daniels, "Outlines of Physical Chemistry" — Wiley, ed. 7, 1941; p. 309.
- (2) — S. Glasstone, "Textbook of Physical Chemistry" — Van Nostrand, 1941; p. 874.
- (3) — H. H. Sheldon, "Physics for Colleges" — Van Nostrand, 1926; p. 298.
- (4) — E.S. Ferry, "General Physics" — Wiley, ed. 2, 1925; p. 385.
- (5) — W. Nernst and E. A. Tagn, "Z. Electrochemie", 2, 493; 1896 — "Z. phys. Ch.", 23, 97; 1897 — W. Block, "Z. phys. Ch.", 58, 442; 1907.

# El petróleo brinda mil oportunidades a la Ciencia, la Industria y el Comercio

Cortesía de La Tropical Oil Company

La sensacional aparición de la energía atómica en el campo de la industria y la fuerza motriz dió origen a predicciones de que dentro de poco el petróleo no sería más que una antigüalla. Se aseguró que pronto llegaría el día en que un automóvil o un avión funcionase durante un año con sólo una botella de energía atómica del tamaño de una píldora de quinina. Tales quimeras se han ido desvaneciendo ante los hechos, y el petróleo se reconoce aún como fuente principalísima de fuerza motriz. Las empresas petroleras no pensaron nunca en tapan sus pozos ni en desbaratar ni abandonar sus refinerías, temerosas de la invasión de la energía atómica; por el contrario, han continuado y continúan haciendo proyectos para el ensanche y el mejoramiento continuos de su industria, tanto más cuanto que el petróleo no es ya solamente un combustible y lubricante, sino que se ha convertido en fuente casi inagotable de productos químicos variados de suma utilidad, cuyo número aumenta más y más.

Los químicos han descubierto muchas cosas acerca de la composición del petróleo crudo, tal como sale de los pozos. Desde hace mucho tiempo saben que este líquido no consta de moléculas idénticas, sino que es una mezcla de varios cuerpos (sobre todo hidrocarburos) muy distintos en su estructura molecular y en sus propiedades. En los tiempos modernos se ha logrado separar algunos de estos cuerpos unos de otros y cambiar su estructura molecular de manera de obtener productos enteramente nuevos. Esto se ha efectuado por cracking (reducción de los hidrocarburos a formas más simples por destilación fraccionada, calor y presión), polimerización e hidrogenación. El campo de tales transformaciones no se ha explorado sino muy imperfectamente, y aún brinda grandes oportunidades al químico y al industrial. Eugene Holman, presidente de la Standard Oil Company (New Jersey), hablaba proféticamente cuando dijo hace algún tiempo: "Muy probable es que el petróleo dé origen a industrias nuevas como materia prima de valiosos productos químicos y de varias otras clases".

La aplicación en grande escala de los procedimientos de síntesis química al petróleo, apenas principiaba cuando estalló la segunda guerra mundial. Muchos de los experi-

mentos que entonces se estaban iniciando se aceleraron, y dieron por resultado la fabricación de varios productos de importancia vital para la guerra, entre ellos el tolueno y el caucho sintético, el primero de los cuales sirve de base al poderoso explosivo TNT (trinitrotolueno). Otros experimentos, de menor importancia por entonces, se aplazaron hasta después de la guerra.

En la actualidad, la industria del petróleo tiene gran número de proyectos nuevos, algunos de los cuales han comenzado a llevarse a cabo con resultados prometedores. Además, ha hecho notables adelantos e introducido mejoras ya probadas en la práctica. Por ejemplo, en la fabricación y el perfeccionamiento de la calidad de la gasolina, ha estado progresando de continuo durante muchos años. El uso del plomo tetraetilico y la química de nuevos combustibles para motores de combustión interna habían progresado mucho antes de la segunda guerra mundial. Esta causó una demanda repentina de enormes cantidades de gasolinas de alto índice de octano, lo cual aceleró la investigación y condujo a adelantos importantes. La hidrogenación, el tratamiento con ciertas substancias parafínicas y el cracking catalítico se intensificaron y extendieron para hacer frente a la demanda. Así se obtuvieron, fuera de grandes cantidades de gasolinas de aviación, varios productos secundarios nuevos, algunos de los cuales se usan ya con muy buen éxito, mientras que los otros están aún en el período experimental, con la probabilidad de que puedan convertirse en materias útiles. Los conocimientos actuales de la química del petróleo parecen indicar que de él pueden obtenerse casi todas las substancias químicas orgánicas.

Durante la segunda guerra mundial se vió que los aceites lubricantes detergentes, o limpiadores, ya desarrollados eran indispensables no sólo para los automóviles militares, sino también para el largo funcionamiento continuo de los motores Diesel, los cuales empleaba la armada norteamericana en los botes de desembarcar tropas, en los patrulleros y en los caza-torpedos de escolta. Y los marineros pronto descubrieron que agregando un poco del aceite detergente de los motores Diesel al agua y jabón con que estregaban cubiertas y mamparas se les facilitaba mucho su tarea. Uno de los asuntos

en que las empresas petroleras se ocupan ahora es el perfeccionamiento de detergentes sin jabón para la casa y las lavanderías.

Antes de la segunda guerra mundial y durante esa guerra los Estados Unidos hicieron grandes progresos en la industria del caucho sintético. No sólo se satisficieron completamente todas las necesidades militares, sino que se hicieron planes para producir cerca de 1'776.000 toneladas métricas en 1946, que es como 68.000 toneladas más que la cantidad total del caucho natural consumido en 1939 en el mundo entero. La mayor parte del caucho sintético que hoy se fabrica en los Estados Unidos, es del tipo "Buna S", que contiene 75 por ciento de butadieno. A fines de 1945, ya todo el butadieno empleado en la fabricación de este caucho se obtenía del petróleo, del cual se hacen también otras clases de caucho sintético muy útiles. El caucho de butileno, por ejemplo, inventado en los Estados Unidos, es superior al natural para cámaras de aire de neumáticos, porque retiene el aire mucho mejor. También se han perfeccionado algunos cauchos sintéticos especialmente resistentes a la acción del aceite.

Los descubrimientos hechos durante la guerra condujeron también a las labores actuales de las grandes empresas petroleras concernientes a plásticos, insecticidas y mil productos más, desde nuevos combustibles hasta nuevas telas. Entre ellos se cuenta el anhídrido ftálico para plásticos. Hoy pueden fabricarse en grande escala, empleando el petróleo como materia prima, estirina (cinamina), cumeno, isobutano, varios compuestos metánicos o parafínicos de isobutano y olefina, y gases olefínicos, para la fabricación de caucho sintético y plásticos.

Químicamente hablando, el término **petróleo** se aplica tanto al petróleo crudo ordinario como al gas natural. El petróleo crudo que sale de los pozos contiene hidrocarburos parafínicos, naftílicos y aromáticos. Entre los parafínicos figuran olefinas ligeras que ocurren en los gases de las refinerías o pueden hacerse de éstos o de gas natural y son materiales importantísimos en la producción actual de compuestos orgánicos sintéticos derivados del petróleo.

Por ejemplo, el etileno, obtenido por deshidrogenación del etano, sirve de base a una grande industria nueva de productos secundarios, o residuales. Uno de los bien conocidos derivados del etileno es el glicol etilénico, muy usado como anticongelante permanente en los motores de automóviles y para el enfriamiento de muchos otros motores de combustión interna. Empleáse también como agente higroscópico en algunas clases de cigarrillos para conservar la humedad del tabaco, y en la fabricación de lacas.

Otros derivados del etileno son el alcohol y el éter etílicos y el cloruro etilénico. Nuevas combinaciones y productos de etileno abren un vasto campo a la fabricación de disolventes, plásticos, resinas e ingredientes para aceites lubricantes; campo que aún no se ha explorado sino muy parcialmente.

Análogas oportunidades se presentan en los derivados de otras parafinas, como, por ejemplo, el propano y el butano, componentes del gas liquidado de petróleo. Del propileno se han obtenido ya acetonas, alcoholes, glicerol y combustibles de alto índice de octano para motores de automóviles. El butano y el butileno son productos preliminares en la fabricación de butadieno, ingrediente principal de casi todo el caucho sintético que se hizo en los Estados Unidos durante la segunda guerra mundial.

Muchos son aún los productos de petróleo en que el investigador y el industrial pueden ocuparse provechosamente. Todavía queda mucho por hacer en la fabricación de detergentes, aunque ya se han fabricado varios muy eficaces, que en los Estados Unidos hacen fuerte competencia al jabón. Desde largo tiempo ya, los hombres de ciencia tratan de fabricar acetileno sirviéndose del petróleo como materia prima. El acetileno sirve para la fabricación de varios productos químicos importantes, como el acetaldehído, el tetracloroetano, el cloruro vinílico y el caucho sintético llamado neopreno. Puede derivarse del etano en el laboratorio; pero aún no se ha logrado hacerlo comercialmente de los componentes del petróleo.

El metano puede también ser fuente de ácidos grasos, que prometen ser convertibles en jabón, alcohol graso y aceite y otras grasas comestibles. La producción de grasas comestibles del petróleo es muy interesante. Se sabe que durante la segunda guerra mundial los alemanes, incapaces de importar grasas naturales, lograron fabricar aceites comestibles de ceras y aceites sintéticos. Si el procedimiento se adaptara a la fabricación comercial en grande escala, contribuiría mucho a mejorar los regímenes alimenticios. Aun sería posible que las grasas comestibles obtenidas del petróleo sirvieran de alimento a las personas que, a causa de ciertas enfermedades, no pueden comer grasas de origen animal, como la mantequilla. Quizás pueda descubrirse también algún procedimiento para obtener vitaminas del petróleo en escala comercial, pues el petróleo contiene muchos de los ingredientes fundamentales de esas valiosas substancias.

El petróleo encuentra además aplicación en la industria de las fibras sintéticas. Puede, por ejemplo, emplearse en la fabricación del nilón ("nylon").

El campo de la química del petróleo es sumamente extenso, y en muchos respectos nuevo. Los programas actuales de investigación y adelantos de las principales empresas petroleras y de los químicos industriales son tan vastos, que para realizarlos o probarlos en todos sus detalles se necesitarán varios años de trabajo, tanto más cuanto que a la industria se le presentan de continuo problemas técnicos y comerciales diversos de complejidad creciente.

En el suelo queda aún petróleo más que suficiente para satisfacer las necesidades industriales y científicas. Ya se han descubrier-

## LA ARMOUR RESEARCH FOUNDATION

En los primeros días de Febrero estuvo en Medellín el señor Francis W. Godwin, director de la división internacional de la Armour Research Foundation de Chicago; la misión del señor Godwin en Colombia es a no dudarlo uno de los pasos más importantes hacia la industrialización técnica del país, dada la categoría de la entidad que él representa. Mister Godwin vino a Colombia por insinuación del Dr. Alexis de Yakimac quien nos suministró parte de los datos que a continuación damos a los lectores de Ingeniería Química y al mismo tiempo nos permitió tener en su residencia una interesante conversación con el industrial norteamericano. En primer lugar nos parece conveniente hacer una reseña, de lo que es la Armour Research y la clase de trabajos a los que se dedica la Fundación:

La Armour Research Foundation es una entidad no comercial, que se ha dedicado a estudiar los problemas de índole científica

relacionados con las industrias, especialmente en los ramos de utilización de nuevas materias primas y utilización de subproductos para nuevos procesos industriales; para dar solución a este tipo de problemas, dispone de un cuerpo de científicos a su servicio que ascienden al número de 640, seleccionados entre los mejores profesionales de los Estados Unidos y además de ellos, tiene como consultores a 5000 profesores de todas las Universidades americanas que trabajan de común acuerdo para el progreso de la industria del mundo. Hasta hace algún tiempo la Armour prestó sus servicios sólo a los Estados Unidos, pero luego fue ampliada con la creación de la División Internacional, para servir a los demás países del globo. Actualmente la Fundación está trabajando activamente en México con la colaboración del Banco Nacional y un selecto grupo de Ingenieros e industriales de ese país donde se han prestado valiosos servicios; entre estos

to numerosos yacimientos, y sin duda con el andar del tiempo se descubrirán muchos otros. En los Estados Unidos no más, las reservas de los yacimientos ya descubiertos ascienden, según se calcula, a unos 25.000 millones de barriles de petróleo crudo. Y constantemente se hallan en el país nuevos depósitos. Aun durante la segunda guerra mundial, cuando el consumo excedió muy considerablemente el de tiempos normales, las reservas aumentaron. Los expertos calculan que en los Estados Unidos quedan todavía por descubrir yacimientos que podrán producir juntos como 70.000 millones de barriles de petróleo. Opinan además que es probable que en el resto del mundo se descubran 700.000 millones de barriles más. Los geólogos descubren de continuo nuevos yacimientos en todas partes: en las selvas, en los yermos nevados y aún bajo las aguas de lagos y mares.

Fuera de los yacimientos ordinarios, hay en el suelo y el subsuelo grandes depósitos de esquistos oleosos y arenas alquitranosas de que puede extraerse petróleo. Hay además enormes reservas de carbón de piedra y

gas natural que pueden convertirse en combustibles líquidos y de los cuales pueden obtenerse muchos otros productos que ahora se obtienen del petróleo. Se calcula que de sólo la hulla grasa, se podría fabricar en los Estados Unidos petróleo bastante para satisfacer las necesidades del país durante más de mil años, dejando la suficiente para los usos ordinarios a que generalmente se dedica.

La conversión del carbón mineral y otras substancias en petróleo es enteramente factible, y puede efectuarse cuando las necesidades económicas la exijan. Casi todos los productos químicos que se derivan del petróleo pueden obtenerse del carbón, el gas natural y los esquistos oleosos.

En la actualidad, el petróleo ofrece oportunidades de dos clases a los jóvenes inteligentes y emprendedores, los cuales pueden dedicarse, ya a la exploración de terrenos prometedores en busca de nuevos yacimientos, ya a la investigación química en busca de nuevas propiedades, nuevos procedimientos y nuevos productos que den impulso a la industria y acrecienten la prosperidad y el bienestar del género humano.

# Código de Ética Profesional del Instituto Americano de Ingenieros Químicos

El Instituto espera que los actos de sus miembros estén guiados por las siguientes reglas:

- 1º)—En sus relaciones se guiarán por las más altas normas de integridad y recto proceder.
- 2º)—Ante el público siempre defenderán la dignidad de la profesión y el buen nombre del Instituto.

3º)—Rehusarán acometer, con remuneración, trabajos que ellos consideren improductivos para sus clientes, sin notificar primero a éstos la improbabilidad de resultados satisfactorios.

4º)—Evitarán y desaprobarán el sensacionalismo, la exageración y las declaraciones infundadas. Al hacer la primera publicación relacionada con invenciones o mejoras o descubrimien-

se puede mencionar la utilización de 16 clases diferentes de palmas no empleadas hasta ahora, para la producción de aceites industriales, hecho este que representó un valor de 20 millones de pesos, en la economía Mexicana; otro renglón de ganancias para México es la exportación de carbón, que fue posible gracias a los estudios de la casa Armour. En la Argentina la Armour estuvo trabajando por espacio de dos años, hasta lograr el establecimiento de una entidad que tiene hoy en día vida propia y ha venido a ayudar poderosamente a la pujante industria de la nación del Sur. Además de estos trabajos, se están estudiando las posibilidades económicas de Nepal, a pedido del Maharajá de ese país y por último ha venido el director de la División Internacional a Colombia, para entablar negociaciones con el Gobierno Nacional y el Banco de la República. En caso de dar el Banco una respuesta afirmativa sobre el funcionamiento en Colombia de una filial de la Armour, ésta pondrá a servicio del país, un grupo de técnicos y toda su experiencia y ayuda, mientras el Banco colaborará con el dinero necesario para los laboratorios y dotaciones.

Según las palabras de Mr. Godwin, la Armour está interesada en iniciar operaciones en nuestro país, ya que éste ocupa el segundo lugar, en cuanto a posibilidades económicas en la América Latina. El primer lugar en la Industria Suramericana lo ocupa la Argentina, que actualmente tiene una industria bastante poderosa; el segundo puesto, el que ocupa Colombia, se debe, no tanto a la industria existente que es en realidad una magnífica promesa de lo que podemos hacer, sino a los recursos naturales en gran parte inexplorados de que disponemos. La Armour no está interesada en establecer trabajos en países que no tengan grandes posibilidades y al escoger a Colombia como posible sede de actividades, reconoce la po-

tencialidad económica del país. Como ejemplos de lo que puede hacerse en Colombia. Mister Godwin expuso en su conversación con el Presidente de Colombia y los representantes del Banco de la República, las enormes perspectivas de la industria del carbón técnicamente organizada, como una factible fuente de ingresos por concepto de exportación a la Argentina, país que ha empezado a importar carbón Mexicano. Otro campo desconocido y de gran porvenir, es la explotación de las 500 o más variedades de Palmáceas colombianas entre las que hay muchas de aplicación a la industria de aceites, etc. Finalmente queremos hacer conocer de nuestros lectores, la forma en que la Armour puede ayudar a solucionar nuestros problemas económicos por el fomento a la Industria:

El problema fundamental en la economía no sólo de Colombia, sino de casi todos los países americanos, es el desequilibrio en la Balanza de pagos; para solucionar este problema hay dos caminos, la disminución de las importaciones, debida a una suficiente producción manufacturera nacional, o el aumento de las exportaciones cuando la industria después de satisfacer el consumo interno del país, tenga un exceso de productos para enviar a otros países; en ambos casos aumenta la balanza de pagos por causa de la prosperidad industrial, pero es imposible tener una industria poderosa sin tener muy en cuenta el valor de las investigaciones técnicas que vengan a resolver problemas de producción y a abrir campos inexplorados a los inversionistas. Por esto deseamos que las negociaciones entre el Gobierno colombiano y la Armour Research tengan como resultado el establecimiento de esta entidad en nuestro suelo, pues con su ayuda científica en pocos años la Industria Colombiana podrá alcanzar un puesto destacado entre los pueblos de América.

tos, éstos deberán hacerse por medio de publicaciones técnicas o de sociedades científicas.

- 59) —Sostendrán el principio de que los honorarios injustificadamente bajos por trabajo profesional, propenden a una labor mediocre y que no merece confianza.
- 60) —Se negarán a prestar su nombre para cualquier empresa sospechosa.
- 70) —Serán moderados en todos sus cálculos, informes, declaraciones, etc., especialmente cuando se relacionen con la gestión de negocios industriales.
- 80) —No se dedicarán a actividad alguna que fuere ilegal o contraria al bienestar público.
- 90) —Cuando un Ingeniero Químico emprenda labores para otros, en las cuales él pudiere hacer mejoras, invenciones, planes, diseños, u otros documentos, él preferirá entrar en un acuerdo escrito acerca de la propiedad de aquéllos. Las siguientes normas regirán cuando no se haya hecho un acuerdo, o cuando éste no incluya el punto en disputa:
- a) —Si un Ingeniero Químico usa información que no es del dominio o propiedad públicas pero que obtiene de su cliente, los resultados en forma de planes, diseños u otros documentos no le pertenecerán sino que serán propiedad de su cliente.
- b) —Si un Ingeniero Químico, únicamente ocupa sus propios conocimientos, o información o datos que, debido a publicaciones anteriores u otros medios, son del dominio público y no obtiene de su cliente datos de Ingeniería Química, excepto condiciones de funcionamiento e información de rutina, entonces, los resultados en forma de invenciones, planes, diseños y otros documentos deben considerarse como propiedad del Ingeniero; el cliente tendrá derecho a su uso únicamente en el asunto para el cual fué ocupado tal Ingeniero.
- c) —Toda labor y resultados que un Ingeniero Químico logre en forma de invenciones, planes, diseños y otros documentos fuera del campo para el cual lo ocupó un cliente o empresario, deben considerarse como propiedad del Ingeniero Químico.
- d) —Cuando un Ingeniero Químico interviene en la construcción de equipo y usa diseños proporcionados por el cliente, esos diseños siguen siendo propiedad del cliente y no deben reproducirse por el Ingeniero ni por sus representantes en favor de terceros sin permiso expreso.
- e) —Aquella información o datos de Ingeniería Química, que un Ingeniero Químico reciba de su cliente o la que el Ingeniero produzca como resultado de tal información, deberá ser considerada por éste como confidencial; aun cuando se justifica que el Ingeniero use aquélla información o datos en su propio ejercicio como parte de su experiencia profesional, sin embargo, su publicación sin permiso expreso es impropia.
- f) —Todos los diseños, documentos, datos, memorias, preparados por un empleado que no sea un Ingeniero Consultor y que se refieran a la fábrica del cliente, deben considerarse como propiedad de éste.
- g) —Un cliente no adquiere ningún derecho exclusivo sobre planes o equipo hechos por un Ingeniero Químico Consultor, excepto en el caso específica para el cual aquellos fueron hechos.
- 10) —Un Ingeniero Químico no puede, honradamente, aceptar compensación económica, u otra, de más de una parte interesada sin el consentimiento de todas las partes; sea en labores de consulta, diseño, instalación u operación, no debe aceptar compensación directa ni indirecta de terceros, relacionadas con su cliente, excepto con el conocimiento y consentimiento de éste.
- Cuando sea solicitado para decidir acerca del uso de invenciones, equipo, procesos, etc., en los cuales él tenga interés financiero, el Ingeniero Químico deberá establecer claramente su posición en la materia previamente a cualquier compromiso.
- 11) —El Ingeniero Químico deberá esforzarse siempre en reconocer la labor de aquéllos que, en cuando sea de su conocimiento, son los verdaderos autores de un trabajo.
- 12) —La propaganda sensacional, carente de dignidad o engañosa, no se permite. Tampoco se permite el uso del nombre de miembros ni de sus fotografías como parte de propaganda alguna. No se tolerará el empleo del nombre del Instituto en relación con propaganda de aquella naturaleza.