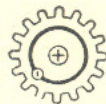


QUIMICA INDUSTRIAL

PUBLICACION CIENTIFICA TECNICA E INFORMATIVA DE LA
ASOCIACION DE QUIMICOS INDUSTRIALES DEL URUGUAY

AÑO XIII — VOL. VI
NUM. 1



ENERO - JUNIO
1960

COMISION DE REVISTA

Director-Redactor Responsable:
Quím. Ind.
GLADYS REY DE DELLACHA

Administrador:
Quím. Ind. OMAR J. ROSSELLI

Cuerpo de Redacción:
Q. Ind. TOMAS BENSE
Q. Ind. FRANCISCO A. OLIVERA
Q. Ind. WALTER BONET
Q. Ind. LUIS C. NEIROTTI

Secretario:
Sr. WALTER SUAREZ

Colaboran en este número:
Q. Ind. CARLOS F. SALCHI
Q. Ind. RAUL R. PRANDO
Q. Ind. HECTOR R. ZERBINO
Q. Ind. NELSON BRESCIANO
Q. Ind. CARLOS PIRIZ Mac COLL
Q. Ind. RUBEN FEBLES
Q. Ind. SADI GOMEZ LARCEBO

Dirección y Administración:
Avda. AGRACIADA 1464 - Piso 13
Montevideo - Uruguay

SUMARIO

	Pág.
AUTORIDADES	2
ALEJAMIENTO DEL PROF. Q. IND. ITUZAINGO ALVARIZA	2
EDITORIAL	3

SECCION CIENTIFICA

LA ESTRUCTURA DE LAS GRASAS LUBRICANTES COMO METODO DE CONTROL DE ELABORACION. — Ruben Febles, Nelson Bresciano y Carlos R. Píriz Mac Coll	5
TECNOLOGIA DE LAS OPERACIONES Y LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA QUIMICA — Jorge J. Ronco	20
ESPECIFICACION Y MEDIDA DE COLOR Y SU APLICACION A LA INDUSTRIA — Raúl R. Prando	24
MODERNA TECNOLOGIA EN LA INDUSTRIA CLORO-SODA CAUSTICA. — Sadi Gómez Larcebo	30

INFORMACION GENERAL

NECROLOGICA. — Quím. Ind. Félix Aboal Amaro	40
---	----

- ◆ Precio de un ejemplar: \$ 3.00 moneda nacional. Suscripción por volumen \$ 12.00 moneda nacional.
- ◆ **Fotocopias y microfilms.** — Se remitirán a requerimiento de los lectores, fotocopias y/o microfilms de los artículos publicados. El precio de los microfilms es de \$ 1.00 por página (en negativo). Las copias fotostáticas se remitirán a \$ 1.00 por página (en negativo). En ambos casos se recargará el costo de franqueo.
- ◆ Esta revista se remite gratuitamente a los socios, a las publicaciones que mantengan canje regular con ella y a las instituciones científicas nacionales que lo soliciten.
- ◆ SE SOLICITA CANJE, ON PRIE L'ECHANGE, EXCHANGE SOLICITED, PREGIAMIO IL CAMBIO, PEDESE PERMUTA.
- ◆ Los apartados se solicitarán al presentar los originales y serán de cuenta de los autores.

La Asociación de Químicos Industriales y la Dirección de QUIMICA INDUSTRIAL no siempre se solidarizan con las ideas y juicios emitidos en los artículos de los cuales son responsables sus autores.

Especificación y medida de color y su aplicación a la Industria

RAUL R. PRANDO

Sección Espectroquímica

Instituto de Investigación Libre y Asesoramiento

(Continuación)

Procedimiento de medida y especificación de color

Para ilustrar el procedimiento en la determinación de las características de color, se estudiaron tres muestras consistentes en cartulinas coloreadas que se denominaron C-1, C-2 y C-3.

Se eligió el método espectrofotométrico por:

a) Ser el espectrofotómetro el equipo con que cuenta la Sección Espectroquímica para este tipo de medidas;

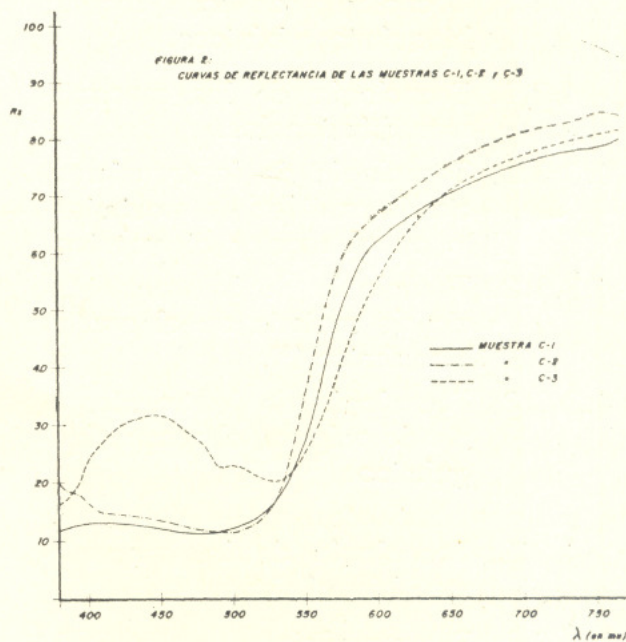
b) Ser el instrumento esencial para medir color (reconocido como básico por la American Standards Association en la designación ASA Z44-1942), pues permite obtener no sólo la composición espectral, fundamental en la resolución de muchos problemas, sino también, derivar a partir de ella la especificación standard I.C.I.

c) Permitir un estudio crítico de los distintos factores que intervienen en el procedimiento de medida y especificación, fundamentales para decidir la elección del método y equipo más convenientes para cada problema particular.

En la figura 2 se representa las curvas de reflectancia de las muestras en estudio con respecto al blanco standard empleado como referencia, obtenidas en espectrofotómetro Beckman DU.

Si las muestras estuvieran constituidas por sustancias que transmiten luz, las curvas que se obtendrían serían de transmitancia-longitud de onda, empleándose como referencia aire, o sino, el solvente más adecuado que debe indicarse siempre en la especificación y cuyo espesor atravesado debe ser igual al de la muestra ensayada (Figs. 2 y 3).

Obtenida la curva de reflectancia en el espectrofotómetro para la muestra C-1, se calculó su color I.C.I. para los tres iluminantes standards, a saber A, B y C y en la figura 3 se pueden ver representadas las cromaticidades correspondientes para cada uno de ellos en el diagrama xy, pudiendo observarse en él, las



diferencias en la especificación que se introducen al cambiarse la fuente de iluminación. Por esto, conviene emplear en la especificación de color, el iluminante que se acerque más a las condiciones de iluminación en que el objeto o sustancia se emplea corrientemente. La importancia de lo dicho se ve en forma inmediata en industrias como las de la pintura y la de cosméticos, por ejemplo.

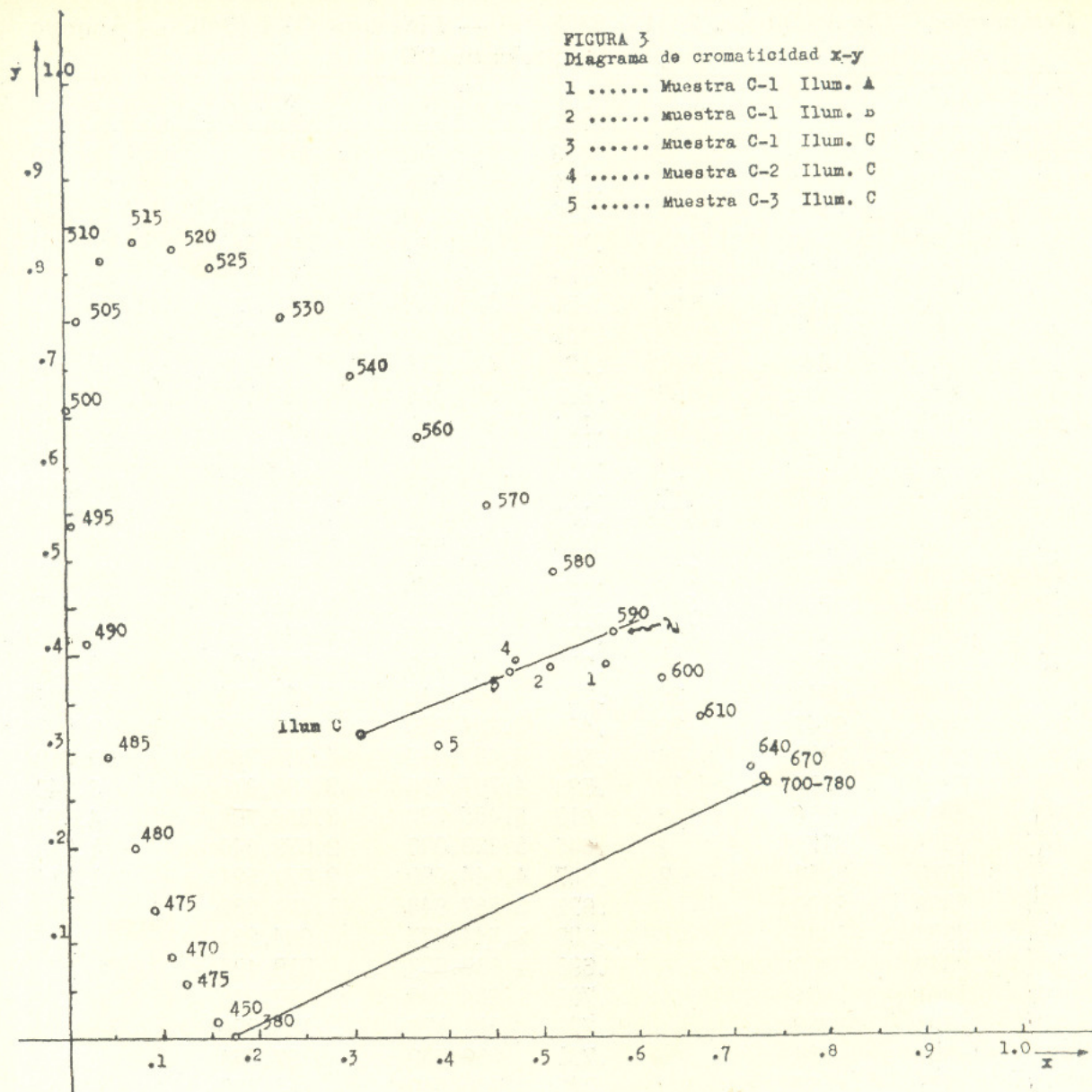


FIGURA 3
Diagrama de cromaticidad x-y

- 1 Muestra C-1 Ilum. A
- 2 muestra C-1 Ilum. B
- 3 Muestra C-1 Ilum. C
- 4 Muestra C-2 Ilum. C
- 5 Muestra C-3 Ilum. C

El color de las otras muestras de cartulina (C-2 y C-3), se especificó sólo para el iluminante C (que es el recomendado por la ASA) y en la figura 4 se pueden ver representadas sus cromaticidades junto a las de la muestra C-1.

Como ejemplo de cálculo de color en el sistema XYZ, se estudiará a continuación la planilla de cómputo correspondiente a la muestra C-1 para el luminante C.

$$S = X + Y + Z = 43.703.942 + 35.476.667 + 14.187.626$$

$$S = 93.368.235$$

Las coordenadas de cromaticidad del iluminante C son:

$$x_{bC} = .3101; y_{bC} = .3163; z_{bC} = .3736$$

Las coordenadas de cromaticidad correspondientes a la muestra C-1 son:

$$x = X/S = .468; y = Y/S = .380; z = .152$$

Las columnas indicadas por $(X'E)\lambda$, $(Y'E)\lambda$ y $(Z'E)\lambda$ corresponden a los valores

para cada longitud de onda de las funciones indicadas por $E(\lambda)$, $X'(\lambda)$, $E(\lambda)$, $Y'(\lambda)$, y $E(\lambda)$, $Z'(\lambda)$ respectivamente en las integrales (5). La columna indicada por $F\lambda$, incluye los valores de reflectancia de la muestra y la suma de los productos indicados en las tres columnas siguientes, constituyen los valores tristímulos X, Y, Z respectivamente del color de la muestra, puesto que cada una de esas sumas equivale a cada una de las integrales (8)*

* Por razones tipográficas se omitieron en el número anterior los límites de integración y de sumación que son, en todos los casos, o e_{∞} , ya que la función $V(\lambda)$ según se deduce de la (2) se anula para valores $380 \leq \lambda \leq 770$ mu. Además, cabe agregar que las integrales (8) corresponden a las indicadas en la pág. 6 del artículo anterior y que por error, se omitió numerar.

TABLA 1 — Planilla de cálculo de color. — Coordenadas I.C.I.
Iuminante: C (Davis-Gibson, 2854 a 6800 °K) — Muestra: C - 1 (Refl. — Aparato
empleado: Beckman DU

$\lambda(\mu)$	$(X'E)\lambda$	$(Y'E)\lambda$	$(Z'E)\lambda$	$F\lambda$	$(X'EF)\lambda$	$(Y'EF)\lambda$	$(Z'EF)\lambda$
380	4		20	.118	.472		2.360
90	19		89	.124	2.356		11.036
400	85	2	404	.130	11.050	.260	52.520
10	329	9	1570	.129	42.441	1.161	202.530
20	1238	37	5949	.128	158.464	4.736	761.472
30	2997	122	14628	.125	374.625	15.250	1.828.500
40	3975	262	19938	.122	484.950	31.964	2.432.436
50	3915	443	20638	.121	473.715	53.603	2.437.198
60	3362	694	19299	.117	393.354	81.198	2.257.983
70	2272	1058	14972	.114	259.008	120.612	1.706.808
80	1112	1618	9461	.111	123.432	179.598	1.050.171
90	363	2358	5274	.113	41.019	266.454	595.962
500	52	3401	2864	.119	6.188	404.719	340.816
10	89	4833	1520	.123	10.947	594.459	186.960
20	576	6462	712	.133	76.608	859.446	94.696
30	1523	7934	388	.157	239.111	1.245.638	60.916
40	2785	9149	195	.200	517.000	1.829.800	39.000
50	4282	9832	86	.265	1.134.730	2.605.480	22.790
60	5880	9841	39	.353	2.075.640	3.473.873	13.767
70	7322	9147	20	.450	3.294.900	4.116.150	9.000
80	8417	7992	16	.530	4.461.010	4.235.760	8.480
90	8984	6627	10	.534	4.797.456	3.538.818	5.340
600	8949	5316	7	.613	5.485.737	3.258.708	4.291
10	8325	4176	2	.640	5.328.000	2.672.640	1.280
20	7070	3153	2	.657	4.644.990	2.071.521	1.314
30	5309	2190		.672	3.567.648	1.471.680	
40	3693	1443		.689	2.544.477	994.227	
50	2349	886		.698	1.639.602	618.428	
60	1361	504		.709	964.949	357.336	
70	708	259		.722	511.176	186.998	
80	369	134		.731	269.739	97.954	
90	171	62		.740	126.540	45.880	
700	82	29		.749	61.418	21.721	
10	39	14		.755	29.445	10.570	
20	19	6		.766	14.554	4.596	
30	8	3		.770	6.160	2.310	
40	4	2		.773	3.092	1.546	
50	2	1		.779	1.558	.779	
60	1	1		.784	.784	.784	
70	1			.798	.798		
Sumas	98041	100000	118103		43.703.942	35.476.667	14.187.626
					X	Y	Z

Los valores $(EX)\lambda$, $(EY)\lambda$ y $(EZ)\lambda$ se obtienen de tablas.

El método de medida de color descrito, es aplicable tanto a muestras transparentes como opacas.

Expresión de los resultados

Para expresarlos en el sistema tricromático, se aplican las ecuaciones

$$x = X/X + Y + Z \quad (9)$$

y similares y se especifica la luminancia relativa o eficiencia visual mediante el cociente $Y/100.000$.

Para especificar un color en el sistema monocromático, se calcula gráficamente la longitud de onda dominante, λ_d , a partir de las coordenadas de cromaticidad, mediante el trazado de una línea que, pasando por el punto representativo de la cromaticidad blanco (según los casos el

punto de isoenergía o el correspondiente al iluminante empleado. A, B o C) y por el punto de cuyas coordenadas corresponden a la cromaticidad del problema, corte el lugar de los puntos representativos de las cromaticidades de los colores espectrales; la longitud de onda determinada en la intersección del lugar de los puntos de cromaticidad espectral con esa línea, constituye la λ_d . Existen tablas que en función de las cromaticidades del color en estudio (x, y) y las del blanco usado como referencia (x_b, y_b) dan el valor de λ_d . Ver en la fig. 3 la determinación gráfica de la longitud de onda dominante.

La pureza del color puede expresarse como pureza colorimétrica (en caso que se usen unidades de luminancia) o como pureza de excitación que es como se acostumbra a expresarla en la actualidad.

La pureza de excitación está definida por la relación de la distancia color-blanco (indicada por el segmento C-1-Ilum. C, en la fig. 3) con respecto a la distancia λ_d -blanco de referencia (en la fig. 3, esta distancia sería para la muestra C-1 la 590 mu-Ilum. C), medidas ambas en el diagrama de cromaticidad. Si las coordenadas de cromaticidad de la λ_d son x_d, y_d , la pureza de excitación está dada por una de las expresiones siguientes:

$$p_e = \frac{\mu - \mu_b}{\mu_d - \mu_b} \quad (11) \quad \text{o} \quad p_e = \frac{x - x_b}{x_d - x_b} \quad (12)$$

empleándose la (11) o la (12), según la ubicación del color en el diagrama de cromaticidad de manera de reducir errores en el valor de p_e .

El blanco usado como referencia para la determinación de p_e (que no debe confundirse con el standard de referencia

empleado en la determinación espectrofotométrica de xR que es MgO o CO_3Mg) difiere según el tipo de muestra; así, para superficies coloreadas corresponde al color del iluminante que se emplea.

En la Tabla 2 están resumidos los resultados obtenidos.

La especificación de cromaticidad en el sistema monocromático, tiene como virtud frente a la del sistema tricromático, su correlación más estrecha con los atributos subjetivamente percibidos del color; así, conociendo los valores de λ_d y de p_e se puede determinar rápidamente la diferencia en color que presentan dos muestras.

Esto se puede ver claramente, observando los valores de la tabla 2; se ve inmediatamente que las muestras C-1 y C-2 difieren muy poco entre sí, siendo la C-2 algo menos anaranjada y más saturada que la C-1.

Pero una de las razones más valederas para preferir en ciertos problemas la especificación en el sistema monocromático es que la λ_d y la p_e están en una relación más directa con las operaciones que se efectúan en ciertas industrias. Así, por ejemplo, los tintoreros tienen, en general, que reproducir un color tipo dado debiendo para ello, efectuar una mezcla de colorantes apropiados (variación del matiz), en cantidades determinadas (variación de pureza) y, por último, ajustar el factor de luminancia relativa o eficiencia luminosa mediante agregado de un colorante que presente absorción complementaria.

Crítica del procedimiento de medida empleado

Las razones por las que se realiza la medida del color, fundamentan el instrumento y procedimiento de medida y de

TABLA 2. — Especificación de los colores de las muestras C-1, C-2 y C-3 en el sistema tricromático y en el monocromático

Muestra	Iluminante	x	y	Luminancia relativa	λ_d (mu)	Pureza exc. %
C-1	A	.570	.389	40.68 %	—	—
C-1	B	.507	.385	36.56 %	—	—
C-1	C	.468	.380	35.48 %	590	59.7
C-2	C	.472	.386	40.56 %	588	65.2
C-3	C	.391	.306	34.75 %	488 *	19.8

* Complementaria.

cálculo a usar y, así, junto al espectrofotómetro empleado en el ejemplo citado en este artículo, se encuentran en los laboratorios de control, aparatos visuales y fotoeléctricos de los tipos indicados en el artículo anterior, que solucionan bien muchos problemas.

Se ve así que el cálculo involucrado en el ejemplo anterior para determinar X Y Z insume mucho tiempo y esfuerzo y sólo se justifica en aquellos casos en que se requiere mucha exactitud en los valores.

Muchos problemas prácticos se solucionan simplemente mediante el estudio de las curvas $A_s-\lambda$, $T_s-\lambda$, $R_s-\lambda$, de las muestras correspondientes y así es como se realizan muchos de los controles de productos y procesos, principalmente cuando el metamerismo de muestras sucesivas es bajo y permite una comparación directa de las mismas. Sería éste el caso de aquellos procesos en que se hace desaparecer, por ejemplo, una impureza que confiere ciertas características cromáticas al producto y se sigue su eliminación mediante la medida de la A_s o T_s a determinada longitud de onda que corresponde, en general, al máximo de A_s o T_s de la impureza. Pueden citarse como ejemplos, la decoloración de productos tales como aceites, jarabes, etc.

En caso que se necesiten calcular los valores tristímulos porque deban establecerse standards de color o porque deban realizarse ensayos en que se estudian los apartamientos de las muestras con respecto a los standard empleados, puede usarse el método espectrofotométrico, pero para obviar lo engorroso de los cálculos, se puede seguir algunas de las siguientes variantes:

1) Utilizar un equipo registrador que evita el trazado de las curvas $T_s-\lambda$ o $R_s-\lambda$; a este equipo, en algunos casos (por ejemplo, el espectrofotómetro registrador de Hardy de la General Electric) puede agregársele un integrador tristímulo automático que a medida que se registra la curva correspondiente, suma los productos $(X'EF)\lambda$, $(Y'EF)\lambda$, $(Z'EF)\lambda$, proporcionando los valores X, Y, Z al terminar el registro.

Esta solución, si bien es técnicamente realizable, no es en general accesible a todos los laboratorios debido al costo elevado del equipo que se necesita con respecto a los problemas que enfrenta el

laboratorio de control en la industria y más aún en nuestro medio.

2) Emplear un espectrofotómetro registrador o no (aunque a estos efectos sea menos preciso este último) y emplear el método de cálculo de las ordenadas seleccionadas. Según este procedimiento, una vez obtenida la curva $F-\lambda$ se efectúan los cálculos tomando no los valores de T_s o R_s correspondientes a los intervalos de 5-10 μ sino una serie de longitudes de onda determinadas y diferentes para cada iluminante que se hallan perfectamente tabuladas. El método de cálculo, consiste en sumar las R_s o T_s medidas a determinadas longitudes de onda y multiplicarlas por un factor. Según la exactitud requerida y la irregularidad de la curva espectrofotométrica, pueden emplearse los métodos que incluyen 100, 30 o 10 ordenadas seleccionadas (es decir, valores de longitud de onda seleccionados), siendo generalmente el método que emplea 30 ordenadas el más adecuado para la mayoría de los problemas de medida de color.

Resumiendo, puede decirse que, en general, la medida de color puede ser motivada por distintas razones, siendo las más importantes:

a) control de procesos y productos dentro de una planta determinada;

b) control de calidad de materias primas y categorización de productos según un sistema común para comprador-vendedor.

c) especificación de un producto en forma precisa en transacciones comerciales para asegurar plena satisfacción de las condiciones mutuas impuestas tanto por el consumidor como por el productor.

Se ve claramente que hay una diferencia entre las dos motivaciones últimas con respecto a la primera desde el punto de vista del procedimiento de medida empleado, ya que para satisfacer las exigencias del primero (item a) interesa que las medidas sean reproducibles y, en lo posible, que los resultados de las mismas puedan expresarse en función de las variables operantes en el proceso estudiado, de modo que exista una relación unívoca entre ambos pares de valores, no interesando tanto expresar los resultados según las especificaciones I.C.I. ya que, si bien son inadecuados para una medida precisa de color, son útiles en el control de planta.

Los móviles b y c, a los que habría que agregar todos los estudios en que se comparan resultados obtenidos en dos o más establecimientos que operan con aparatos distintos, a igual que los valores de color que van a publicarse, deben transformarse del sistema instrumental en que se obtienen con el equipo que se usa, en el sistema I.C.I. de validez universal.

Se justifica, pues, en muchos casos, por su rapidez, sencillez de manejo, bajo costo y exactitud adecuada a la requerida en la solución de los problemas particu-

lares, el empleo de los colorímetros tricromáticos visuales y fotoeléctricos mencionados en el artículo anterior.

Cabe agregar, por último, que los valores dados en el sistema instrumental propio de cada aparato, pueden expresarse en el sistema I.C.I. mediante el empleo de las ecuaciones de transformación (6); además, estos equipos poseen generalmente, tablas o nomogramas que permiten el pasaje de los resultados obtenidos al sistema I.C.I.

(CONTINUARA)