

REPUBLICA DE VENEZUELA

# BOLETIN

DE LA

ACADEMIA DE CIENCIAS FISICAS  
MATEMÁTICAS Y NATURALES

**AÑO XXXI - TOMO XXXI - N° 90**

PRIMER TRIMESTRE

AÑO 1971

COMISION EDITORA DEL BOLETIN

Dr. Miguel Parra León

Dr. Marcel Granier D.

Dr. Santiago Hernández Ron

C O N T E N I D O

|   | Pág. |
|---|------|
| EDITORIAL .....   | 3    |
| DISCURSO PRONUNCIADO EN LA DIRECCION DEL NUCLEO DE<br>MONAGAS DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE, COMO<br>DELEGADO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS FISICAS,<br>MATEMATICAS Y NATURALES, EL DIA 15 DE MAYO DE<br>1971, Por el Dr. Gustavo Rivas Mijares ..... | 7    |
| EL ARQUITECTO Y LA ACUSTICA, Por el Dr. Juan Marichal Linares .....   | 16   |
| ANOMALIAS EN LAS CUENCAS CARBONIFERAS DE VENEZUELA, Por<br>los Ingenieros George Kapo y Víctor M. López .....   | 23   |
| SISTEMA DE RIEGO AL ESTE DE LA LAGUNA DE VALENCIA,<br>EDO. ARAGUA, Por J. B. Bond .....   | 43   |
| IRRIGATION OF THE AREA TO THE EAST OF LAGUNA VALENCIA,<br>STATE OF ARAGUA, Por J. B. Bond .....   | 65   |
| NECROLOGICA .....   | 81   |
| SOBRE VARIEDADES CON BORDE, Por el Dr. José Reategui<br>Ganga .....   | 85   |
| INTEGRALES QUE CONTIENEN FUNCIONES HIPERGEOMETRICAS Y<br>FUNCION H, Por N. C. Jain .....  | 95   |
| LIBROS EXISTENTES DE MATEMATICAS EN LA ACADEMIA 103   |      |
| COMUNICACION .....  | 131  |

LOS EDITORES NO ASUMEN RESPONSABILIDAD  
POR LAS IDEAS EXPUESTAS POR LOS AUTORES

## EDITORIAL

### FILOSOFIA Y CIENCIA

#### EL ESPACIO Y EL TIEMPO SEGUN ARISTOTELES

*El concepto aristotélico sobre el espacio y el tiempo presenta la noción del espacio a través de la noción de lugar y, por tanto, reconoce su existencia objetiva. "De modo —observa— que se ha mostrado lo que obliga a reconocer el lugar como algo existente y, a su vez, todo aquello que provoca dificultades en el problema de su existencia". (Arist. Física). La noción de tiempo es para él también objetiva, porque indica "la cantidad del movimiento".*

*Entra de lleno Aristóteles a la escuela idealista al afirmar que "sin el alma no puede existir el tiempo", porque "sólo el alma es capaz de contar" y "el tiempo es una cantidad medible".*

*El movimiento que produce desplazamientos en el espacio es una consecuencia lógica de la integración del tiempo, el espacio y el movimiento, lo que trae como consecuencia su separación de las otras formas del movimiento (cambios cualitativos, envejecimiento, crecimiento, etc.). "Entre las múltiples formas del movimiento —expresa— la más corriente es la que se verifica dentro del lugar, que se distingue como desplazamiento."*

*Para Aristóteles el lugar, pues, como los cuerpos, existe objetivamente y se manifiesta en lo que conocemos como espacio. Esta es la razón por la cual define el lugar como el límite inmutable del cuerpo circundante: "el cuerpo que tiene del lado exterior —observa— cualquier otro cuerpo que lo circunda, se encuentra en un lugar determinado. El cuerpo que no lo tiene, no se encuentra."*

*Las conclusiones de Aristóteles lo llevaron, a deducir que el espacio del universo es finito, porque donde termina la limitación de un cuerpo por otro, o sea, donde no tiene vigencia el concepto del límite inmutable, tampoco se puede aplicar el concepto de espacio. Por tanto, el límite inmutable que circunda los cuerpos constituye el*

*límite del espacio. "El lugar —expresa— no es el firmamento, sino el límite extremo en estado de reposo, contiguo al cuerpo, en estado de movimiento. Por eso la tierra está dentro del agua, el agua dentro del aire, el aire dentro del éter, el éter dentro del cielo y el cielo dentro de ninguna otra cosa."*

*En este aspecto Aristóteles chocó abiertamente con los atomistas y eleatas, quienes imponían el vacío como característica del movimiento. Para él los cambios cualitativos pueden verificarse en el espacio lleno y en caso de desplazamientos "los cuerpos están en capacidad de cederse, en forma simultánea, el lugar, aún en el caso que no exista ninguna otra dimensión vecina. Lo que se pone en evidencia en los movimientos de los cuerpos continuos (sin solución de continuidad) y en el movimiento de los líquidos", dice.*

*Considera el tiempo unido al movimiento, pero sin que se identifiquen. El tiempo es la cantidad del movimiento. "Donde hay antes y después —expresa— aparece el tiempo, porque éste no es otra cosa que la cantidad del movimiento en relación a lo anterior y lo posterior." Lo prueba con un hecho simple. "Se valora lo más y lo menos por medio de la cantidad, en tanto que más o menos movimiento se mide con ayuda del tiempo, lo que muestra que el tiempo es una cantidad determinada." Aclara cuando agrega: la cantidad es todo aquello que fue y puede ser contado, pero también es el medio de que nos valemos para contar. El tiempo es exactamente la cantidad que contamos y nunca la cantidad de que nos valemos para contar. Como el movimiento, siempre el tiempo es diferente.*

*Para Aristóteles el tiempo es continuo y fluye de manera uniforme . Y esto, porque "el tiempo actual es contiguo tanto del pasado como del futuro".*

*"El tiempo es uniforme en todas partes y en todas las circunstancias, en contraste con muchos de los movimientos conocidos," asevera Aristóteles. Y hace notar, que no sólo constituye la medida del movimiento, sino la del reposo, porque "la cantidad del movimiento puede contener también aquello que se halla en reposo".*

*Basado en las conclusiones anteriores elabora Aristóteles su teoría cosmogénica y cosmológica. El espacio, por ser limitado, contiene la Tierra, los cuerpos celestes, las estrellas, planetas y satélites. Sin una estructura física conveniente, el orden no podría perdurar. En esa estructura aparecen el centro y la periferia, de donde se origina el carácter regular del movimiento de los cuerpos hacia el centro y de los livianos desde el centro. "El desplazamiento de los*

*cuerpos físicos simples —expresa en la Física—, como por ejemplo, el fuego, la tierra y similares, demuestra que el lugar no sólo representa algo, sino que posee también cierta fuerza. Cada uno de ellos, si no se le obstaculiza, se precipita hacia su lugar propio, uno hacia arriba, el otro hacia abajo, en tanto que, arriba, abajo y las otras seis dimensiones son partes y variedades del lugar."*

*Hasta el Renacimiento las concepciones espacio-temporales de la Astronomía estaban, en gran parte, basadas en el carácter aristotélico. Desde hace alrededor de 5.000 años la Geometría se ocupaba de estudiar las propiedades del espacio y el tiempo. En forma más amplia y profunda las del espacio y en un grado menor las del tiempo. Posiblemente, porque el análisis de este último es más complicado y quizá por su no muy usual aplicación práctica. Se continúa observando tal particularidad en los trabajos de Física llevados a cabo por Copérnico, Kepler, Galileo y Newton.*

*El antiguo papiro de Ahmes (alrededor de 2.000 años A.J.C.) presenta un cuadro bastante claro acerca de los conocimientos de esa época. Reglas que carecen de prueba sobre la superficie y el volumen de diversas figuras: el círculo, dimensión del cuadrado del triángulo isóceles, cálculo de la correlación entre los elementos de las pirámides, etc. Las reglas no siempre suministraban resultados exactos, aunque en verdad de verdad constituían las primeras nociones de la trigonometría, como se puede apreciar en el método para la determinación del ángulo del triángulo rectángulo en relación con los catetos, etc.*

*La antigua Astronomía no logró mostrar la relación orgánica de los procesos astronómicos, ni con las propiedades del espacio (que señalan la existencia de un orden en la interacción de los fenómenos coexistentes), ni en las propiedades del tiempo (que reflejan el carácter regular y mutable de los diversos estados). Dicha relación sólo se vislumbra en las concepciones sobre el espacio objetivo (Demócrito, Epicuro, Lucrecio), sobre el lugar como límite de las cosas (Aristóteles), sobre el tiempo como duración (Demócrito, Lucrecio) y sobre este mismo tiempo como cantidad de movimiento (Aristóteles). Al crear la Ciencia Astronómica Universal, que trata de establecer las leyes generales de la estructura del Universo (movimiento de los cuerpos celestes), se basaron los astrónomos en un supuesto discutible: la existencia de leyes espacio-temporales exactas.*

M. P. L.



## DISCURSO

PRONUNCIADO POR EL DR. GUSTAVO RIVAS MIJARES,  
EN LA DIRECCION DEL NUCLEO DE MONAGAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE ORIENTE, COMO DELEGADO DE LA  
ACADEMIA DE CIENCIAS FISICAS, MATEMATICAS Y  
NATURALES, EL DIA 15 DE MAYO DE 1971

Sr. Rector y demás autoridades de la Universidad de Oriente, Dr.  
Raúl Leoni, Ex-Presidente de la República,  
Señor Gobernador del Estado Monagas,  
Señor Presidente de la Asamblea Legislativa del Estado Monagas,  
Señor Presidente del Concejo Municipal del Distrito Maturín,  
Monseñor Antonio José Ramírez, Obispo de la Diócesis de Maturín,  
Señor Representante de las Fuerzas Armadas Nacionales, Señor  
Presidente de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos, Señor  
Vice-Presidente de la Sociedad Venezolana de Zootecnistas, Señores  
Directivos del núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente,  
Doctores Jorge Espinoza y Carlos Eduardo Galavís, Padrinos de las  
Promociones,  
Señores Profesores, Graduandos, Estudiantes;  
Señoras y Señores.

Fue para mí motivo de agradecimiento y honor la invitación que por intermedio de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, me fuera formulada por este centro de estudios superiores —la Universidad de Oriente— para dirigirme a Uds. quienes hoy, miembros integrantes de la Promoción "Alejandro de Humboldt", egresan como Ingenieros Agrónomos y Zootecnistas.

Dos profesiones, por cierto, las que Uds. eligieron, muy ligadas a la obra del Barón de Humboldt, un infatigable naturalista alemán, que nacido en Berlín el 14 de septiembre de 1769, habría de viajar a escasos 30 años después, a estas tierras venezolanas, para inspirarse en un íntimo contacto con su geografía, con sus animales y plantas; y producir más tarde, en los años de 1814 y 1819, una de

las obras más relevantes del siglo XIX, el *Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente*.

Un sabio que habría de sacrificar las comodidades que le brindaba la Europa Central de su época, con su clima suave de tierras templadas, para venir a estas latitudes del Nuevo Continente, en busca de nuevos horizontes a las ciencias que estudiaba. Quien prefiriera sacrificar los contactos del mundo científico en donde ya se movía, a pesar de sus 29 años, para afrontar los peligros de internarse en los confines de las selvas del Sur de nuestro Territorio de Amazonas, más allá del Casiquiare, hasta el caserío de La Esmeralda; para moverse después, al Norte de Guayana, a lo largo del río Orinoco; y venir de nuevo a estas tierras del Oriente, a donde pisara por primera vez el continente americano, el 16 de julio de 1799, en Cumaná, la noble Nueva Córdoba de la colonial provincia de Nueva Andalucía.

Toda una jornada de incontables peligros, de incomodidades, de sacrificios y aún de enfermedades; tratando de descubrir en nuestra gleba, nuestros ríos y montañas, el mundo nuevo que era comentario de los sabios desde que tres siglos antes, Colón lo hubiera descubierto.

Un ejemplo que bien pudiera servirnos de guía, cuando una Venezuela con tan vastas extensiones de tierras vírgenes aún, pide y espera que sus nuevas promociones, las integren a su marcha de progreso, en beneficio de sus hombres.

Había sido Humboldt el ejemplo y resultado de una encomiable dedicación por los estudios ; primero, abarcando las más diversas disciplinas de las ciencias y de las humanidades, desde las matemáticas y la física, con la geografía, climatología; y hasta la filosofía, la gramática y la retórica. Y después, como profesional actuante, la consecuencia de ejercer —dentro de su increíble creación científica— con una voluntad y una perseverancia que no abandonó sino allá, en el año de 1859, cuando muriera a la edad de 90 años.

Voluntad ésta, motivo para legar esa imperecedera y colosal obra, que por sus tantas y diversas contribuciones al campo de la geología, de la medicina, de la geografía, la climatología y de la astronomía, hoy tanto se admira, aún en este mundo del presente siglo.

Fue Humboldt, un amante de la naturaleza y de sus aguas, dos conceptos y dos imágenes que hoy, desafortunadamente, se ven ame-

nazadas y peligrando por el fuerte impacto que viene recibiendo el medio ambiente en que vivimos. Paradójicamente y por contraste, como consecuencia de los inmensos empujes de esta civilización que se incubaba en la mente del hombre de hoy, y que se eclosiona hacia toda latitud por los fenómenos de una explosión demográfica, representada principalmente, por los fenómenos del urbanismo y de la industrialización.

Dos acciones éstas que a su vez, reclaman la utilización cada día, de más y más volúmenes de agua para satisfacer las demandas que se imponen; y como consecuencia, también, en producir una serie de residuos que debemos descargar frecuentemente en las mismas cuencas de donde se abastecen otras áreas de 'progreso.

El uso indiscriminado de las aguas sin razón de prioridades, y la descarga incontrolada de residuos líquidos y sólidos en ellas, han venido deteriorando nuestras fuentes naturales de abastecimiento. Y la acumulación que en los suelos y en el aire se viene creando ahora, con sustancias de diverso origen y procedencia, no biodegradables, que persisten y que tienden a romper el equilibrio ecológico de nuestro ambiente. Equilibrio que es razón al fin y al cabo, de existencia; que es paisaje para el hombre; y que es más aún, el resultado de una flora y una fauna que se funden en su propio origen.

Nos atemoriza que ese uso de las aguas y esas descargas de residuos, con el tiempo, degraden nuestras masas hídricas a un punto en que su recuperación se haga irreversible, y que peligre en consecuencia, el suministro de agua con un mínimo de calidad en las ciudades, en las áreas de cultivo, en la cría del ganado y de las aves, y en las masas estuarinas y litorales, reservorios de la pesca.

Situación ésta que habría de producirse, a menos que se establezca con urgencia, una legislación adecuada que controle y que regule la utilización de nuestras aguas.

Que permita explotar racionalmente a este respecto, nuestras tierras de cultivo; que permita establecer una zonificación para aquellas industrias cuyos residuos, son conocidos como agresivos al medio en donde han de instalarse; y que obligue en fin, el aplicar medidas correctivas cuando éstas sean ya las únicas medidas posibles.

Humboldt, en las páginas de su obra descriptiva del Departamento de Venezuela de entonces, mencionaba aquí y allá con infatigable insistencia, un Lago de Valencia del que ya le preocupaba

observar el descenso en el nivel de sus aguas. De un Lago que pierde hoy aceleradamente su oligotografía, porque aguas residuales, domésticas e industriales, son vertidas en sus aguas sin control. A un río que barloventeño abajo, de sus riberas decía: "No sé de baños más agradables que los del Tuy: el agua clara como un cristal se conserva." Un río que también hoy es fustigado, degradado, con descargas de industrias y de granjas ahorcajadas de su cauce.

De un Manzanares, en el que Humboldt, cobijado con las capas de sus cocoteros se sentaba con amigos en coloquio, porque le atraía por sus aguas limpias y la abundancia de sus peces. Un río en donde ahora se sofocan y mueren las últimas de sus especies de la fauna superior, cuando el choque de residuos industriales, roba de sus aguas menguadas, el oxígeno disuelto que las mantiene en existencia.

De un Neverí, en donde sus Guaraguaras van hoy desapareciendo porque industrias de la zona, instaladas en la vía al Tigre, lanzan sus aguas al río, y lo polucionan cada vez más con sus residuos.

Y de un Guarapiche, contaminado ya aguas arriba y aguas abajo de IVIaturín, por descargas cloacales y por descargas de la Termoeléctrica de Jusepín.

Es tan así, la situación expuesta, que la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH) en su estudio preliminar sobre la polución y la contaminación de aguas en Venezuela y para la región Centro-Oriental y Oriental del país en particular, indica lo siguiente:

Que el *río Unare*, atravesando la región nor-oeste del Estado Anzoátegui y desembocando en El Hatillo, presentará, por lo variable de su régimen hidráulico, ciertos problemas localizados de polución en sus aguas, como para ser clasificado dentro de la denominación III-B, indicativa de *problemas de contaminación* en cursos superficiales, que son aprovechables para usos que afectan directa o indirectamente la vida del hombre, de animales o plantas.

Que la cuenca del *río Neverí*, el cual atraviesa esta vez el antes citado Estado a lo largo de su ángulo noreste y que desemboca frente a Barcelona, presentará problemas de polución que, aunque de menor cuantía que los del anterior, con mayores implicaciones, ya que habrá de abastecer de agua potable para el año 2000, a una población en la región, que se ha estimado para esa fecha del orden de los 420.000 habitantes. Su régimen permanente, estable, es

factor de equilibrio. Sin embargo, los residuos provenientes del uso de sus aguas, habrán de crear problemas de contaminación en las masas receptoras litorales, en sus áreas de balnearios.

Que el *río Manzanares*, el cual atraviesa el Estado Sucre por su ángulo noroeste y que es utilizado fundamentalmente para el abastecimiento de agua de la ciudad de Cumaná, presentará problemas no sólo para satisfacer las demandas que habrá de imponerle una población futura de unos 260.000 habitantes, antes de unas tres décadas, sino también, para controlar la creciente degradación de sus aguas con las descargas que se vienen vertiendo en su lecho. Este río lo clasifica el antes citado organismo, como perteneciente al grupo IV-A, indicativo de *problemas agudos de polución*, en un curso superficial que es aprovechado para usos que, como dijera anteriormente, afectan directa o indirectamente la vida del hombre, de animales o de plantas.

COPLANARH, por otra parte, menciona en su informe que el *río Cariaco con el Carinicua*, que representan la fuente única de abastecimiento para las islas de Margarita, Coche y Cubagua, habrán de suplir también para el año 2000, a una población estimada en 230.000 habitantes. Pero que, adicionalmente, habrá de suplir la demanda que el Sistema de Riego de Cariaco (Golfo de Cariaco) haya de imponerle. Y que habrá de causar con esas aguas ya usadas, problemas también de contaminación, esta vez para las costas ribereñas del Golfo.

Y para el *río Guarapiche*, que bordea a esta ciudad de Maturín, y que habrá de abastecer, según las estimaciones del plan, a unos 300.000 habitantes en la década del 90, presentará una situación intolerable en lo que a la polución de sus aguas se refiere, a menos que se tomen las debidas previsiones para evitar su fuerte deterioro.

Estas situaciones nos hacen, indefectiblemente, pensar que es de urgente necesidad la elaboración de leyes, reglamentos y ordenanzas, que puedan regular en el país, el uso de las aguas. El abocarse en ello, a la confección de un registro catastral que delimite la descarga de residuos en nuestras fuentes naturales de agua, tomando en cuenta el uso racional y económico de las mismas y su capacidad de recepción en base al poder natural de autopurificación que se defina. Y dentro de esta política conservacionista, el establecer una especie de red nacional de muestreo de la calidad del agua en el país.

Es bueno mencionar que, el antes citado informe de COPLANARH, en sí, no ha tomado en cuenta, por lo complejo de su realización, otras causas de contaminación no menos importantes. Me refiero al problema de sustancias tóxicas en agua, como es el caso, por ejemplo, de los compuestos dorados y fosforados, hoy ya intensamente utilizados en el país como pesticidas. Ni el problema de sustancias eutroficatoras, como son las sustancias contentivas de nitrógeno y fósforo en los fertilizantes, que son bioestimulantes de la microflora planctónica, que con su crecimiento abundante, puede condenar muchas de nuestras masas hídricas al comunicarles propiedades indeseables, como son ciertos sabores, la turbiedad y el color, y aún una toxicidad de inmediato peligro.

No podría dejar de mencionar ahora, cuando se celebra este acto de graduaciones en un centro de enseñanza superior como lo es la Universidad de Oriente, la crisis que viven nuestras universidades de hoy en el país; y en particular, por la que viene atravesando la Universidad Central de Venezuela, en la cual soy, con orgullo, uno de sus profesores.

Es de necesidad y de urgencia que el Congreso Nacional se dedique de inmediato a revisar una Ley de Universidades, de cuya modificación la opinión mayoritaria de las comunidades afectadas, ha declarado estar en desacuerdo al señalar errores que, introducidos dentro de los fundamentales aspectos de la Autonomía, la práctica se ha encargado a su vez de demostrarnos. El prolongado cierre que sufre la UCV, desde que se produjera su clausura en el pasado mes de noviembre, es prueba de lo que aquí señalamos; y ello, a pesar de los muchos y fallidos intentos hechos por las autoridades interinas que hoy la rigen.

Más aún, tal modificación a la Ley de Universidades debe además, contemplar otros aspectos considerados como de una imperiosa necesidad: la reforma de sus estructuras académicas para que permita a nuestras instituciones de enseñanza superior, el adaptarse al violento cambio que de todo orden, se viene presentando entre nosotros, con los fenómenos del crecimiento de ciudades, con el establecimiento de industrias y con los planes del agro en el país.

Los conceptos más modernos implantados hoy, y en satisfactorio funcionamiento dentro de un crecido número de universidades del mundo, nos indican la necesidad de introducir ajustes sustanciales dentro de las estructuras académicas responsables de la docen-

cia y de la investigación. Ajustes que puedan reflejar, así, el saber en su justa medida y en la aplicación para la solución de los tantos y distintos problemas sociales y económicos que venimos confrontando.

No es posible concebir hoy, en algunas al menos, de las universidades venezolanas, la ausencia de la enseñanza de post-grado.

El establecimiento, en forma permanente y con alumnos a tiempo integral, de una estructura bien definida que además decirlo, ligada a las correspondientes del pre-grado, centralice y coordine la enseñanza de las escuelas de graduados. En donde sea posible, dirigir acciones tendientes a lograr una elevación sustancial del nivel académico que para estas casas de estudio nos reclama el país.

Esta fase habría de producir, necesariamente, un fortalecimiento real de la investigación en todos sus niveles: en la básica, en la aplicada y en la especialmente dirigida a solucionar tantos de los más urgentes problemas que se vienen confrontando. El desarrollo, primordialmente, de una investigación tecnológica que reclama Venezuela, para salirse de esta etapa de subdesarrollo en que vivimos.

Esta medida habrá de dar aportes positivos, también, para lograr la superación de su propio cuerpo docente al sentirse este trajinar, más frecuentemente, las tantas interrogantes que supone el exponerse a esa actividad. Y al reflejarse esa actividad en las cátedras, dentro de sus distintos niveles, dinamizándolas y enriqueciéndolas con los más recientes aportes de la ciencia y sus aplicaciones, y con la propia experiencia que habrá de suministrarles.

Y también, porque esta política académica habrá de ofrecer a nuestras más jóvenes promociones, la oportunidad de especializarse y en lograr así su propia superación profesional.

Las Ciencias Agrarias, en particular, cuando se intensifiquen los frentes de acción ya comentados, dentro de la tecnología pesquera, de la ingeniería forestal, de la tecnología alimentaria, de la veterinaria y agronomía superiores, de la producción vegetal y animal, de la biología y la genética aplicadas, de la exploración forestal, y aún de la política agraria que habrán de quedar enriquecidas con un acopio de información y de conocimientos que ha de reflejarse positivamente, sin duda, sobre la economía nacional. Y la tecnología autóctona que de ellos se refleje, habrá de aparecer como un instrumento gigante de acción para desarrollar al más, los centros de extensión agrícola, los de recursos del mar, la zootecnia y la programación agraria.

Señores, si queremos triunfar, sigamos el ejemplo de Humboldt a quien nuestro Libertador, Simón Bolívar, dedicara esta elocuente y concisa frase : "El Barón de Humboldt ha hecho más bien a la América que todos sus conquistadores."

TERCERAS JORNADAS LATINOAMERICANAS  
DE ACUSTICA CELEBRADAS EN CARACAS  
DEL 4 AL 7 DE MAYO DE 1971

Abril 20 de 1971

Señor Doctor  
Juan Marichal Linares  
El Rosal. - Calle El Retiro  
Quinta "Lolita" - Ciudad

Apreciado amigo :

Para su conocimiento y fines, me place participarle que en sesión celebrada por esta Academia el día 14 del presente mes, fue elegido Ud. para representar a esta Corporación durante la celebración de las III JORNADAS LATINOAMERICANAS DE ACUSTICA, que tendrán lugar en esta ciudad durante los días 4 a 7 de mayo venideros.

Las referidas Jornadas están patrocinadas por el Colegio de Ingenieros de Venezuela, y en la Comisión Organizadora figura el Ing. M. Torres Parra como Secretario Ejecutivo (Apartado N°) 1723 - Caracas 101. Venezuela).

Deseándole el mayor éxito en sus labores, me suscribo de Ud. atentamente,

*Miguel Parra León* Presidente

Caracas, 13 de mayo de 1971

Ciudadano  
Dr. Miguel Parra León  
Presidente de la Academia  
de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales  
Presente.

Apreciado doctor:

Por la presente hago manifestación de mi agradecimiento a esa Academia por el honor de haberme designado como uno de sus

representantes ante las Terceras Jornadas Latinoamericanas de Acústica fomentadas por el Grupo de Acústicos Latinoamericanos (G.A.L.A.) y al cual pertenezco.

Hago propicia la ocasión para hacer llegar a Ud. comunicación del Secretario Ejecutivo del evento y la cual lleva anexo copia de los trabajos mimeografiados presentados.

Agradecido a vuestra atención, soy de Ud. atentamente s.s. Arq.

*Juan Marichal Linares* **EL ARQUITECTO Y  
LA ACUSTICA**

*Trabajo presentado por Juan Marichal Linares,  
Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas, Arquitecto de la Universidad Central de Venezuela,  
Profesor de la Cátedra de Acústica Arquitectónica de dicha Universidad y Delegado de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales en dichas Jornadas.*

Los dos sustantivos que forman el título de este ensayo indican, por una parte: al profesional artífice necesariamente dedicado al ideal de la concepción y realización de edificaciones bellas, cómodas y apropiadas para el alojamiento del hombre en su diversa actividad. Por otra parte, el segundo sustantivo corresponde a una rama de la ciencia, con ese título, tan general, "Acústica", en el que se encierran todos los conocimientos contenidos en cada uno de los tres procesos del sonido que van en el eje *generación-transmisión-percepción* y paralelamente con la consideración de todos los procedimientos para modificar, en pro o en contra, a esos procesos.

La Acústica mantenida en la mente como la *combinación consenso* de eje, procedimientos, manipulación y adecuación del sonido, re-presenta una colaboración formidable al ideal del arquitecto. Por consiguiente, es evidentemente lógico que el arquitecto esté emplazado dentro del proceso, desde su comienzo, en la consideración de cada uno de los tres elementos del eje clave del sonido, que aquí repetimos: *generación-transmisión-percepción*, por lo que concierne a la realización de los proyectos que ha de desarrollar.

Analicemos sucesivamente los tres elementos del eje de una manera que será concisa, pero aunque a la vez sea suscita, no va a olvidar lo primordial. El análisis siempre contemplará la participación del arquitecto dentro de los problemas que se presentan y su resolución, que casos hay en que de él sólo depende la que con-viene. Se advierte que se mencionarán cosas conocidas, familiares, tanto al especialista acústico como al arquitecto. No se pretende, en este ensayo, sino filosofar, buscar la verdad de la presencia del arquitecto dentro de "La Acústica" y repetimos manteniendo en la mente la *combinación consenso* concebida. Al arrancar en el análisis nos damos cuenta de que todo lo que interesa en un principio no es auspiciar, sino por el contrario combatir al sonido exterior, en realidad, al complejo de frecuencias disímiles que llamamos ruido y así lo vemos a lo largo de lo que se explica.

*Tenemos en primer término a:*

### *EL ARQUITECTO Y LA PRODUCCION DEL SONIDO*

Para la circunstancia del ruido exterior cabe citar como primera consideración la actitud clásica del Arquitecto Urbanista en que enfrentándose a los niveles de ruido típico a producirse en lo que proyecta se obliga al establecimiento de zonificación, a disciplinas en la vialidad y al juego de distancia, a la designación de retiros, etc. En definitiva no puede dejar de aceptar la producción de ruido, pero trata de alejar de él las zonas residenciales.

También ante el ruido exterior, y ya dentro de un urbanismo como el concebido ideal, o escuetamente ante la ciudad como esté y ya no tan ideal, sucede que el arquitecto ha de enfrentarse ante ese ruido y acudir a las medidas favorables posibles como son:

- Lejanía al tránsito automotor, ferrocarrilero, aéreo.
- Situación más favorable de la edificación en la parcela.
- Aprovechamiento de las circunstancias topográficas.
- Arboleda.
- Dirección del viento.

También en este caso el arquitecto se enfrenta al ruido, lo acepta como se produce; pero dentro de lo posible adopta defensas en su contra.

En las dos acepciones citadas del arquitecto urbanista en su ciudad y del arquitecto en su parcela, aunque no pueden eliminar la

generación del ruido, sin embargo, no son pasivos ante las consecuencias de esa generación y toman medidas convenientes. No obstante puede cooperar en la eliminación parcial de la producción del ruido interviniendo en las usuales campañas contra el ruido urbano que fomentan las Municipalidades y las reglamentaciones consiguientes.

Hasta ahora las soluciones en la decisión del problema ante la generación del ruido ha implicado, puede decirse, que son de la competencia del profesional arquitecto.

Superadas las consideraciones anteriores y continuando en el proceso arquitecto y generación de ruido, viene a considerar esa generación ya dentro del proyecto de la edificación que le corriere. Es lógico que proceda en esta forma, a saber:

1. —Listado de ambientes de acuerdo al programa de exigencias.
- II.—Destacar en ese listado los sitios productores de ruido: Estación de bombeo, planta eléctrica, ascensores, sala de aire acondicionado y equipos dispersos, lavandería, cocina, elementos de sistema para basura, etc.
- III . —Elaboración de la distribución arquitectónica de rutina estableciendo lejanía entre los ambientes generadores de ruido destacados y los ambientes normales de uso.
- IV.—Darse por enterado de las posibilidades de medios para atenuar la producción de ruido en los ambientes destacados: suspensión y apoyos elásticos, control de vibración, aislación, selección del equipo mismo.

En definitiva el arquitecto continúa con la técnica de distanciar al ruido aunado al recurso de atenuar su producción por medios mecánicos. Para éstos le es aconsejado la consulta a especialistas en la materia.

En general la actitud del arquitecto en todas las etapas descritas, es y ha sido desde antes de Marcos Vitrubio hasta nuestros días, la de como podemos decir: "Aléjate del ruido y serás feliz".

*Veamos ahora a:*

### ***EL ARQUITECTO Y LA TRANSMISION DEL SONIDO***

Si ya el arquitecto en su diseño tiene al ruido distanciado y atenuado, le interesa ahora continuar con la atenuación del mismo en su etapa de transmisión. Debe tomar precauciones que son siempre obstáculos y que puedan resumirse en cinco, a saber:

- 1) Evitar la comunicación vía aire entre la fuente de ruido y los ambientes de uso.
- 2) Aislamiento físico del ambiente de fuente del ruido; paredes y losas masivas. Posibilidades de asentar equipos sobre el piso natural en planta baja o sótano.
- 3) Especulación con juntas de construcción.
- 4) Técnica general de aislamiento al ruido en paredes y losas.
- 5) Absorción de superficies.

Estas cinco recomendaciones actúan de control contra el ruido propio o interior transmitido en la edificación y conducen a una entrega atenuada en los ambientes de uso del hombre.

Las precauciones se complementan con la elección adecuada de paredes y vanos exteriores contra el ruido exterior. Es clásico el cómputo de nivel del ruido que se introduce en función del nivel de ruido exterior y de la extensión de paredes y vanos con los espesores que se atribuyen. Si lo introducido no es tolerable puede obligar a cambios de materiales o de espesores o de ambas cosas y aún de la magnitud del ventanaje.

La sumatoria de los ruidos interior y exterior, dentro del ambiente, ajenos a él, no deberá superar al nivel de ruido tolerable o propio de su operación, como lo indican para ello listados de todos conocidos.

El arquitecto comprende que fácilmente puede atender a resolver lo indicado en las cinco recomendaciones por su propia iniciativa. Es prudente, por otra parte, que con relación al ruido exterior deba hacer consulta en cada caso.

### *EL ARQUITECTO Y LA PERCEPCION DEL SONIDO*

Si nos referimos a la etapa final del eje, la de la percepción del ruido, nos damos cuenta que todo lo hecho en las etapas anteriores es para el ideal de que no se perciba, para que en el ambiente de uso no penetre ruido ajeno. Se ha llegado a una etapa contra ese ruido ajeno.

Pero el asunto no termina allí. Ahora se trata del sonido dentro del ambiente, con la misma estructura eje de generación-transmisión-percepción.

El sonido se genera dentro del ambiente, se refleja en las superficies limitantes y persiste; los circunstantes lo perciben continuada e insistentemente. Aparece en el ambiente lo que todos conocemos como el sajonismo reverberación, con sus características de incomodidad y confusión en la percepción si es que no se controla.

El arquitecto ya habrá clasificado los ambientes según su uso. De acuerdo al uso toma las medidas para que en ellos se tenga la re-verberación acertada, o para ser más preciso para determinarle tiempos de reverberación correctos.

Habrán usos en que se tenderá al tiempo muy breve, como por ejemplo, un cuarto de hospitalización, un dormitorio. La elección del tiempo breve, que ha implicado generosa participación de materiales absorbentes, ha hecho que lo percibido no resalte sobre la quietud lograda contra los ruidos ajenos.

Habrán otros usos en que el tiempo será más largo y adecuado para la percepción de la locución con la mayor inteligibilidad.

Otros casos serán más complicados, pues no basta la implantación de un tiempo de reverberación adecuado, pues si a ello sólo acudimos resultan con una sonoridad en la percepción pobre, como el de oír claro pero débilmente. Se hace necesario que el ambiente tenga planos reflejantes. Es, por ejemplo, un salón de clase.

Por último, si pasa a mayores, el arquitecto se encuentra con el caso del auditorio, que son generalmente de algún apreciable cupo, o el caso del teatro. Debe adoptar tiempo de reverberación según el uso y planificar reflexiones sobre el público, en pro de la mayor sonoridad en la percepción.

El asunto puede complicarse aún más, aunque no tan frecuente si se trata de un gran auditorio para uso específico como es el auditorio para ópera y para música sinfónica. Conviene lograr un tiempo de reverberación acertado, más largo que para la locución y una disposición de planos reflejantes de un efecto equitativo sobre el público. Además cuidar de otros aspectos exquisitos, como por ejemplo, el tiempo del primer intervalo de reflexión y la rata entre los sucesivos.

Y ya que del tiempo de reverberación se ha hablado como elemento a participar en el asunto, en la fórmula, la de Wallace C. Sabine, de Harvard, que dice:

$$7bo - \frac{1.73 V}{10.76} \text{ l a s}$$

o en el aspecto en que otros la han transformado, se tiene que la característica de volumen del ambiente va en el numerador, es decir, que el tiempo de reverberación aumenta con el volumen. Y no es el caso pensar, que porque los sabines de la absorción (el producto de áreas por coeficientes de absorción), o sea, porque esos sabines estén en el denominador, se pueda acudir a aumentar el área y el correspondiente coeficiente de absorción, a fin de contar con eso para compensar un volumen inadecuadamente grande. En definitiva la característica de volumen que para un ambiente pequeño no va a mandar categóricamente en el tiempo de reverberación, si es un elemento dominante si se trata de un auditorio.

En lo que se ha expresado en este ensayo he ido viajando de la mano con el arquitecto a lo largo de su presencia y participación del aspecto acústico en su proyecto. Se desprende del viaje una consecuencia fundamental para el arquitecto, un compromiso ineludible, y ello es: Que se ha de tener en cuenta el cuidado acústico desde un principio, aún antes de hacer esquemas y conservar la misma tónica a lo largo del proyecto. Da resultado beneficioso al hombre en el ambiente en que actúa, trabaja y vive.

Al respecto del cuidado acústico se tiene que es improcedente proyectar, y peor aún construir, para luego corregir. En muchas ocasiones la corrección no es posible y no quiero que ninguno de mis colegas sufra la mortificación de no haber cumplido lo que debía atender en su proyecto.

Les agradezco la atención con que han escuchado el anterior comentario. Gracias.



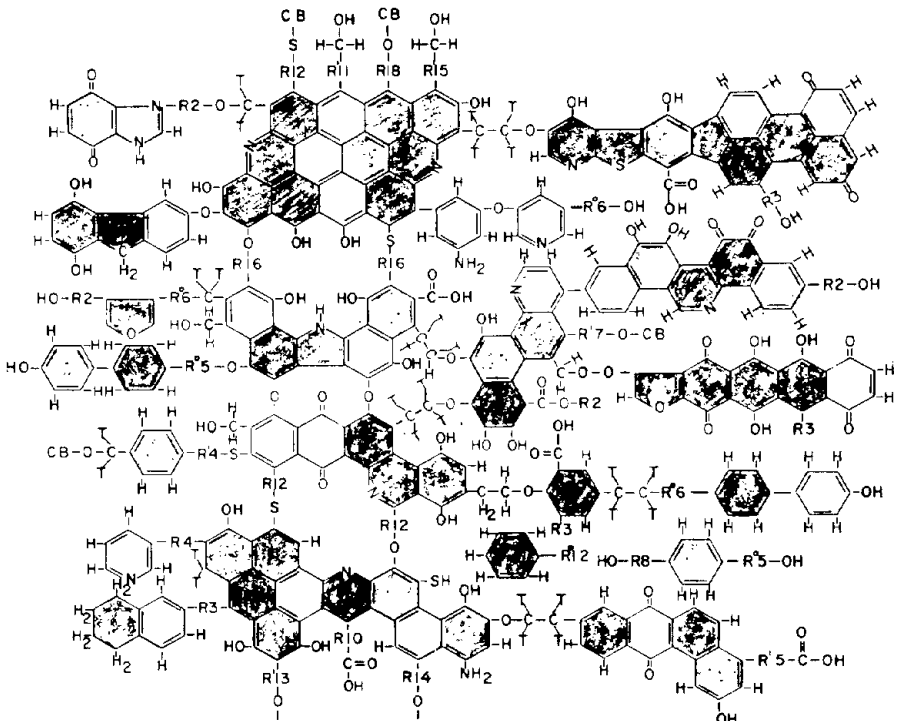
# ANOMALIAS EN LAS CUENCAS CARBONIFERAS DE VENEZUELA

**GEORG KAPO**

Facultad de Ingeniería  
Universidad de Zulia  
Maracaibo, Venezuela

**VICTOR M. LOPEZ**

División de Minas  
Ministerio de Minas e Hidrocarburos  
Caracas, Venezuela



## P R E F A C I O

La carátula de este trabajo es la estructura química de hulla bituminosa, según el Dr. George R. Hill.<sup>15</sup> La averiguación de esta estructura ha causado una tremenda polémica sobre la misma y ha sido uno de los desafíos de la química orgánica más interesante del siglo. El hecho que la estructura del carbón es tan complejo no debe ser ninguna sorpresa, tomando en cuenta la misma complejidad de la materia prima orgánica depositada en las varias épocas geológicas y del metamorfismo químico-bioquímico que esta materia prima sufrió desde los primeros momentos de su deposición. Los carbones venezolanos se suman a esta situación difícil, porque no caen en el patrón de los carbones mundiales más comunes.

El presente trabajo ha sido elaborado bajo un programa de investigación del carbón del Estado Zulia. Dicho programa está llevando a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia.

\* \*

### VI CONFERENCIA GEOLOGICA DEL CARIBE

6-11 de Julio de 1971

Porlamar, Venezuela

### **ANOMALIAS EN LAS CUENCAS CARBONIFERAS DE VENEZUELA**

**GEORGE KAPO Y VICTOR M. LOPEZ**

### S U M A R I O

La secuencia en los tipos de carbones minerales, lignito - hulla, bituminosa - antracita, corresponde en grandes rasgos, a los productos de metamorfismo de materia orgánica depositado en el Cenozoico, Mesozoico y Palaeozoico, respectivamente. Para los carbones importantes mundiales ha sido establecido una correlación general entre el tipo de carbón y su contenido de carbono, su valor de materia volátil, su poder calorífico, su contenido de humedad y su poder coquizante. Los carbones venezolanos más estudiados, los de Naricual,

Lobatera, Sabana Grande, Taguay y Zulia, fueron depositados en el Cenozoico y corresponden a lignitos según su contenido de carbono, su valor de materia volátil y su poder calorífico. Pero según su contenido de humedad, muchos de estos carbones tienen valores que son típicos de carbones más maduros, como las hullas bituminosas. Algunos de los carbones lignito de Lobatera, Naricual y Zulia tienen poderes coquizantes mucho mayores que los lignitos clásicos mundiales. Una de las capas en Lobatera tiene un poder coquizante muy fuerte comparado con los carbones mundiales. En Naricual, las capas más viejas tienen poderes coquizantes mucho más favorables de lo que se esperaba según su clasificación como lignito. También, en Naricual hay una correlación inexplicable entre el orden de deposición y el poder coquizante de la capa. Finalmente, se ha encontrado en el Estado Lara un carbón antracita depositado en estructuras de edad Cretácea y Terciaria.

No hay suficiente información para decir con seguridad la razón o las razones para estas anomalías. Pero, según sus composiciones petrográficas y sus contenidos elevados de hidrógeno y de materia volátil, parece que el tipo de materia orgánica primordial era la razón de estas características anormales y no su historia geológica. Una excepción sería la antracita de Lara, donde muy posiblemente una intrusión ígnea aceleró el metamorfismo de este carbón.

### *Introducción*

El talón de Aquiles, de la industria siderúrgica venezolana, es la ausencia de una fábrica de coque metalúrgico. Por muchos años, la gerencia de Corporación Venezolana de Guayana y de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) ha sostenido la tesis que no era conveniente ni necesario la fabricación de coque en Venezuela, debido al hecho que hubo excedentes de coque en el mercado mundial y era posible transportarlo barato en los barcos que vienen a Venezuela para llevar mineral férreo a ultramar. Esta tesis fue apoyada por una serie de "rumores", que los suscritos no comparten,<sup>1,2,3</sup> tales como: los carbones venezolanos tienen demasiado azufre, cenizas y materias volátiles; son muy difíciles de extraer y no se pueden coquificar; además no existen suficientes reservas comprobadas.

Durante la década 1960 hubo una disminución no prevista en la tasa de coque en los altos hornos que resultó en un exceso de producción mundial de coque. Para el año de 1970, el crecimiento de la producción de acero fue más rápida que la disminución en la

taza de coque, así que se terminaron los excedentes de este material. Por un período breve el año pasado SIDOR tuvo que pagar casi el doble por su coque debido a una estrangulación en los suministros mundiales del mismo. Es interesante notar que el mismo año, Alemania en un acto sin precedente, tuvo que importar coque para sus acerías. Obviamente, seguir desarrollando una industria siderúrgica sin tener bajo control una de las materias primas esenciales, el coque, es muy peligroso. Cabe recordarse que en un 80% de la producción de coque es producido por compañías de siderúrgicas, así que en épocas de crecientes demandas de acero, puede ser muy difícil, si no imposible, encontrar esta materia prima a un precio razonable.

Las excusas por la cual no existe una industria de coque metalúrgico en Venezuela, son dos:

I.—Los carbones venezolanos no son tan buenos como los excelentes carbones del Ruhr y de Pennsylvania.

II.—No existe en Venezuela una tradición técnica en el campo de carboquímica, así que no ha sido posible para los venezolanos contemplar la fabricación de coque a partir de un carbón que no era de primera calidad.

La primera excusa no es justificable, pues, por ejemplo, en Brasil, Argentina, Chile, Perú y México, hay producción de coque metalúrgico a partir de carbones de peores calidades de los que existen en Venezuela.' La segunda excusa puede ser rectificada al crear un laboratorio de carbón en el país, fomentar investigaciones sobre carbón y becar ingenieros y científicos para estudiar este campo. Cabe señalar que existen numerosos métodos técnicos, tales como mezcla de carbones, doble carbonización, precalefacción, fabricación de briquetas y separación de componentes petrográficos, que hacen posible la producción de un coque metalúrgico a partir de cualquier carbón mineral.

Hay un aspecto de los carbones venezolanos que se tiene que reconocer y es que sus propiedades coquizantes (es decir, sus habilidades para producir coque metalúrgico), son anomalías y son muy variables entre la misma cuenca y entre cuencas diferentes. Eso ha causado mucha confusión entre los diletantes en esta materia y esta confusión ha producido una actitud equívoca del presente y pasado gobierno sobre los carbones de Naricual y Lobatera.

El presente trabajo tiene por objeto señalar las anomalías en las propiedades coquizantes de los carbones venezolanos y pro-

poner hipótesis para explicarlas. Las propiedades de un carbón mineral cualquiera depende tanto del tipo de materia orgánica que fue depositado inicialmente, como en el metamorfismo químico-bioquímico que la materia orgánica primordial sufrió. Así que, en estudios geológicos sobre carbón mineral, tenemos interés tanto en las condiciones iniciales de sedimentación y deposición, como la historia de temperatura y presión de la cuenca.

### *Propiedad coquizante*

Un coque metalúrgico bueno es simplemente trozos de carbono impuro que tienen una alta resistencia a la rotura. Excepto para los carbones minerales cuyos contenidos de ceniza, azufre y fósforo son excesivamente altos, que no es el caso de carbones venezolanos, todos los carbones minerales bajo un proceso coquización (una pirólisis lenta, llegando hasta 900°C), son convertidos a carbono impuro. Pero, solamente ciertos carbones minerales rinden un coque con una alta resistencia a la rotura. Típicamente, el coque producido de un rango de carbones minerales puede ser de diez veces más flojo hasta diez veces más fuerte que el carbón original. Las razones geológicas por lo cual existe esta variación en un factor de 100 en las propiedades coquizantes que nos interesan en el presente trabajo.

Tantas pruebas en el laboratorio como procesos industriales de coquización son hechas con menudos de carbón mineral. Para formar trozos grandes de coque, entonces, es necesario, durante la pirólisis, que el carbón mineral primero se funda o se ablande, así que los menudos se aglutinen uno al otro, y después resolidifique. Durante la pirólisis, hay liberación de materia volátil y ésta puede causar hinchamiento cuando el carbón está ablandado o fundido. Un poco de hinchamiento es beneficioso, pues hace más factible la aglutinación de los menudos. Demasiado hinchamiento es detrimental, pues, el coque resultante tiene una estructura espumosa, y por eso, es flojo. Veamos, entonces, que para ser apto para producir coque, un carbón mineral tiene que tener la habilidad de fundirse, y la liberación de materia volátil tiene que ser en tal forma que no cause demasiado hinchamiento.

La medición de la propiedad coquizante es empírica y casi todos los países industrializados han desarrollado su propia medida de la propiedad coquizante de un carbón mineral. Desde hace unos veinte años, entidades oficiales venezolanas han pedido a organi-

zaciones en varios países hacer evaluación de los carbones venezolanos. Los numerosos informes resultantes, en los cuales han sido empleados varias medidas diferentes de propiedad coquizante, han causado cierta confusión sobre las propiedades coquizantes reales de los carbones en Venezuela.

En este trabajo, para evitar confusión y para hacer comparaciones entre carbones diferentes, se emplea únicamente el sistema de clasificación de carbones desarrollado por el Comité del Carbón de la Comisión Económica de Europa de las Naciones Unidas.' Este sistema es simplemente una escala entre 0 y 5 que se presenta a continuación:

| Valor del Poder Coquizante | Descripción de Propiedad Coquizante |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 0                          | ninguna                             |
| 1                          | pobre                               |
| 2                          | floja                               |
| 3                          | moderada                            |
| 4                          | bueno                               |
| 5                          | excesiva                            |

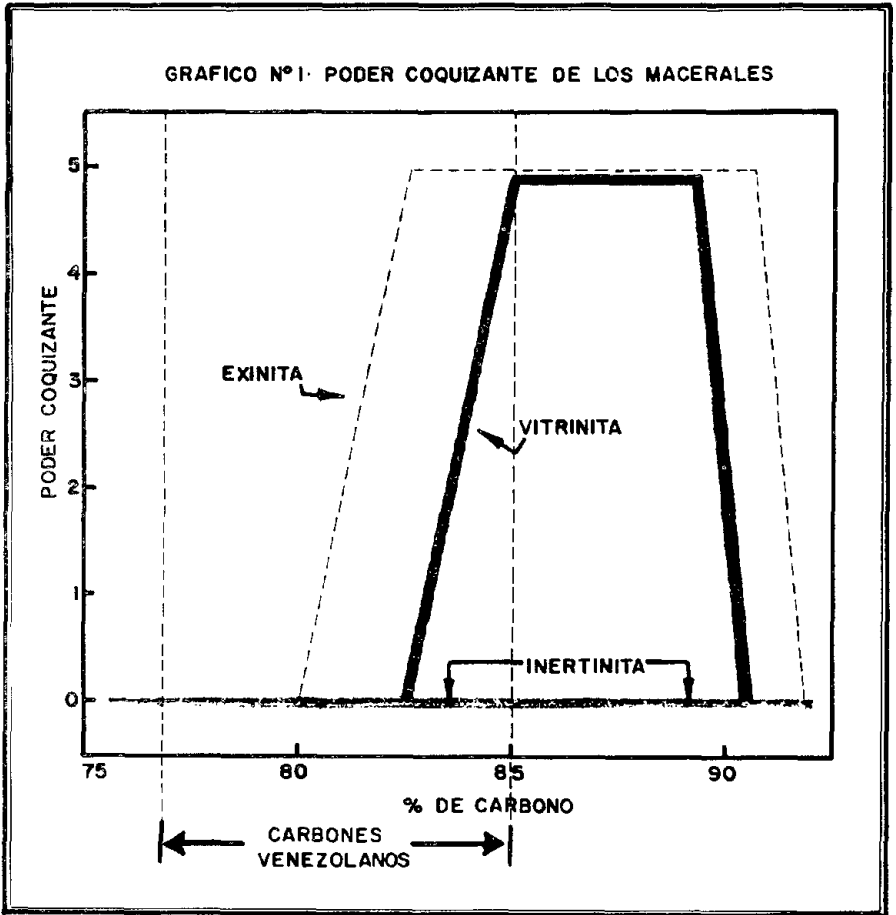
Los valores del poder coquizante en este cuadro son determinados por la prueba de Audibert-Arnou o de Grey-King. Existen correlaciones entre las últimas dos pruebas y otros tipos de pruebas de propiedad coquizante como la de hinchamiento, de Boga y de Gieseler, así es factible reducir todas las diversas pruebas de esta escala de cero a cinco.

Todas las pruebas de laboratorio son deficientes en el sentido de que si un carbón posee un índice favorable de su poder coquizante, no necesariamente el carbón produciría un coque de alta resistencia a la rotura. Un índice favorable dice simplemente que el carbón podría formar un coque bueno y en el caso que no forme un coque bueno, por modificación del proceso de coquización debe ser posible producir un coque apto para usos metalúrgicos. Si al nivel de laboratorio la propiedad coquizante no parece adecuada, es casi seguro que este carbón no sirve para fines metalúrgicos.

### *Petrografía de los Carbones Minerales de Venezuela*

Hay muchos tipos de materias orgánicas, tales como madera, hojas, esporas, polen, resina, etc., que pueden haber sido depositados en épocas geológicas del terciario y cuyos productos de metamor-

GRAFICO N° 1. PODER COQUIZANTE DE LOS MACERALES



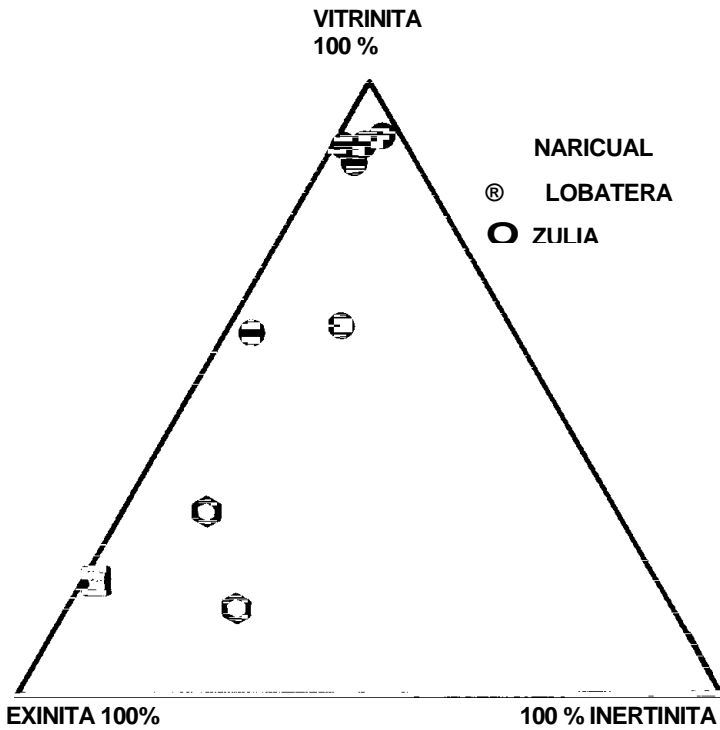
fismo son hoy día los ingredientes heterogéneos de un carbón mineral. El producto de cada materia prima, además de tener distintos análisis químicos y propiedades coquizantes, tienen características ópticas muy diferentes uno del otro. El análisis petrográfico para estos macerales orgánicos en un carbón mineral está basado sobre esta última característica.

Hay ocho macerales orgánicos principales : collinita, tellinita, resinita, alginita, sporinita, cutinita, fusinita y micrinita. Estos minerales están divididos en tres conjuntos: los primeros dos del conjunto "vitrinita", los segundos cuatro del conjunto "exinita" y los últimos dos en "inertita". Como está demostrado en el Gráfico N° 1, estos grupos tienen poderes coquizantes muy diferentes. La inertita tiene un poder coquizante igual a cero sobre todo su rango completo de metamorfismo (medida por porcentaje de carbono). La vitrinita tiene un valor favorable en su poder coquizante únicamente en el rango de 84-90 porcentaje de carbono. En contraste, la exinita tiene un rango mayor (81-91 porcentaje de carbono) donde el poder coquizante es favorable. Con la definición del poder coquizante ilustrado en el Gráfico N° 1, no se puede apreciar la diferencia realmente grande que existe en las propiedades coquizantes de la exinita y la vitrinita. Por ejemplo, el valor máximo de la prueba de fluidez de Gieseler para la exinita es de unas diez veces mayor que el valor máximo para la vitrinita y el valor máximo de la dilatación de la prueba de Arnu es unas dos veces mayor.'

Obviamente, entonces, para entender y hacer correlaciones de las propiedades coquizantes de un conjunto de carbones es necesario conocer sus análisis petrográficos. Pues, por ejemplo, un carbón mineral puede tener un análisis químico de 84 porcentaje de carbono y si su maceral predominante es la inertinita, la vitrinita o la exinita, su poder coquizante sería cero, moderado o excesivo, respectivamente. Las hullas venezolanas varían entre 77 a 85 porcentaje de carbono; éste es precisamente el rango donde los varios macerales tienen sus mayores diferencias en propiedades coquizantes.

La forma más conveniente de representar el análisis petrográfico de carbones minerales es en un gráfico triangular como lo indica el Gráfico N° 2, con vértices representando 100% de vitrinita, exinita e inertinita. En el Gráfico <sup>Nv</sup> 2 está representado todos los análisis de macerología de carbones venezolanos que los suscritos pudieron encontrar en la literatura. Obviamente, hay una necesidad de tener una cantidad mucho mayor de estos tipos de análisis. Ni siquiera

GRAFICO N°2-COMPOSICION PETROGRAFICA



para algunas cuencas hay un análisis disponible. Y para otras cuencas solamente hay un análisis para algunas de las capas de carbón en dichas cuencas. Y finalmente, los análisis hechos fueron para una muestra únicamente y no había pruebas de la continuidad del análisis ni en el sentido vertical ni horizontal en la capa. A pesar de todas estas deficiencias en el Gráfico N°2, aparece que se puede concluir que los carbones venezolanos contienen cantidades variadas, pero, considerable de exinita y por eso, son distintos a las cuencas carboníferas importantes de Norte América y de Europa, que en general, son muy altos en su contenido de vitrinita. Más adelante, se presentaron análisis químicos de los carbones venezolanos que coincidirían con un supuesto alto contenido de exinitas.

### *El Valor de Materia Volátil y los Contenidos de Hidrógeno, Humedad y Ceniza*

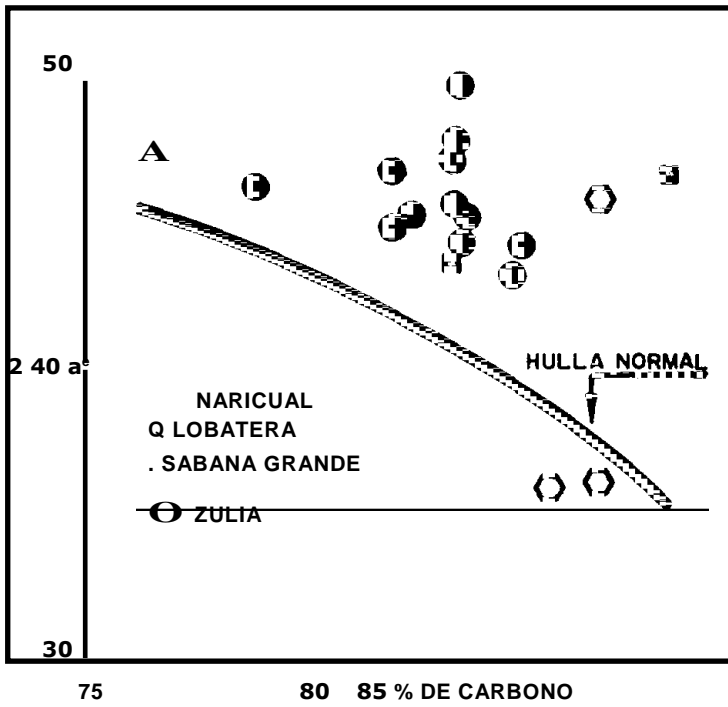
Los Gráficos 3 y 4 muestran los valores de dos de estos parámetros químicos para carbones venezolanos. En los mismos gráficos está la línea para carbones tipo vitrinita (carbones húmicos normales); estas líneas son los promedios de innumerables análisis de carbones de E.U.A. y Europa. Como se puede apreciar, al mismo porcentaje de carbono, casi todos los carbones venezolanos tienen mayores contenidos de hidrógeno y materia volátil que los carbones normales. Es de conocimiento común que al mismo grado de metamorfismo (porcentaje de carbono), tanto el contenido de hidrógeno como el valor de materia volátil son los más altos para exinita y los más bajos para inertinita; vitrinitas tienen valores intermedios.' Los resultados de los Gráficos 3 y 4 coinciden, entonces, con la generalización de que los carbones venezolanos son altos en exinita.

Típicamente, carbones en E.U.A. y Europa, con la misma composición que corresponde a los de Venezuela, tienen unos 10 por ciento o mayor de humedad. En contraste, el contenido de humedad en los carbones venezolanos es favorablemente bajo y para muchos casos es entre 3 y 5 por ciento. Esta muy posiblemente se debe a sus altos contenidos de exinita. Cabe mencionar que hay una correlación inversa entre el poder coquizante y el contenido de humedad, que es explicable basado sobre consideraciones de la estructura polimérica del carbón.'

Los contenidos de ceniza de los carbones venezolanos son relativamente altos (3-7% ), aún no tan alto para descalificarlos como materia prima metalúrgica. Estos valores altos, y también la exis-



GRAFICO N° 4: CONTENIDO DE MATERIA VOLATIL



tencia de pirita microdispersada, 'corresponde a cuencas carboníferas de origen allocotono, donde la deposición de exinita está favorecida.

### *Poder Coquizante de los Carbones Venezolanos*

El Gráfico N° 5 muestra la correlación entre el poder coquizante y la materia volátil. La faja representa la dispersión de los resultados para los carbones de Europa y de E.U.A.' Los resultados para los carbones venezolanos son representados por puntos individuales; varios puntos para algunas cuencas se refieren a las capas diferentes de dicha cuenca. Los resultados son halagadores por dos razones:

- A) Aún hay pocas variaciones en su valor de materia volátil, entre cuencas y en la misma cuenca los carbones venezolanos cubren el rango completo de 0 a 5 en su poder coquizante. Este hecho ha causado confusión considerable sobre la posibilidad de producir coque en Venezuela.
- B) A pesar de su alto valor de materia volátil, algunos carbones venezolanos tienen un poder coquizante mayor de lo que se espera según la correlación general. Esto es debido, muy probablemente a sus mayores contenidos de exinita.

El Gráfico N° 6 muestra una correlación entre el poder coquizante y el orden de deposición de las capas en Naricual. Esta correlación no obedece a ninguna relación ni con las composiciones químicas de las capas ni con los pocos análisis petrográficos disponibles en esta cuenca. Si esta correlación no es de azar, puede ser otra anomalía de los carbones de Venezuela, como se discute más adelante.

### *Aspectos Geológicos*

Aparentemente, todas las cuencas sedimentarias principales en Venezuela tienen una edad más joven que el mesozoico." En la Figura N° 1 se muestran estas cuencas y, también, se ubican los depósitos conocidos de carbón y de petróleo.<sup>10</sup> La existencia simultánea de carbón y de petróleo en estas cuencas es curiosa; también, es interesante notar que en la Cuenca de Maracaibo se encuentran los depósitos más grandes tanto de carbón como de petróleo. En Norte América y en Europa han sido encontrados también, depósitos de carbón y de petróleo en la misma región geográfica. Pero, en estas situaciones, raramente la materia volátil del carbón ha sido menor que el 37 por ciento. Aparentemente, para lograr un metamorfismo en el carbón tal que su valor de materia volátil sea menor que el

GRAFICO N° 5 PODER COQUIZANTE DE LOS CARBONES VENEZOLANOS.

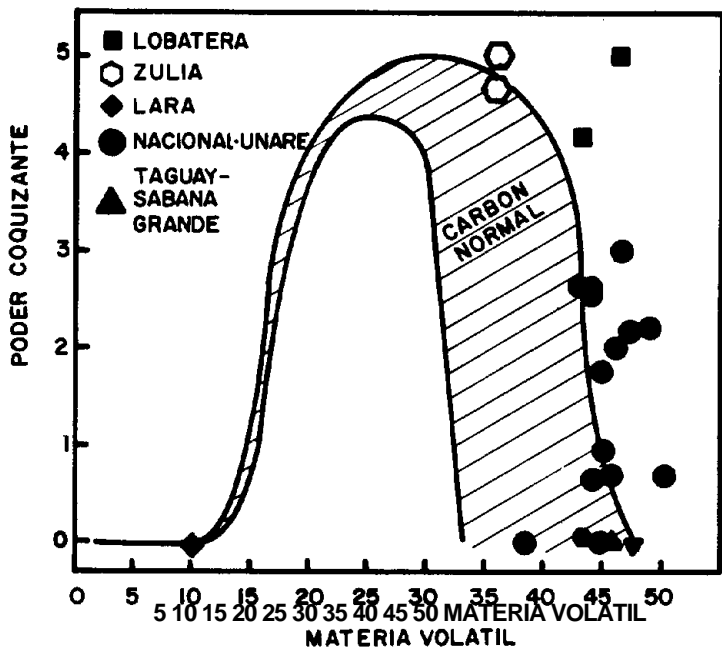
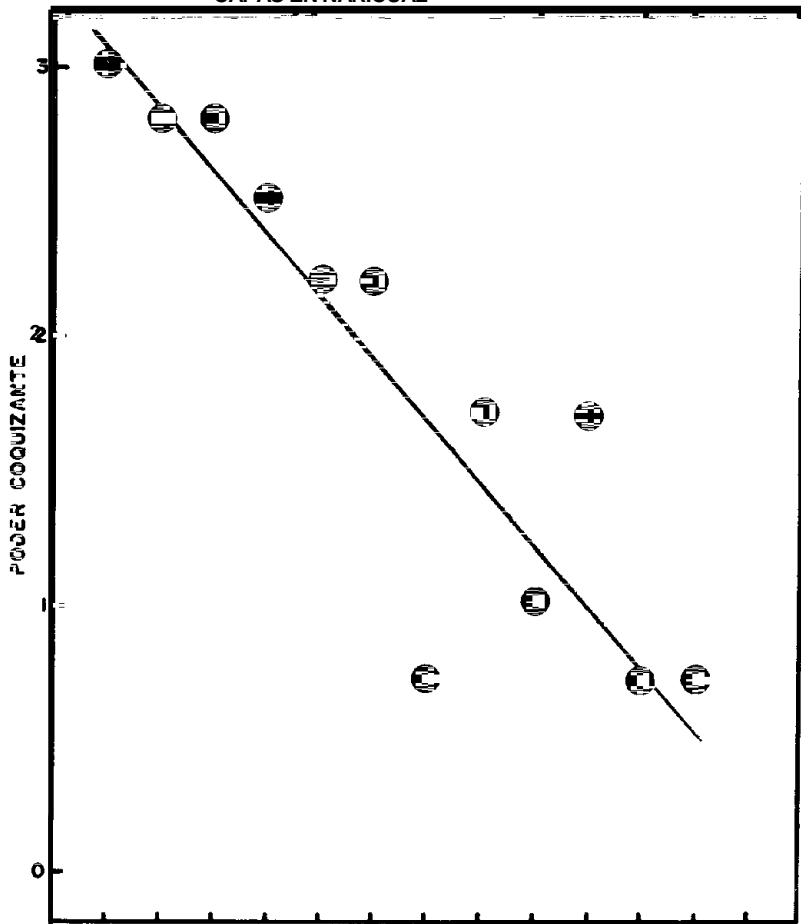


GRÁFICO N°6- PODER COQUIZANTE Y ORDEN DE DEPOSICION DE LAS CAPAS EN NARICUAL



1. 2 3 4. 5 6 7 B 9 10 11 12 13  
CAPA

MIOCENO

OLIGOCENO

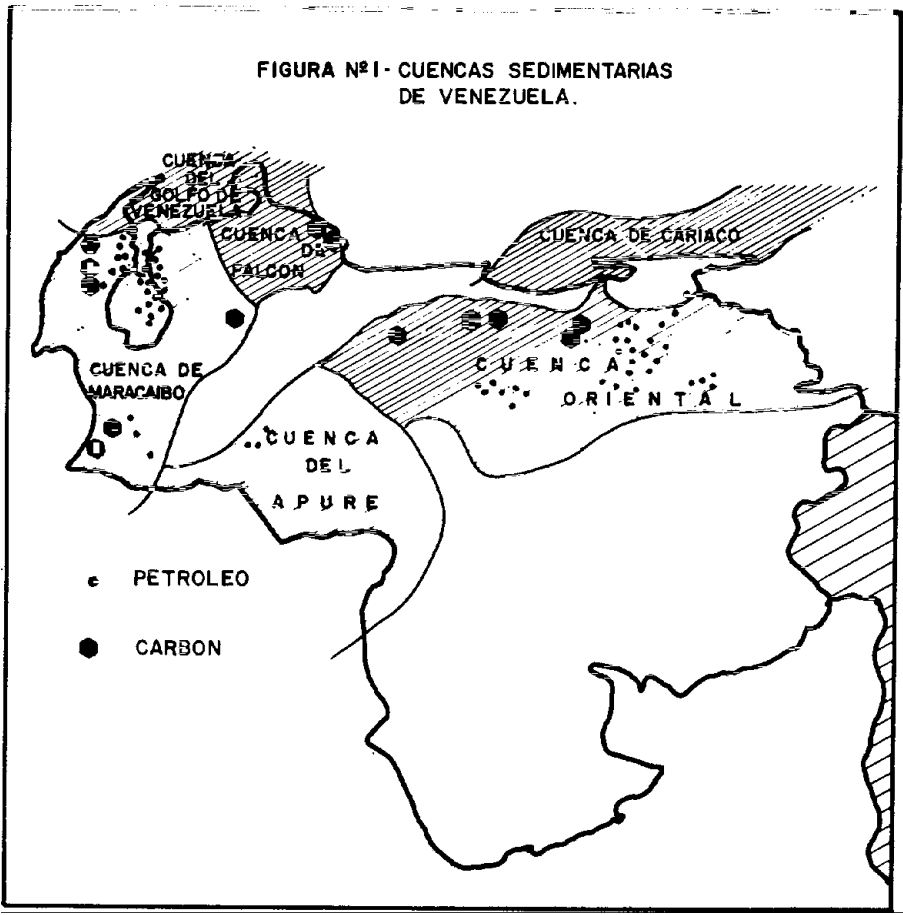
37 por ciento, requiere altas temperaturas y/o largo tiempo, así que el petróleo mismo sería removido de la cuenca por destilación o sería convertido a gas y residuo bituminoso.<sup>13</sup> En este momento no se puede decir mucho sobre la relación entre la materia prima orgánica que fue transformada a carbón y ésta que fue transformada a petróleo. Obviamente, los carbones de deposiciones autocotonos en Norte América y Europa, no sirvieron como materia prima para el petróleo que se encuentra en estas regiones. Pero, en el caso de carbones de deposiciones allocotonos, como aparentemente son los de Venezuela, sería interesante especular sobre posibles relaciones entre éstos y los supuestos depósitos marinos que produjeron el petróleo venezolano.

Durante la época cuando ocurrió las desposiciones de materia orgánica en Venezuela, hubo grandes cambios en el clima.<sup>12</sup> Esto habría resultado en cambios sustanciales en la naturaleza de la materia orgánica depositada y en el tipo de metamorfismo diagénico que sufrió la materia depositada. Este fenómeno fue notado en los carbones del Rhine que fueron depositados entre el eoceno hasta el plioceno. En este caso, los carbones más viejos fueron formados de la palma y otras vegetaciones tropicales y los carbones más jóvenes fueron formados de pinos y otros árboles de clima frío." Posiblemente este tipo de fenómeno puede explicar algunas de las variedades de los carbones en Venezuela.

La zona carbonífera de Naricual está ubicada dentro de las formaciones de Quiamare y Areo; así la capa más joven se depositó a principios del mioceno y la capa más vieja a principios de oligoceno. O sea, la diferencia en edad entre la capa más joven y la más vieja es de unos 10' años, mientras tanto la edad promedio de la cuenca es de unos 3 x 10' años. Si suponemos que todas las capas en Naricual tuvieron la misma materia prima, que han sufrido la misma acción bacteriológica, y que tuvieron la misma historia de temperaturapresión-tiempo, tenemos la hipótesis de que el desarrollo fuerte de las propiedades coquizantes se debió a un metamorfismo de poca duración, comparado con la vida promedio de las capas. Esta conclusión estaría en contra de la generalización de que los carbones que han desarrollado propiedades coquizantes se depositaron en el mesozoico.

Antracita en cuencas muy grandes, solamente ha sido encontrada en depósitos del paleozoico superior. La presencia de antracita en el Estado Lara, que está asociado con estructuras del terciario, es explicable solamente por una intrusión ignea que aceleró el metamor-

FIGURA N°1 - CUENCAS SEDIMENTARIAS DE VENEZUELA.



fismo químico de este carbón. Este metamorfismo por contacto es conocido en varias cuencas carboníferas en el mundo, pero es de poca extensión y es de interés académico más que todo.

### *Conclusiones*

Algunos carbones venezolanos, aunque de edad terciaria, muestran propiedades coquizantes que normalmente se ascribe a carbones depositados en el mesozoico. Entre capas de carbón en la misma cuenca y entre cuencas distintas, hay diferencias muy sustanciales entre sus propiedades coquizantes. Se deben estas anomalías al hecho de que las cuencas de Venezuela recibieron materiales allocotonos (transportado) y, por esto, los carbones formados son relativamente ricos en macerales del tipo exinita. Este tipo de deposición ha sido de menor importancia en las cuencas carboníferas de Norte América y Europa. En estas regiones las cuencas importantes tenían un carácter autocotonos como un bosque pantanoso. En este último tipo de depósito, los macerales predominantes corresponden al grupo vitrinita y el carbón tiene una estructura más homogénea.

Los anormalmente altos valores de los poderes coquizantes de los carbones venezolanos son explicables, considerando el hecho que al mismo grado de metamorfismo, la exinita tiene mayor poder coquizante que la vitrinita. La gran variación de propiedad coquizante entre capas de carbón de la misma edad se debe muy posiblemente a las características variables y de azar de los depósitos allocotonos.

### *Recomendaciones*

Debido al hecho de que la materia orgánica depositada en las formaciones carboníferas venezolanas eran del tipo favorable para producir, en su metamorfismo, carbones minerales con buenas propiedades coquizantes, se recomienda la continuación de las exploraciones geológicas de las cuencas carboníferas en Venezuela con la esperanza que existen en el país capas de carbón apto para producir coque metalúrgico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Comisión Presidencial para las Minas de Naricual, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, República de Venezuela (1967).
2. Kapo, G. y López, E. B.: "La No-Correlación entre el Contenido de Materia Volátil y su Poder Coquizante de los Carbones Venezolanos", 1 *Jornadas Venezolanas de Minería y Metalurgia*, Caracas (14 de mayo de 1968).
3. Kapo G.: "Los Análisis Químicos, las Composiciones Petrográficas y las Reservas de Carbón de Coque en Venezuela", *Seminario sobre el Carbón y la Siderúrgica Latinoamericana (ILAFA)*, Santiago de Chile (4-8 de agosto de 1969).
4. *Seminario sobre el Carbón y la Siderurgia Latinoamericana (ILAFA)*. Sesión C. "Geología, Reservas y Petrografía de los Carbones Latinoamericanos, Santiago de Chile (4-8 de agosto de 1969).
5. Van Krevelen, D. W.: "Coal", cap. 14; Elsevier Publishing Company, Amsterdam (1961).
6. Hirst, W.: "The Colloid Structure of Coal", *Conference on the Ultra-fine Structure of Coals and Cokes*, The British Coal Utilization Research Association (24-25 de junio de 1943).
7. King, J. G. y Wilkins, E. T.: "The Internal Structure of Coal", *Conferencia on the Ultra-fine Structure of Coals and Cokes*. The British Coal Utilization Research Association (24-25 de junio de 1943).
8. Kapo, G.: "Una Correlación Tentativa entre el Poder Coquizante y las varias Capas del Carbón en Naricual", *Organo de la Sociedad Venezolana de Ingenieros de Minas*, 1, 26 (Noviembre de 1968).
9. Van Krevelen, P.26-28.
10. Bellizzia G. A.: "Mapa de Recursos Minerales de Venezuela", Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, República de Venezuela (Julio de 1968).
11. Lexico Estratigráfico de Venezuela, Boletín de Geología (Ministerio de Minas e Hidrocarburos), Publicación Especial N. 4, p.642 (1970).
12. Ibid, p.649.
13. Francis, W.: "Coal, Its Formation and Composition", p.602; Edward Arnold Publishers, London (1961).
14. Ibid, p. 10-11.
15. Hill, G. R. y Lyon, L. B.: *Industrial and Engineering Chemistry*, 54, N9 6, 37 (Junio de 1962).



Se continúa la serie de trabajos inéditos con el del Ingeniero J. B. Bond, relativo a sistemas de regadío en la región central del país.

## **SISTEMA DE RIEGO AL ESTE DE LA LAGUNA DE VALENCIA EDO. ARAGUA**

**Por J. B. BOND**

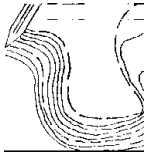
La construcción del embalse y canal de desviación para almacenar la escorrentía de la parte superior del río Aragua, se encuentra actualmente en progreso.

Una capacidad de almacenamiento de 4.600 hectáreas metro, se obtendrá con la construcción de una presa de tierra, de poca altura en el extremo inferior de la hoya de la laguna de Suata, más o menos 5 Kms. al oeste de la Victoria.

Se estima que el gasto obtenible en el río Aragua, aguas arriba del sitio de desviación y el área de drenaje de la hoya de la laguna Suata, producirán un almacenamiento de agua suficiente para regar 3.800 hectáreas. Los estudios del almacenamiento indican que el gasto del Aragua en exceso de la capacidad de 14.000 l.p.s que tiene el canal de desviación, será muy pequeño. Los gastos mayores que la cantidad arriba mencionada y cuyo exceso no se puede conducir por el canal, sólo ocurrirán a intervalos infrecuentes y su duración variará de unos pocos minutos a unas pocas horas.

El trazado del sistema de canales para el aprovechamiento del agua almacenada en el embalse de Suata, se está estudiando actualmente. El área regable está situada al sur del Aragua y se extiende hacia el oeste hasta un punto cercano a Palo Negro. Por el sur limitada por el pie de la serranía entre San Mateo y Cagua y la orilla norte de la Laguna de Taiguaigui, por encima de la curva de nivel 438 referida al nivel del mar.





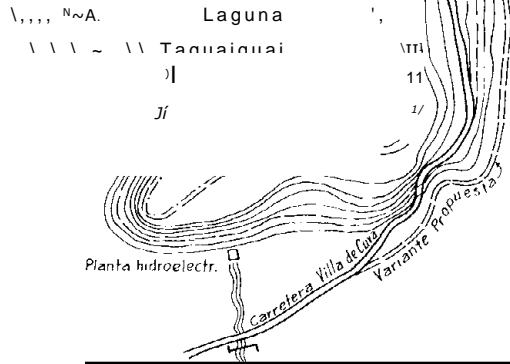
----- 452 -- u,

433 -, m

434 --, ---

-435- t36

ó



1

R10 =GuajD  
desde el

c  
a J

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS**  
DIRECCION DE OBRAS DE RIEGO

CD Q11;5 DEL EMBAL5F P2ODUESTO M  
LDI P.. '11 f. PRESAS DE TIER2A A 1  
SALIDA DE LA 'ADUNA TAC,UAIGUAI

..... i'QQpP \_\_\_\_\_  
a.. 4 A~~~J \_\_\_\_\_

LFYE MDA  
3aj z O PERFOPAC]O NEu PRO EIIIn DAS

Las razones para elegir el área mencionada en el párrafo anterior fueron :

- 1) Proximidad a la fuente de abastecimiento, con la consiguiente reducción de las pérdidas en la conducción.
- 2) Los estudios de las tierras hechos por el Ministerio de Agricultura y Cría, muestran que esas tierras son de calidad igual y en algunos casos superior a la de las otras tierras de la hoya de la Laguna de Valencia.
- 3) Las condiciones son buenas para el drenaje.
- 4) La mayor parte del área presenta una superficie bastante plana, lo que requerirá una mínima cantidad de nivelación y de construcción de canales secundarios.
- 5) El área tiene buenas vías de comunicación y poblaciones establecidas con escuelas e iglesias.
- 6) Parece que será posible desarrollar otras fuentes de abastecimiento para regar otras áreas al este de la Laguna de Valencia y que estas áreas serán contiguas por el sur y por el este a las 3.800 hectáreas elegidas. El gran tamaño del área regada reducirá los costos unitarios de operaciones y conservación.

En febrero y marzo de 1940 efectué breves viajes de exploración por la hoya de la Laguna de Taiguai guai o Casupito y por la parte superior del río Guárico, la cual se encuentra a suficiente altura para permitir la desviación de sus aguas a la hoya de la laguna Taiguai guai. Con fechas 19 de febrero y 11 de marzo de 1940 preparé dos memorándums relativos a esos viajes de exploración y cuyos títulos respectivos eran: *Informe preliminar sobre almacenamiento de agua en la laguna de Casupito e Informe preliminar sobre almacenamiento y desviación de las aguas del río Guárico.*

Al memorándum del 19 de febrero de 1940, ya citado, se adjuntó un croquis del embalse propuesto en la laguna de Casupito. El embalse estaría formado por la construcción de largas y bajas presas de tierra, a lo largo de la orilla norte de la depresión. En el memorándum se hacía constar que sólo se disponía de la cota de un punto situado en la parte más baja de la hoya. Posteriormente se han obtenido cotas adicionales de puntos de la región y se ha encontrado que no será necesaria la presa "C".

Datos topográficos obtenidos después de junio de 1940, muestran que los canales provenientes de los ríos Aragua y Turmero

hasta la laguna Taiguaiguai, que se mencionaban en el memorándum del 19 de febrero, con una longitud de 5 y 4,5 kilómetros respectivamente serán algo más cortos y estarán situados en terrenos planos.

En el memorándum mencionado, también se decía que se creía que el canal que conduce del río Guárico a la planta eléctrica de Campo Alegre, tenía suficiente altura para que si se prolongase pudiese pasar por la ensillada de Villa de Cura y caer en la hoya de la laguna de Taiguaiguai. Actualmente se han obtenido cotas suficientes que muestran que si el canal se prolonga con una pendiente económica, llegará a Villa de Cura varios metros más alto que la cota de la ensillada.

El memorándum del 11 de mayo se refiere a la exploración de un embalse en la parte superior del río Guárico, cerca de Belén y a las condiciones del canal del río Guárico hasta la planta eléctrica de Campo Alegre. También se refiere a la posibilidad de prolongar este canal hasta la hoya de Taiguaiguai, pasando por la ensillada de Villa de Cura.

Cuando se redactó el memorándum del 11 de marzo de 1940, la Compañía Anónima Consulting Engineers estaba practicando investigaciones extensas y efectuando sondeos en el sitio de presa de Boca Chica, sobre el río Guárico poco más abajo de la confluencia de este río con el río Tucutunemo. El trabajo se venía haciendo de acuerdo con el contrato de fecha 20 de diciembre de 1939. En el informe preliminar del 22 de febrero de 1940 ellos recomendaron que se destinaran Bs. 1.700.000 para hacer levantamientos detallados, sondeos y redacción del proyecto, inclusive el embalse del río Guárico.

En el memorándum del 11 de marzo de 1940, se recomendaba en caso de que no fuere posible el embalse del río Guárico, mediante la construcción de una presa en Boca Chica, que se hicieran las siguientes investigaciones :

- a) Construcción de una pequeña presa de tierra en el río Guárico aproximadamente 5 Kms. al este de Belén, para almacenar las aguas de las crecientes hasta ese punto.
- b) Ensanche y prolongación del canal que conduce agua a la planta eléctrica de Campo Alegre.
- c) Construcción de un canal desde el río Tucutunemo, hasta la hoya del río Minas, pasando por la ensillada de Villa de Cura.

- d) Almacenamiento de las aguas desviadas de la hoya del río Guárico en un embalse que se construiría en la laguna Taiguaigui.

La Consulting Engineers encontró que el embalse en Boca Chica no era posible y recomendaban en su informe final que el almacenamiento de las aguas del río Guárico se efectuase mediante la construcción de una presa en el río Tucutunemo un poco más abajo de Villa de Cura. Para conducir las aguas del río Guárico a este embalse habría que ensanchar y prolongar el canal de la planta eléctrica de Campo Alegre. La capacidad útil de ese embalse sería de 3.000 hectáreas metro y el agua del embalse se conduciría a la hoya de la laguna de Valencia por medio de un túnel por debajo de Villa de Cura.

Desde que se efectuaron las exploraciones expuestas en los memorándums del 19 de febrero y del 11 de marzo, no se ha prestado mucho estudio al almacenamiento de agua en la laguna de Taiguaigui. Se han obtenido cotas aproximadas en el sitio para las presas de tierra que se mostraban en el croquis anexo al primero de los memorándum citados. También se han dibujado curvas de nivel aproximada con un intervalo de 1 mt. Con un equipo de perforación se efectuaron sondeos profundos.

Las curvas de nivel, posición de las presas de tierra, sondeos y los puntos aproximados donde llegarán los canales de alimentación, se muestran en el croquis anexo que tiene por título "Croquis del embalse propuesto mediante presas de tierra a la salida de la laguna Taiguaigui".

El embalse de la laguna Taiguaigui, exigirá la reconstrucción de aproximadamente 3 Kms. de la carretera de concreto que conduce a Villa de Cura.

Se puede construir una carretera más alta sin alargar la distancia ni aumentar las pendientes, ni la curva. El cambio propuesto se muestra en el croquis enunciado en el párrafo anterior.

Los sondeos profundos no acusaron la presencia de materiales porosos o inestables. Las muestras obtenidas contenían arcilla compacta e impermeable, combinada con una pequeña cantidad de arena y grava fina. Las muestras indican que las filtraciones serán muy pequeñas y que no se necesitarán cortinas de tablestacas ni de otro género.

La capacidad de almacenamiento del embalse en consideración, se da en la tabla siguiente :

| Curva de nivel | Superficie inundada en hectáreas | Capacidad de almacenamiento en hectárea-metro |
|----------------|----------------------------------|---|
| 429            | 34                               |   |
| 430            | 391                              | 213   |
| 431            | 708                              | 762   |
| 432            | 947                              | 1.589   |
| 433            | 1.157                            | 2.736   |
| 434            | 1.349                            | 3.989   |
| 435            | 1.593                            | 5.406   |
| 436            | 1.756                            | 7.135   |
| 437            | 1.926                            | 8.976   |

El 25 de julio de 1941 se hizo una exploración del valle del río Tucutunemo desde Villa de Cura hasta 16 Kms. aguas arriba. El objeto de esta exploración era el de averiguar si existían condiciones favorables para embalse en este río. En esa misma fecha se practicó una inspección de la ruta probable que seguiría el trazado de un canal desde el río Tucutunemo hasta la laguna Taiguaiguai. También se estudió la situación de una presa de tierra en la parte superior u oriental de la laguna Taiguaiguai. Aunque no se puede obtener la misma capacidad que la que se obtendría situando las presas a la salida de la laguna, la economía en el costo de los terrenos necesarios para la obra y en las pérdidas de agua por evaporación debida a la superficie expuesta, deben tomarse en consideración.

De acuerdo con los mapas existentes el área de drenaje del río Tucutunemo, por encima de Villa de Cura es aproximadamente de 110 Km<sup>2</sup>. El gasto del río ha sido medido durante el último año. La escorrentía durante este período ha sido algo menor de 8 hectáreas-metro por Km<sup>2</sup>. Sin embargo, durante el período medido y en el año y medio anterior, la precipitación ha estado muy por debajo de la normal. Durante 1940 y la primera parte de 1941, el gasto de los ríos en la parte de Venezuela en consideración, ha sido aproximadamente la mitad de lo normal.

El gasto medio anual del río Tucutunemo es probablemente de unas 14 hectáreas-metro por Km<sup>2</sup>.

En el río Tucutunemo, aguas arriba de Villa de Cura, existen cuatro puntos donde parece que se podría construir una presa relativamente baja para almacenar agua con una capacidad en exceso del rendimiento medio anual de la hoya. Estos sitios se indican en el croquis anexo, relativo al sistema de riego propuesto para el este de la laguna de Valencia. A fines de su identificación han sido numerados del 1 al 4.

La formación en los extremos de cada uno de los sitios es esquistosa. El aliviadero de demasías podría construirse en este material, pero una caída inclinada revestida con concreto se necesitará a la salida del aliviadero para evitar la erosión. Materiales apropiados para la construcción de una presa de tierra y para los correspondientes empedrados de protección, se encuentran próximos. Las condiciones de fundación se desconocen. La erosión causada por el río Tucutunemo y por las quebradas que a él afluyen, no ha puesto en descubierto estratos porosos, sin embargo, éstos podrían encontrarse a mayor profundidad.

El terreno superficial en todos los puntos, excepto el N° 3, está compuesto de arcilla bastante impermeable, conteniendo algo de arena y grava fina. En el sitio N° 3 existe una gran cantidad de pequeños fragmentos de roca mezclados con arcilla. Aparentemente éstos han sido arrastrados de las inclinadas laderas adyacentes y puede que se encuentren hasta sólo poca profundidad. Parece que no será necesario tablestacado para evitar excesivas filtraciones por debajo de las presas, pero esto sólo puede determinarse mediante sondeos. Los presupuestos que se dan a continuación, están basados en una información muy pobre:

Punto N91. Al extremo norte de Villa de Cura y aproximadamente a 1,5 Kms. de la plaza principal de la población

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Longitud total estimada                                 | 650 mts.              |
| Altura máxima estimada                                  | 18 mts.               |
| Arca inundada estimada                                  | 210 hectáreas         |
| Capacidad de almacenamiento estimada                    | 1.600 hectáreas-metro |
| Costo estimado incluyendo el de los terrenos necesarios | Bs. 1.400.000         |

Punto N9 2. Aproximadamente a 2,7 Kms. de la plaza de Villa de Cura

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Longitud total estimada                                 | 580 mts.                             |
| Altura máxima estimada                                  | 15 mts.                              |
| Area inundada estimada                                  | 220 hectáreas                        |
| Capacidad de almacenamiento estimada                    |                                      |
| Costo estimado incluyendo el de los terrenos necesarios | 1.550 hectáreas-metro<br>Bs. 995.000 |

Punto N93. Aproximadamente a 8 Kms. de la plaza de Villa de Cura

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Longitud total estimada                                 | 320 mts.              |
| Altura máxima estimada                                  | 15 mts.               |
| Area inundada estimada                                  | 250 hectáreas         |
| Capacidad de almacenamiento estimada                    | 1.600 hectáreas-metro |
| Costo estimado incluyendo el de los terrenos necesarios | Bs. 625.000           |

Punto N9 4. Aproximadamente a 9 Kms. de la plaza de Villa de Cura

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Longitud total estimada                                 | 360 mts.              |
| Altura máxima estimada                                  | 14 mts.               |
| Area inundada estimada                                  | 300 hectáreas         |
| Capacidad de almacenamiento estimada                    | 1.650 hectáreas-metro |
| Costo estimado incluyendo el de los terrenos necesarios | Bs. 670.000           |

De los presupuestos anteriores se deduce que será más económico efectuar el embalse en los puntos Nros. 3 y 4, siendo el costo unitario de ambos más o menos el mismo, aunque estos puntos están situados más arriba que los Nros. 1 y 2, el realle comprendido entre ellos es estrecho y, por lo tanto, no habrá una gran disminución del área drenada.

Si se construye un embalse con capacidad para 1.500 hectáreas-metro, en el río Tucutunemo aguas arriba de Villa de Cura, se estima que se necesitaría un canal con 5001 p.s. para llevar las aguas de este embalse a la hoya del río Minas. Se ha supuesto que el gasto en el canal será constante y la cantidad arriba mencionada. Sin el embalse se necesitaría un canal de 2,4 m<sup>3</sup> p.s. para captar el 50% de la escorrentía media anual. Las crecientes en exceso de 2,4 m<sup>3</sup> p.s., son aparentemente de corta duración y no exceden del 10% de la escorrentía media anual.

El agua captada en el río Tucutunemo y conducida por la ensillada de Villa de Cura, podría arrojarse al río Minas cerca de la población citada o conducirla por un canal a media ladera hasta un punto cercano a la laguna Taiguaigui. En ambos casos será necesario introducir caídas. La posición propuesta para los canales y caídas, se indica en el croquis anexo ya mencionado.

El canal del río Tucutunemo pasaría por la parte oriental de Villa de Cura. Las casas de esta sección son de poco valor. Sin embargo, se cree que el canal debe ser construido siempre que sea posible en las calles, debiendo ser cubierto en una distancia de 300 mts.

Desde el punto de captación en el río Tucutunemo hasta el extremo norte de Villa de Cura el canal tendrá una longitud de 600 mts., de los cuales 300 serán cubiertos como ya se dijo. El costo estimado para esta sección incluyendo un vertedero de toma pequeño en el Tucutunemo, sería de Bs. 45.500 para un canal de 5001.p.s. de capacidad y de Bs. 68.900 para una capacidad de 2,4 m<sup>3</sup> p.s.

Se puede conducir agua desde el río Guárico hasta la hoya del río Minas, pasando más alto que la ensillada de Villa de Cura, utilizando el canal de 8,5 Kms., de longitud, que actualmente se usa para llevar agua a la planta de Campo Alegre, prolongándolo 10 kilómetros más. El canal del Guárico se unirá con el canal de Tucutunemo en el extremo de la sección de 600 mts. descrita en los párrafos anteriores. Para cruzar Villa de Cura se necesitará un sifón enterrado y de baja presión. Este sifón, con una longitud de 450 mts. puede ir por las calles no pavimentadas. Sólo una vez se necesitará cruzar la calle pavimentada y eso en el centro de la población.

De acuerdo con mi memorándum del 11 de marzo de 1940, se recomendaba estudiar la construcción de una pequeña presa de tierra en el río Guárico, más abajo de Belén. De acuerdo con los datos que figuran en el citado memorándum el costo estimado para formar un embalse con 2.000 hectáreas-metro de capacidad es de Bs. 563.000.

El área de drenaje por encima del punto donde se deriva del río Guárico el canal de Campo Alegre, se ha estimado en 300 Km<sup>2</sup>. Aproximadamente una tercera parte de esta área, será tributaria del embalse de Belén. El rendimiento medio anual estimado para la hoya es de 13,5 y 15 hectáreas-metro para las áreas aguas abajo y aguas arriba de Belén respectivamente.

Con un embalse en Belén para almacenar la escorrentía hasta ese punto, para luego devolverla al río durante la estación seca, se estima que con un canal de una capacidad de 1,6 m<sup>3</sup> por segundo, captaría un 85% del gasto del río entre el embalse y la toma del canal de Campo Alegre. Sobre las bases asentadas en el párrafo anterior, se dispondrá de un rendimiento medio anual en los 200 Km' de 2.300 hectáreas-metro.

La capacidad actual del canal de Campo Alegre es aproximadamente de 1.0001.p.s. Levantando el revestimiento de concreto en el canal y en los flumes, ensanchando la sección en algunos puntos, enderezando las márgenes y reemplazando algunas secciones cortas de flumes y tuberías, se estima que la capacidad del canal puede aumentarse a 1.600 l.p.s. con un costo de Bs. 380.000.

Como se había establecido anteriormente la longitud aproximada de la prolongación del canal desde la planta eléctrica de Campo Alegre hasta su unión con el canal de Tucutunemo en Villa de Cura es de 10 Kms. El costo aproximado para este canal con una capacidad de 1.6001.p.s. sería de Bs. 400.000.

Sin el embalse en Belén se estima que el canal de Campo Alegre ensanchado a una capacidad de 3,7 m<sup>3</sup> p.s. y prolongado hasta Villa de Cura con esa misma capacidad, captaría un 85% del rendimiento anual del río, o sean 3.600 hectáreas-metro.

El costo estimado para el ensanche del canal, mencionado en el párrafo anterior sería de Bs. 1.180.000 y para la prolongación de 10 Kms. de longitud, el costo aproximado sería de Bs. 690.000 o un total para ambos trabajos de Bs. 1.870.000.

Un resumen de los distintos presupuestos para almacenamiento y conducción del agua de los ríos Tucutunemo y Guárico hasta el paso de Villa de Cura de acuerdo con lo dicho en los párrafos anteriores, se da a continuación :

*Tucutunemo con embalse N93*

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Costo estimado del embalse           | Bs. 625.000 |
| Obras de toma y canal para 5001.p.s. | " 45.500    |

*Guárico con Embalse en Belén*

|                            |             |  |               |
|----------------------------|-------------|--|---------------|
| Costo estimado del embalse | Bs. 563.000 | Costo estimado del ensanche y prolongación del canal de Campo Alegre con capacidad de 1.600 l.p.s. | 780.000       |
|                            |             | TOTAL  | Bs. 2.013.500 |

*Volumen total anual de agua captado*

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Del río Tucutunemo | 1.500 hectáreas-metro |
| Del río Guárico    | 3.600 hectáreas-metro |
| TOTAL              | 5.300 hectáreas-metro |

*Tucutunemo sin embalse y con un canal de 2.400 l.p.s.*

|                  |           |
|------------------|-----------|
| Costo aproximado | Bs.68.900 |
|------------------|-----------|

*Río Guárico sin embalse y con un canal de 3.700 l.p.s.*

|                  |               |
|------------------|---------------|
| Costo aproximado | Bs. 1.870.000 |
| TOTAL            | Bs. 1.938.900 |

*Volumen total anual de agua captado*

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| Del río Tucutunemo | 1.350 hectáreas-metro  |
| Del río Guárico    | 3.600 hectáreas-metros |
| TOTAL              | 4.950 hectáreas-metro  |

El único punto posible en la hoya de la laguna de Valencia, para almacenar las aguas de las crecientes de los ríos Guárico y Tucutunemo es la laguna Taiguaiguai. Este embalse, así como también los canales que desde Villa de Cura conduzcan a él, se discuten más adelante en este informe. Los costos aproximados de construcción junto con el valor aproximado de la energía constante que se puede generar en las caídas del canal, también se dan más adelante.

El costo aproximado del embalse de Taiguaiguai y de los canales desde Villa de Cura, así como también la energía constante generada, están basados en el control de las crecientes mediante los embalses de Belén y del Tucutunemo. Si éstos no se construyen, el costo aproximado de agrandar el embalse de Taiguaiguai y los canales que a él conducen, sería aproximadamente el mismo de los embalses Tucutunemo y Belén combinados. Las entradas provenientes de la venta de energía, se reducirían considerablemente o

desaparecerían del todo y también se perdería una gran cantidad de agua.

La planta eléctrica de Campo Alegre, actualmente está en operación intermitente. Durante largos períodos de tiempo o está parada o sólo genera una pequeña cantidad de electricidad, a causa de un insuficiente abastecimiento de agua. Si se toma agua del río Guárico, bajo cualquier de los planes sugeridos, será necesario el cierre total de la planta.

En párrafos anteriores se estableció el volumen de almacena-miento que puede obtenerse en la laguna Taiguaigua mediante la construcción de presas de tierra según se muestra en el croquis mencionado. En el medio de la depresión se podría construir una presa, la cual se indica en el croquis bajo el nombre de "Presas de tierra opcional". Se estima que se necesitará una capacidad de almacenamiento de 5.400 hectárea-metro, en el embalse en consideración. A continuación se da el costo aproximado para obtener este volumen, bien mediante presas a la salida de la laguna, o bien mediante la "presa Opcional".

*Presas a la salida de la laguna.*—Embalse hasta la curva de nivel 435; área inundada: 1.593 hectáreas; máxima altura de las presas: 8 mts.; longitud total de las presas : 3.600 mts.; costo aproximado del embalse incluyendo el de los terrenos necesarios para la obra : bolí-vares 3.247.250.

*Presa opcional en el medio de la depresión.*—Embalse hasta la curva de nivel : 438; área inundada: 1.260 hectáreas; máxima altura de la presa : 10 mts. ; longitud total : 3.140 mts.; costo aproximado del embalse : Bs. 3.853.500.

Como se había ya dicho, se hicieron perforaciones profundas a lo largo de la probable situación de las presas en el extremo inferior o salida de la laguna. Estas perforaciones no indicaron la presencia de materiales porosos, ni de otras condiciones desfavorables. Las condiciones de las fundaciones para la "Presas Opcional" se des-conocen.

El costo aproximado de la "Presas Opcional" excede al otro en la suma de Bs. 611.250 y reduce el área inundada y sometida a evaporación en 333 hectáreas, lo cual daría una disminución de las pérdidas por evaporación de unas 250 hectáreas-metro por año. Sin embargo, el valor de esta agua sería menor que el interés anual del

costo adicional mencionado arriba junto con otros gastos que soportarían las tierras regadas.

La laguna Taiguaiguai recibe actualmente las aguas de los ríos Minas, Burro y Aparo, cuyas hoyas combinadas tienen una superficie de 163 Km<sup>2</sup>. El agua de 2.000 hectáreas del área regada por el embalse de Suata por razones de drenaje natural, caerá a la laguna de Taiguaiguai. Los canales del río Aragua que suplen agua a estas tierras, terminarán en la laguna y podrán conducir cualquier exceso de agua que traiga el río, al embalse de Taiguaiguai.

También se podrán conducir aguas del río Turmero al canal inferior del Aragua, a su vez tributario del embalse, mediante la construcción de un canal de 4,5 kilómetros de longitud.

De la confluencia de los canales provenientes del Tucutunemo y del Guárico, en la ensillada de Villa de Cura, un canal de 2,8 Kms. de longitud conduciría el agua hasta el cauce del río Minas, el cual afluye directamente a la laguna de Taiguaiguai. Habrá una caída de unos 23 metros entre el canal y el cauce del río Minas. Si se construyen embalses en los ríos Tucutunemo y Guárico, la capacidad del canal debería ser de 2.000 l.p.s. debiendo haber agua suficiente para mantener este gasto durante todo el año.

Una parte de este canal de 2,8 Kms. de longitud se desarrollará en una ladera muy inclinada y será excavado en roca blanda. Será necesario revestir de concreto un trayecto corto.

El costo aproximado del canal, excluyendo la caída, es de bolívares 56.000.

Con un costo constante de 2.000 l.p.s. y una caída de 23 mts., se pueden obtener 400 kilovatios con una eficiencia total de 80%. Durante el año esto montará a unos 3.500.000 kilovatios por hora. El sitio está próximo a centros de consumo y la energía podría venderse en el tablero al precio de Bs. 0,03 equivalentes a una entrada de Bs. 105.000 por año. El costo aproximado de una planta de esta capacidad, incluyendo edificio y tubería de presión es de Bs. 140.000. El costo anual de operación, incluyendo sueldos, materiales, amortización y conservación, sería de Bs. 40.000, dejando una utilidad anual de Bs. 65.000.

En vez de dejar correr el agua por el río Minas hasta Taiguaiguai, podría hacerse una nueva derivación 1,25 Kms. más abajo de la planta mencionada en el párrafo anterior, conduciendo el agua

mediante un canal de 8 Kms. de longitud hasta Taiguaiguai obteniéndose así otra caída de 28 mts. El costo aproximado de este canal, excluyendo la caída, sería de Bs. 240.000.

Con un gasto de 2.0001.p.s., se estima que durante el año se podrá generar 4.300.000 kilovatios por hora con una eficiencia en la planta de 80%. El costo aproximado de la planta, inclusive la tubería de presión, sería de Bs. 220.000. El costo anual de operación y depreciación sería aproximadamente de Bs. 50.000, dejando una utilidad líquida anual de Bs. 79.000, si se obtiene un precio de venta en el tablero de Bs. 0,03 por kilovatio por hora.

El canal de Villa de Cura al embalse de Taiguaiguai, podría construirse trayéndolo a media ladera hasta un punto enfrente de la laguna, la diferencia de cota entre la superficie del agua en el canal y la máxima cota de la superficie del agua en el embalse, sería aproximadamente de 70 mts. La longitud aproximada de este canal sería de 11 Kms. En unos 4 Kms. la ladera es muy inclinada. Será necesario efectuar gran parte de la excavación en roca sólida y revestir de concreto parte del canal, o bien, construir flumes. Este canal será más costoso que los dos canales descritos en los párrafos anteriores. Sin embargo, se podrá generar más energía y se necesitará una sola planta. Un trazado preliminar de esta línea, debería efectuarse.

El área de drenaje del río Turmero por encima del punto donde lo cruza el ferrocarril, es aproximadamente de 210 Kms<sup>2</sup>. La mayor parte está formada por montañas altas que se estima reciben una precipitación media anual de 1.100 mm.

Durante la estación seca todo el gasto se usa para riegos. En los años de precipitación normal, grandes volúmenes de agua pasan por el cauce y caen a la laguna de Valencia. Si se deriva un canal del río más abajo del cauce del ferrocarril y se conecta con el río Aragua, aproximadamente 2 Kms. aguas arriba de Santa Cruz, la longitud sería de 4,5 Kms. y con una capacidad de 6.000 l.p.s. se estima que anualmente se conducirá del Turmero al Aragua una media de 1.500 hectáreas-metro.

Del río Aragua, 2 Kms. aguas arriba de Santa Cruz hasta el embalse de Taiguaiguai, se necesitará un canal de 4 Kms. de longitud. Se estima que este canal deberá tener una capacidad de 8.5001.p.s. Además de la escorrentía del río Turmero, deberá recoger un gasto

medio anual de 1.000 hectáreas-metro, provenientes de las fuentes siguientes :

- 1) De sobrantes ocasionales en la toma del canal de desvío del embalse de Suata, cuando el gasto del Aragua exceda de 14.0001.p.s. o cuando el embalse de Suata esté completamente lleno.
- 2) De la escorrentía de los 35 Eras' de área de drenaje entre Suata y Santa Cruz.
- 3) De los sobrantes y derrames de las tierras regadas, que van a caer al Aragua.

Se cree que por ese canal se puede llevar agua del embalse de Suata para regar 1.000 hectáreas que están situadas por debajo del canal.

El costo aproximado para construir las obras de toma, puentes y canales, sin incluir el valor de los terrenos necesarios para las obras, será el siguiente :

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| Para el río Turmero | Bs. 225.000        |
| Para el río Aragua  | "                  |
| <b>TOTAL</b>        | <b>Bs. 525.000</b> |

De acuerdo con los datos obtenidos hasta el presente en exploraciones de reconocimiento, el proyecto que se recomienda para un estudio más detallado es el siguiente :

|   |                      |
|---|----------------------|
| Embalse en el río Tucutunemo. Costo aproximado            | Bs. 625.000          |
| Canal del Tucutunemo a Villa de Cura. Costo aproximado    | 45.500               |
| Embalse en Belén. Costo aproximado                        | " 563.000            |
| Canal del Guárico a Villa de Cura. Costo aproximado       | " 780.000            |
| Canal de Villa de Cura a la Planta N9 1. Costo aproximado | 56.000               |
| Planta N91. Costo aproximado                              | " 140.000            |
| Canal del río Minas a la Planta N9 2. Costo aproximado    | " 240.000            |
| Planta N9 2. Costo aproximado                             | " 220.000            |
| Embalse Laguna Taiguaiguai. Costo aproximado              | " 3.247.250          |
| Canales de los ríos Turmero y Aragua. Costo aproximado    | " 525.000            |
| Sistema de canales para 9.000 hectáreas. Costo aproximado | " 2.160.000          |
| <b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>                               | <b>Bs. 8.601.750</b> |

Del presupuesto anterior, las dos plantas eléctricas y el canal del río Minas a la planta N° 2 deberían cargarse directamente a "Desarrollo de energía eléctrica". El costo total estimado para esas tres partidas es de Bs. 600.000. La utilidad líquida anual supuesta por venta de energía es de Bs. 144.000.

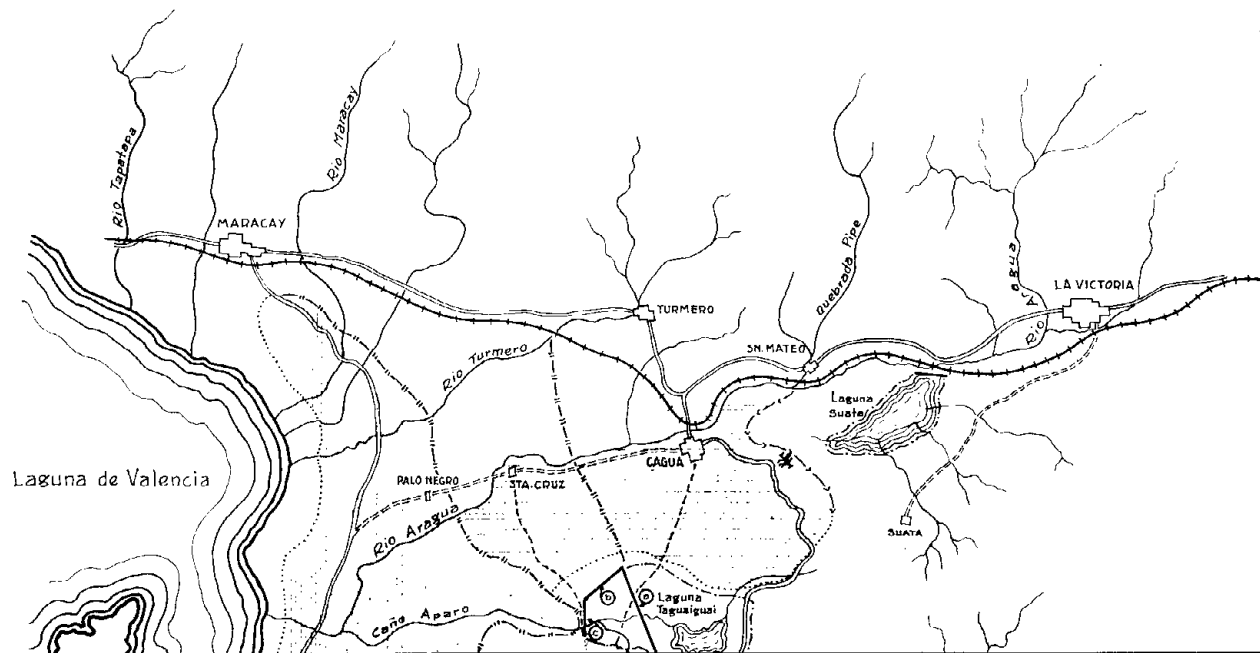
Se estima que la cantidad media anual de agua disponible para riego mediante el embalse de Taiguaiguai, será la siguiente :

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Del río Tucutunemo        | 1.500 hectáreas-metro |
| Del río Guárico           | 3.800 hectáreas-metro |
| Del río Minas Del         | 1.000 hectáreas-metro |
| río Turmero Del           | 1.500 hectáreas-metro |
| río Aragua                | 1.000 hectáreas-metro |
| De la hoya de Taiguaiguai | 700 hectáreas-metro   |
| TOTAL                     | 9.500 hectáreas-metro |

Se estima que la cantidad ésta será suficiente para regar 9.000 hectáreas, además de las 3.800 hectáreas que se regarán con el embalse de Suata. Las áreas regadas por el sistema de Taiguaiguai y por el sistema de Suata, se muestran en el croquis adjunto anterior-mente. Ambos sistemas pueden interconectarse, si estudios posteriores indican la conveniencia de este procedimiento. De los datos actualmente disponibles no se ve la necesidad. La mayor parte del área regada por Taiguaiguai está situada adyacente y a una altura menor que las tierras regadas por Suata. Prolongando el canal del río Minas a la planta N° 2, cerca del 60% de las tierras de Suata podrían regarse con agua tributaria del sistema de Taiguaiguai. Esta prolongación tendría 10 Kms. de longitud. En un 50% de su longitud se desarrollaría en terrenos muy inclinados, con considerable excavación en roca.

Si estudios posteriores indican que la cantidad media anual de agua disponible para riego, es mayor que la supuesta, se podría obtener una capacidad adicional de almacenaje de 1.700 hectáreas-metro, aumentándole un metro de altura a las presas de Taiguaiguai. El costo aproximado para llevar las presas a esta altura adicional y para los terrenos necesarios sería de Bs. 450.000.

Cuando unas tierras han estado bajo riego por varios años, debe esperarse que suba el nivel del agua en el subsuelo. Si el agua del subsuelo alcanza una altura tal, que vuelve las tierras improductivas, será necesario drenarlas. Esto puede lograrse ya construyendo drenajes o bien mediante pozos de bombas. Si se necesitare bombeo, considerable energía podría desarrollarse en el canal de Suata cerca de Cagua donde existirá una caída de unos 16 mts. El descenso del agua del subsuelo obtenido mediante drenajes o mediante bombeo, permitirá la utilización del agua así captada, para regar áreas adicionales.





Algunas de las áreas situadas en los márgenes de la laguna de Valencia, podrían regarse con esta agua, bombeándola a alturas de 20 mts. o menores. Sin embargo, no se recomienda esta fuente para riegos por las razones siguientes:

- 1) La cantidad de sales en solución, dañinas al crecimiento de las plantas, es muy grande.
- 2) En su condición actual el agua puede utilizarse para regar muchas plantas, siempre que las condiciones de drenaje sean buenas y que se impida la acumulación de sales nocivas en el suelo mediante lavado constante. Para un lavado eficiente, es necesario buen drenaje y grandes cantidades de agua. No hay seguridad de que exista la primera condición y el bombeo de grandes cantidades de agua para lavado, es costoso.
- 3) De las estadísticas del nivel de la laguna de Valencia, es evidente que el nivel de la superficie está bajando gradualmente. Como es de esperarse, los análisis indican que el contenido salino del agua de la laguna está aumentando. Bombeo en gran escala del agua de la laguna, aumentará la tasa de descenso de la superficie del agua y, por consiguiente, la altura de bombeo.
- 4) Un análisis reciente de las aguas de la laguna de Valencia indica un contenido de Boro de 1 parte por un millón. Desde hace muchos años se han hecho investigaciones sobre los efectos tóxicos del Boro en las aguas de riego. Se ha llegado a la conclusión de que 1 parte por millón es de todo punto nociva para las citonáceas y otros árboles y en grado menor a otros cultivos. En algunos casos, después de un uso continuo o por condiciones deficientes de drenaje, se ha llegado a sospechar que cantidades tan pequeñas como 0,3 a 0,6 partes por millón son nocivas.

El proyecto que se ha venido considerando, puede ser desarrollado en etapas sucesivas, a medida que las tierras que se rieguen vayan poniéndose bajo cultivo. Esto repartiría la inversión en varios años. De acuerdo con los datos disponibles, parece que la construcción de las presas y estructuras de salida para Taiguaiguai, deben ser las que se emprendan primero. Antes que éstas estén terminadas, debe comenzarse el canal para regar las tierras en la margen derecha del caño Aparo, en las vecindades de Palo Negro.

Para aumentar las fuentes de abastecimiento, a medida que superficies adicionales se van poniendo bajo cultivo, podrían construirse luego los canales de alimentación de los ríos Turmero y Aragua y a continuación los sistemas del Tucutunemo y del Guárico.

Los sitios de presa de los embalses del Tucutunemo y del Guárico deben levantarse, así como también efectuar la investigación de fundaciones, con el fin de obtener datos para la elaboración de los proyectos y presupuestos definitivos. Los trazados de los canales de estos ríos hasta Taiguaigui deben hacerse al mismo tiempo que los de los canales de los ríos Aragua y Turmero. También deben levantarse los sitios donde irán las presas de Taiguaigui, así como también perforaciones adicionales para investigar las fundaciones.

Caracas, agosto 27 de 1941.



## **IRRIGATION OF THE AREA TO THE EAST OF LAGUNA VALENCIA, STATE OF ARAGUA**

The construction of the storage works and diversion canal to impound the runoff from the upper portion of Rio Aragua is now in progress. Storage capacity of 4,600 hectare meters is to be provided by the construction of a low earth embankment across the outlet of Laguna Suata basin, about 5 kilometers west of La Victoria.

It is estimated that the recoverable discharge of Rio Aragua above the point of diversion, and the area draining into Laguna Suata basin, will provide sufficient stored water for the irrigation of 3,800 hectares. The storage studies show that the runoff of the Aragua which cannot be diverted into the reservoir by a canal of 14,000 l.p.s. capacity will be very small. Flows in excess of the above amount which cannot be taken into the canal are the crests of floods which occur at infrequent intervals and last from a few minutes to a few hours.

The location of the canal system to divert the water to be stored in Laguna Suata basin, to the irrigable lands, is being made. The area lies on the South side of Rio Aragua and extends west to a point near Palo Negro. The Southern boundary is the foot of the mountains between San Mateo and Cagua and the North edge of Laguna Taiguaiguai or Casupito, above contour 438, mean sea level datum.

The reasons for selecting the area mentioned in the preceding paragraph were:

- 1) Close to the irrigation supply, which will reduce transmission losses.
- 2) Soil survey made under direction of Ministerio de Agricultura y Cría that the soils are equal to, and in most cases superior to the other lands of Laguna Valencia basin.
- 3) Drainage conditions are good. 65

- 4) The surface of the greater part of the area is fairly smooth, will require the minimum amount of leveling and cost of lateral construction.
- 5) The area has good transportation facilities, established towns with schools and churches.
- 6) It appears that it will be feasible to develop a water supply for the irrigation of other areas to the East of Laguna Valencia and that these areas will be contiguous on the South and West to the 3,800 hectares. The large irrigated area will reduce unit operation and maintenance costs.

In February and March 1940 I made brief reconnaissance trips covering Laguna Taiguaigui or Casupito basin, and the upper portion of Rio Guarico which is at a sufficient elevation to permit diversion of the flow of the stream into Taiguaigui water shed. Memorandums covering these reconnaissance trips were prepared under date of February 19th and March 11, 1940, with respective titles of *Preliminary Report Storage of Water in Basin of Laguna Casupito* and *Preliminary Report Storage and Diversion of Water Rio Guarico*.

Attached to the memorandum of February 19, 1940, previously mentioned, there is a sketch of a proposed storage reservoir to occupy the basin of Laguna Casupito. The reservoir to be created by the construction of low and long earth embankments along the North edge of the depression. It was stated in the memorandum that only one elevation was available, and that was located in the lowest portion of the basin. Since that time additional elevations have been established in that region and it is found that "Dike C" will not be required.

Survey data which became available after June of 1940, show that the estimated length of canals from ríos Aragua and Turmero to the Taiguaigui, basin given in the February 19th memorandum as 5 and 4.5 kilometers respectively will be somewhat shorter, and that their location will be across smooth ground.

In the memorandum under discussion it is also stated that it is believed that the canal leading from Rio Guarico to the power plant at Campo Alegre is at sufficient elevation, if extended, to go through the pass at Villa de Cura to Laguna Taiguaigui drain-

age. These elevations have now been obtained and show that if the canal is extended on an economic grade it will reach Villa de Cura several meters above the elevation of the pass.

Memorandum of March 11, 1940, covers the reconnaissance of a reservoir basin on the upper portion of Rio Guarico near Belen and the condition of the canal leading from Río Guarico to Campo Alegre power plant. Also the possibility of extending this canal through the pass at Villa de Cura to Taiguai drainage.

When the memorandum of March 11, 1940, was prepared, Consulting Engineers, C. A., were making extensive surveys and testing at Boca Chica damsite on Rio Guarico immediately below the confluence of this stream with Rio Tucutunemo. The work was being performed under their contract dated December 20, 1939. In the Interim Report dated February 22, 1940 they recommended that Bs. 1,700,000 be provided to make detailed surveys, borings and designs of the project including the reservoir on Rio Guarico.

In the memorandum of March 11, 1940, recommendation was made that if storage of Rio Guarico runoff by the construction of a dam at Boca Chica, is found not to be feasible that the following investigations be made :

- a) Construction of a small earth dam on Rio Guarico about 5 kilometers East of Belen to hold back the flood waters above that point.
- b) Enlargement and extension of the canal supplying water to the power plant at Campo Alegre.
- c) Construction of a canal from Rio Tucutunemo through the pass at Villa de Cura to Rio Minas drainage.
- d) Storage of water diverted from Rio Guarico water shed in a reservoir to be constructed at Laguna Taiguai.

The Consulting Engineers found that the storage of water at Boca Chica site was not feasible, and recommended in their final report that storage of Guarico run-off be accomplished by the construction of a dam on Rio Tucutunemo a short distance below Villa de Cura. The delivery of the flow of Rio Guarico into this reservoir was to be accomplished by enlarging and extending the canal supplying water to Campo Alegre power plant. The usable capacity of the reservoir would be about 3,000 hectare-meters and water

would be withdrawn from it to Laguna Valencia water shed by means of a tunnel passing beneath Villa de Cura.

Since the examinations, covered by Memorandums of February 19th and 11 th, were made, the storage of water in Laguna Taiguaiguai has not been given much study. Approximate elevations at the site of the earth embankments shown on the sketch attached to the first mentioned Memorandum have been obtained. Also approximate contours on one meter intervals have been plotted. A number of deep perforations have been made by use of a core drill. The contours, location of embankments, perforations and approximate point where supply canals will enter are shown on attached sketch with the title of "Sketch Showing Proposed Reservoir formed by Earth Embankments at Outlet of Taiguaiguai Basin".

Storage of water in Laguna Taiguaiguai will require the reconstruction of about 3 kilometers of the concrete paved highway leading to Villa de Cura. It can be raised to a higher elevation without lengthening the line or increasing the curvature or grade. The proposed changes are shown on the sketch mentioned in the paragraph above.

The deep perforations did not disclose any porous or unstable material. The samples are tight, compact clay containing a small amount of sand and fine gravel. The samples indicate that percolation will be very small and that cut-off curtains formed by sheetpiling or other means will not be necessary.

The capacity of the reservoir basin under discussion is given below :

| Contour | Area Submerged<br>hectares | Storage capacity<br>hectare-meters |
|---------|----------------------------|------------------------------------|
| 429     | 34                         |                                    |
| 430     | 391                        | 213                                |
| 431     | 708                        | 762                                |
| 432     | 947                        | 1,589                              |
| 433     | 1,157                      | 2,736                              |
| 434     | 1,349                      | 3,989                              |
| 435     | 1,593                      | 5,406                              |
| 436     | 1,756                      | 7,135                              |
| 437     | 1,926                      | 8,976                              |

On July 25, 1941, an examination was made of the Valley of Rio Tucutunemo from Villa de Cura for a distance of about 16 kilometers upstream. This reconnaissance was for the purpose of ascertaining if conditions are favorable for the storage of water on this stream. On the same date an inspection was made of the route for a canal line from Rio Tucutunemo to Laguna Taiguaigui. Also the location of an embankment was studied to create a storage reservoir in the upper or Eastern end of Laguna Taiguaigui basin. While the same storage capacity produced by constructing embankments across the outlet of the basin, as listed in the preceding paragraph, cannot be obtained, the saving in cost of rights of way and loss of water from the exposed water surface should be given consideration.

As measured from existing maps the drainage area of Rio Tucutunemo, above Villa de Cura, is about 110 K<sup>2</sup>. The flow of the stream has been measured for the past year. The run-off during this period was slightly less than 8 hectare-meters per K<sup>2</sup>. However, over the period measurements were made, and for 11½ years before they were begun, precipitation was far below normal. During 1940 and the first part of 1941 stream flow in the portion of Venezuela under discussion was about one-half of normal. The mean annual yield for Rio Tucutunemo is probably about 14 hectare-meters per K<sup>2</sup>.

On Rio Tucutunemo above Villa de Cura there are four locations where it appears that relatively low dams constructed across the stream will create storage basins with capacities sufficient to store in excess of the mean annual run-off from the water shed. These places are indicated on attached sketch showing proposed irrigation system East of Laguna Valencia. For purpose of identification they are number 1 to 4.

The formation in the abutments at each location is schist. Spillway can be constructed through this material but concrete lined inclined drop at the spillway outlet will be required to prevent erosion. Materials suitable for the construction of earth embankments, except N° 3, the material is fairly tight clay containing are unknown. Erosion caused by Rio Tucutunemo and the quebradas entering the stream do not disclose porous materials, however, they may be located at a lower depth. On the surface at all of the location, except N° 3, the material is fairly tight clay containing some sand and fine gravel. At N° 3, there are a large number of

small rock fragments mixed with the clay. Apparently these have been carried from the steep adjacent mountain slopes and may extend to only shallow depth. It appears that sheet-piling will not be necessary to prevent heavy percolation beneath the embankments but this can only be determined by testing. The estimates which follow are based on extremely meager information.

Location N9 1 North edge of Villa de Cura and about 1.5 Km. from the plaza in the center of the town

|  |                      |
|--|----------------------|
| Estimated total length                 | 650 meters           |
| Estimated maximum height               | 18 meters            |
| Estimated area submerged               | 210 hectares         |
| Estimated storage capacity             | 1,600 hectare-meters |
| Estimated cost including rights of way | Bs. 1,400,000        |

Location N9 2 about 2.7 Km. from plaza in center of town

|  |                      |
|--|----------------------|
| Estimated total length                 | 580 meters           |
| Estimated maximum height               | 15 meters            |
| Estimated area submerged               | 220 hectares         |
| Estimated storage capacity             | 1,550 hectare-meters |
| Estimated cost including rights of way | Bs. 995,000          |

Location N9 3 about 8 Km. from plaza in center of Villa de Cura

|  |                      |
|--|----------------------|
| Estimated total length about           | 320 meters           |
| Estimated maximum height about         | 15 meters            |
| Estimated area submerged               | 250 hectares         |
| Estimated storage capacity             | 1,600 hectare-meters |
| Estimated cost including rights of way | Bs. 625,000          |

Location N9 4 about 9 Km. from plaza in center of Villa de Cura

|  |                      |
|--|----------------------|
| Estimated total length about           | 360 meters           |
| Estimated maximum about                | 14 meters            |
| Estimated area submerged               | 300 hectares         |
| Estimated storage capacity             | 1,650 hectare-meters |
| Estimated cost including rights of way | Bs. 670,000          |

From the above estimates it will be noted that it will be more economic to provide storage at Location N° 3 or 4, the unit cost of these two being about the same. While they are further upstream

than Nos. 1 and 2, the width of the valley between is narrow and will not greatly decrease the drainage area.

If a storage reservoir with capacity of about 1,500 hectare meters is constructed on Rio Tucutunemo above Villa de Cura it is estimated that a canal should have a capacity of 500 l.p.s. to divert the run-off from this stream to Rio Minas drainage. It is assumed that flow through the canal will be continuous at about the above mentioned rate. Without a storage reservoir it is estimated that the canal should have a capacity of 2.4 M<sup>3</sup> per second to capture 90% of the mean annual run-off. The crest of floods which exceed 2.4 M<sup>3</sup> per second are apparently of short duration and do not exceed 10% of the mean annual.

Water diverted from Rio Tucutunemo through the pass at Villa de Cura can either be delivered into Rio Minas near the town above mentioned or carried in a canal along the mountain side to a point near Laguna Taiguaigui. In either case drops will be required. The proposed locations of the canals and drops are shown on attached sketch which has been previously referred to.

The canal from Rio Tucutunemo will pass through the Eastern portion of Villa de Cura. The houses in the part of the town are of small value. However, it is believed the channel should be constructed as a closed conduit for a distance of 300 meters, and as far as practicable located in the streets.

From the point of diversion on Rio Tucutunemo to the North edge of Villa de Cura, the length of the canal will be about 600 meters. As previously stated 300 meters of this distance should be in closed conduit. The estimated cost of this section together with the small diversion weir on Tucutunemo is Bs. 45,500 for canal with capacity of 500 l.p.s. and, Bs. 68,900 for a capacity of 2.4 M<sup>3</sup> per second.

From Rio Guarico water can be delivered to Villa de Cura at an elevation above the pass leading to Rio Minas drainage, by using the 8.25 kilometers of canal now used to convey water to the Campo Alegre power plant; and by constructing an extension to this canal about 10 kilometers in length. The canal from Guarico will connect with the Tucutunemo canal at the end of the 600 meter section described in the two preceding paragraphs. Through Villa de Cura a buried siphon of low head should be used. This siphon about 450 meters in length can follow the line of the streets

which are unpaved. One crossing of the paved street in the center of the town will be required.

As previously stated, my Memorandum dated March 11, 1940, recommended that the construction of a small earth dam on Rio Guarico below Belen be investigated. From data given in the above Memorandum, the estimated cost of constructing an earth embankment at the Belen site, to create a storage basin with 2,000 hectare-meters capacity Bs. 563,000.

Above the point where the Campo Alegre power canal is diverted from Rio Guarico, the estimated drainage area of the stream is 300 Km<sup>2</sup>. About one-third of this will be tributary to the Belen storage. The estimated mean annual yield of the water sheds is 13.5 and 15 hectare meters Km<sup>2</sup> for the areas below and above Belen respectively.

With a reservoir at the Belen site to store the run-off above that point, for release during the dry season, it is estimated that a canal with capacity of 1.6 M<sup>3</sup> per second will capture 85% of the flow of the stream between the reservoir and the intake of the Campo Alegre power canal. On the basis given in the preceding paragraph this will give a mean annual supply from the 200 Km<sup>2</sup> of 2,300 hectare-meters. The present capacity of the Campo Alegre power canal is about 1,000 l.p.s. By raising the concrete lining in the canal and flumes, widening the sections at several points, strengthening the banks and replacing several short sections of flume and pipe-lines, it is estimated that the canal capacity can be increased to 1,600 l.p.s. at a cost of Bs. 380,000.

As previously stated, the estimated length of the canal extending from the head of the power drop, Campo Alegre power plant, to connect with the canal from Rio Tucutunemo at Villa de Cura, is 10 Km. The estimated cost of this canal with a capacity of 1,600 l.p.s. is Bs. 400,000.

Without the storage at the Belen site, it is estimated that the Campo Alegre power canal enlarged to a capacity of 3.7 M<sup>3</sup> per second; and extended on to Villa de Cura to convey the same volume of water, will capture about 85% of the flow of the mean annual discharge of the stream, or 3,600 hectare-meters.

The estimated cost of the canal enlargement mentioned in the paragraph above is Bs. 1,180,000. For the new canal, about 10 kilo-

meters in length, the estimated cost is Bs. 690,000 or a total for both canals of Bs. 1,870,000.

Summary of the several estimates for storing and conveying water from Rios Tucutunemo and Guarico to the pass at Villa de Cura, which have been used is the preceding paragraph, are given below :

*Tucutunemo with reservoir N°3*

|  |             |
|--|-------------|
| Estimated cost of reservoir            | Bs. 625,000 |
| Canal capacity 5001.p.s. and diversion | " 45,500    |

*Guarico with Belen reservoir*

|  |           |
|--|-----------|
| Estimated cost of reservoir  | " 563,000 |
| Estimated cost of enlarging and extending Campo Alegre canal to a capacity of 1,600 l.p.s. |           |

TOTAL Bs. 2,013,500

Estimated mean volume of water secured per year; 1,500 hectare meters from Tucutunemo and 3,800 hectare-meters from Rio Guarico or a total of 5,300 hectare-meters.

|   |               |
|---|---------------|
| Tucutunemo without storage and canal capacity of<br>2,400l.p.s. estimated cost  | Bs. 68,900    |
| Rio Guarico without storage and canal capacity of<br>3,700l.p.s. estimated cost | " 1,870,000   |
| TOTAL   | Bs. 1,938,900 |

Estimated mean volume of water secured from Rio Tucutunemo 1,350 hectare-meters, from Rio Guarico 3,600, or a total of 4,950 hectare-meters.

The only feasible location in Laguna Valencia basin for the storage of flood waters from ríos Guarico and Tucutunemo is Laguna Taiguaiguai. This storage basin, and the canals leading to it from Villa de Cura are discussed further on in this report. Estimated costs of construction are given together with estimated value of firm power that can be generated at the canal drops.

The estimated cost of Laguna Taiguaiguai reservoir and canals from Villa de Cura as well as firm power generated, are based on

flood waters being held at Belen and Tucutunemo. If this is not done the estimated cost of increasing Taiguaiguai and canals leading to it is approximately the same as Belen and Tucutunemo reservoir. The power revenues would be greatly reduced, or entirely wiped out. Considerable water would also be lost.

The power plant at Campo Alegre now operates intermitently During long periods of time it is either closed down or generates but a small volume of electrical energy on account of insufficient water supply. With water diverted from Rio Guarico, under any of the plant suggested, it will be necessary to close the plant permanently.

The volume of storage that can be developed in the basin of Laguna Taiguaiguai, by constructing embankments as shown on the sketch referred to, has been previously given. A dike could be constructed about mid way of the basin. This is marked on the sketch as "Alternate Dike". It is estimated that about 5.400 hectare-meters of storage capacity will be required in the basin under discussion. The estimated cost of developing this volume of storage by either dikes at the outlet of the basin or "Alternate Dike" are given below :

Dikes at outlet of basin water surface elevation 435, area submerged 1,593 hectares, maximum height of dike 8 meters, total length of dikes 3,600 meters. Estimated cost of reservoir including rights of way Bs. 3,247,250.

"Alternate Dike" about midway of basin, water surface elevation 438, area submerged 1,260 hectares, maximum height of dike 10 meters, total length 3,140 meters. Estimated cost of reservoir Bs. 3,858,500.

As previously stated a number of deep perforations have been made along the tentative locations of the dikes at the lower end or outlet of the basin. These perforations do not show any porous material or other objectionable conditions. Foundation conditions at "Alternate" location are unknown. The estimated cost of the upper or "Alternate Location" exceeds the lower by about Bs. 611,000,

and reduces the submerged area subject to evaporation by 333 hectares, which will give an estimated saving in evaporation losses of about 250 hectare-meters per year. However, the value of this water will be less than the annual interest on the additional cost mentioned above, together with other charges the irrigated lands must bear.

Laguna Taiguaiguai receives the drainage from Rio Minas, Quebrada Burro and Aparo with combined water sheds of 163 Km' Water from about 2,000 hectares of the area that will be irrigated by Laguna Suata water will drain to the basin. The canals from Rio Aragua supplying water to this land will have their terminus in the basin, and can deliver any excess water flowing in the Rio into Taiguaiguai reservoir. Also water from Rio Turmero, by the construction of a canal about 4.5 kilometers in length can be delivered into the lower Aragua canal which will enter Taiguaiguai.

From the junction of the canals from Tucutunemo and Guarico in the pass at Villa de Cura, a canal about 2.8 Km. in length will deliver water into the channel of Rio Minas which flow directly into Taiguaiguai basin. There will be a drop from the canal into the Minas channel of about 23 meters. If reservoirs are constructed on rios Tucutunemo and Guarico, the capacity of this canal should be about 2,000 l.p.s. and there should be sufficient water to maintain this flow throughout the year.

A portion of the 2.8 Km. canal will be along a steep hillside, excavated in soft rock. A short section should be lined with concrete. The estimated cost of the canal exclusive of the drop is Bs. 56,000.

With a constant flow of 2,000 .lp.s. and drap of 23 meters 400 Kw. can be developed with an overall efficiency of 80%. During the year this will amount to about 3,500,000 Kw. hrs. The location is close to markets and the power should be worth Bs. 0.03 per Kw. hr. at the switch board, or returns of Bs. 105,000 per year. The estimated cost of a plant of this capacity, including building and penstock is Bs. 140,000. The estimated annual cost of operation including labor, materials and amortization is Bs. 40,000 per year leaving a profit of Bs. 65,000 per year.

Instead of allowing the water to flow clown Rio Minas into Taiguaiguai, a diversion can be made about 1.25 Km. below the first power drop, water can be diverted into a canal about 8 kilometers long, with a drop into Taiguaiguai reservoir of about 28 meters. The estimated cost of this 8 kilometers of canal exclusive of the drop is Bs. 240,000.

With a flow of 2,000 l.p.s. it is estimated that 4,300,000 Kw. hrs. can be developed during the year with plant efficiency of 80%. The estimated cost of the plant, including the penstock is Bs. 220,000. Estimated annual cost of operation and depreciation Bs. 50,000 leav-

ing net returns of Bs. 79,000 if a price of Bs. 0.03 per kw. hrs. is secured at the switchboard.

The canal to Laguna Taiguaigui reservoir from Villa de Cura, can be constructed along the mountain side to a point opposite the Laguna, where the elevation between canal grade and maximum water surface of the reservoir will be about 70 meters. The estimated length of the canal is 11 kilometers. The slope of the mountain for about 4 kilometers of this distance is steep. It will be necessary to excavate a large quantity of solid rock, and line a portion of the canal with concrete or construct flumes. This canal will be more costly than the two canals described in the preceding paragraphs. However, more power can be generated by the falling water and only one plant will be required. A preliminary location of this line should be made.

Rio Turmero has a drainage area above the point where the railway crosses the stream of about 210 Km<sup>2</sup>. The greater portion is high mountainous country receiving estimated mean annual precipitation of 1,100 mm. All of the flow during the dry portion of the year is used for irrigation. In years with normal rainfall large volumes of water flow down the channel to Laguna Valencia. A canal diverted from the stream below the railway crossing and connecting with Rio Aragua about 2 kilometers above Santa Cruz, will be 4.5 kilometers in length. With a capacity of 6,000 p.s. it is estimated that the mean annual diversion from Rio Turmero to Aragua will be 1,500 hectare-meters.

From Rio Aragua, 2 kilometers above Santa Cruz, to Taiguaigui reservoir a canal 4 kilometers in length will be required. It is estimated that this canal should have a capacity of 8,500 p.s. In addition to the run-off from Rio Turmero it should capture a mean annual flow of 1,000 hectare-meters from the following sources :

- 1) From the occasional spill at Suata canal intake when the Aragua flow exceeds 14,000 p.s. or Suata reservoir is filled to capacity.
- 2) The run-off from the 35 Km<sup>2</sup> of drainage area between Suata and Santa Cruz.
- 3) Return flow and wastewater from the irrigated Lands above the point of diversion which drain into the Aragua. It is believed that irrigation water can be taken through this canal to irrigate about 1,000 hectares which will receive

their supply from Laguna Suata but are located beneath the canal location.

The estimated cost of constructing the diversion weirs, headworks, bridges and canals but not including rights of way are as follows :

|                  |                    |
|------------------|--------------------|
| From Rio Turmero | Bs. 225,000        |
| From Rio Aragua  | "                  |
| <b>TOTAL</b>     | <b>Bs. 525,000</b> |

From the reconnaissance data now available the project recommended for thorough investigation is as follows :

|  |                      |
|--|----------------------|
| Storage of water on rio Tucutunemo. Estimated cost           | Bs. 625,000          |
| Canal from Tucutunemo to Villa de Cura                       | 45,500               |
| Storage water in Belen reservoir. Estimated cost             | 563,000              |
| Canal from rio Guárico to Villa de Cura. Estimated cost      | 780,000              |
| Canal from Villa de Cura to Power Plant N9 1. Estimated cost | 56,000               |
| Power Plant N9 1. Estimated cost                             | 140,000              |
| Canal from rio Minas to Power Plant N9 2. Estimated cost     | 240,000              |
| Power Plant N9 2. Estimated cost                             | 220,000              |
| Storage Laguna Taiguaiguai. Estimated cost                   | " 3,247,250          |
| Canals from ríos Turmero & Aragua. Estimated cost            | 525,000              |
| Canal system for 9,000 Hects. Estimated cost                 | " 2,160,000          |
| <b>TOTAL</b>   | <b>Bs. 8,601,750</b> |

Of the above estimated cost the two power plants and the canal leading from Rio Minas to power plant N" 2, should be charges directly to power development. The total estimated cost of the 3 features is Bs. 600,000. The estimated annual net returns from the sale of power is Bs. 144,000.

For irrigation it is estimated that the mean annual supply of water available for the lands beneath the Rio Guarico and Laguna Taiguaiguai supplies will be :

|                           |                  |                       |
|---------------------------|------------------|-----------------------|
| From Rio Tucutunemo       | From Rio Guarico |                       |
| From Rio Minas            | 1,500            | hectare-meters        |
| From Taiguaiguai drainage | 3,800            | htctare-meters        |
| From Rio Turmero          | 1,000            | hectare-meters        |
| From Rio Aragua           | 700              | hectare-meters        |
| <b>TOTAL</b>              | <b>1,500</b>     | <b>hectare-meters</b> |
|                           | <b>9,500</b>     | <b>hectare-meters</b> |
|                           | <b>1,000</b>     | <b>hectare-meters</b> |

This supply it is estimated will be sufficient for the irrigation of 9,000 hectares. The area to be irrigated from Laguna Suata and the area recommended for irrigation from Laguna Taiguaiguai are shown on attached sketch which has been previously referred to. Water supply from these two sources can be made interchangeable if further studies indicate that it is desirable to make this arrangement. From data now available it does not appear necessary. The greater part of the area to be irrigated from Taiguaiguai is adjacent to and at a lower elevation than the lands to be irrigated from Suata. By extending the canal bringing water from Guarico to power plant N°2, about 60 per cent the Suata lands could be served by water which would flow into Taiguaiguai. This canal will be about 10 kilometers in length. For over one-half of this distance it will follow fairly steep ground where considerable rock excavation will be encountered.

If further study of the water supply shows that additional hold over storage will be needed, 1,700 hectare-meters can be secured by constructing Taiguaiguai embankments to an additional height of one meter. The estimated cost to construct the embankments to this additional height and secure the necessary right of way is Bs. 450,000.

After irrigation has been under way for some years, rise of ground water in some areas can be expected. If the water table reaches a height which renders the land unproductive, drainage will be necessary. This can probably either be accomplished by constructing drains *or* by pumping from wells. If pumping is necessary considerable power can be developed on the Suata canal near Cagua where a drop of about 16 meters will be required. Whether the ground water is lowered by drains or pumping, the water captured can be used to irrigate additional areas.

Some of the areas bordering Laguna Valencia can be irrigated from this body of water by pumping to heights of 20 meters or less. However this source is not recommended for irrigation for the following reasons :

- 1) The quantity of salts in solution, injurious to plant growth are very high.
- 2) In its present condition the water can be used for the irrigation of many plants provided drainage conditions are good and the harmful salts are prevented from accumulat-

ing in the soil by thorough leaching. For successful leaching good drainage is essential and large volumes of water are necessary. There is no assurance that the first condition exists and pumping large volumes of water for leaching is costly.

- 3) From water level records it is evident that the surface is gradually receding. As would be expected analysis show that the salt content is increasing. Extensive pumping from the Laguna will increase the rate at which the water surface is receding; the salt content and the height of pumping lift.
- 4) A recent analysis of water taken from Laguna Valencia shows a boron content of 1 p.p.m. Investigations of the toxic effect of boron in irrigation water has been carried on for many years. It has been determined that 1 p.p.m. is distinctly harmful to citrus and other trees and in a lesser degree to many other crops. In some cases after long continued use, or with poor drainage, as little as 0.3 to 0.6 p.p.m. is suspected of producing damage.

The project which has been under discussion can be developed in stages as the irrigated lands are brought under cultivation. This will spread the investment over a number of years. From the data now available it appears that the construction of Laguna Taiguaigui embankments and outlet works should be the first construction undertaken. Before this is completed the canal to irrigate lands on the right side of Caño Aparo, in the vicinity of Palo Negro, can be inaugurated. To increase the water supply as additional areas are brought under cultivation the feeder canals from ríos Turmero and Aragua can be constructed, followed by Tucutunemo and Gua-rico developments.

To secure data for preparation of final estimates and designs, reservoir sites on rios Tucutunemo and Guarico should be surveyed and foundation conditions tested. The canal lines from these streams to Taiguaigui reservoir should be located together with the canals from rios Aragua and Turmero. Topography of the embankment locations for Laguna Taiguaigui should be taken and additional foundation borings made.

Caracas, August 27, 1941

J. B. BOND



**LA ACADEMIA DE CIENCIAS FISICAS,  
MATEMATICAS Y NATURALES**

**CONSIDERANDO:**

Que el día 23 del presente mes de noviembre, falleció en esta ciudad el académico doctor *JUAN FRANCISCO STOLK*, quien ocupó el Sillón XIII de esta Corporación;

**CONSIDERANDO:**

Que el doctor *JUAN FRANCISCO STOLK* fue Presidente de esta Institución, y prominente investigador y hombre de ciencias.

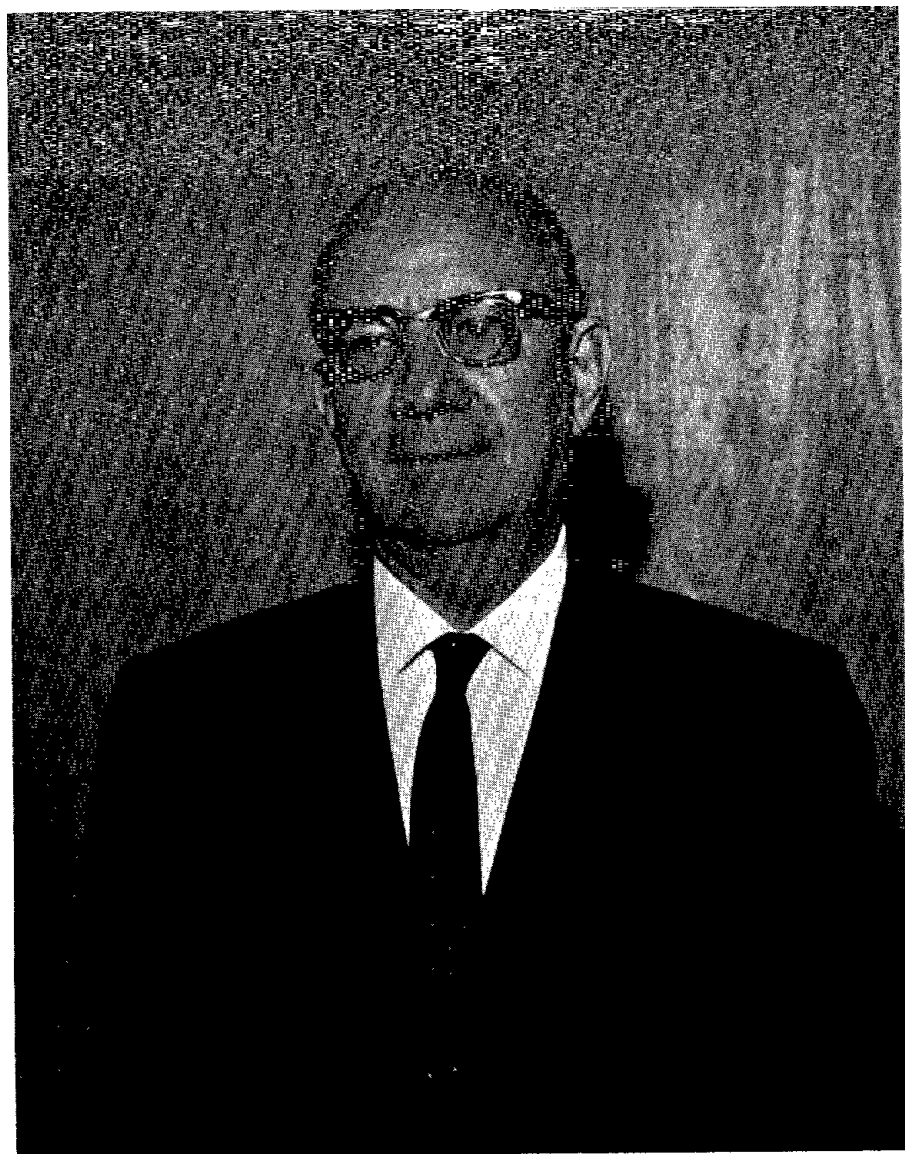
**ACUERDA:**

- 1.-Decretar motivo de duelo para esta Academia el sensible falle-cimiento del doctor *JUAN FRANCISCO STOLK*.
- 2.-Enlutar durante quince días el Sillón que ocupó el extinto.
- 3.-Dar el pésame a la familia del Dr. *JUAN FRANCISCO STOLK* por medio de una comisión que al efecto designará esta Presidencia.

*Miguel Parra León*  
Presidente Caracas, 25 de noviembre de  
1970.

El Dr. Juan Francisco Stolk ocupaba el Sillón XIII de esta Academia, donde realizó una amplia labor científica. Su muerte ha constituido una pérdida grande para las actividades que se han venido desarrollando, y en las cuales él, con gran espíritu de colaboración, actuaba en forma eficiente.

El Dr. Juan Francisco Stolk nació en Caracas el 25 de marzo de 1905, e hizo sus estudios de bachillerato en el Liceo Caracas.



*Doctor JUAN FRANCISCO STOLK*

Se trasladó luego a los Estados Unidos donde llevó a cabo estudios universitarios, que luego concluyó en la Universidad Central de Venezuela, en donde se gradúa de Dr. en Ciencias Físicas y Matemáticas el 7 de octubre de 1932.

Desde entonces hasta su muerte dedica sus múltiples actividades al ejercicio de su profesión y, a su vez, desempeña cargos docentes, administrativos y académicos. En la Universidad Central fue profesor de Química Industrial y de Economía para Ingenieros y Administración de Empresas. Llegó a desempeñar la Vicerectoría de la misma Universidad.

Fundó dos compañías constructoras "Riego" y "Caminos". Durante su ejercicio profesional, **en** múltiples oportunidades, manifestó vivo interés por los problemas del país. Entre los proyectos que desarrolló se pueden citar, por su importancia, varios sobre riego y control de los ríos en las zonas agrícolas y pecuarias del país; el de defensa y control sanitario de Ciudad Bolívar; y el del Canal Orinoco-Mar Caribe, que junto con el Dr. Manuel R. Egaña planificaron para desarrollar una amplia zona del territorio de Venezuela.

Capacidad, laboriosidad, método y perseverancia fueron las cualidades que lo distinguen a lo largo de su vida.

La Academia, una vez más, expresa a su Sra. esposa e hijos los sentimientos de condolencia por la desaparición de este valioso ciudadano y hombre proclive a toda manifestación de progreso y de mejoramiento.



TRABAJO PRESENTADO EN EL III Congreso Bolivariano  
DE MATEMATICA

**SOBRE VARIEDADES CON BORDE**  
Por el Dr. JOSE REATEGUI CANGA

En estas páginas se demuestran algunos resultados sobre Variedades con borde en los espacios  $\mathbb{R}^n$ :

Se consideran aplicaciones diferenciables  $f : (M, aM) \rightarrow (N, aN)$  en la categoría de pares de variedades; se extiende el grado de Brouwer a tales aplicaciones, y con la definición de homotopía en  $11^{\text{a}}$  categoría, la que durante la deformación permite al borde  $aM$  moverse en  $aN$ , se prueba que el grado de Brouwer es una invariante de homotopía (Teoremas 1 y 2). Se dan luego dos aplicaciones a casos concretos.

Anotaremos primeramente algunas definiciones :

*Definición 1.* Por diferenciable entendemos de clase  $C^\infty$ . En general, si  $X \subset \mathbb{R}^k$  y  $Y \subset \mathbb{R}^l$  son arbitrarios subconjuntos, una aplicación o función  $f : X \rightarrow Y$  es llamada *diferenciable* si para cada  $x \in X$  existe un abierto  $U \subset \mathbb{R}^k$  conteniendo  $x$  y una aplicación  $F : U \rightarrow \mathbb{R}^l$  de clase  $C^\infty$  que coincide con  $f$  sobre  $U \cap X$ .

*Definición 2.* Por difeomorfismo se entiende a toda aplicación  $f : X \rightarrow Y$  que lleva  $X$  homeomorficamente sobre  $Y$ , siendo ambas  $f$  y su inversa  $f^{-1}$  funciones diferenciables.

La categoría de variedades diferenciables es denotada por  $\mathcal{V}$ . Los morfismos son las aplicaciones diferenciables  $f : M \rightarrow N$  de una variedad en otra.

La categoría de pares de variedades es denotada por  $\mathcal{V}_0$ . Los objetos son los pares  $(M, A)$  donde  $M$  es una variedad diferenciable y  $A$  es una sub-variedad cerrada de  $M$ . Los morfismos son las

aplicaciones diferenciables  $cp : (M, A) \rightarrow (N, B)$  que llevan  $M$  en  $N$  y  $A$  en  $B$ .

Obviamente, si  $A \neq \emptyset$ , la definición de  $cp$  requiere que  $B \neq \emptyset$ .

Si se identifica una variedad  $X$  con el par  $(X, \emptyset)$ , la categoría  $\mathcal{Y}$  puede considerarse como una subcategoría de  $\mathcal{P}$ .

Nos interesaremos en esta categoría principalmente en los casos en que  $A$  es el borde  $aM$  de  $M$  y  $B = aN$ .

*Homotopía diferenciable.* Dos aplicaciones:  $f, g$

$$g : (M, aM) \rightarrow (N, aN)$$

son *diferenciablemente homotópicas* y se escribe  $f \sim g$ , si existe un morfismo en :

$$F : (M, aM) \times I \rightarrow (N, aN)$$

donde  $I = [0, 1]$  el intervalo cerrado, tal que:  $F(x, 0) = f(x)$

$$= f(x) : F(x, 1) = g(x).$$

Desde que  $(M, aM) \times I = (M \times I, aM \times I)$  y  $F$  es un morfismo, se debe tener  $F(x, t) \in aN$  para todo  $x \in aM$  y  $t \in I$ , esto es,  $F$  lleva el *borde lateral*  $aM \times I$  de  $M \times I$  en  $aN$ .

Debe observar que aunque  $M \times I$  no es diferenciable en  $aM \times I$   $\{aM \times 0 \cup aM \times 1\}$ , la diferenciable de  $F$  tiene sentido conforme a la definición 1.

Es inmediato que la homotopía es una relación de equivalencia.

Las clases de homotopía de las aplicaciones  $(M, aM) \rightarrow (N, aN)$  se designan por  $[M, aM; N, aN]$ .

*Ejemplo.*  $[1, a1; 1, a1]$  consiste de 4 clases :

La primera es la clase de aplicaciones que llevan 0 en 0 y 1 en 1. La segunda lleva 0 en 1 y 1 en 0. La tercera lleva 0 y 1 en 1 y la cuarta lleva 0 y 1 en 0.

Cabe observar que en  $\text{cat. } \mathcal{Y}$ ,  $[1; 1]$  consiste de una sola clase debido a que  $I$  es contractible.

*Isotopía Diferenciable.* Si  $f$  y  $g$  son difeomorfismos y si la homotopía  $F$  es tal que para todo  $t \in I$ :

$$F_t : (M, aM) \rightarrow (N, aN) \text{ definido por } F_t(x) = F(x, t)$$

es un difeomorfismo, entonces se dice que  $f$  y  $g$  son diferenciablemente isotópicos.

### *Variedades Orientadas.*

Para cada  $m > 0$ , el espacio  $R^m$  se considerará con la orientación standard que corresponde a la base  $(1, 0, \dots, 0), (0, 1, \dots, 0), \dots, (0, \dots, 0, 1)$ .

En el caso del espacio vectorial cero dimensional, se conviene en definir una orientación con el símbolo  $1$  o el  $-1$ .

*Definición 3.* Una variedad orientada consiste de una variedad  $M$  de dimensión  $m$ , junto con una elección de orientación para cada espacio vectorial tangente  $TM_x$ . Si  $m$  todas las orientaciones deben ser compatibles como sigue :

El atlas  $A$  que define  $M$  debe tener la siguiente propiedad : Cada carta  $(U, \varphi)$  donde la coordenada  $\varphi$  aplica  $U$  sobre un abierto del  $R^m = \{ (x^1, \dots, x^m) \in R^m / x^m > 0 \}$ , preserva orientación o invierte orientación en el sentido de que para cada  $U$  el isomorfismo :

$$d\varphi : TM_x \rightarrow R^m$$

lleva la orientación de  $TM_x$  en la orientación standard de  $R^m$ , o en la orientación opuesta.

Si una variedad admite un atlas con la propiedad anterior se dice ser *orientable*.

Si  $M$  es conexa y orientable, tiene exactamente dos orientaciones. Una se dice ser positiva y la otra, la opuesta, negativa.

*Definición 4.* Si  $M$  tiene borde y  $m \geq 2$ , cada orientación de  $M$  determina una para  $\partial M$  como sigue :

Para cada  $x \in \partial M$  se considera una base  $(e_1, \dots, e_{m-1})$  positiva-mente orientada para  $TM_x$ , de modo que  $e_1, \dots, e_{m-1}$ , sean tangentes al borde y  $e_m$ , sea dirigida hacia el exterior de  $M$ . Entonces  $(e_1, \dots, e_{m-1})$  determina la orientación requerida de  $\partial M$ . Esta orientación se dice *ser inducida por* la de  $M$ .

Si  $m=1$ , cada punto borde  $x$  es asignado la orientación  $-1$  o  $+1$  de acuerdo a si un vector positivamente orientado en  $x$  es dirigido hacia el interior o hacia el exterior.

Como variedades orientables se conoce todos los abiertos de los  $R^m$ ; las esferas  $S^{m-1} = \{X = (x^1, \dots, x^m) \in R^m \mid \sum_{i=1}^m x_i^2 = 1\}$ ; los discos  $D^m = \{x = (x^1, \dots, x^m) \in R^m \mid \sum_{i=1}^m x_i^2 \leq 1\}$ , etc.

*Valores Regulares.* Consideremos un morfismo de :

$$f: (M, \delta M) \rightarrow (N, \delta N)$$

i) El conjunto  $C$  de puntos  $x \in M$  tales que la aplicación lineal  $df_x :$

$$TM_x \rightarrow TN_{f(x)}$$

tiene rango menor que  $n = \dim N$ , es llamado el conjunto de los *puntos críticos* de  $f$ . El complemento  $M - C$  es el conjunto de los *puntos regulares*.

ii)  $f(C)$  se llama el conjunto de los *valores críticos* y el complemento  $N - f(C)$  el conjunto de los *valores regulares*.

Los valores regulares puede pertenecer al interior  $N$  o al borde de  $N$ . Como  $f(aM) \subset \delta N$ , todo valor regular y  $e \in \delta N$  es también valor regular para la restricción  $f|_{aM} : aM \rightarrow aN$ .

*Teorema de Brown.* El conjunto de los valores regulares de un morfismo  $f$  es denso en  $N$ .

Esto es una consecuencia del teorema de Sard. (ver [3]).

Cuando  $M$  y  $N$  tienen la misma dimensión, en cada punto regular  $x \in M$ :

$df_x : TM_x \rightarrow TN_{f(x)}$ , es un isomorfismo lineal.

Por el teorema de la función inversa (t.f.i.) el conjunto de puntos regulares  $M - C$  es abierto, luego  $C$  es cerrado. En el caso  $M$  compacto,  $C$  lo es también, luego  $f(C)$  es cerrado en  $N$  y por consiguiente el conjunto denso de los valores regulares  $N - f(C)$  es también abierto.

*Lema 1.* Sea  $f : (M, aM) \rightarrow (N, aN)$  un morfismo de  $D$  entre variedad  $M$  y  $N$  de la misma dimensión. Si un valor regular  $y \in aN$ , entonces  $f^{-1}(y) \subset aM$ .

En efecto, si  $x \in f^{-1}(y)$  perteneciera a  $M$ , por el t.f.i.,  $f$  aplicaría difeomórficamente una vecindad  $U$  de  $x$  (difeomorfa al  $\mathbb{R}^m$ ) sobre una vecindad  $V$  de  $y \in aN$  (difeomorfa al semi-espacio  $H^m$  de  $\mathbb{R}^n$ ), lo que es imposible. De aquí que se debe tener  $x \in aM$ .

*Corolario.* Para cada  $x \in f^{-1}(y)$ , donde  $y$  es un valor regular perteneciente al borde  $aN$ ,  $df_x$  lleva  $T_x M$  isomórficamente sobre  $T_x aN$ .

En efecto, como  $f : (DM) \rightarrow aN$  se tiene  $df_x : (T_x M) \rightarrow T_x aN$ .

Pero como  $y$  es también valor regular de la restricción  $f|_{aM} : aM \rightarrow aN$  y  $\dim aM = \dim aN$  resulta el isomorfismo :

$$df_x = d(f|_{aM})_x : T_x aM \xrightarrow{\cong} T_x aN,$$

lo que prueba el corolario.

*Lema 2.* Sea  $x \in aM$ ,  $y = f(x) \in aN$  y supongamos que  $df_x : T_x M \rightarrow T_x aN$  es un isomorfismo. Entonces  $f$  aplica una vecindad  $U \subset aM$  de  $x$  difeomórficamente sobre una vecindad  $V \subset aN$  de  $y$ .

*Prueba.* Desde que  $df_x$  es un isomorfismo de los correspondientes espacios tangentes, sigue que  $\dim M = \dim N = n$ .

Sean  $\varphi, \psi$  coordenadas definidas en vecindades de  $x$  e  $y$  respectivamente sobre abiertos de  $H^n$ . La función diferenciable

$$\varphi \circ f \circ \psi^{-1}$$

aplica una vecindad  $V$  de  $\psi^{-1}(y)$  en  $H^n$  llevando los puntos de borde  $V \cap \partial H^n$  en  $\partial H^n$ .

Por la definición 1, existe una función diferenciable  $h$  de una vecindad  $W$  en  $\mathbb{R}^n$  de  $\varphi(x)$  en  $\mathbb{R}^n$  tal que su restricción

$$h|_W : W \rightarrow \mathbb{R}^n$$

Desde que:  $dh_{\varphi(x)} \circ d\varphi_x \circ d\psi_x^{-1} : T_x aM \rightarrow T_x aN$  es un isomorfismo, por el t.f.i.,  $h$  aplica una vecindad  $A \subset W$  de  $\varphi(x)$  (en  $\mathbb{R}^n$ ) difeomórficamente sobre una vecindad  $h(A)$  de  $y$  en  $\mathbb{R}^n$ .

La vecindad  $U = \varphi^{-1}(A)$  de  $x$  en  $M$  satisface al lema. *El grado de Brouwer.*

En todo lo que sigue,  $f$  denota un morfismo en  $a_0 : f$

$$: (M, aM) \rightarrow (N, aN)$$

entre variedades diferenciables orientadas de la misma dimensión,  $m = n$ , siendo  $M$  compacta y  $N$  conexa.

Para cada punto regular  $x \in M$  definimos el signo de  $df_x$ ,  $\text{sig } df_x$  ser  $+1$  o  $-1$  de acuerdo a si  $df$  preserva o invierte la orientación.

*Definición 5.* Para cada valor regular  $y \in N$ , por el t.f.i.,  $f^{-1}(y)$  es un conjunto aislado, por consiguiente finito en  $M$ . Se define el grado de  $f$  en  $y$  como:

$$\text{gr}(f, y) = \sum_{x \in f^{-1}(y)} \text{sig } df_x$$

*Lema 3.* El  $\text{gr}(f, y)$  es localmente constante para cada valor regular  $y$  de  $N$ .

*Prueba.* Teniendo en cuenta la compatibilidad de orientaciones (definición 3), el lema quedará demostrado si se prueba que el número de puntos de  $f^{-1}(y)$ , denotado  $\#f^{-1}(y)$ , es localmente constante.

Si el valor regular  $y \in N$ , por el t.f.i., cada  $x \in f^{-1}(y)$  posee una vecindad  $U_x$  en  $M$  que es llevada por  $f$  difeomórficamente sobre una vecindad  $V_x$  de  $y$  en  $N$ .

Igualmente,  $y \in aN$ , por el lema 1,  $f^{-1}(y) \subset aM$  y por el lema 2 cada  $x \in f^{-1}(y)$  tiene una vecindad  $U_x$  en  $M$  difeomorfa por  $f$  a una vecindad  $V_x$  de  $y$  en  $N$ .

En ambos casos, la vecindad de  $y$  formada como :

$$V_y = \bigcup_{x \in f^{-1}(y)} f(U_x) \quad \text{en } N$$

tiene la propiedad que para todo  $z \in V_y$ ,  $\#f^{-1}(z) = \#f^{-1}(y)$ .

La variedad  $M \times I$  puede ser orientada como un producto de modo que la orientación inducida sobre  $M \times I$  sea la orientación para  $M$ , y sobre  $M \times 0$  la orientación opuesta a la de  $M$ .

Sea  $F : (M \times I, aM \times I) \rightarrow (N, aN)$  un morfismo en  $P$ . Para cada valor regular  $y$ , conforme al lema 1 se tiene dos casos :

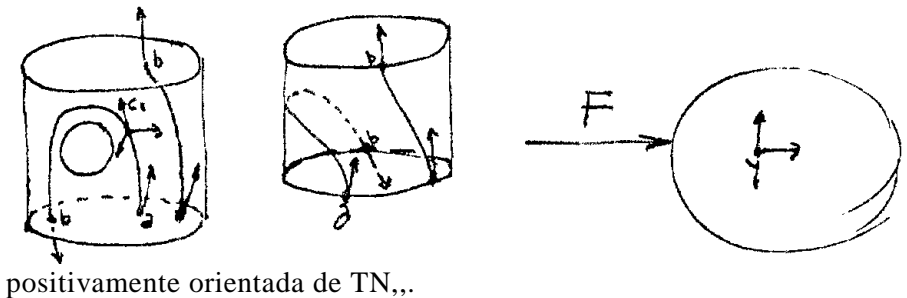
a) Si  $y \in N$ ,  $F^{-1}(y)$  como sub-variedad compacta de dimensión 1 es una unión finita de arcos y lasos de  $M \times I$  con bordes de los arcos situados en  $(M \times 0) \cup (M \times I)$ .

En ambos casos, sea  $A \subset F^{-1}(y)$  uno de estos arcos con

$$\partial A = \{a\} \cup \{b\} \subset (M \times J) \cup (\{1\} \times I).$$

Las orientaciones de  $M \times I$  y  $N$  determinan una orientación para  $A$  como sigue:

Dado  $x \in A$ , sea  $(c_1, c_2, \dots, c_n)$  una base positivamente orientada para  $T_x(M \times I)$ , con  $c_1$  tangente a  $A$ . Entonces  $c_1$  determina la orientación buscada si y sólo si  $dF_x$  lleva  $(c_2, \dots, c_n)$  en una base



El vector  $c_1(x)$  positivamente orientado tangente a  $A$  en  $x$ , se dirigirá hacia afuera en un punto borde, supongamos  $b$ , y hacia adentro en el otro  $a$ .

*Teorema 1.* Sea  $f : (M, aM) \rightarrow (N, aN)$ .

Para cada valor regular común  $y$  :

$$gr(f, y) = gr(g, y).$$

*Prueba.* Sea  $F : (M, aM) \times I \rightarrow (N, aN)$  la homotopía de  $f$  y  $g$ . Desde que la orientación inducida sobre  $M \times I$  es la positiva de  $M$ , y la de  $M \times 0$  es la opuesta a  $M$ , se tiene  $gr(F, (x, 0)) = -gr(f, y)$  y  $gr(F, (x, 1)) = gr(g, y)$ .

Probaremos que el primer miembro es 0:

1° Si  $y$  es valor regular para  $F$ , la orientación determinada en cada arco  $A c F^{-1}(y)$ , como se vio, tiene el vector  $C$ , dirigido hacia afuera en un borde, sea tal  $b$ , luego  $\text{sig } d(F/A)_b = +1$  y hacia adentro en el otro borde  $a$ , es decir  $\text{sig } d(F/A)_a = -1$ .

Por consiguiente:

$$\text{sig } dF_a - \text{sig } dF_b = 0.$$

Sumando sobre todos los bordes de los arcos de  $F^{-1}(y)$  se tiene:

$$g^r(F/(Mx_0 \cup Mz_1), y) = 0.$$

2° Si  $y$  no es valor regular de  $F$ , por el teorema de Brown y el lema 3 existe un valor regular  $z$  para  $F$  (luego para  $f$  y  $g$  también) tal que:

$$g^r(f, z) = g^r(f, y), \quad g^r(g, z) = g^r(g, y)$$

Razonando como en la 1° parte se tiene :

$$g^r(g, z) - g^r(f, z) = g^r(F/(Mx_0 \cup Mz_1), z) = 0. \text{ De}$$

donde:

$$g^r(f, y) = g^r(f, z) = g^r(g, z) = g^r(g, y),$$

lo que completa el teorema.

Mencionaremos el conocido :

*Lema de homogeneidad.* Sean  $y, z$  arbitrarios puntos interiores de la variedad conexa  $N$ .

Existe un difeomorfismo  $h : N \rightarrow N$  que es isotópico a la identidad que lleva  $y$  en  $z$ .

La prueba puede verse en [3].

*Teorema 2.* Si  $y, z$  son valores regulares cualesquiera para  $f$ , entonces

$$g^r(f, y) = g^r(f, z).$$

Este valor común que es llamado el grado de  $f$ , depende sólo de la clase de homotopía (diferenciable) de  $f$ .

*Prueba.* Distinguiremos dos casos:

a) Los valores regulares  $y, z$  son interiores a  $N$ .

Sea  $h : N \rightarrow N$  un difeomorfismo que lleva  $y$  en  $z$ , isotópico a la identidad  $I_N$  conforme al lema de homogeneidad. Por la isotopía con la identidad,  $h$  preserva la orientación de  $N$  y da a la función compuesta  $h \circ f$  los mismos valores regulares de  $f$ . Luego:

$$g^r(f, y) = g^r(h \circ f, h(y)) \bullet$$

Siendo  $f$  homotópico a  $h f$ , por el teorema 1:

$$gr(h-f, z) = gr(f, z)$$

por consiguiente,

$$gr(f, y) = gr(f, z).$$

b) Un valor regular, o dos pertenecen a  $N$ .

Por el teorema de Brown y el lema 3 podemos hallar dos valores regulares vecinos  $y'$  de  $y$ ,  $z'$  de  $z$  en el interior de  $N$  tales que:

$$gr(f, y) = gr(f, y'); gr(f, z') = gr(f, z)$$

Usando la parte a) para  $y'$ ,  $z'$  se tiene:

$$gr(f, y) = gr(f, y') = gr(f, z') = gr(f, z).$$

Denotemos este valor común por  $gr f$ . De acuerdo con el teorema 1 y el teorema de Brown, para toda aplicación diferenciablemente homotópica de  $f$  en la categoría se tiene:

$$gr g = gr f. \text{ lo}$$

que completa la prueba del teorema 2.

*Aplicación 1.* Una función constante  $c : (M, \delta M) \rightarrow (M, \delta M)$  tiene grado 0. No puede ser homotópica a la identidad  $1_M$  que tiene grado 1.

*Observación.* Fuera de la categoría  $\text{po}$  por ejemplo en  $\text{Yo}$ , la aplicación identidad de una variedad compacta con borde puede ser homotópica a una constante. Tal es el caso, entre otros, del disco  $D^2 = \{z \in \mathbb{C} / |z| < 1\}$ .

La función:

$$F : D^2 \times I \rightarrow D^2 \quad (z, t) \mapsto tz$$

provee una homotopía diferenciable de la constante  $F(z, 0) = 0$  con la identidad  $F(z, 1) = z$  de  $U$ . Por supuesto que  $F$  no es una homotopía en  $\text{cat. o}$ .

Obviamente, los teoremas 1 y 2 no son válidos en la  $\text{cat. Y}$ .

*Aplicación 2.* Aplicación antípode en  $D^n$ .

La aplicación de reflexión del eje  $i$  :

$$D^m \rightarrow D^m$$

$$(x^1, \dots, x^i, \dots, x^m) \xrightarrow{rG} (x^1, \dots, -x^i, \dots, x^m)$$

es un difeomorfismo del disco  $D^m$  que invierte orientación:

$$grr_i = -1.$$

De aquí que la aplicación antípode  $X^n$  :

$$a^n(x^1, \dots, x^i, \dots, x^m) = (-x^1, \dots, -x^i, \dots, -x^m)$$

tiene :

$$grk^m = (-1)^m.$$

Si  $n \equiv 2p-1$ , impar, la identidad de  $D^m$  no puede ser homotópica de la antípode, puesto que  $gr_{\text{gap}+1} = -1$ .

#### REFERENCIAS

1. Greenber: "Lectures on Algebraic Topology".
2. Lima: "Introducción a la Topología Diferencial".
3. Milnor: "Topology from the Differentiable Viewpoint".
4. Singer & Thorpe: "Lecture Notes on Elementary Topology and Geometry".

# INTEGRALES QUE CONTIENEN FUNCIONES HIPERGEOMETRICAS Y FUNCION H

Por N.C. JAIN

## INTRODUCCION

En este trabajo se han evaluado cinco integrales que contienen productos de la función hipergeométrica y la función  $H$  de Fox, expresando la función  $H$  como una integral de tipo Mellin-Barnes e intercambiando el orden de las integraciones, usando los teoremas de Saalschutz y de Whipple, de Dixon, etc. Las integrales resultan interesantes y al especializar los parámetros, se obtienen las integrales para las funciones  $G$  de Meijer, función  $E$  de MacRobert, las hipergeométricas de Wright, Bessel-Maitland, Legendre, Whittaker y otros semejantes.

La función  $H$  introducida por Fox,<sup>2</sup> p. 408, será representada y expresada como :

$$H^{m,n} [z^1 (a_1, a_1), \dots, (a_p, a_p)] = \int_{\gamma} \frac{z^s \prod_{j=1}^m \Gamma(1 - b_j + \beta_j s) \prod_{i=1}^n \Gamma(a_i - \alpha_i s)}{\prod_{i=1}^m \Gamma(1 - b_i + a_i s) \prod_{j=1}^n \Gamma(a_j - \alpha_j s)} ds$$

donde  $z$  no es igual a cero y el producto vacío se interpreta como unidad;  $m, n, p, q$  son integra-les que satisfacen  $1 - m - q$ ,  $a_i > 0$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ),  $\beta_i > 0$  ( $i = 1, 2, \dots, q$ );

$a_l$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ) y  $b_i$  ( $i = 1, 2, \dots, q$ ) son números complejos tales que ningún polo de  $(b_i - a_i s)$  ( $j = 1, \dots, m$ ) coincida con ningún polo de  $(1 - a_i + a_i s)$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ); el perímetro va de  $-i\delta a + ia$ , de modo tal que los polos de  $(b_i - a_i s)$  queden a la derecha y los de  $(1 - a_i + a_i s)$  queden a la izquierda del perímetro.

Según Braaksma 1, p. 279,

donde

$$H^{m,n} [z^k (a_1, a_1), \dots, (a_s, a_p)] = 0 \quad (|z|^k), \text{ para } z \text{ pequeñas,}$$

$$p, q \quad (b_1, \beta_1), \dots, (b_q, \beta_q)$$

$q$

$b_i$

$$E \left( \beta_i; \beta_i; a_i \right) y k = K \left( \beta_i \right) \quad (i = 1, 2, \dots, m).$$

$N_i$

2.) Se necesitan las fórmulas siguientes en lo que sigue:

Si  $p + a = a + 13 + v + 1$ , y si  $a$ , ( $3$  o  $v$  es cero o un entero negativo,

$$(2.1) {}_3F_2(a', 3, 9, 1) \text{ --- } \frac{\Gamma(p) r(a-o+1) r((3-v+1) r(v-6+1)}{r(1-a) r(p-a) r(p-R) rp-v}$$

que se conoce como teorema de Saalschutz (4, p. 360).

Si  $R(v - yGc - 1/2(3)) > -1/2$ , luego

$$(2.2) \quad {}_3F_2\left(\begin{matrix} a, R, v \\ 1 \end{matrix}; 1\right) = r^{12} \frac{r(1/a) r(v^{1/2} + 1/2) r(7/a + 1/2R + 1/a) r(v - Ya - 1/25 + 1)}{r(a + R/2 + 1/2, 2v) r(1 \ll + 1/2) r(1/25 + 1/2) r(v - 1/2a + 1) r(v - 1/2R + 1/2)}$$

Este teorema fue dado por Whipple (4, p.363) para valores generales de a.

$$(2.3) \quad a, R, v \quad {}_{aFz(a+R+1/2, v+1/2)}^{(1)} = \frac{r(1/2) r(v+1/2) r(a+5+1/2) r(v-a-0+1/2)}{r(a+1/2) r(5+1) r(v-a+1/2) r(v-R+1/2)}$$

Este resultado fue dado por MacRobert [3, p.196, (3)].

Si  $R(v) > 0$ , luego

$$(2.4) \quad {}_1F_2(P \quad 2v - P + 1; 1) = r^{1-7y} \frac{7Lr(p) r(2v - p + 1)}{r(1/2a + 1P) r(1a - 1/2P + 1/2 + v) r(1/2 - 1/aa + 1P) r(1 - 1/2a - 1/2P + v)}$$

Esta fórmula fue dada por Whipple [4, p. 364].

Si  $R(a - 25 - 2v) > -2$ , luego

$$(2.5) \quad {}_3F_2\left(\begin{matrix} a, v \\ 1 \end{matrix}; 1\right) = \frac{r(1 + a/2) r(1 + a - 5) r(1 + a - v) r(1 + [a/2] - R - v)}{1 + a - , 1 + a - R} \frac{1^{(7+a)} r(1 + a/2 - R) r(1 + 1/2a - v) r(1 + a - R - v)}{}$$

Esto es conocido como teorema de Dixon [4, p. 362].

Si  $d$  es un entero positivo,

$$(2.6) F(z) = (2 \ 7:)^{\prime} \cdot^{-1/} \ d^{\ddot{x}} \cdot r(\underline{z}) \ r(\underline{\quad} \underline{zd+1} \ ) \ .. \ r(\underline{z+ \sim 1} \ ).$$

En lo siguiente,  $d$  es un entero positivo,

$$= \prod_{i=1}^m E_{3_i} \quad \prod_{i=1}^{l-1} 131 + \quad \prod_{i=1} E a; \quad \prod_{i=n+1} E a; \text{ y el s\u00edmbolo } ((a_k, b_k)) \text{ representa el con-}$$

junto de par\u00e1metros  $(a_1, b_1), \dots, (a_k, b_k)$ .

3. Se demostrar\u00e1n las integrales siguientes.

$$(3.1) \quad 1. \int_0^1 x^{p-1} (1-x)^{q-1} {}_2F_1(-n, a; a+(3-p-n+1): x) H_{19,0} [txd | ((b^p, (3a)))] dx$$

$$\frac{\Gamma(p-a-n) \Gamma(p-a-n)}{\Gamma(p-a-n)} H_{m, h+2} [ (1-a, d), (1+(3-p-n), d), ((a, \%)) ]$$

$$p+2, fl+2 \quad ((b_9, (3_9)), (1-p-n, d), (1+(3-p), d))$$

donde  $n$  es un entero positivo,  $R\{a+d(b_1/(3;))\} > 0$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ),  $k > 0$ ;  $\arg t < \frac{1}{2}k$ ,  $R(p) > R(a) > 0$ .

$$(3.2) \quad \int_0^1 (1-x)^{c-1} {}_2F_1(a, R; \frac{1}{2}a + \frac{i}{2}(3+i): x) H^{m'} [tx^d(1-x)d | ((ap, ap)) ] dx$$

$$u \quad p, \quad ((bg, (3q)))$$

$$\frac{\Gamma(\frac{a+(3+1)}{2})}{2} H_{p+2, a+2} [ 22d ((b, (3q)), (\frac{1}{2} + \frac{1}{2}a - c, d), (\frac{1}{2} + \frac{1}{2} - c, d)) ]$$

$$2^{2'} r(\underline{a21}) r(\underline{3L1})$$

donde  $R\{c+d(b,/(3;))\} > 0$ ,  $R\{c+d(b1/(3;) - \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}f3)\} > -\frac{1}{2}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ );

$\arg t < \frac{1}{2}c$ ,  $X > 0$ .

*Demostración.* — Para demostrar (3.1), sustituyendo la función  $H$  como integral de tipo Barne, usando (1.1) y cambiando el orden de integración e integrando el lado izquierdo resulta

$$\int_0^1 \frac{r^{(b_i - R)1^s} r^{(1-a)_j + ai^s}}{a} B(a+ds, p-a) F(1-b, +R; s) \prod_{i=1}^n (a; -ai^s)_{i-1} x^3 F_z(-n, R, a+ds : 1) t^s ds$$

Aplicando la fórmula (2.1) en lo anterior, obtenemos

$$(3.3) \quad (1-x)^{i/2} \sim 2F(a, R; +i/2 > : x) Hm, n [tx() dx$$

$$\int_0^1 x^{i-1}$$

$$? \sim, ((bq > Rs)) \}$$

$$\underline{t} \ r(a+R+ \ 1/2) \quad Hm, n+2 \quad (1-c, d), (1/2+a+5-c, d), ((ap, a_p) )$$

$$r(1/2^a + 1/2P) r^{1/2-1/2a+1/2p} p+2, (1+2^{2d} ((by, Rq)), (1/2+1/2P \quad cc-c, d), (i/2a+1/2P-R, d)^b$$

siempre que  $R\{c+d(b;/R;)\} > 0, R\{c-p+d(b /R;)\} > -1 \ ( =1, 2, \dots, m), a, > 0, \arg ti < 1/2), , n.$

$r(a + 1/2) r(R + i) \quad p+2, q+2^{t'} ((bq, Ra), (1/2+a-c, d), (1/2+c, d) ]$ ,  
 siempre que  $R\{c+d(b, /5;)\} > 0$  ( $\cdot$ )  $-1, 2, \dots, m$ ),  $\text{iar}^g ti < 1/zXn, ) \blacksquare > O$ .

(3.4)  $\text{fr}'(1 - x) \int_0^1 x^{p-1} (1-x)^{q-1} {}_2F_1(p, q; p+x) H^m [tx^d(1-x)] d^{(ap)} dx$   
 $\frac{P(p)^{21}}{h, n+2} \quad p, q \quad ((b9, R4))$   
 $(1-c, d), (p-e, d), ((ap, ap))$

$$- r(1 + \dots) r(1 + a - R) \int_{\dots}^{\dots} \dots_{Hm+2, n+1} \dots (1-c, d), ((ap, ap)), (1+1/2a-c, d), (1+a-R-c, d)$$

$$r(1+a) \int_{\dots}^{\dots} \dots_{-R} \dots_{p+3, q+1} \dots (1-a-2c, 2d), (1+1/2a-5-c, d), ((br(3q))$$

$$\int_{\dots}^{\dots} \dots_{i=1}^m \dots_{r b_j - R_1 s} \dots_{r(1-a, +a; s)} \dots_{r(a+ds)} \dots_{r(p-a+n)} \dots_{r(p-R+n+ds)} \dots_{r(p-a-3)} \dots_{t^s ds}$$

donde  $R\{c+d(b;R;)\} > 0$ ,  $R\{a-20-2c-2d(b;/(3;)\} > -2$  ( $j=1, 2, \dots, m$ );

$$R\{a-2c-2d(\dots)^{a-a}\} > 0 \quad (i=1, 2, \dots, n), \dots > 0, \text{ larg } t \sim < l/i a, n, a;$$

ahora, usando (1.1) se obtiene el resultado (3.1)

De modo similar, se pueden obtener las integrales (3.2), (3.3), (3.4) y (3.5), respectiva-mente.

#### 4. Casos particulares

Usando las propiedades conocidas de la función  $H$ ,

$$(4.1) H^{m,n}[z]((ap^1)) - Gm'n(z_1 a_1, \dots, a') >$$

$$p, q \quad ((b_1, 1)) \quad p, q \quad b_1, \dots, b_4$$

$$(4.2) H_{p+1, q+1}[z] \left( \begin{matrix} 0, 1 \\ 1 \end{matrix} \right)_{c, d} = 14I((co, dq)) - z,$$

donde  $A_q(z)$  es la función hipergeométrica de Wright (5, p. 287) ;

(4.3)  $H_{0,22}[z_1(0,1),(-wp.)]=J_\nu\mu(z)$ ,  
 donde  $J_\nu\mu(z)$  es la función de Bessel-Maitland (6, p. 257).

$$(4.4) \mathbf{Hm}_{p,q} \left[ {}_n z_{-1} \left( (as, b_p) \right) \right] = {}_m z_i \left( (1-c, d_q) \right) ;$$

$$\left( (cq, dq) \right) \quad \left( (1-a, bp) \right)$$

$$(4.5) \mathbf{H} p > 1 \quad [{}_2 1 (l, (bq, 1))$$

$${}_{q+1, p} \quad ((aP, 1)) \quad ] = \mathbf{E}(p; a, q; bs z) ;$$

Las integrales (3.1) a (3.5), acomodando convenientemente los parámetros, dan como casos particulares muchos resultados conocidos y desconocidos. Sin embargo, mencionaremos aquí algunos pocos resultados conocidos.

En (3.1), reemplazando  $q$  por  $q+1$  y haciendo  $m=1, n=p, t=(1/z), d=l,$   
 $a_i = 1 (j = 1, 2, \dots, p); b_1=0, b_{l+1}=1-P, R_i=1 (i=1, 2, \dots, q),$  usando (1.1), (2.6) y (1.1)  
 de nuevo en el lado derecho, entonces se obtiene un resultado debido a MacRobert [3, p. 196, (6) ]  
 con ayuda de (4.4) y (4.5).

De modo similar, tomando parámetros especiales convenientes, se obtienen resultados (3.2), (3.3) y (3.4) se reduce respectivamente a los conocidos resultados de MacRobert [3, p. 197; (7), (8), (9)].

Estoy muy agradecido al Dr. R. K. Saxena por su guía durante la preparación de este trabajo.

## REFERENCIAS

1. Braaksma B. L. J.: Asymptotic expansions and analytic continuation, *Compos. Math.* Vol.15, Fase 3 (1963), p.278.
2. Fox C.: The Gauss H-functions as symmetrical Fourier kernels, *Trans. Amer. Math. Soc.* 98 (1961), pp.395-429.
3. MacRobert, T. M.: Integral involving Hypergeometric functions and E-functions, *Glas. Math. Asso.* Vol.III (part IV) (1958),pp.196-198.
4. MacRobert, T. M.: *Functions of Complex variables*, Fourth edition, Macmillan (1954).
5. Wright, E. M.: The asymptotic expansion of the generalised hypergeometric function, *Jour. Lond. Math. Soc.*, 10 (1935), p.287.
6. Wright, E. M.: The asymptotic expansion of the generalised Bessel function, *Proc. Lond. Math. Soc.*, 38 (1935),p.257.

Departamento de Matemáticas Shri  
O. S. Technological Institute  
INDORE (India).

Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas,  
Matemáticas y Naturales

**LIBROS EXISTENTES DE MATEMATICAS**

**51.063: CONGRESOS**

Informe del Congreso de Moscú. (C-761)

**510.1: Historia de las Matemáticas**

*Ball W. W. R.:* A short account of the History of Mathematical. Dover.  
(B-21)

*Bell E. T.:* The Development of Mathematics. Dover. (B-413) *Boyer Carl  
B.:* A History of Calculus, and its Conceptual Development. Dover.  
(B-695)

*Cantor Moritz:* Vorlesungen Über Geschichte der Matematik. Tomos I,  
II, III y IV. (C-169)

*Caravelli Vito:* Le Traité des Hosoédres. (Traduction de Paul ver Eecke).  
(C-176)

*Cardan Jerome:* The Book of my Life. (De Vita Propia Liber). (C-178)

*Coolodge J. L.:* A History of the Conic Sections and Quadric Sur-faces.  
(C-777)

*Eecke Paul ver:* Diophante D'Alexandre. (EE-17)

*Euclides:* L'Optique et la Catoptrique. (Traduction de Paul ver Eecke).  
(EE-23)

*Galileo Galilei:* Dialogues Cocernig Two. New Sciences. Trans. H. Grew.  
Dover. (C-133)

*Grisanti Angel:* El sabio Cajigal y su Familia. (Gri-87)

*Heath, Kt Thomas:* A History of Greek Mathematics. 2 Tomos. (H-352)

*Kiruchi Baron D., N. Okamoto and T. Endo:* Mathematics in China and  
Japan. (K-550)

- Lewis C. 1.:* A Survey of Symbolic Logic. The Classic Algebra of Logic. (L-555)
- Proclus de Lycie:* Les Commentaires sur le Premier Livre des Elements d'Euclide. (Trad. de Paul ver Eecke). (L-982)
- Montucla J. F.:* Histoire des Mathematiques 1758. Reproducción 1960. Tomo 4. (M-76)
- Moritz Robert Edouard:* On Mathematics and Mathematicians. (Memorabilia Mathematica). (M-825)
- Leonard de Pise:* Le Livre des Nombres Carrés. (Trad. de Paul ver Eecke). (Leo-55)
- Sánchez Pérez José A.:*
- Biografías de Matemáticos Arabes que florecieron en España. Serie 2<sup>a</sup>. Tomo I.
  - La Aritmética en Grecia.
  - La Aritmética en Roma, en India y en Arabia. (San-51)
- Sarton George:* The Study of the History of Science. (SS-77)
- Smith D. E.:* History of Mathematics. A Source Book in Mathematics. Dover. (SS-51)
- Tripoli Teodose de:* Les Ephériques. (Trad. de Paul ver Eecke). (T-738)
- Young J. N.:* Monographon Topics of Modern. Dover. (Y-84)

## **510.2: Filosofía de las Ciencias y de las Matemáticas**

- Bunge Mario:* El Principio de la Causalidad en las Ciencias Modernas. (B-883)
- Campbell Norman Robert:* The Philosophy of Theory and Experiment. (Physics: The Elements): (C-152)
- Chandrasekharan K. y S. Min.akshisundaram:* Typical Means. (Ch-361)
- Dequoy N.:* Axiomatique Intuitiomiste. Paris. (D-443)
- Hadamard Jecques:* The Psychology of Invention in the Mathematical Field. (H-117)
- Heyting:* Fondements des Mathematiques. Paris. (H-519)
- Humboldt Alejandro non:* Cosmos 1874. 4 Tomos. (H-881)
- Kingdon Clifford William:* The Common Sense of the Exact Sciences. (K-581)
- Klein F.:* Arithmetic, Algebra, Analysis. Dover. (K-674)

*Lamouche A.:*

— Logique de la Simplicité. 1959.

— La Theorie Armonique. 1955. (L-194)

*Lingh Jagjit:* Great Ideas of Modern Mathematics. Their Nature and Use. (L-646)

*Maxwell James Clerk:* Matter and Motion. Dover. (M-451)

*Newton Isaac:*

— Philosophiae Naturalis.

— Principia Matemática 1760. Tres Tomos. (N-481)

*Picard Em.ile:* Mélanges de Mathematiques et de Physique. Año 1924. (P-581)

*Poincare Henry:*

— The Value of Science. Dover.

— Science and Method. Dover.

— Science and Hypothesis. (P-756)

*Reichenbach H.:* The Philosophy of Space and Time. Dover. (R-272)

*Venn John.:* Logic of Chance. (V-561)

*Vuillemin Jules:* La Philosophie de L'Algebre. (V-975)

### **510.3: Lógica Simbólica**

*Boole George:* The Laws of Thought. (B-638)

*Carnap R.:* Introduction to Symbolic Logic and Its Application. Do-ver. (C-214)

*Carrou Lewis:* Symbolic Logic and The Game of Logic. Dover. (C-237)

*Coloquio Internacional de Lógica Matemática.* París. (C-714) *Curry*

*Haskell B. and Feys Robert:* Combinatory Logic. (C-937)

*Chateaubriand Oswaldo et Monteiro Antonio:* Les Algebres de Morgan. 1969. (Ch-391)

*Devide Vladimir:* Matematicka Logika. Pravi Dio (Klasicna Logika Sudova). (D-495)

*Jevons W. S.:* The principies of Science. A Treatise on Logic and the Scientific Method. Dover. (J-531)

*Langer Susa.nne K.:* An Introduction to Symbolic Logic. Dover. (L-263)

*Lewis C. I. - C. H. Langford:* Symbolic Logic. Dover. (L-585)

*Resenbloom Paul:* The Elements of Mathematical Logic. Dover. (R-312)

*Robinson Abraham*: Introduction to Model Theory and to the Mathematics of Algebra. (R-561)  
*Terski Alfred*: Introduction to Logic. (T-178)  
*Wang Hao*: A Survey of Mathematical Logic. (W-185)  
*Whitehead and Russell*: Principia Mathematica, 3 vol. Cambridge. (W-772)

#### **510.4: Selecciones y Obras Completas**

*American Mathematical Society Translation*:

— Translations of Mathematical Monographs. Vol 1-26 (faltan 1, 9 y 16). Vol. 28. (AA 35)

*American Mathematical Society Translation*:

— Serie 1. Vol. I-II. 1962. (Indice). Vol. s/n. (AA-35-1)

*American Mathematical Society Translation*:

— Serie 2 - Vol. 1-19. 1955-62.

— Serie 2 - Vol. 20-45 1962-65.

— Serie 2 - Vol. 46-66 1965-68.

— Serie 2 - Vol. 67-85 68-69. (AA-35-2)

*American Mathematical Society Translation*:

— Selected Translations in Mathematical Statistics and Probability. Vol. 1 al 8. (AA-35-3)

*American Mathematical Society Translation*:

— Proceedings of Symposia in pure Mathematics. Vol. I al XII. (AA-35-4)

*Cauchy A.*: Oeuvres Completes.

- 1 1 Serie. 11 Vol.

- 21 Serie. 14 Vol. (25 Vol. en total). (C-31) *Caratheodory*

*Constantin*: Gesamelte Mathematische Schriften. Tom. I, II, III, IV y V. (C-176)

*Cartan Elie*: Oeuvres Completes.

- 1 1 Parte. 2 Vol.

— 2~ Parte. 2 Vol.

- 31 Parte. 2 Vol. (6 Vol. en total). (C-241)

*Cartan E.*: Selecta. Paris. (C-241)

*Euclides*: Les Oeuvres d'Euclide. Tomos 1, II y III. (EE-23) *Euleri*

*Leonhardi*: Opera Omnia. Tomos 1 al XXVII. (EE-53) *Enriques*

*Federico*: Memorie Scelte di Geometria. Tomos I y II.

(EE-73)

- Fermat*: Oeuvres Completes. Tomos II y III. (F-385)  
*Fournier*: Oeuvres de Fournier. 2 Tomos. Paris. (F-827)  
*Galois Evariste*: Oeuvres Mathematiques. (G-133)  
*Gauss Carl Friederich*: Recherches Mathematiques 1807. Reproducción 1953. *Werke* (Obras Completas).  
 Tomos: II, 11I, IV, V, VI, VII, IX, X (falta parte 2), XI (falta parte 1). (G-238)  
*Goursat M. E.*: Selecciones. Año 1899. (G-746)  
*Hadamard J.*: Selecciones 1898. (H-117)  
*Heathz T. L.*: The Works of Archimedes. Dover. (11-352) *Hermite Charles*: Obras Completas. Tom. 1, II, III y IV. (11-428) *Hubert G.*: Oeuvres. Tomos I y II. (H-953)  
*Lagrange*: Oeuvres Completes.  
 1' Serie. Vol. 1 al 7.  
 - 2 ~ Serie. Vol. 8, 9, 10, 13 y 14. (12 volúmenes). (L-138)  
*Laplace P. S.*: Oeuvres Completes. Vol. 7 al 14. (L-316)  
*Leibnitz G. W.*: Mathematische Schriften. Tom. I/II, 111/I, 111/II, IV, V, VI y VII. (Recopilado por *Gerhardt C. I.*). (L-531)  
*Norman John*: Collected Wokrs. (N-853)  
*Pincherle Salvatore*: Selecciones. Año 1968. (P-652)  
*Ramanujan Srinivase*: Collected Papers. (R-141)  
*Riemann's Bernhard*: Mathematische Werke. 1876. Collected Works (Weber). Die Fl..che vom Kleinsten Inhalt bei gegebener. Be-grenzung. Dover. (R-445)  
*Riesz*: Oeuvres Completes. Tomos I y II. (R-446)  
*Robin Gustave*: Scientifiques. 3 Tomos. Paris. (R-552)  
*Tchebychef P. L.*: Courves. Tomos I y II. (T-226)  
*Whitehead J. H. G.*: The Mathematical Works. Tomos I, II, III y IV. (W-587)  
*Zóllner Friedrich*: Wissenschaftliche Abhandlungen. Tomos I-II-1 y II-2 (3 tomos). 1878. (ZZ-75)

### **510.5: Bibliografías**

- Parke iV. G.*: Guide to the Literature of Mathematics and Physics. Dover. (P-22)  
*Sarton George*: The Study of the History of Mathematics and the Study of the History of Science. (SS-77)

### 510.6: Enseñanza de Matemáticas

Centro de Cooperación Científica UNESCO: Simposium sobre algunos problemas matemáticos que están en Latino-América. 1951-54. (UU-2)

*Fondo Universitario* Nacional Colombia: Primer Seminario Colombiano sobre la Enseñanza de las Matemáticas en el nivel universitario. (Fd-33)

*Unión Panamericana*: La Enseñanza de las Matemáticas Modernas. (Educación 37-38, enero a junio 1965). (UU-4)

### 510.7: Enciclopedias y Diccionarios

*Bourbaki N.*:

—N9 1044 Algèbre.

—N9 1045 Topologie Générale.

— N° 1074 Fonctions d'une variable réelle.

— N° 1084 Topologie Générale.

—N9 1102 Algèbre.

—N9 1132 Fonctions d'une variable réelle.

—N° 1142 Topologie Générale.

— N° 1143 Topologie Générale.

— N° 1212 Théorie des Ensembles. —N° 1229

Espaces Vectoriales Topologiques.

— N° 1230 Espaces Vectoriales Topologiques.

—N° 1236 Elements des Mathematiques.

—N° 1235 Topologie Générale. —N°

1243 Théorie des Ensembles. —N° 1244

Integration des Mesures. —N° 1261

Algèbre.

—N° 1272 Algèbre.

— N° 1281 Integration.

—N° 1285 Groups et Algèbres de Lie.

—N° 1290 Algèbre Commutative.

—N° 1293 Algèbre Commutative.

—N° 1306 Intégration.

—N° 1308 Algèbre Commutative.

— N° 1258 Théorie des Ensembles.

— N° 1196 Topologie Générale. (B-666)

*Bourbaki N.*: IV *Eléments de Mathématiques*. Livre II. *Algebre*. (B-666)

*Graniel René*: *Mathématiques Générales*. Tomos I y II. 1931(G-188)

- Haag J.*: *Mathématiques Spéciales*. Tomos I, II, III y IV. 1921. (5 volúmenes). (H-111)
- Naas J. and Schmid H. L.*: *Mathematisches Wbrterbuch*. Vol. I y II. (N-187)
- Zamnasky Marc*: *Introduction a l'algèbre et l'analysis modernes*. (ZZ-15)
- Zoretti L.*: *Mathématiques Générales*. 1914. (ZZ-77)

## 511: ARITMETICA

- Pulgar F. J.*: *Nociones del Sistema Métrico Decimal*. 1950. (P-966)
- Vázquez Fabricio*: *Aritmética*. 1966. (V-479)

### 511.1: Teoría de los Números

- Bolzano Bernard*: *Paradoxien des Unendlichen*. (B-639) *Carmichael R. D.*: *Theory of Numbers and Diophantine Analysis*. Dover. (C-212)
- Dickson Leonard E.*: *Introduction to the Theory of Numbers*. Dover. (D-561)
- Dinghas Alexander*: *Minkowskiscl Sumen und Integrale. Superadditive Mengenfunktionale. Isoperimetrische Ungleichungen*. (D-614)
- Cantor George*: *Contribution to the Founding of the Theory of Transfiniti Numbers*. Dover. (C-169)
- Frege G.*: *Grundgesetze der Arithmetik*. (F-881)
- Hardy G. H.*: *An Introduction to the Theory of Numbers*. (H-25) *Hidalgo Rodríguez Domingo Dr.*: *Elementos de un nuevo instrumento aritmético o Principios Armónicos de la Filosofía Natural*. (H-53)
- Huntington Edward*: *The Continuum and other types of Serial Orders*. Dover. (H-921)
- Instituto de Matemáticas de Moscú*: *Estudio sobre Teoría de los Números*. (Ins-8)
- Jacobi C. C. J.*: *Canon Arithmeticus*. (J-151)
- Landau Edmund*: *Ausgewihlte Abhandlungen zur Gitterpunktelehre*. (L-231)
- Ludwig Siegel Carl*: *Transcendental Numbers*. (L-967)
- Mahler Kurt*: *Lectures on Diophantine Approximations*. (M-278)
- Mitrinovic D. S. et R. S. Mitrinovic*: *Tableaux d'une classe de nombres reliés aux nombres de Stirling*. (M-697)

- Plemelj Josip*: Algebra in Teorija Stevil. (P-714)  
*Universidad de Satarov*: Publicaciones sobre teoría de los números (en ruso). (SS-71)  
*Scouten Edward*: Pfaffs Problem and its Generalizations. (SS-68)  
*Universidad de Caratob*: Estudio sobre la Teoría de los Números. (UU-3)  
*Vinogradov*: Elements of Numbers Theory. Dover. (V-771)  
 The Method of Trigonometrical Sums in the Theory of Numbers. (V-771)  
*Wuyl Hermann*: Algebraic of Numbers. (W-547)

## 512: ALGEBRA

- Academia de Moldavia*: Publicaciones de Matemáticas. Tomo II. Nos. 1 y 2. (AA-13)  
*Achieser N. I.*: Theory of Approximation. (AA-46)  
*Achwartz L.*: Etude des Sommes D'Exponentielles. (AA-47) *Artin E.*: Geometric Algebra. (AA-79)  
*Bass J.*: Les Fontions Pseudo-Aleatoires. (B-295)  
*Bertrand Joseph*: Traité d'Algèbre. 1879. (B-463)  
*Bochner S. and Chandrasekharan*: Fournier transforms. (B-631) *Bourlet Garlo*: Legons d'Algèbre élémentaire. Año 1914. (B-668) *Brumer Armand*: Lectures on Modular Forms. (B-835)  
*Burnside W. S. et A. W. Panton*: The Theory of Equations with an Introduction to the Theory of Binary Algebraic Forms. Dover. (B-937)  
*Byerly William Elwood*: An Elementary Treatise on Fourier's Series and Spherical, and Ellipsoidal Harmonics, with Applications to Problems in Mathematical Physics. (B-999)  
*Capelli Alfredo*: Instituzioni di Analisi Algebraica. 1909. (C-171).  
*Carshaw H. S.*: Introduction to the Theory of Fournier's series and integrals. (C-239)  
*Cartan H. and Eilenberg S.*: Homological Algebra. (C-242)  
*Carvalho Michel*: Monographie des treillis et algèbre de Boole. (C-254)  
*Castro Brzezicki A. de*: Sobre las Series de Dirichlet Prolongables y no Prolongables. (Cr-279)  
*Cauchy Louis - M. Augustin*: Mémoire sur les Intégrals Définies. 1825. (C-310)

- Comberousse Charles de*: Algèbre Superieure. 1923. (C-732) *Coolidge J. L.*: A Treatise of Algebraic Plane Curves. Dover. (C-777) *Chela Raimundo*: Curso de Algebra. (Ch-418)
- Chrystal G.*: Textbook of Algebra. Tomos I y II. (Ch-469) *Dehn E.*: Algebraic Equations. Dover. (D-367)
- Dickson Leonard E.*:  
 — Algebraic Theories.  
 — Algebra and their Arithmetic. Dover. (D-561)
- Duarte F. J.*: Sur les solutions irrationnelles et complexes de l'Equations. (D-851)
- Dubreil P., Dubreil M. L. y Sacotin*: Legons d'Algebre Moderne. (D-854)
- Faddeeva V. N.*: Computational Methods of Linear Algebra. Dover. (F-122)
- Fourcy Lefébure de*: Legons d'Algebre. 1893. (F-826)
- Gelfond A. O.*: Transcendental and Algebraic Numbers. Dover. (G-191)
- Gloden A.*: Table des solutions de la congruence.  
 $X + 1 X 1 = 0 \pmod{p}$  pour  $350.000 < p < 500.000$ . Dover. (G-513)
- Grudt Bravo L. de*: Deducción de una fórmula para Interpolación y sus aplicaciones al Algebra. (G-922)
- Gurevich G. B.*: Foundations of the Theory of Algebraic Invariants. (G-961)
- Haag J.*: Mathématiques Spéciales. Año 1907-1908. (H-111)
- Haag J.*: Mathematiques Spéciales. 1907-1908. (11-111)
- Hancock Harris*: Theory of Maxim and Minima. (H-192) *Hardy G. H.*: A Course of Pure Mathematics. (11-219)
- Iliovici G. et A. Sainte-Lague*: Algèbre et Analyse. Tomos y 1 II. 1933. (1-5)
- Isava Guevara I. M. y E. Calcaño M.*: Lecciones de Algebra Elemental. 1934. (11-2)
- Justa Medeiros da Luiz Aduato*: Funcoes de Variáveis Complexas. (J-982)
- Korovkin P. P.*: Linear Operators and Approximation Theory. (K-844)
- Kuhn H. W. and Tucker A. W.*: Linear Inequalities and Related Systems. (K-956)

- Lacroix S. F.*: Curso Completo de Matemáticas Puras. 1908. (L-119)
- Lang Serge*: Introduction to Algebraic Geometry. (L-256) *Lagrange*: Principes et Formules classiques de Calcul des Probabilités. Paris. (L-268)
- Leuretn H.*: Traité d'Algebre a l'usage des Candidats aux Ecoles du Gouvernement. 1894-1897. Tomos I, II y III. (L-373)
- Lutsgarten Paul*: Fundamentos Matemáticos para la Resolución de Sistemas de Ecuaciones Lineales para Iteración. (L-976)
- Sistemas de Ecuaciones Lineales para Interacción. (L-976)
- Machahon M. P. A.*: Combinatory Analysis. (M-110)
- Matzinger Henrich*: über den Begriff des Uniformen Struktur und die Konvergenz in Booleschin. (M-459)
- Meier Warner*: Beiträge zur algebraischen Homotopietheorie der Moduln. (M-475)
- Mikhlin S. G.*: Linear Integral Equations. (M-589)
- Miramanoff D.*: Sur les Bases du Calcul de Généralisation. (M-673)
- Muir Thomas*: A Treatise on the Theory of Determinants. Dover. (M-896)
- Neumann John Van*: Functional Operators. (2 Tomos). (M-397)
- Niewenglowski B.*: Cours d'Algebre. Tomos I y II. (N-559) *Niven Ivan*: Diophantine Approximations. (N-644)
- Northcott D. G.*: Homological Algebra. (N-814)
- Nuesch Peter*: Multivariate test of Location for Restricted Alternatives. (N-887)
- Rey Pastor*: Lecciones de Algebra. 1935. (R-330)
- Ricabarra Rodolfo A.*: Conjuntos ordenados y ramificados. (R-358)
- Ritter Elie*: Manuel Théorique de l'Application de la Méthode des Moindres Carrés au Calcul des Observations. (R-515) *Ryser Herbert John*: Combinatoria) Mathematics. (Rs-981) *Snapper Ernest*: Cohomology Theory and Algebraic Correspondences. (SS-14)
- Stiik Roland*: Nulisysteme in Allgemeinen Katergorien. (SS-15) *Sample J. G. and Kneebone G. I.*: Algebraic Curves. (SS-47) *Schneider Walter*: S-Matrix und Interpolierende Felder. (SS-58) *Streckeisen Paul Theophil*: Die Konvergenz der Abschnittsinversen von speziellen unendlichen. (SS-83)
- Streckeisen Paul Theophil*: Die Konvergenz der Abschnittsinversen von speziellen unendlichen. (SS-83)

- Tennery Jules*: Lecons d'Algebre et d'Analyse. Tomos I y II. 1906.  
(T-158)
- Tricori F. G.*: Integral Equations. (T-732)
- Tumbull U. W.*: The Theory of Determinants, matrices and invariants.  
Dover. (T-831)
- Weber Henry*: Traité d'Algèbre Supérieure. (W-380)
- Zamansky Marc*: La Sommation des Séries Divergentes. (ZZ-15) *Zariski Oscar and Pierre Samuel*: Communative Algebra. (11i-19)
- Zwahlen Bruno Peter*: über die Eigenwerte der Summe zweier selbstadjungierter Operatoren. (ZZ-90)
- Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca - Colombia)*: *Alexits George*: Series Trigonometriques. Tomo I. *Benedek Agnes*: Sobre el Problema de Dirichlet. Tomo 2.
- Skorski Román*: Algebras de Boole. Tomo 4.
- Skorski Román*: Teorías Matemáticas Formalizadas. Tomo 5.
- Diego Antonio*: Sobre Algebras de Hilbert. Tomo 12.
- Porta Horacio*: Sur un Théoreme de Skolem. Tomo 13. *Monteiro Luiz et Diario Picco*: Les reticulés de Morgan et l'operation de Sheffer. Tomo 14.
- Monteiro Antonio*: Construction des Algèbres de Nelson finies. Tomo 15.
- Diego Antonio et Alberto Suárez*: Two sets of axioms for boolean algebras. Tomo 16.
- Monteiro Luiz et Lorenzo Gonzalez Coppola*: Sur une Construction des Algèbres de Lukasiewicz trivalentes. Tomo 17.
- Maronna Ricardo*: A Characterization of Morgan lattices. Tomo 18.
- Monteiro Luiz*: Sur les Algèbres de Heyting trivalentes. Tomo 19.
- Brignole Diana et Antonio Monteiro*: Caracterisation des Algèbres de Nelson par des égalites. Tomo 20.
- Monteiro Antonio*: Sur la définition des algèbres de Lukasiewicz trivalentes. Tomo 21.
- Monteiro Luiz*: Axiomes independants pour les algèbres de Lukasiewicz trivalentes. Tomo 22. (UU-4)

### **512.1: Teoría de Probabilidades**

- Abdel Mohamed - Hamid Taha*: über die verallgemeinerten Teste von Komorogov und Simirnov für unстетige Verteilungen. (AA-32).

- Borel M. Emile*: Calcul des Probabilités. (B-645)
- Burnside William*: Theory of Probability. Dover. (B-937)
- Carnal Henri*: Unendlich oft teilbare Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf kompakten Gruppen. (C-214)
- Coolidge Julian Lowell*: An Introduction to Mathematical Probability. (C-777)
- Dantzig Von et J. Neyman*: Chaîne de Markov. Paris. (D-235) *Dresher M., L. S. Shpley, A. W. Tucker*: Advances in Game Theory. (D-816)
- Goedeels P. J. E.*: Théorie des Erreurs d'Observation et Elements du Calcul des Probabilités. (G-551)
- Haag*: Applications du calcul de probabilités au tir. Paris. (H-111)
- Hostinsky M. B.*: Methodes générales du Calcul des Probabilités. Paris. (11-796)
- Joffreys Harold*: Theory of Probability. (J-592)
- Carnal Henri*: Unendlich oft teilbare Wahrscheinlichkeitsverteilung und die statistische Schätzung der auftretenden Parameter. (K-527)
- Kiev, Universidad de*: Teoría de las Probabilidades. (Ki-53) *Laplace Marquis de*: A Philosophical Essay on Probabilities. Dover. (L-316)
- Levy H.*: Elements of Probability. (L-579)
- Loeve Michel*: Probability Theory. (L-825)
- Montessus D. Ballore R. de*:
- Calcul des Probabilités et Statistiques.
  - Probabilités et Statistiques. 1931.
  - Sobre el teorema de Goldach.
- F. J. Duarte*: Déterminations de la mode ou écart le plus probable dans les courbes de probabilité simple. (M-765)
- Neveu J.*: Chaines de Markov. (Universidad Federal de Pernambuco) 1970. (N-415)
- Ouspensky J. V.*: Introduction to mathematical probability. Dover. (O-6)
- Sanabria José*: Errores y mínimos cuadrados. (SSa 55). 1936. *Tucker A. W.* y otros autores: Contributions to the Theory of Games. (4 Tomos). (T-795)

## 512.2: Análisis

- Appell Paul*: Eléments d'Analyse I Mathématique. 1913. (AA-48)

- D'Arcais Francesco*: Corso di Calcolo Infinitesimale. Tomos I y II. 1891-1894. (AA-28)
- Bartle Robert G.*: The elements of real Analysis. (B-284)
- Bellman Richard A.*: Collection of modern mathematical analysis. (B-417)
- Bertrand J.*: Traité du Calcul Différentiel et du Calcul Intégral. Tomo 2. (B-461)
- Bochner Salomon*: Lectures on Fournier Integrals. (B-631)
- Boole George*: A Treatise on the Calculus of Finite Differences. Dover. (B-638)
- Boussinesq J.*: Cours d'Analyse Infinitesimal. Tomos 1 y II. 1887-1890.
- Boutros Youssef Zaki*: Numerical Methods for the Inversion of Laplace Transform. (13-63)
- Byerly W. E.*: Fourier, Series and Spherical Harmonics. Dover. (B-991)
- Cajigal J. M.*: Memoria sobre las Integrales Limitadas. 1929. (C-118)
- Cairol Renzo*: Fonctions D'ensemble et Integration. (C-124)
- Carlsaw H. S.*: Introduction to the Theory of Fourier, Series and Integrals. Dover. (C-239)
- Cipolla Michele*: Analisi Algebraica e Introduzione al Calcolo Infinitesimale. 1938. (C-495)
- Conner P.E.*: The Neumann's Problem for Differential Forms on Riemannian Manifolds. (C-757)
- Contral Mischa y Yanny Frenkel*: Sobre la Integral de Kolmogoroff. (C-827)
- Czuber Dr. Manuel*: Vorlesungen Über Differential und Integral Rechnung. Tomos I y II. (C-999)
- Churchill Ruel V.*: Fourier Series and Boundary Value Problems. (Ch-473)
- Demartres M.*: Cours d'Analyse. 1890-1891. (D-392)
- Dini U.*: Analyse Infinitesimale. Tom. I, II y III. 1877-1907 y 1915. (D-616)
- Duarte F. J.*: Lecciones de Análisis Infinitesimales. 1943. Sur les Equations Diophantiennes. (D-851)
- Duchamel M.*: Calcul Infinitesimal. Tomos I y II. 1886-1887. (D-857)
- Erdelvi A.*: Asimptotic Expansions. Dover. (EE-27)

- Franklin Philip*: An Introduction to Fourier Methods and the La-place Transformations. Dover. (F-848)
- Fricke R.*: Lehrbuch der Differential und Integralrechnung. Tomos I y II. 1921. (F-912)
- García Godofredo y Alfredo Rosenblat*: Análisis Algebraico. (C-165)
- Gilberg, Solomon, Herbetr and others*: Studies in Mathematical Analysis and Related Topics. (G-371)
- Gilbert Ph.*: Analyse Infinitesimale. 1887. (G-372)
- Comes Teixeira F.*: Curso de Analyse Infinitesimal. 3 Tornos. 1889-1890 y 1892. (G-586)
- Goursat Edouard*: A Course in Mathematical Analysis. Dover. (G-744)
- Houel J.*: Calcul Infinitesimal. Tomos 1, II y III. 1878-1880. (H-814)
- Humbert Pierre et Colombo Serge*: Le Calcul Symbolique et ses applications a la physique mathématique. (Hum-88)
- Humbert G.*: Cours d'Analyse. Tomos 1 y II. 1903-1904. (H-881)
- Kestelman H.*: Modern theories of integration. Dover. (K-489)
- Laine E.*: Analyse Mathématique. Tornos I y II. 1927. (L-144)
- Laine E.*: Exercices d'Analyse. 1931. (Exercices de Calcul Différentiel et Intégral). (L-144)
- Lipschitz Rudolf*: Differential und Integralrechnung. 1880. (L-669)
- Lorentz H. A.*: Differential und Integralrechnung. 1922. (L-886)
- Losada y Puga Cristóbal de*: Análisis Matemático. Tomos I, II y III. 1951-1954. (L-897)
- Lovitt W. V.*: Integral Equations. Dover. (L-949)
- Meray M. Ch.*: Analisis Infinitésimale. Tomos I y II - III y IV. (M-532)
- Osgood William F.*: Advanced Calculus. 1936. (00-26)
- Petit Bois G.*: Tables of Indefinite Integrals. Dover. (Pt-444)
- Picard M. E.*: Cours d'Analyse. 1886-87. (P-581)
- Pitt Harry Raymond*: Tauberian Theorems. (P-686)
- Poussin La Valles*: Cours d'Analyse. Tomos 1 y 2. Paris. (P-868)
- Rouche et Levy*: Analyse Infinitésimale. Tomos 1 y II. 1900. (R-752)
- Santalo Luis Antonio*: Sobre unas Fórmulas Integrales y Valores Medios Referentes a Figuras Convexas Móviles en el Plano. (SS-59)

*Severi Francesco*: Lezioni di Analisi. Tomos I y II. 1933. (SS-83)  
*MeShane E.*: Order preserving maps and integration process. (SS-18)  
*Widder David Vernon*: The Laplace transformation. (W-634)  
*Whitney Hassler*: Geometric integration theory. (W-633)  
*Wiener Norbert*: The Fourier Integral and Certain of its applications. Dover. (W-637)  
*Wilson E. B.*: Advance Calculus. Dover. (W-691)  
*Zaanen Adraan Cornelis*: Linear Analysis. (ZA-1)  
 An Introduction to the Theory Ofintegration.  
*Zigmund A., Transite W., Calderon A. P. y S. Bochner*: Contributions to Fourier Analysis. (ZZ-65)

### **512-2-1: Análisis Operacional**

*Mikhlin S. G.*: The Problem of the minimum of a quadratic functional. (M-589)  
*Mikusinski Jan*: Operational Calculus. (M-58)

### **512.3: Ecuaciones Diferenciales**

*Academia de Ciencias de Kazakstan*: Publicaciones sobre ecuaciones Diferenciales y sus aplicaciones. (AA-13)  
*Bers L. - Bochner*: Contribution to the theory of partial differential equations. (B-46)  
*Fritz John*: Plane Waves Spherical Means Applied to Partial Differential Equations. (F-919)  
*Frank P. et R. von Mises*: Differential and Integral Equations of Mechanics and Physics. Dover. (F-844)  
*Forsyth A. R.*: Theory of Differential Equations. Dover. (F-773)  
*Goursat E.*: Equations Differentielle Simultanées. (G-745) *Hadamard J.*: Lectures on Cauchy's Problem. Dover. (11-117) *Hahn Wolfgang*: Theory and Application of Liapuno's Direct Method. (H-124)  
*Hopf L.*: Introduction to the Differential Equations of Physics. Dover. (11-771)  
*Institut Mathematique - Beograd*: Quelques problèmes de la Théorie qualitaté des équations différentielles ordinaires. (Ii-8)  
*Janet M.*: Equations Integrals et applications a Physique Mathématique. Paris. (J-253)

- Jucker Erich*: Die Integration singularer Differentialgleichungen zweiter Ordnung mit Integrieranlagen. (J-887)
- Kuranishi M.*: Lectures on Involutic Systems of Partial Differential Equations. (K-966)
- Langer Ph., Rudolf E.*: A first course in Ordinary Differential Equations. (L-263)
- Levy H. and E. A. Baggott*: Numerical Solutions of Differential Equations. Dover. (L-579)
- Mejía R. Jorge*: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. (M-479) *Michal Aristotle D.*: Le Calcul Differentiel dans les espaces de Banach. (M-582)
- Moulton F. R.*: Differential Equations. Dover. (M-862)
- Nemytskii V. V. and V. V. Stepanov*: Qualitative Theory of Differential Equations. (N-347)
- Petrovsky I. G.*: Lectures on Partial Differential Equations. (P-449) *Plemelj Josip*: Diferencialne in Integralne Enacbe (Teorija in uporaba. (P-714)
- Richtmier Robert D.*: Difference Methods for Initial-Value Problems. (R-410)
- Transaction of the Symposium on Partial Differential Equations.* (T-688)
- Webster A. G.*: Partial Differential Equations of Mathematical Physics. Dover. (W-291)
- Wilcox Calvin H.*: Asymptotic Solutions of Differential Equations and their Applications. (W-643)

#### **512.4: Teoría de Funciones**

- Ahlfors - Behnke - Bers y otros*: Analytic Functions. (AA-48) *Albrycht Jerzy*: Teoría LPZ Mieszana Norma Dla Skonczenie Addytywnych Funkcji Zbiorów. (AA-15)
- Besicovitch A. S.*: Almost Periodoc Functions. Dover. (B-484) *Bowman Frank*: Introduction to Bessel Functions. Dover. (B-684) *Cayley A.*: An Elementary Treatise on Eliptic Functions. Dover. (C-318)
- College sur les Fonctions de Plusieurs Variables*: Tenu a Bruxelles du 11 au 14 marz 1953. (C-686)
- Cposon E. T.*: An Introduction to the Theory of Functions of a Complex Variable. (C-840)

- Curtius Peter*: Zur Störungsrechnung in der axiomatischen Feldtheorie. (C-941)
- Dienes P.*: The Taylor Series, an Introduction to the Theory of Functions of a Complex Variable. (D-565)
- Erdelyi Arthus y otros* : Higher Transcendental Function Bateman Manuscript Project. Tomos I, II y III. (5 tomos). (EE-27)
- Evgrafov M. A.*: Asymtotic Estimates and Entire Functions. (EE-31)
- Forsyth, Sc. D.A.R.F.R.S.*: Theory of Functions of a complex variable. (F-774)
- Fouet, Edouard A.*: Lelons Elémentaires sur le Theorie des Fonctions Analytiques. Tomos I y II. (F-822)
- Greenhill A. G.*: The applications of Elliptic Functions. Dover. (G-748)
- Halphen G. H.*: Traité des Fonctions Elliptiques et de leurs applications. Tomos I, II y III. (II-163)
- Hancock H.*: Elliptic Integrals.  
Lectures on the Theory of Elliptic Functions. Dover. (H-192)
- Kepp Klaus*: Kovariante analytische Funktionen. (II-412)
- Hobson E. W.*: The Theory and Functions of a Real Variable and the Theory of Fourier's Series. Dover. (II-653)
- Instituto Matemático de Leningrado*: Algunos aspectos de la teoría de potencial y teoría de las funciones en el dominio de los límites irregulares. (Ins-8)
- Jolley L. B. W.*: Summation of Series. Dover. (J-684)
- Kamke E.*: Theory of Sets. Dover. (K-128)
- Kober H.*: Dictionary of Conformal Representations. Dover. (K-796)
- Knopp Konrad*:  
— Infinite Sequences and Series. Dover. (K-757)  
— Elements of the Theory of Functions.  
— Theory of Functions - Part I.  
— Theory of Functions - Part II.  
— Problem Book in the Theory of Functions. Vol. I y II. (K-757)
- Lacroix S. F.*: Traité de Calcul Différentiel et du calcul Intégral. Tomo 3. (L-119)
- McLachlan N. W.*: Theory and Application of Mathieu Functions. (L-118)
- Littlewood J. E.*: Elements of the Thorey of Real Functions. Dover. (L-735)

- Montessus de Ballore E. de*: Lecons sur les Fonctions Elliptiques.  
*Neville Heric Harold*: Jacobian Elliptic Functions. (N-416) *Persson Jan*:  
 Global and Local Coursat Problems for Functions of  
 Gevrey-Lednev Nature. (P-432)  
*Picard*: Ensembles de Distance. Paris. (P-581)  
*Pierpont James*: The Theory of Functions of Real Variables.  
 Functions of a Complex Variable. Dover. (P-613)  
*Rekton F. E.*: Applied Bessel Functions. (Rt-279)  
*Rey Pastor J.*:  
 — Teoría de las Funciones Reales. Año 1933.  
 — Elementos de la Teoría de Funciones. Año 1952.  
 — Funciones de Bessel.  
 — Teoría de Matemáticas y aplicaciones a la Ciencia y a la Técnica  
 (y A. de Castro Brzezicki). (R-330)  
*Riesz F. y Nagy S. Z. Bela*: Lecons d'Analyse Fonctionnelle. (R-446)  
*Rosati Mario*: Le funzioni e le variata quasi abeliane dalla teoria del  
 severi ad oggi. (R-714)  
*Severi Francesco*: Funzioni quasi abeliane. (SS-83)  
*Sieretnski R.*: Les Ensambls projetifs et analitiques. Paris. (SS-17)  
*Sunyer Balaguer F.*: Valores Asintónicos de las Funciones Enteras.  
 (SS-74)  
*Titchmarsh E. C.*: The Theory of the Riemann Zeta Function. (T-531)  
*Traynard C. E.*: Fonctions Abeliennes et Fonctions Theta de Deux  
 Variables. (T-699)  
*Tricomi Francesco G.*: Funzioni Inpergeometriche Confluenti.  
 (T-732)  
*Volterra Vito*: Theory of Functionals and of Integral and  
 Integro-Differential Equations. Dover. (V-889)  
*Weierstrass M. K. - Schwarz M. H. A. y otros*: Formules et Propo-  
 sitions pour l'Emploi des Fonctions Elliptiques. (W-427)  
*Zygmund Antoni*: Trigonometrical Series. Dover. (ZZ199) *Wang*  
*Hao*: Théorie des Ensembles. Paris. (W-185)

### **512.5: Análisis Numérico y Tablas de Funciones**

- Abramowitz Milton and Irene A. Stegun*: Handbook of Mathematical  
 Functions. (AA-84)  
*Bennet, Milne et Bateman*: Numerical Integration of Differential  
 Equations. Dover. (B-439)

- Dwight H. B.*: Mathematical Tables. Dover. (D-962)
- Fletcher A. - Miller y otros autores*: An Index of Mathematical Tables. (2 tomos). (F-633)
- Gallet Franeois*: Tables de Logarithmes. Año 1795. (Tirage 1840). (G-136)
- Gardiner William*: Tables of Logaritms. 1742. (G-168)
- Gastinel Noel*: Matrices du Second Degré et Normes Générales en Analyse Numérique Linéaire. (G-219)
- Haan D. Bierens de*: Nouvelles Tables d'Integrales Définies. 1867. (H-112)
- The Israel Academy of Sciences and Humanities*: Proceedings of the International Symposium on Linear Spaces. (Ii I)
- Jahnke E. y F. Emde*: Tables of Functions with Formulae and Curves. Dover. (J-196)
- Levy H. and A. Baggott*: Numerical Solutions of Differential Equations. Dover. (L-579)
- Lieberman J. and Donald B. Owen*: Tables of the Hypergeometric Probability Distribution. (L-621)
- Milne-Thomson. L. M.*: Jacobian Elliptic Function Tables. Dover. (M-636)
- Noel*: Tables Numériques. Paris. (N-682)
- Petit Bois G.*: Tables of Indefinite Integrals. Dover. (Pe-31) *Pearson E. S.*: Tracts for Computers. Cambridge University Press. —N° I  
 Tables of the Digamma and Trigamma Functions.
- N° V Table of the Coefficient of Everret's Central-Difference Interpolation Formula.
- N° VIII Table of the Logarithms of the Complete T-Function.
- N° IX Log T (x) from x=1 to 50,9 by Intervals of .01.
- N° X On Methods of Determining Approximately single and Double Integrals.
- N° XII Tables of the Probable Error of the Coefficient of Correlations as found by the Product Moment Method.
- N° XXIII Tables of  $t_{n,n}x$  and  $\log(1+x')$ . To assist in the Calculation of the Ordinates of a Pearson type IV Curve.
- N° XXIV Tables of Random Sampling Numbers.

- N9 XXV Random Normal Deviates.
- N4 XXVI Correlated Random Normal Deviates. (P-317) *Rey Pastor J.*: Curso cíclico de Matemáticas-Magnitudes y Funciones Elementales. 1914. (R-330)
- Shaw F. S.*: Introduction to Relaxation Methods. Dover. (SS-26)
- Selfridge R. G.* and *J. E. Maxfield*: A Table of the Incomplete Elliptic Integral of the Third Kind. Dover. (SS-48)
- Schron L.*: Tables de Logarithmes. (SS-76)
  - Siayenro Y. N.*: Problemas de significación especial en las ecuaciones de 20 grado con residuos parciales finales. (Sia-11)
  - Thompson J. A.*: Logarithmetica Britanica. 2 Volúmenes. (T-371)
  - Titchmarsh E. C.*: Introduction to the Theory of Fourier Integrals. (T-531)
- Vassal Vladimir*: Nouvelles Tables de Logarithmes. 1872. (V-445) *Vega Giorgi*: Logarithmico-Trigonometricse. Tomos 1 y II. 1797. (V-522)
- Vernotte General*: Actes des Colloques de Calcul Numérique. (V-598)
- Zoretti L.*: Exercices de Matématiques. 1914. (ZZ-77)

#### **512.í: Cálculo de Variaciones**

- Bolza O.*: Lectures on the Calculus of Variations. Dover. (B-639)
- Forsyth A. R.*: Calculus of Variations. Dover. (F-773)
- Gastinel Noel*: Matrices du Second Degré et Norms Générales en Analyse Numérique Linéaire. (G-219)
- Haan D. Bierens de*: Nouvelles Tables d'Integrales Définies. 1867. (11-112)
- Todhunter M. A.*: History of the Calcul of Variation. (T-568)
- Tonelli Leonida*: Fondamenti di Calcolo delle variazioni. Vol. I y II. 1923. (T-612)

#### **512.7: Análisis Vectorial y Tensorial**

- McConnell A. J.*: Applications of Tensor Analysis. Dover. (C-762)
- Chattelun*: Calcul Vectoriel. Paris. (Ch-391)
- Gilbs J. Willard*: Vector Analysis. Dover. (C-371)
- Griffith J. S.*: The Irreducible Tensor Method for Molecular Symmetry Groups. (G-875)
- Hay G. E.*: Vector and Tensor Analysis. Dover. (11-321)

*Maxwell E. A.*: Coordinate Geometry with Vectors and Tensors.  
Cambridge. (M-451)

*Olivares Alberto E.*: Iniciación a los Tensores para Ingenieros. (01-4)

*Reverón Larre Andrés*: Lecciones de Cálculo Vectorial y Tensorial.  
(R-323)

*Sokolnikoff I. S.*: Tensor Analysis. (SS-39)

*Schouten J. A.*: Tensor Analysis for Physicists. (SS-68) *Wills*

*A. P.*: Vector and Tensor Analysis. Dover. (W-686)

*Yano K. and Bochner S.*: Curvature and Betti Numbers. (Y-16)

### **512.8: Teoría de los Grupos**

*Borel Armand*: Seminar on Transformation Groups. (B-645) *Burnside*

*W.*: Theory of Groups of Finite Order. Dover. (B-948) *Carmichael R.*:

Introduction to the Theory of Groups of Finite Order.

Dover. (C-212)

*Cartan E.*: La Théorie des Groupes Finis et Continus et l'Analyse situs.

Paris. (C-241)

*Curtis Charles W. and Reiner Irving*: Representation Theory of Finite  
Groups and Associative Algebras. (C-969)

*Chevalley Claude*: Theory of Lie Groups. (Ch-427)

*Dickson L. E.*: Linear Groups, with an Exposition of the Galois Field  
Theory. Dover. (D-561)

*Eisenhart L. P.*: Continuous Groups of Transformations Topologica.

Dover. (EE-84)

*Frei Armin*: Frei Objekte und multiplikative Strukturen. (F-828) *Fuchs*

*L.*: Abelian Groups. (F-591)

*Got K.*: Propriétés Générales des groupes discontinus. Paris. Domaines  
fondamentaux des groupes Fuchsien et automorphes. (G-71)

*Lichnerowicz Andre*: Théorie Globale des Connexions et des Groupes  
d'Holonomie. (L-617)

*Littlewood Dudley E.*: The Theory of Group Characters. Cambridge.  
(L-735)

*Lyubarskii G.Ya.*: The Application of Group Theory in Physics. (L-999)

*Mann Henry B.*: Addition Theorems. (M-316)

- Meijer Paul H. E.* and *Edmond Bauer*: Group Theory, the Application to Quantum Mechanics. (M-476)
- Miller G. A., H. F. Blichfeldt* et *L. E. Dickson*: Theory and Applications of Finite Groups. Dover. (M-612)
- Murnaghan Francis D.*: The Unitary and Rotation Groups. (Ma-949)
- Nagata Masayoshi*: Local Rings. (N-131)
- Pontyagin Leon*: Topological Groups. (P-776)
- Potron*: Les Groupes des Sic. Paris. (P-849)
- Ribenboim P.*: Théorie des Groupes Ordennés. (R-355)
- Saratov Universidad de*: Teoría de los semigrupos y sus condiciones. (SS-71)
- Seguier*: Théorie des Groupes Finixs.  
Théorie des Groupes Finixs. substitution. París. (SS-38) *Seguier* et *Potron*: Théorie des Groupes Abstracts. Paris. (SS-38) *Snapper Ernest*: Cohomology Groups and Genera of Higher-Dimensional Fields. (SS-14)
- Stambach Urs*: Anwensungen der Homologietheorie der Gruppen auf Zentralreihen und auf Invarianten von Präsentierungen. (SS-21)
- Weyl H.*: The Theory of Groups and Quantum Mechanics. Dover. (W-547)
- Weyl H.*: Classical Groups. (W-547)

#### **512.9: Análisis Funcional**

- Taylor Angus E.*: Functional Analysis. (T-212)
- Wilansky Albert*: Functional Analysis. (W.641)

#### **513: GEOMETRIA**

- A bhyankar Shreeram*: Ramification Theoretic Methods in Algebraic Geometry. (AA-49)
- Ahlfords, Bergman S., Bers L.* y otros: Contributions to the Theory of Riemann Surfaces. (AA-47)
- Bianchi Luis*: Geometria Differenziale. Tomos I-II-1 y II-2 (3 tomos). Año 1922 - 23 - 24. (B-470)
- Bloch Andre*: La Géometrie Intégrales de Cuntour Ganche. Paris. (B-621)
- Blumenthal Leonard M.*: Theory and Applications of Distance Geometry. (B-627)

- Bonola Roberto*: Non-Euclidean Geometry. Dover. (B-644)
- Borel Emile*: Introduction Géométrique a Quelques Theories Physiques. (B-645)
- Bouligand H.*: Géométrie Infinitesimale directe de Physique Mathématique Classique. Paris. (B-664)
- Bourdon M.*: Application de l'Algèbre a la Géométrie. 1906. (B-666)
- Carnoy Joseph*: Cours de Géométrie Analytique. (C-219)
- Cartan Henri*, Séminaire: Familles d'Espaces Complexes et Fondements de la Géométrie Analytique (2 tomos. Fascículos 1 al 21). (C-242)
- Cartan H.*: Caresition Projective. Espaces de Riemann. Paris. (C-241)
- Casteels L.*: Etudes sur Génération des Cubiques Planes. (C-276)
- Castelnuovo Guido*: Lezioni de Geometria Analitica. (C-276) *Clairaut*: Géométrie. Paris. (C-524)
- Clebsch*: Géométrie. Tomos 1 y 3 (falta el N<sup>o</sup> 2). París. (C-583) *Coble Arthur B.*: Algebraic Geometry and Theta Functions. (C-639) *Coolidge J. L.*: A Treatise on Algebraic Plane Curves. Dover. (C-777) *Cournerie Jules de la*: Traité de Géométrie Descriptive. 1910. (C-835)
- Coxeter H. S. M.*: Non-Euclidean Geometry. (C-839)
- Cremona L.*: Elements of Projective Geometry. Dover. (C-863)
- Charreau*: Sur les Congruences des Divites on des Courbes. Complexes Linéaires. (Ch-376)
- Demartres G.*: Cours de Géométrie Infinitesimale. (D-392)
- Descartes Rene*: The Geometry. Dover. (D-454)
- Dobourdiou*: Questions Topologiques de Géométrie Diferentielle. Paris. (D-853)
- Eisenhart L. P.*:
- Coordinate Geometry. Dover.
  - Riemannian Geometry.
  - Transformation of Surfaces.
  - A Treatise on the Differential Geometry of Curves and Sur-faces. (EE-84)
- Farvard J.*: Cours de Géométrie Diferentielle. Paris. (F-251)
- Finikoff M. S.*: Deformation Reseau. Paris. (F-495)
- Fontene*: L'Hyperspace a 0 (n—1) dimensions. Paris. (F-737)

- Forder Henry G.*: The Foundations of Euclidean Geometry. (F-758)
- Fubini Guido*: Introduction a la Géométrie Quajective Differentielle des Surfaces. Paris. (F-95)
- Gabier B.*: Deformation des Surfaces Etudie du Point de Vue Infinitesimal. Paris. (G-143)
- Gedeaux Lucien*: Sur les Transformations Birationnelles. (G-775) *Gernier Rene*: Legons d'Algèbre et de Géométrie. 1935. (C-319)
- Godeaux*:
- La Transformation Birationnelle de Plan.
  - Le Transformation Birationnelle de l'Epace.
  - Correspondance entre deux Courles Algébriques. Paris. (G-542)
- Godeaux Lucien et Octave Rozet*: Legons de Géométrie Projective. (G-543)
- Godeaux Lucien*: Sur les Transformation Birationnelles de Jonquières de l'Espace. (C-542)
- Gomes Texeira*: Courbes Spéciales Remarquables. (G-586)
- Gonseth Ferdinand*: La Géométrie et le Problème de l'Espace. II, IV, V y VI. (G-589)
- Graham L. A.*: Mathematical Problems and Methods. (G-761)
- Hadam.ard Jacques*: Legons de Géométrie Elementaire. Tomos I Y II. 1911-1913.
- Heath Sir Thomas*:
- The Works of Archimedes. Dover.
  - The Thirteen Books of Euclid's Elements. (H-352) *Hesse Otto*: Analytische Geometrie des Raumes. 1876. (11-454) *Hilbert D. and S. Cohn-Vossen*: Geometry and The Imagination. (H-542)
- The Israel Academy of Sciences and Humanities*: Proceedings of the International Symposium on Linear Spaces. (Ii-7)
- Instituto de Matemáticas de Leningrado*: Poliedros Convexos de Lados Regulares. (Ins-8)
- Jouffret E.*: Mélanges de Géométrie a dimensions. Paris. (J-823) *Julia Gaston*:
- Cours de Géométrie.
  - Principes Géométriques a' analyse. Part. 1
  - Principes Géométriques a'analyse. Part. 2
  - Cours de Géométrie Infinitesimal. 5 Tomos. (J-945)

- Kerekjaro Bela*: Les Fondements de la Géométrie. Paris. (K-454) *Klein Felix*:
- The icosahedron and the solution of equations of the fifth degree. (K-673)
  - Geometry. Dover.
  - Famous Problems of Elementary Geometry. Dover.
- Kreyszsig Erwin*: Differential Geometry. (Ky-879)
- Kyoto University*: Proceedings of the United States Seminar in Differential Geometry. (K-959)
- Lefschetz Solaron*: Algebraic Geometry. (L-522)
- Leoffel Jean Jacques*: Quelques propriétés de l'espace de Minkowski sur les complexes. (L-823)
- Levi-Civita*: La Trigonometrie des Petits Triangles Courvilignes. Paris.
- Lowell Julian*: The Geometry of Complex Domain. (L-952)
- Mandart H.*: Cours de Géométrie Analytique. 1904. (M-313) *Manning H. P.*: Geometry of Four Dimensions. Dover. (M-316) *Maurin*: Géométrie Descriptive a Quatre Dimensions. Paris. (M-447)
- Menger K.*: Géométrie Générale. Paris. (M-525)
- Michel F.*: Recueil de Problemes de Géométrie Analytique. 1900. (M-583)
- Minetti S.*: Sur quelques espaces fonctionels. Paris. (M-662)
- Montgomery D. and Zippin L.*: Topological Transformation Groups. (M-766)
- Mousinho Leite Lopes M. L.*: Conceitos Fundamentais da Geometria.
- Neumann John von*: Continuous Geometry. (N-397)
- Niewenglowski B.*: Cours de Géométrie Analytique. Tomos I, II y 111.1911-1914. (N-559)
- Pérez de Mayo*: Tratado de Geometría. 1573. (P-45)
- Picard E.*: Surfaces Algébriques. Paris. (P-581)
- Pruvost E.*: Géométrie Analytique. Tomos I y II. 1887-1888. (P-955)
- Rouche Eugene et Ch. de Comberousse*: Traité de Géométrie. Tomos I y II. 1912. (R-753)
- Russell Bertrand*: Foundations of Geometry. Dover. (R-911)
- Schifrer M. and Spencer D. C.*: Functionals of Finite Riemann Sur-faces. (Sch-32)
- Semple J. G. and L. Roth*: Introduction to Algebraic Geometry. (SS-54)

- Sierpinski M. W.*: Les Ensembles Projectifs et Analytiques. (SS-17)
- Sommerville D. M. Y.*: An Introduction to the Geometry of Dimensions. Elements of Non-Euclidean Geometry. (SS-55)
- Sutter Johann*: Ein Beitrag zum Typenproblem der Riemannschen Flächen. (SS-86)
- Tzitzeica Georges*:  
 — Géométrie Differentielle Projective des Réseaux. (T-999)  
 — Introduction a la Géométrie Differentielle. Paris. (T-999)
- Verriest G.*: Introduction a la Géométrie Non-Euclidienne. Paris. (V-612)
- Vessiot E.*: Legons de Géométrie Superieure. (V-637)
- Vincensini*: Corps Convexes. Paris. (V-744) *Vranceau*:  
 — Les espaces non Holonomes. Paris. (V-951) — Legons de Géométrie Differentielle. (2 tomos). Paris. (V-951)
- Wilczynski E. J.*: Projective Differential Geometry. (W-643)
- Wilhosz W.*: Les Proprietés topologiques du Plan Euclidienne. Paris. (W-649)
- Wolkowitsch D.*: Sur l'Application de la motion de Moment d'inertie en Géométrie. Paris. (W-834)
- Woods F. S.*: Higher Geometry. An Introduction to Advanced Methods in Analytic Geometry. (W-861)
- Zervos*: Le Probleme de Marge. Paris. (ZZ-55)

### 513.1: Topología

- Ahlfors Lars* and *Leo Sario*: Riemann Surfaces. (AA-49)
- Alexandroff Paul*: Elementary Concepts of Topology. (AA-26)
- Czechoslovak Academ.y of Sciences*: General Topology and its Relations to Modern Analysis and Algebra. 1961. (Symposium held in Prague). (C-997)
- Duboudieu*: Questions Topologie de Géométrie Differentielle. Paris. (D-853)
- Eilenberg S.* and *Ateenrod N.*: Foundations of Algebraic Topology. (E-54)
- Fon R. H.*, *Spencer D. C.* y *Tucker A. W.*: Algebraic Geometry and Topology. (F-732)
- Grimm Kaspar*: Topologische Untersuchungen offener Flächen. (G-880)

*Hurewicz Witold and Wallman Henry*: Dimension Theory. (H-937)  
*Lefschetz Solomon*: Introduction to Topology. (L-522)  
*Lima Eleon L.*: Topologia dos Espacos Métricos. (L-629)  
*Severi Franeesco*: Topología - 1931. (SS-83)  
*Steenrod Norman*: The Topology of Fibre Bundles. (St-32) Proceedings of the Symposium Held in Prague in September 1961:  
 General Topology and its Relations to Modern Analysis and Álgebra. (SS-68)  
*Trjitzinski W. J.*: Totalisations dans les Espaces Abstraites. (T-739)  
*Vaidyanathaswamy R.*: Set Topology. (V-191)  
*Whyhurn Gordan T.*: Topological Analysis. (W-622)

### **513.2: Trigonometría**

*Bourlet Corlo*: Lecons de Trigonometrie Rectiligne. 1914. (B-667)  
*Cagnoli Antonio*: Trigonometrie Rectiligne et Sphérique. 1808. (C-118)

### **513.3: Geometría Descriptiva**

*Gournerie Jules de la*: Traité de Géometrie Descriptive. 1910. (G-744)

### **514: TEORIA DE LA INFORMACION**

*Belskaya J. K.*: Lenguaje del Hombre y de la Máquina. Tomos I y II. 1969. (B-419)  
*Khinchin A.I.*: Mathematical Foundations of Information Theory. Dover. (K-528)  
*Pervozvanskii A. A.*: Random Process in Nonlinear Control Systems. (P-435)  
*Solodovnikov V. V.*: Introduction to the Statistical Dynamics of Automatic Control. (Sd-47)

### **515: BIOLOGIA MATEMATICA**

*Lotka Alfred J.*: Elements of Mathematical Biology. (Lk-914)  
*Rachersky N.*: Mathematical Biophysics PhysicoMathematical Foundations of Biology. (2 tomos). (R-115)

### **520: PUBLICACIONES PERIODICAS**

*Academia de Ciencias de Lituania*: Matemáticas, Física y Cibernética. (AA-13)

Diciembre 31 de 1971



## COMUNICACION

El 69 Congreso Internacional de Cibernética organizado por la Asociación Internacional de Cibernética en Namur (Bélgica), del 7 al 11 de septiembre de 1970, ha obtenido un importante éxito. 175 conferencias y comunicaciones figuran en su programa. Sus autores forman parte de la élite científica de 31 países.

Este éxito es la consagración del esfuerzo desplegado por la Asociación desde su fundación en 1956, con miras de difundir y propagar la idea de la cibernética en el mundo.

La Asociación Internacional de Cibernética ha publicado las Actas de los cinco congresos precedentes: 1956, 1958, 1961, 1964 y 1967. Desde 1958 publica una revista trimestral: *Cibernética*.

La suscripción de los Actos del 69 Congreso queda abierta.

Se recuerda que la Asociación Internacional de Cibernética queda abierta a todos aquellos que se interesan en el desarrollo y la aplicación de la Cibernética. Adhiriéndose -a ella participan a la corriente de pensamiento que se inscribe dentro de la perspectiva de la ciencia moderna.

Los que desean convertirse en miembros de la Asociación Internacional de Cibernética, obtener los resúmenes de las comunicaciones del 6º Congreso, suscribirse a los Actos de dicho Congreso o procurarse las publicaciones anteriores, pueden dirigirse a la sede de la Association Internationale de Cybernetique, Palais des Expositions, Place André Rijckmans, 5000 Namur (Bélgica).



SE TERMINO DE IMPRIMIR ESTE BOLETIN EN  
LOS TALLERES DE ITALGRAFICA, S. R. L.  
CARACAS, EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1971





